

**Earth, Life & Social Sciences**

Anna van Buerenplein 1  
2595 DA Den Haag  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 00 00

**TNO-rapport**

TNO 2017 R10266

**Portfolioanalyse: kansrijke innovatieopgaven  
voor Nederland**

Fundament voor het maken van keuzes

Datum	20 februari 2017
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Govert Gijsbers Tom van der Horst
Aantal pagina's	132 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
In samenwerking met	Ministerie van Economische Zaken (Directie Innovatie en Kennis van het DG Bedrijfsleven en Innovatie)
Projectnaam	Portfolioanalyse EZ-TNO
Projectnummer	060.22093

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2017 TNO

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>5</b>
1.1 Conceptueel raamwerk.....	6
1.2 Resultaten.....	7
1.3 Opbouw rapport.....	8
<b>2 Methodologie: de samenvatting</b> .....	<b>9</b>
2.1 Discussie .....	10
<b>3 Resultaten: sterktes van en kansen voor Nederland op 10 vernieuwingsopgaven</b> .....	<b>11</b>
3.1 Geconsolideerd overzicht resultaten .....	11
3.2 Resultaten 10 vernieuwingsopgaven: 10 fiches .....	13
3.2.1 Slimme steden (Smart cities) .....	16
3.2.2 Gezondheid en zorg (Smart health) .....	25
3.2.3 Energie (Smart energy) .....	34
3.2.4 Klimaat (Smart climate solutions).....	43
3.2.5 Hulpbronnen en water (Smart resources) .....	52
3.2.6 Landbouw en voeding (Smart agriculture, smart food) .....	61
3.2.7 Mobiliteit (Smart mobility) .....	70
3.2.8 Productie-infrastructuur en systemen (Smart production) .....	79
3.2.9 Veilige samenleving (Smart security) .....	88
3.2.10 Veerkrachtige samenleving (Smart society).....	97
3.3 Terugblik portfolioanalyse.....	106
<b>4 Bijlage: methodologie stap voor stap</b> .....	<b>111</b>
4.1 Identificatie van de vernieuwingsopgaven voor Nederland .....	111
4.1.1 Identificatie maatschappelijk uitdagingen .....	111
4.1.2 Identificatie van 40 innovatieopgaven geclusterd in 10 groepen vernieuwingsopgaven.....	113
4.2 Identificatie sterke basis Nederland.....	114
4.2.1 Analyse en identificatie sterktes in 34 kennisvelden .....	115
4.2.2 Analyse en identificatie sterktes in 23 technologieën.....	117
4.2.3 Analyse en identificatie sterktes in 40 bedrijfstakken.....	119
4.3 Bepalen van mate van “bouwen op sterktes” .....	122
4.3.1 Scoren van belang van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken voor de innovatieopgave .....	123
4.3.2 Berekening kleuren.....	123
4.4 Identificatie van kansen voor de vernieuwingsopgave .....	125
4.4.1 Analyse van de dynamiek in de bedrijfstakken .....	125
4.4.2 Kansen: relevante opkomende technologieën .....	127
4.4.3 Scoren van impact innovatieopgaven op maatschappelijke uitdagingen.....	129
4.5 Validatie .....	129
4.5.1 Validatie methodologie .....	130
4.5.2 Dialoogsessies resultaten .....	132

## Samenvatting

In het toekomstige innovatiebeleid is het voor Nederland belangrijk om keuzes te maken over de inzet van schaarse middelen (zowel publiek als privaat) op sectoren, technologieën, innovatiegebieden en clusters. Deze “beleidsarme” portfolioanalyse legt een fundament voor het maken van deze keuzes. In de portfolioanalyse worden kansrijke innovatieopgaven voor Nederland verkend. Hierin staat de verbinding van sterke kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën centraal. De portfolioanalyse velt geen oordeel over de vraag welke innovatieopgaven wenselijk zijn of niet. De studie vergroot vooral het inzicht in de afweging tussen de verschillende opgaven.

Door de bundeling van krachten in innovatieopgaven kan Nederland inspelen op maatschappelijke uitdagingen, zoals het omgaan met nieuwe technologie en het duurzaam gebruik van hulpbronnen. Opkomende technologieën kunnen in de toekomst een bijdrage leveren aan de innovatieopgaven. Daarnaast wordt op basis van de recente ontwikkeling van bedrijfstakken kansen voor de toekomst verkend.

In deze analyse definiëren wij **innovatieopgaven** als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden en burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Een **vernieuwingsopgave** is een bundeling van innovatieopgaven. De lijst van vernieuwings- en innovatieopgaven is gebaseerd op uitgebreid literatuuronderzoek. In deze analyse komen de volgende tien vernieuwingsopgaven aan bod:

- Slimme steden (Smart cities)
- Gezondheid en zorg (Smart health)
- Energie (Smart energy)
- Klimaat (Smart climate solutions)
- Hulpbronnen en water (Smart resources)
- Landbouw en voeding (Smart agriculture, Smart food)
- Mobiliteit (Smart mobility)
- Productie-infrastructuur en systemen (Smart production)
- Veilige samenleving (Smart security)
- Veerkrachtige samenleving (Smart society)

Met de aanduiding ‘**Smart...**’ in de vernieuwingsopgaven wordt expliciet gemaakt dat in alle opgaven *digitalisering* als een belangrijke disruptieve kracht wordt gezien.

In hoofdstuk twee wordt een samenvatting gegeven van de gevolgde aanpak en de in het kader van de portfolioanalyse ontwikkelde methodologie. De analyse is gebaseerd op een combinatie van kwalitatief en kwantitatief onderzoek. Data van o.a. publicaties, patenten en economische activiteit is gebruikt voor het bepalen van de sterktes in wetenschap, technologie en het bedrijfsleven. De koppeling met innovatieopgaven en maatschappelijke uitdagingen is gemaakt op basis van expert judgment en desk research. Een gedetailleerde beschrijving van aanpak en methodologie staat in de bijlage.

De sterktes en kansen per vernieuwingsopgave worden in de vorm van 10 fiches gepresenteerd (in hoofdstuk drie). Over het algemeen kunnen deze vernieuwingsopgaven bouwen op een internationaal onderscheidende positie in gammawetenschappen en wat minder op de technologische kennisvelden. Wel is

Nederland internationaal onderscheidend in een aantal specifieke technologieën, bijvoorbeeld in machinebouw en civiele techniek. Nederland heeft sterke en minder sterke bedrijfstakken die een centrale rol spelen in het oppakken van vernieuwingsopgaven. Sterke posities zien we vooral in Informatietechnologie, -diensten, en -wetenschappen die de kern van veel vernieuwingsopgaven vormen (digitalisering).

Uit de analyse en de dialoogsessies die met stakeholders zijn uitgevoerd (zie ook het onderdeel *dialoogsessies resultaten* in paragraaf 4.5.2), kunnen een aantal conclusies getrokken worden:

- De gekozen innovatie- en vernieuwingsopgaven worden breed herkend.
- Innovatieopgaven verschillen in de mate waarin ze onderscheidende doelstellingen hebben: ze kunnen primair gericht zijn op het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, op versterking van de economische basis, of op exploitatie dan wel versterking van de kennis- en technologiebasis.
- De herkenbaarheid van innovatieopgaven kan vergroot worden door een verdiepingsslag te maken, naar onderliggende vragen.
- Geïdentificeerde sterktes en zwaktes worden deels herkend. Wanneer een innovatieopgave kansrijk is, in andere woorden, wanneer deze kan bouwen op sterke kennisvelden, technologie en bedrijfstakken, dan betekent dit nog niet dat deze kansen ook daadwerkelijk worden opgepakt.
- De innovatie- en vernieuwingsopgaven die in deze studie zijn geschetst, zijn ambitieus en vergen, naar de toekomst toe, een gezamenlijke afweging op inhoud en prioriteiten in de gouden driehoek. Het kader van de portfolioanalyse kan daarbij behulpzaam zijn.

# 1 Inleiding

In het toekomstige innovatiebeleid is het voor Nederland belangrijk om keuzes te maken over de inzet van schaarse middelen (zowel publiek als privaat) op sectoren, technologieën, innovatiegebieden en clusters. Daarbij is een leidende vraag hoe het toekomstig verdienvermogen van Nederland zo goed mogelijk versterkt kan worden.<sup>1</sup> De inzet van middelen op prioritaire onderwerpen moet zodanig zijn dat de kracht van huidige initiatieven behouden blijft. Denk hierbij aan het mobiliserende effect van de topsectoren op bedrijven en onderzoeksinstellingen. Tegelijkertijd moet ruimte worden geschapen voor nieuwe initiatieven, richtingen en accenten.

Daarnaast groeit het besef steeds meer dat de maatschappelijke uitdagingen van Nederland een extra aanjager kunnen zijn om het innovatiebeleid verder aan te scherpen. Ook speelt mee dat globalisering scherpere keuzes in het innovatiebeleid noodzakelijk maakt om sterke internationaal onderscheidende posities in het bedrijfsleven en de kennisinfrastructuur te creëren.

Het doel van deze portfolioanalyse is het presenteren van een ('beleidsarme') verkenning die kansen voor Nederland identificeert, zonder dat nadrukkelijk prioriteiten voor nieuw beleid worden gepresenteerd. Het gaat hierbij vooral om het leggen van een solide fundament voor het maken van die keuzes. We gaan er daarbij vanuit dat te maken keuzes gebaseerd moeten zijn op de drie volgende criteria:

- Wat zijn de sterktes van het Nederlandse bedrijfsleven als het gaat om nieuwe technologie en innovatie – waar liggen de kansen?
- Op welke kennissterktes van onze universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven kunnen we bouwen om maatschappelijke uitdagingen te adresseren en het toekomstig verdienvermogen te versterken?
- Wat zijn de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen, vragen en noden waarop het innovatiebeleid een antwoord moet geven?

Behalve in een onderbouwd antwoord op elk van deze afzonderlijke vragen, ligt de crux en uitdaging van deze verkenning vooral in de **verbinding** van deze drie vragen. Waar ontmoeten de sterktes van bedrijven in Nederland, de kennissterktes van onze universiteiten en onderzoeksinstituten en de technologieën elkaar? En waar kunnen deze elkaar aanvullen en versterken? Waar ligt ook de aansluiting met de maatschappelijke uitdagingen, zowel in termen van kennis- en innovatiecapaciteit als in het creëren van oplossingen waaraan het bedrijfsleven een duidelijke bijdrage kan leveren?

Om deze verbindingsslag goed te kunnen maken is een nadere vertaling nodig naar **innovatie-** en **vernieuwingsopgaven**. Deze opgaven zijn primair gericht op het leggen van een gedegen fundament voor ons toekomstig verdienvermogen en onze toekomstige welvaart.

---

<sup>1</sup> Zie o.a. Studiegroep Duurzame Groei, EZ, 2016 en NL Next level, VNO-NCW 2016

**Innovatieopgaven** worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Een **vernieuwingsopgave** is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen. Een belangrijk verschil met de analyse van maatschappelijke uitdagingen is dat de **innovatie-** en **vernieuwingsopgaven** een aantal slagen concreter en meer actiegericht zijn. De opgaven wordt omschreven als doelen en richtpunten, en laten ook zien wat er nodig is aan innovatie.

In deze analyse komen de volgende tien vernieuwingsopgaven aan bod:

- Slimme steden (Smart cities)
- Gezondheid en zorg (Smart health)
- Energie (Smart energy)
- Klimaat (Smart climate solutions)
- Hulpbronnen en water (Smart resources)
- Landbouw en voeding (Smart agriculture, Smart food)
- Mobiliteit (Smart mobility)
- Productie-infrastructuur en systemen (Smart production)
- Veilige samenleving (Smart security)
- Veerkrachtige samenleving (Smart society)

De portfolioanalyse werd uitgevoerd door TNO, in nauwe samenwerking met het Ministerie van Economische Zaken (Directie Innovatie en Kennis van het DG Bedrijfsleven en Innovatie). Tijdens de uitvoering werden in een aantal overleggen en werksessies de uitgangspunten, de aanpak, de methodologie en de gemaakte keuzes besproken met een Kernteam van het Ministerie bestaande uit: Karin Jongkind, Sander Kes en Sip Oegema. Dit eindrapport blijft de verantwoordelijkheid van de auteurs.

## 1.1 Conceptueel raamwerk

Figuur 1 geeft het conceptueel raamwerk weer waar de portfolioanalyse op is gebaseerd. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen, bedrijven en technologieën. Daarnaast liggen er kansen in opkomende technologieën en in de dynamiek van bedrijfstakken. Tot slot leveren deze innovatieopgaven een bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen.

De sterktes van kennisinstellingen, bedrijven en technologieën worden gemeten op basis van empirische gegeven data. Het onderzoek van Hausman en Hidalgo (2013)<sup>2</sup> biedt hierbij aanknopingspunten. Deze auteurs stellen dat een huidige sterke exportpositie (ofwel een internationaal gunstige concurrentiepositie) veelal is voortgekomen uit een combinatie van (deels al aanwezige) kennis en technologieën in aanverwante domeinen. Toekomstige ontwikkelingen bouwen aldus padafhankelijk voort op prestaties uit het verleden. Met andere woorden: om vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven te identificeren die 'passen bij Nederland' zijn huidige specialisaties en sterktes een belangrijk startpunt.

---

<sup>2</sup> How will The Netherlands earn its income 20 years from now? A growth ventures analysis for The Netherlands Scientific Council for Government Policy. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, WRR webpublicatie 74.

In de TNO portfolioanalyse is 'sterk' gedefinieerd als een bovengemiddelde prestatie in vergelijking met het (inter)nationale gemiddelde. De positie van Nederlandse kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën is, indien mogelijk, vergeleken met de positie van dezelfde kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën in het buitenland (bijvoorbeeld EU-15). Indien er geen internationale data bekend is, wordt het Nederlandse gemiddelde of bij enkele groeivariabelen de waarde '0' als benchmark genomen.

Figuur 1 Conceptueel raamwerk portfolioanalyse



Bron: TNO (2016)

Naast de sterktes hebben wij in deze analyse ook de kansen voor de innovatieopgaven geïdentificeerd. Kansen voor de innovatieopgaven worden bepaald door de recente dynamiek van relevante bedrijfstakken en door de activiteit van Nederland in opkomende technologieën. Een positieve of negatieve recente ontwikkeling van een bedrijfstak wordt gezien als een kans of bedreiging naar de toekomst toe. Opkomende technologieën zijn nu nog niet ver genoeg ontwikkeld om een bijdrage te kunnen leveren aan de innovatieopgaven. Echter kunnen hier in een later stadium wel kansen voor de innovatieopgave ontstaan.

Tenslotte dragen de innovatieopgaven, en overkoepelend de vernieuwingsopgaven, bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken ze de economie.

## 1.2 Resultaten

Het eindresultaat van deze portfolioanalyse wordt gepresenteerd in de vorm van tien fiches. In elk fiche staat één vernieuwingsopgave centraal. Elk fiche geeft een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland. Ook laten de fiches zien waar de kansen liggen in termen van bedrijfstakken (dynamiek) en opkomende technologieën. Deze fiches kunt u vinden in hoofdstuk drie.

### 1.3 **Opbouw rapport**

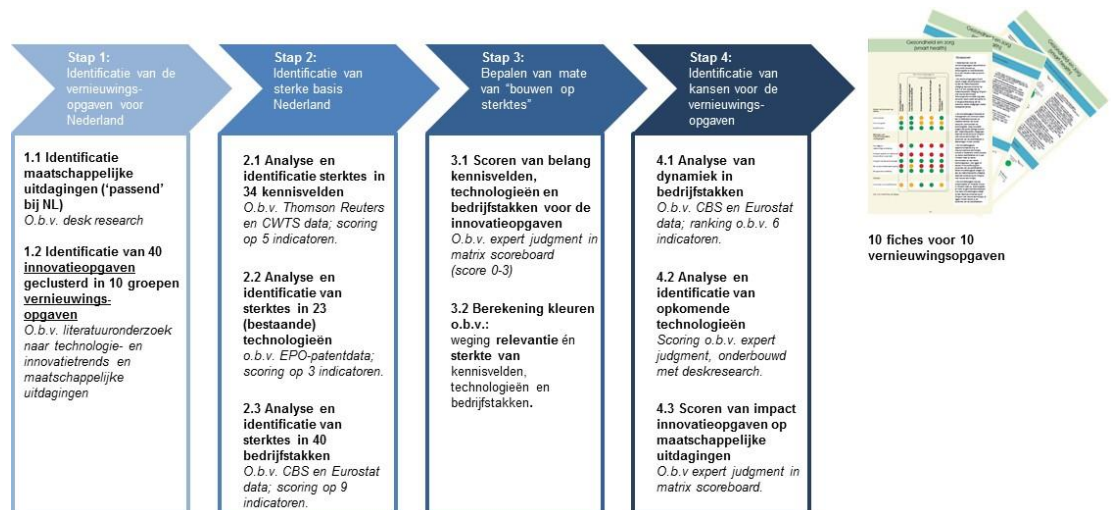
In het volgende hoofdstuk wordt eerst een samenvatting gegeven van de methodologie, alvorens in hoofdstuk drie de resultaten van de portfolioanalyse worden gepresenteerd. Dit hoofdstuk bestaat uit: 1) een geconsolideerd overzicht van de tien vernieuwingsopgaven, 2) een correspondentiematrix waarin de relatie tussen vernieuwingsopgaven zichtbaar wordt, 3) de tien fiches en 4) een terugblik op de analyse. Tenslotte is een meer gedetailleerde beschrijving van de methodologie te vinden in de bijlage.



## 2 Methodologie: de samenvatting

Figuur 2 presenteert eerst de stappen op hoofdlijnen. Daarna geven we per stap meer achtergrond en worden een aantal substappen onderscheiden. De methodologie is een combinatie van kwantitatief en kwalitatief onderzoek.

Figuur 2 Stappen in de portfolioanalyse



Bron: TNO (2016)

### Stap 1: identificatie van de vernieuwingsopgaven voor Nederland

TNO heeft allereerst een selectie van maatschappelijke uitdagingen gemaakt door middel van uitgebreid literatuuronderzoek, waarbij onder andere werd gekeken naar de strategische kennisagenda's van de ministeries, de roadmaps en innovatiecontracten van de topsectoren, maatschappelijke uitdagingen, en de Nationale Wetenschapsagenda, NL Next Level, en de smart industry agenda. Op basis daarvan werd een lijst met 40 innovatieopgaven opgesteld, gegroepeerd in 10 vernieuwingsopgaven. Deze lijst is afgestemd met het Ministerie van Economische Zaken.

### Stap 2: identificatie van sterke basis Nederland

De sterktes werden bepaald op basis van data-analyse. TNO heeft data over kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken (bijvoorbeeld publicaties, patenten, toegevoegde waarde) onderling vergeleken. Op basis van een rangschikking zijn de sterktes bepaald. Sterke posities in kennis, technologie en bedrijven betekenen echter nog niet dat de samenwerking tussen de verschillende partijen die betrokken (moeten) zijn bij een vernieuwingsopgave ook daadwerkelijk plaatsvindt. In die zin gaat het vooral om kansrijke opgaven op basis van sterktes.

### Stap 3: bepalen van de mate van "bouwen op sterktes"

Nadat in stap 2 bepaald is waar de sterktes van Nederland zich bevinden, is vervolgens de link tussen kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken en de innovatie-/vernieuwingsopgave gelegd. Hierbij was het doel om in te schatten in hoeverre kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken bij kunnen dragen aan de innovatieopgaven. TNO heeft op basis van expert judgment een inschatting gemaakt van het belang van een veld (bijvoorbeeld kennisveld) voor iedere innovatieopgave.

Tenslotte is op basis van deze gegevens berekend in hoeverre er gebouwd kan worden op sterktes. Deze uitkomsten resulteren in een bepaalde score en worden grafisch weergegeven in de kleuren groen, oranje of grijs (“stoplicht”).

#### **Stap 4: identificatie van kansen voor de vernieuwingsopgaven**

Daarnaast werd een inschatting gemaakt van de kansen voor de vernieuwingsopgave op basis een al dan niet sterke positie met betrekking tot 1) opkomende technologieën, 2) dynamiek (groei) van bedrijfstakken en 3) aansluiting op maatschappelijke uitdagingen. De dynamiek van bedrijfstakken is weer gebaseerd op data-analyse, terwijl voor de inschatting van opkomende technologieën en de aansluiting op maatschappelijke uitdagingen gebruik werd gemaakt van expert judgment.

In de bijlage gaan we dieper in op deze vier stappen.

## **2.1 Discussie**

De nadruk in de portfolioanalyse ligt op het in kaart brengen van innovatieopgaven en de vergelijking daartussen. Binnen ieder van de innovatieopgaven maar ook binnen ieder van de (brede) kennisvelden, technologiegebieden en bedrijfstakken kunnen zich grote verschillen voordoen. Hierdoor kan het bijvoorbeeld voorkomen dat een bedrijfstak die als minder sterk wordt aangeduid, wel niches heeft die sterk zijn. Deze niches kunnen juist van belang zijn voor het oppakken van de innovatieopgave. Dergelijke sterktes op een diepere laag binnen de gehanteerde classificatie komen nu niet naar voren in de analyse.

Er zijn twee redenen waarom voor het gehanteerde abstractie/aggregatieniveau is gekozen:

1. De innovatie- en vernieuwingsopgaven moeten onderling vergelijkbaar zijn en vergelijkende data voor alle vernieuwingsopgaven is vaak alleen maar beschikbaar op dit relatief hoge niveau van analyse.
2. Een verdiepende analyse van niches binnen de innovatieopgaven past niet binnen de scope van dit eerste, verkennende onderzoek naar de basis en breedte van alle innovatie- en vernieuwingsopgaven.

De analyse van sterktes van kennisvelden, technologiegebieden en bedrijfstakken in de portfolioanalyse is zo veel mogelijk uitgevoerd op basis van kwantitatieve data die beschikbaar zijn in openbaar toegankelijke bronnen. Bijvoorbeeld de sterkte van (bestaande) technologiegebieden is gebaseerd op het aantal patenten dat wordt aangevraagd. Dit kan tot gevolg hebben dat bepaalde technologiegebieden als minder sterk worden aangeduid omdat het in die sector ongebruikelijk is patenten aan te vragen vanuit strategische overwegingen, of omdat er, zoals bijvoorbeeld in de agrofood, alternatieve systemen zijn zoals kwekersrecht voor de bescherming van intellectueel eigendom. Toch is ervoor gekozen de patenten als basis te nemen omwille van transparantie en vergelijkbaarheid over alle vernieuwingsopgaven heen. In een eventueel vervolg kan nadere verdieping worden overwogen.

### 3 Resultaten: sterktes van en kansen voor Nederland op 10 vernieuwingsopgaven

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van de portfolioanalyse. Eerst geven wij een geconsolideerd overzicht van de resultaten waarin de tien vernieuwingsopgaven naast elkaar worden gezet. Daarna volgen de tien fiches. Tot slot bekijken wij terug op de resultaten.

#### 3.1 Geconsolideerd overzicht resultaten

Figuur 3 bevat een samenvatting van de sterktes en de kansen voor de tien vernieuwingsopgaven uitgedrukt in cijfers. De sterktes worden gedefinieerd als de bijdragen van kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën aan de vernieuwings- en innovatieopgaven. De kansen zitten vooral in de potentiële bijdragen van opkomende technologieën met hoge activiteit in Nederland en in de bedrijfstakken die in recente jaren een positieve dynamiek hebben laten zien.

Een sterke positie (groen) van een vernieuwingsopgave in bedrijven, technologie en wetenschap (kennisvelden) betekent dat een vernieuwingsopgave kansrijk is. Dit betekent echter niet dat deze opgave ook al daadwerkelijk effectief wordt opgepakt en verzilverd.

Daarentegen betekent een zwakke positie (grijs) dat de potentie in Nederland momenteel achterblijft, niet dat er überhaupt geen aanknopingspunten zijn. Wel geldt dat als het maatschappelijk of economisch van belang is dat Nederland in de toekomst een positie krijgt, er afgewogen dient te worden of het opportuun is zelf meer te investeren (de 'make'-optie), of dat er beter (op onderdelen) ingekocht kan worden in het buitenland (de 'buy'-optie). Tevens dient nagedacht te worden of zaken op een slimmere manier aan elkaar gekoppeld kunnen worden (andere innovatieopgaven samenstellen: andere combinaties met meer potentie zoeken). Het oranje veld markeert een gemiddelde positie, dus tussen sterk en zwak in.

Figuur 3 Geconsolideerd overzicht resultaten vernieuwingsopgaven 1 t/m 2

	Vernieuwingsopgaven	Percentage van maximale stoplichtscore			Fractie "activiteit in NL"	Gewogen gemiddelde totaalscore bedrijfstakken
		Kennisvelden	Bedrijfstakken	Technologieën		
<b>1</b>	<b>Vernieuwingsopgaven Slimme steden (Smart cities)</b>	66%	40%	51%		1,49
1-1	Omgaan met urbanisatie: groei van de steden en krimp op het platteland (planning/inrichting; inclusie; bereikbaarheid/mobiliteit; voorzieningenniveau; leefbaarheid)	88%	37%	50%	2/9	1,30
1-2	Stedelijke ecosystemen (energie en stofstromen, zoals water, afval, verkeer, schadelijke stoffen) op basis van sensoren, IoT en	58%	50%	48%	10/19	1,58
1-3	Nieuwe stedelijke productiesystemen: urban manufacturing, creatieve industrie, cultuur (steden als motor van de economie)	64%	46%	63%	5/17	1,51
1-4	Flexibele en slimme fysieke infrastructuren voor steden	54%	28%	41%	6/14	1,55
<b>2</b>	<b>Vernieuwingsopgaven Gezondheid en zorg (Smart health)</b>	57%	59%	59%		1,77
2-1	Preventie en management van chronische ziekten: bevordering gezond gedrag en 'health literacy', persoonlijke coachingsystemen op basis van data van het individu en	71%	57%	63%	5/14	1,71
2-2	Gepersonaliseerde zorg: ontwikkeling van individu gerichte diagnostiek, behandelmethoden en medicijnen	55%	55%	57%	4/7	1,83
2-3	Nieuwe medische technologie: Voorbeelden: operatierobots, zorgrobots en draagbare kunstnieren, biomedische materialen en regeneratieve geneeskunde	44%	68%	62%	8/16	2,01
2-4	Nieuwe zorgconcepten en -modellen op basis van e-health en m-health voor een duurzaam en houdbaar zorgstelsel	60%	58%	55%	3/10	1,53
	<b>Gemiddelde</b>	56%	59%	54%		1,69
	<b>Grens laag</b>	40%	40%	40%		1,50
	<b>Grens hoog</b>	55%	55%	55%		1,70

Bron: TNO (2016)

Figuur 4 Geconsolideerd overzicht resultaten vernieuwingsopgaven 3 t/m 10

	Vernieuwingsopgaven	Percentage van maximale stoplichtscore			Fractie "activiteit in NL"	Gewogen gemiddelde totaalscore bedrijfstakken
		Kennisvelden	Bedrijfstakken	Technologieën		
					Opkomende technologieën	Dynamiek
3	<b>Vernieuwingsopgaven Energie (Smart energy)</b>	41%	43%	53%		1,76
3-1	Nieuwe technologie, businessmodellen, institutionele vernieuwing en regulering voor decentrale productiesystemen (voor producent en 'prosumert')	48%	57%	60%	7/19	1,85
3-2	Balanceren vraag en aanbod van energie op basis van continue monitoring en real-time voorspellingen op basis van een slimme combinatie van smart grid, ICT systemen, data, computermodellen en regulering	48%	26%	43%	4/14	1,59
3-3	Opslagsystemen voor hernieuwbare energie (zon, wind, water). Voorbeeld: solar to gas	26%	47%	60%	2/7	1,92
3-4	Grootschalige energiebesparing (gebouwde omgeving, industrie, verkeer en vervoer)	44%	40%	48%	3/8	1,68
4	<b>Vernieuwingsopgaven Klimaat (Smart climate solutions)</b>	38%	32%	63%		1,39
4-1	Adaptatie: (her)inrichting landschap, 'eco-engineering' en dynamisch ontwerpen (rivieren, kust, landschap)	38%	31%	81%	1/4	1,34
4-2	Adaptatie: klimaatbestendige steden: bebouwing; waterafvoer en hergebruik; uitstoot CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , ...; regelgeving	38%	13%	58%	5/9	1,17
4-3	Mitigatie: Koolstofarme economie: CO <sub>2</sub> opslag, hernieuwbare energie, gebruik van restwarmte industrie	39%	51%	50%	5/8	1,65
5	<b>Vernieuwingsopgaven Hulpbronnen en water (Smart resources)</b>	42%	61%	54%		1,68
5-1	Ontwikkelen en efficiënt gebruiken van nieuwe biomaterialen: biobased economy voor voedsel en niet-voedsel toepassingen)	32%	69%	69%	6/10	1,56
5-2	Circulaire economie: het sluiten van energie-, grondstof- en waterketens) en ontwikkeling van nieuwe waardeketens en businessmodellen daarvoor	48%	48%	43%	7/14	1,58
5-3	Ontwikkelen en benutten van geïntegreerde waterbeheersystemen op basis van sensoren, algoritmes, satellietdata, etc.	45%	55%	56%	4/9	1,76
5-4	Leven met en van de zee: offshore, deep-sea mining, sea farming	42%	70%	45%	2/3	1,81
6	<b>Vernieuwingsopgaven Landbouw en voeding (Smart agriculture, smart food)</b>	56%	88%	53%		1,80
6-1	Ontwikkelen van nieuwe, gezonde voedingsmiddelen en persoonlijke advisering (personalised nutrition)	53%	100%	59%	6/8	1,75
6-2	Koppelen van inzichten voeding en gedrag: maken van gezonde keuzes en ondersteuning daarbij door apps en data	89%	75%	56%	4/6	1,67
6-3	Intensieve en duurzame productiesystemen voor voedsel en biomaterialen door precisielandbouw (NL en wereldwijd)	45%	64%	52%	4/12	1,72
6-4	Verbeteren landbouwproductie door integratie van plantenverdeling en gewasmanagement – koppeling van data uit moleculaire veredeling en productiesystemen	44%	100%	36%	3/5	1,84
6-5	Ontwikkelen nieuwe bronnen en landbouwproducten. Voorbeeld: eiwitten op basis van algen ten behoeve van de eiwittransitie	50%	100%	61%	4/5	2,00
7	<b>Vernieuwingsopgaven Mobiliteit (Smart mobility)</b>	51%	58%	39%		1,78
7-1	Geavanceerde systemen van verkeersmanagement en logistiek in personen- en vrachtwervoer (multimodaal; sensoren, data, IoT)	41%	55%	39%	4/13	1,75
7-2	Coöperatief en autonoom rijden op basis van een combinatie van slimme infrastructuur, sensoren, data, zelfrijdende auto's en wet- en regelgeving	61%	61%	39%	4/13	1,81
8	<b>Vernieuwingsopgaven Productie-infrastructuur en systemen (Smart production)</b>	47%	67%	59%		1,92
8-1	Digitalisering, automatisering en robotisering van productieprocessen, cloud- en IoT-gebaseerd	32%	70%	64%	7/22	1,98
8-2	Digitaliseren van waardeketens: vraag-/klantgestuurde flexibele productieprocessen, cloud- en IoT-gebaseerd	83%	70%	61%	6/22	2,06
8-3	Flexibele, kleinschalige productie in 'series of one' (mass customization)	18%	68%	43%	5/16	2,04
8-4	Predictive maintenance: geavanceerd onderhoud en reparatie	25%	48%	63%	3/7	1,80
8-5	Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen: datagedreven businessmodellen (bijvoorbeeld TomTom, fintech)	77%	80%	63%	3/11	1,70
9	<b>Vernieuwingsopgaven voor een Veilige samenleving (Smart security)</b>	73%	60%	50%		1,57
9-1	Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur	53%	56%	50%	2/10	1,63
9-2	Veiligheid, privacy en identiteit van burgers: bijvoorbeeld inzet big data voor een veilige samenleving (inclusief risico's en ethische vragen)	85%	74%	50%	2/9	1,65
9-3	Voorkómen van en omgaan met radicalisering en terrorisme	82%	50%	50%	2/7	1,42
10	<b>Vernieuwingsopgaven voor een Veerkrachtige samenleving (Smart society)</b>	82%	63%	55%		1,60
10-1	Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk (smart skills, e-skills, interactie mens-machine)	81%	83%	50%	5/16	1,81
10-2	Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving (smart working, pensioenen, sociale zekerheid, basisinkomen, vrije tijd)	87%	67%	67%	1/10	1,44
10-3	Slimme huizen en wijken voor een diverse bevolking (vergrijzing; veranderende samenstelling huishoudens)	79%	38%	48%	0/5	1,55
	<b>Gemiddelde</b>	56%	59%	54%		1,61
	<b>Grens laag</b>	40%	40%	40%		1,50
	<b>Grens hoog</b>	55%	55%	55%		1,70

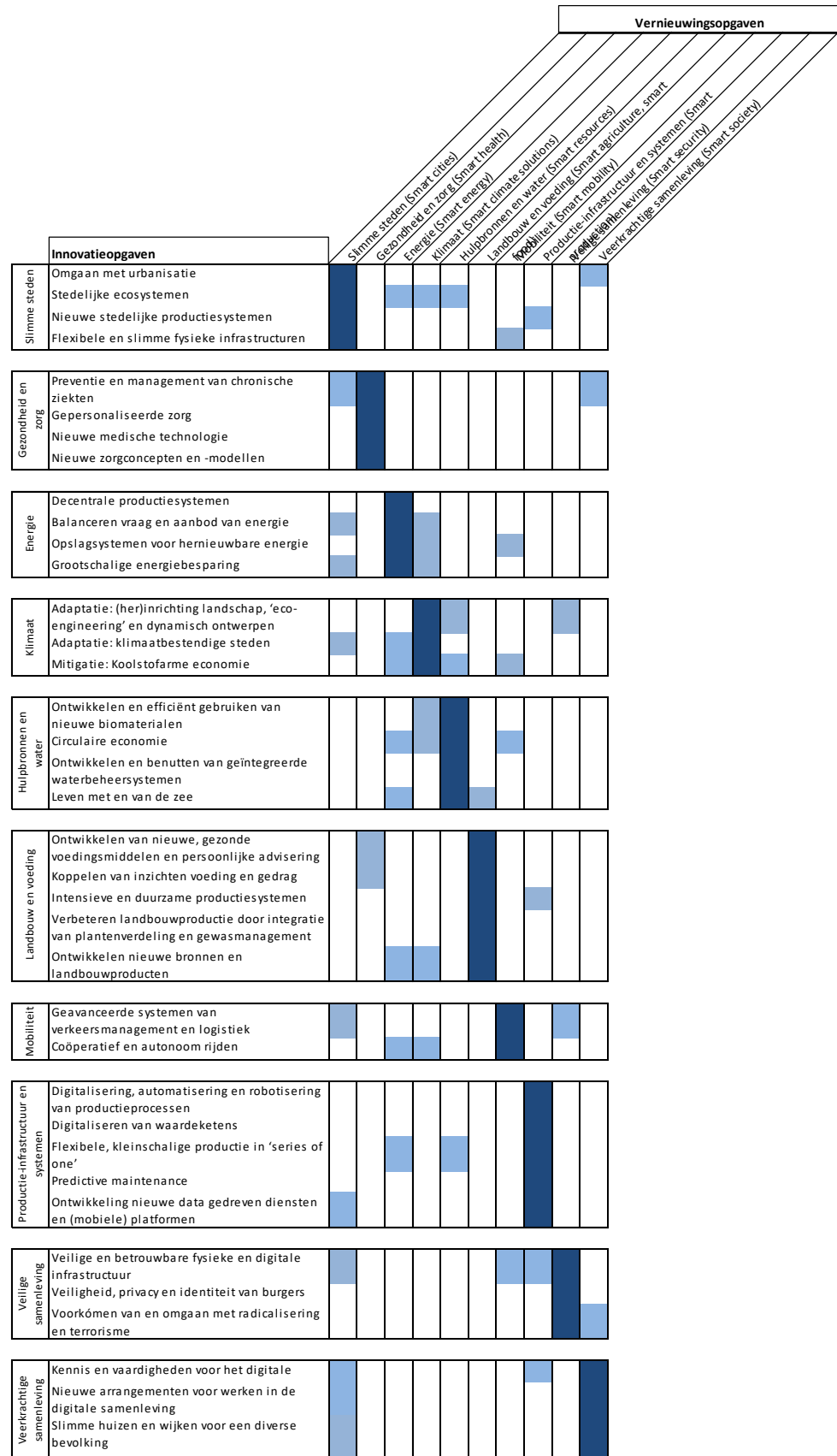
Bron: TNO (2016)

### 3.2 **Resultaten 10 vernieuwingsopgaven: 10 fiches**

Het geconsolideerd overzicht geeft een samenvatting van de tien vernieuwingsopgaven die centraal staan in de fiches. Elk fiche geeft een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland.

Figuur 5 geeft eerst een overzicht van de samenhang tussen de innovatieopgaven en de vernieuwingsopgaven (fiches). In deze analyse is de keuze gemaakt om bepaalde innovatieopgaven in te delen onder één vernieuwingsopgave. In het correspondentieoverzicht staat welke andere innovatieopgaven (en fiches) aanvullend relevant kunnen zijn voor een vernieuwingsopgave.

Figuur 5 Correspondentieoverzicht fiches



Bron: TNO (2016)

# Fiches

# Slimme steden (smart cities)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Wereldwijd woont een steeds groter deel van de mensen in steden: in 2050 zullen naar verwachting 7 van de 9 miljard mensen stadsbewoner zijn. De vraag is hoe we die (mega)steden vitaal, leefbaar en bereikbaar houden. Steden worden steeds belangrijker als economische, maatschappelijke en culturele motor. Hoe gaan we om met de sterke groei van de (primaire) steden die in veel gevallen samengaat met een demografische krimp en een economische achteruitgang van het platteland en van secundaire steden? Smart cities gaat (onder meer) over een slimme stedelijke economie (diensten, industrie), een slimme maatschappij (interactie, veiligheid, sociale cohesie), slim bestuur, slimme infrastructuur en mobiliteit, en slim en verantwoord omgaan met milieuvragen. ICT, big data, en meer in het algemeen, digitalisering, vormen een belangrijke drijvende kracht in de ontwikkeling van slimme steden: het stedelijke ecosysteem wordt daarbij steeds hechter verknoopt en digitale infrastructuur wordt door het Internet of Things (IoT) gekoppeld aan de fysieke wereld. Dit geeft ook steeds meer inzicht in de veelheid van energie- en stofstromen die cruciaal zijn voor het functioneren van het complexe stedelijke ecosysteem.

Meer specifiek gaat het om de volgende innovatieopgaven:

- **Omgaan met urbanisatie:** groei van de steden en krimp op het platteland (planning/inrichting; inclusie; bereikbaarheid/mobiliteit; voorzieningenniveau; leefbaarheid);
- **Stedelijke ecosystemen** (energie en stofstromen, zoals water, afval, verkeer, schadelijke stoffen) op basis van sensoren, IoT en big data;
- **Nieuwe stedelijke productiesystemen:** urban manufacturing, creatieve industrie, cultuur (steden als motor van de economie);
- **Flexibele en slimme fysieke infrastructuren** voor steden.

## Resultaten

Als dichtbevolkt en sterk verstedelijkt land is de vernieuwingsopgave *Smart cities* voor Nederland van belang. Nederland kan daarbij met name bouwen op een aantal specifieke sterktes, in het bijzonder kennissterktes. Deze zijn vooral niet-technologisch van aard. Voor deze vernieuwingsopgave kan Nederland minder goed leunen op sterke technologieposities, m.u.v. van de innovatieopgave *Nieuwe stedelijke productiesystemen*. De bedrijfssectoren die kunnen bijdragen aan deze vernieuwingsopgave scoren laag, ook ten aanzien van de recente dynamiek.

De sterke (gamma) kennisvelden zijn met name relevant voor de innovatieopgave *Omgaan met urbanisatie*. Hierin staan vooral processen van stedenbouwkundige planning, herinrichting en optimalisatievraagstukken van fysieke stromen door de stad centraal. De opkomende technologieën/kennisvelden (Big) data analytics, Cloud technologies en Cloud computing sluiten hier in potentie goed op aan.

De innovatieopgave *Nieuwe stedelijke productiesystemen* kan leunen op de sterkste huidige technologiepositie en een sterke kennispositie. De bestaande technologiesterktes zitten naast Civiele techniek vooral in de productie van het benodigde zware materieel (machines, voertuigen en installaties). Opkomende technologieën als 3D printen en Robotisering bieden hier een kansrijk perspectief, maar zijn nog wel beperkt van omvang.

De innovatieopgave *Stedelijke ecosystemen* kan leunen op kennissterktes, waarin het monitoren, managen en optimaliseren van fysieke stromen centraal staat. Ondanks een gematigde score, zijn er wel een aantal bedrijfssterktes waarop deze innovatieopgave kan bouwen, met name in de logistiek en productie van machines. Evenzogoed kan de innovatieopgave Flexibele en slimme fysieke infrastructuren bouwen op een aantal sterke niches, bijvoorbeeld op het raakvlak van ICT, Elektrotechnische-, Machine- en Auto-industrie.

Er zitten, alles overziende, kansen in integrale analyses voor *Smart cities* en het managen van fysieke stromen. En daarnaast in *Nieuwe stedelijke productiesystemen*. Maar dit zijn vooralsnog niches in de totale Nederlandse economie. *Smart city* is een containerbegrip. Voor focus en massa van innovatie en R&D kunnen we ons waarschijnlijk beter richten op specifieke onderdelen van *Smart cities*, zoals waterveiligheid, energie mobiliteit of anderszins.



# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

**Inleiding**  
**Resultaten**

p1  
p1

**Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave**

- *Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken*
- *Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën*
- *Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen*

p3  
p3  
p3  
p3

**Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave**

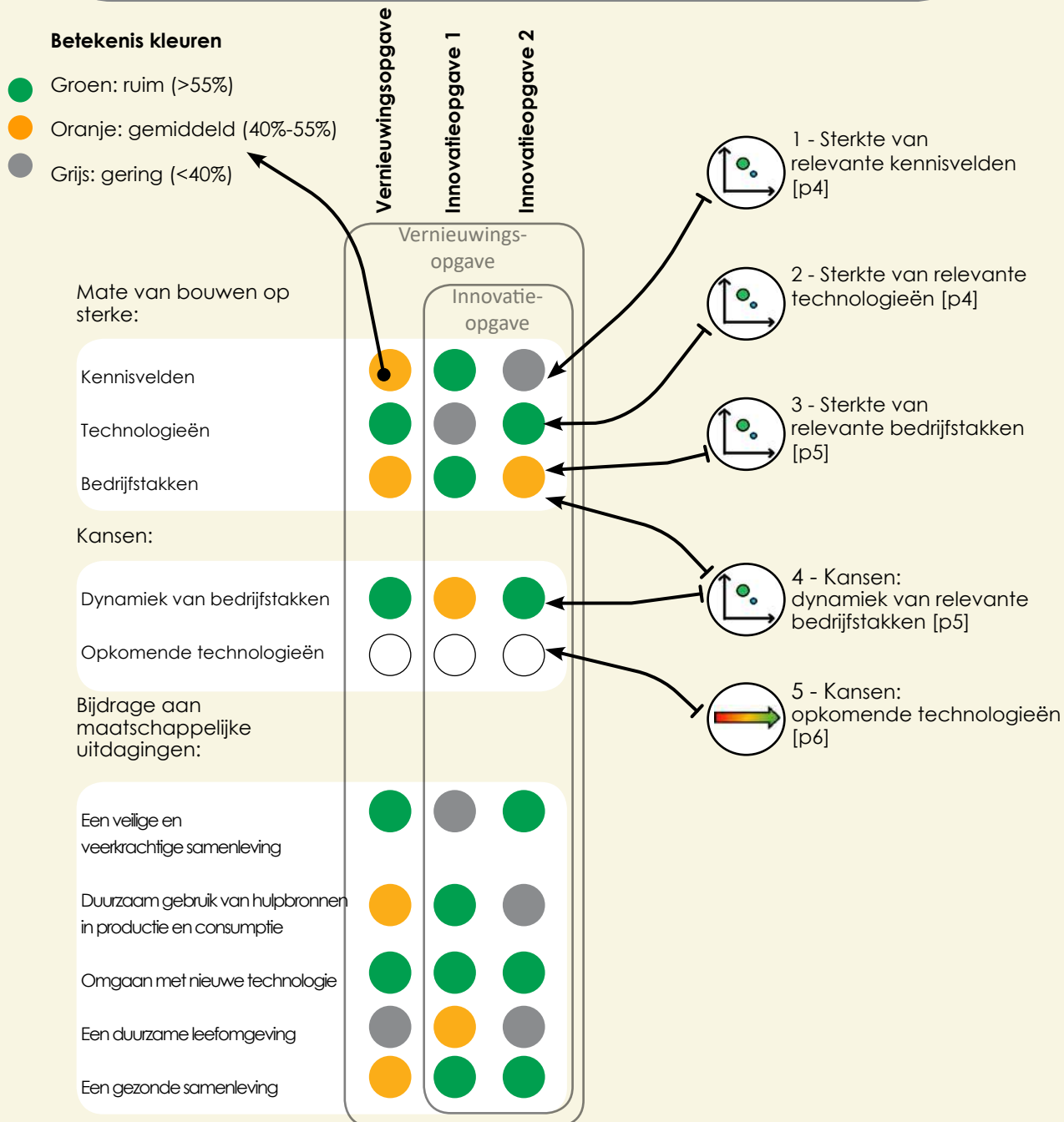
- 1 - *Sterkte van relevante kennisvelden*
- 2 - *Sterkte van relevante technologieën*
- 3 - *Sterkte van relevante bedrijfstakken*
- 4 - *Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken*
- 5 - *Kansen: opkomende technologieën*

p4-6  
p4  
p4  
p5  
p5  
p6

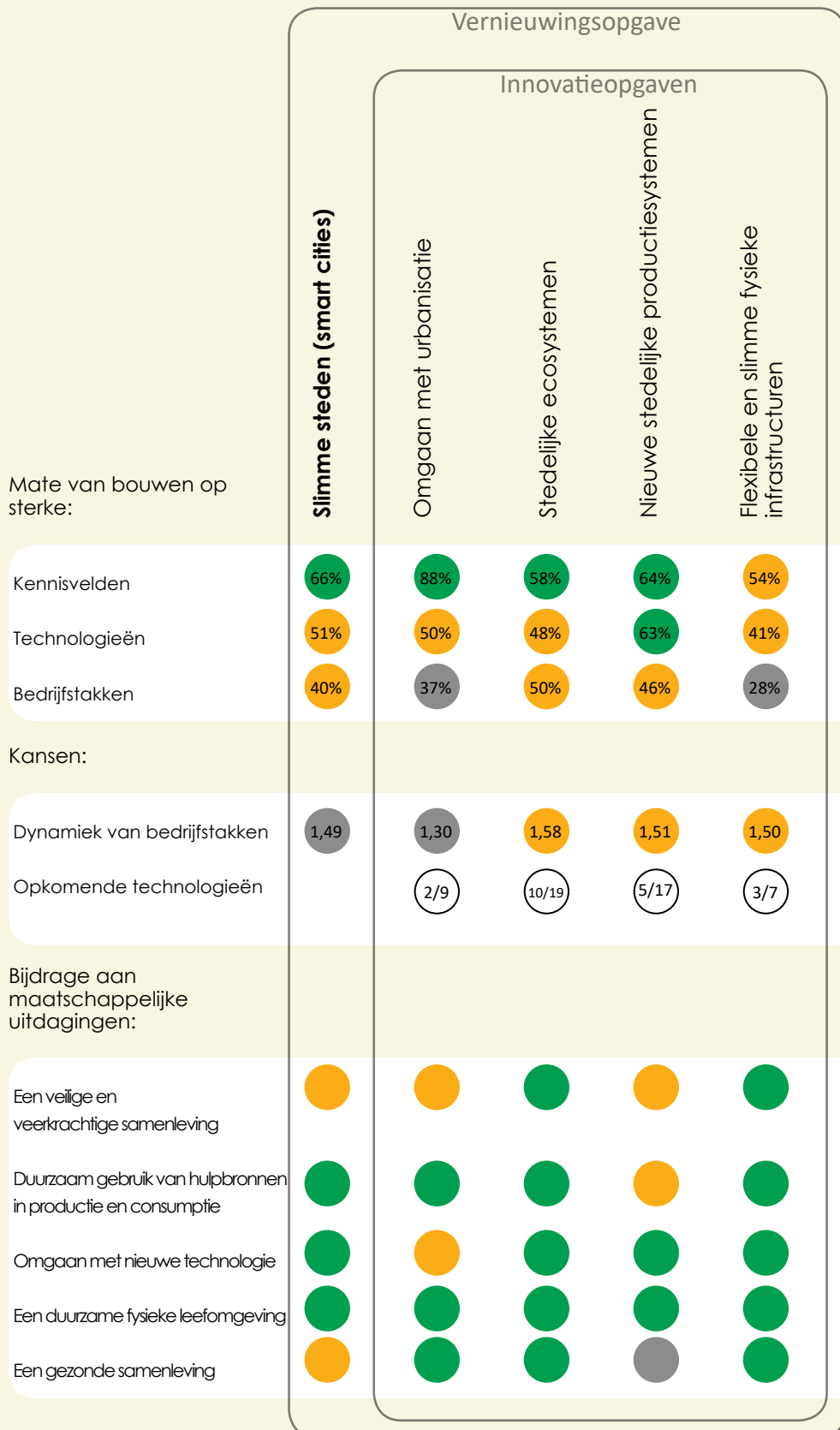
**Deel 3: Toelichting stoplichten**

- *Bijlage 1: bouwen op kennisvelden*
- *Bijlage 2: bouwen op technologieën*
- *Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken*

p6-9  
p7  
p8  
p9



# Slimme steden (smart cities)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Slimme steden* kan in Nederland vooral bouwen op aanwezige kennissterktes en in mindere mate op sterke posities in technologie. De mate waarin deze vernieuwingsopgave kan bouwen op bedrijfstakingen is zeer beperkt.
- De vernieuwingsopgave *Slimme steden (Smart cities)* draagt in sterke mate bij aan het adresseren van 4 van de 5 maatschappelijke uitdagingen. De vernieuwingsopgave *Smart cities* heeft een sterke focus op fysieke stromen en stedelijke productiesystemen. Om deze reden is de link naar de maatschappelijke uitdaging van een gezonde samenleving wat zwakker.

- Bij de innovatieopgave *Nieuwe stedelijke productiesystemen* kan Nederland naast sterke kennisvelden in hoge mate terugvallen op technologieën. Dit is tevens de innovatieopgave waarin het grootste aantal bedrijfstakingen een relevante rol speelt. De dynamiek in bedrijfstakingen is matig.

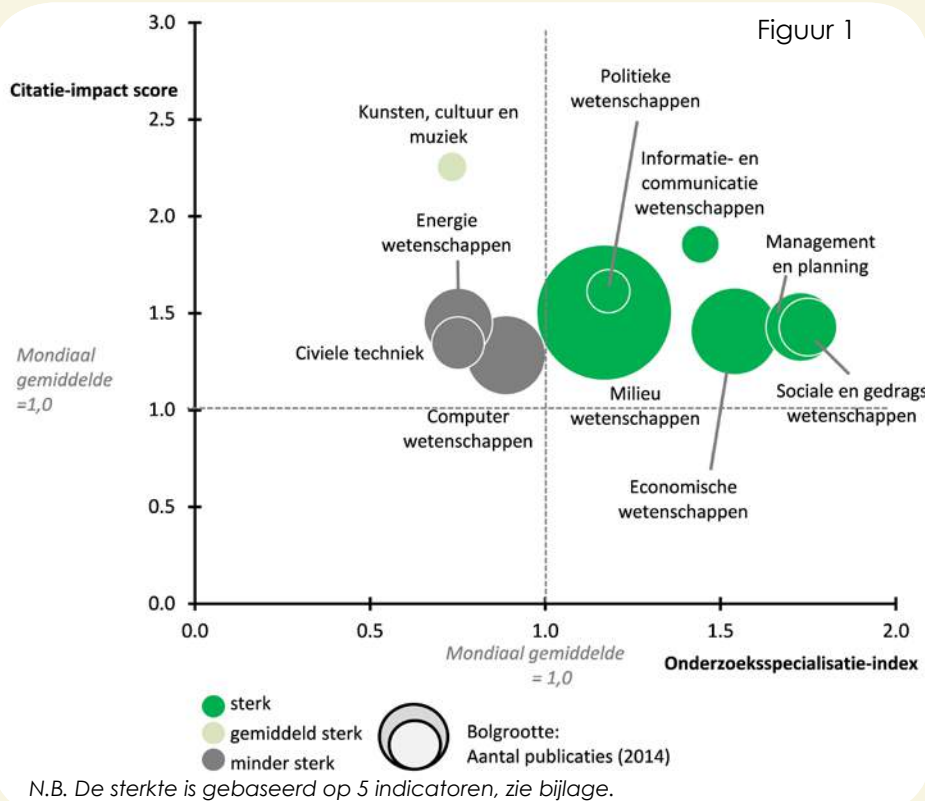
- Een soortgelijke trend is te zien in de innovatieopgave *Stedelijke ecosystemen*. Echter zijn de technologieën die relevant zijn voor deze opgave minder sterk. Wel draagt de innovatieopgave bij aan alle maatschappelijke uitdagingen.

- De opgave *Flexibele en slimme fysieke infrastructuur* is het minst goed gepositioneerd. Met name in de bedrijfstakingen mist hier een sterke basis. Dit geldt ook voor *Omgaan met urbanisatie*. Deze opgave heeft daarentegen wel een goede kennisbasis. Deze score ontstaat vanuit een hoog aantal sterke kennisvelden voor deze innovatieopgave.

- Per saldo ontstaat het beeld dat de sterkte van Nederland vooral ligt rond plannings- en analysevraagstukken m.b.t. *Slimme steden* en minder in de fysieke productie van de onderliggende technologie die *Slimme steden* mogelijk maakt.

# Slimme steden (smart cities)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



- 10 kennisvelden dragen vooral bij aan de vernieuwingsopgave *Slimme steden*.

- Van deze 10 kennisvelden zijn er 6 getypeerd als 'sterk'. Dit zijn: Informatie- en communicatiewetenschappen, Management en planning, Economische wetenschappen, Milieuwetenschappen, Politieke wetenschappen en Sociale en gedragswetenschappen.

- Deze relevante kennisvelden zijn overwegend niet-technologisch van aard. Dit sluit aan bij een centraal aspect van de vernieuwingsopgave: 'slim' managen van alle stromen door de stad op basis van continue meting, monitoring en (big) data analyse.

- De Nederlandse kennissterktes in gamma wetenschappen bieden daarmee kansen om m.b.t. *Smart cities* een voortrekkersrol te vervullen rondom analyse en procesmatige planning- en optimalisatievraagstukken.

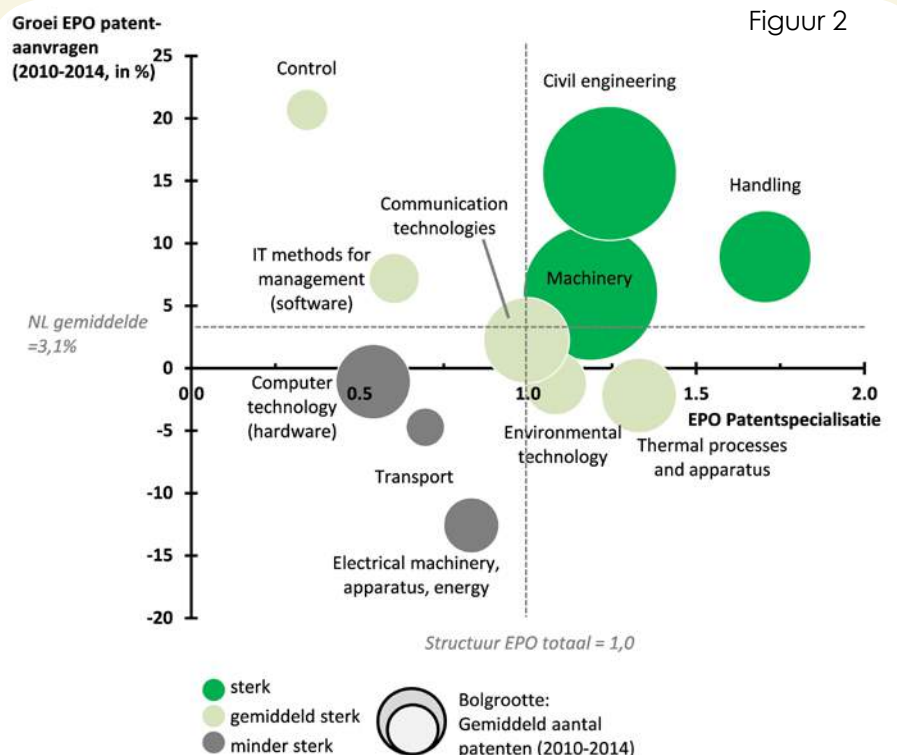
## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- Voor zover de vernieuwingsopgave *Slimme steden* bouwt op technologieën zijn er 11 in het bijzonder relevant. Van deze 11 technologieën zijn er 3 sterk. Dit zijn: Civiele techniek, Machinebouw, en Productietechnologie voor zware voertuigen en machines zoals kranen (Handling).

- Civiele techniek is één van de belangrijke technologieën in deze vernieuwingsopgave: deze technologie is relevant voor alle innovatieopgaven.

- Ook de gemiddeld sterke technologieën Communicatietechnologie, IT methodes voor management en Milieutechnologieën kunnen een grote positie innemen bij het oppakken van deze vernieuwingsopgave.

- De innovatieopgave *Nieuwe stedelijke productiesystemen* bouwt in belangrijke mate op de gemiddeld sterke tot sterke technologieën.

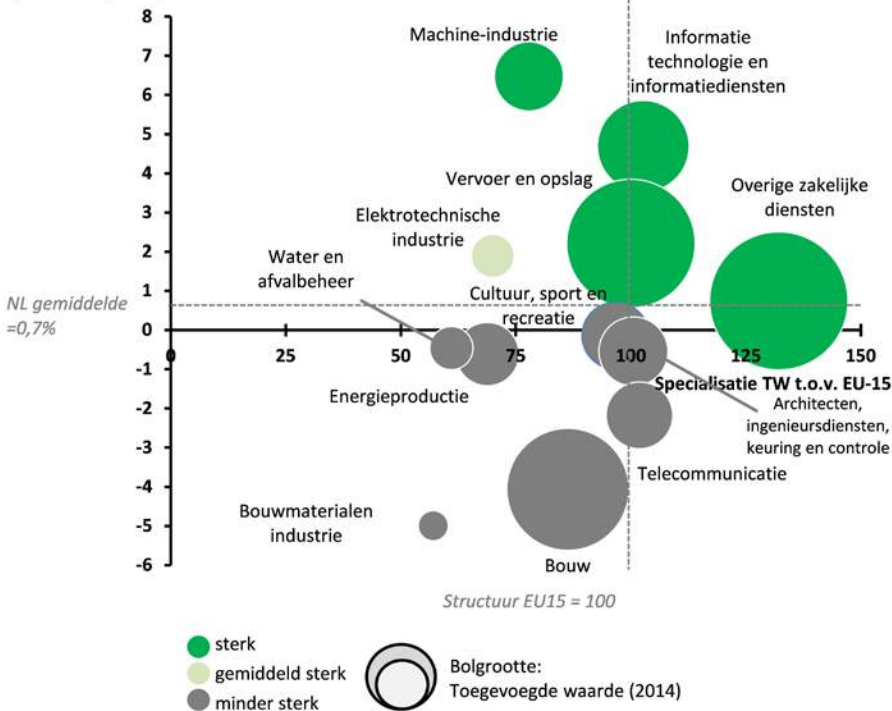


\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.

# Slimme steden (smart cities)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW  
(2010-2014, in %)



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

Figuur 3

- Voor de vernieuwingsopgave *Slimme steden* zijn 12 bedrijfstakken, daarvan zijn er 4 sterk.

- Sterke bedrijfstakken zitten vooral in de diensten: ICT, Vervoer en opslag en Overige zakelijke diensten.
- De meeste van deze bedrijfstakken zijn in het bijzonder relevant voor de innovatieopgave *Stedelijke ecosystemen*.
- Ondanks hun hoge score op recente dynamiek zijn Elektrotechnische industrie en Machine-industrie nog wel niches in de Nederlandse economie, met respectievelijk 0,6% en 1,5% van de totale toegevoegde waarde in 2014.
- Daarnaast is Nederland in vergelijking met de EU15 niet sterk gespecialiseerd in deze relevante bedrijfstakken.
- Een verder aandachtspunt is dat relatief veel bedrijfstakken die fungeren als steunpilaar voor de vernieuwingsopgave recentelijk een negatieve toegevoegde waarde groei lieten zien.

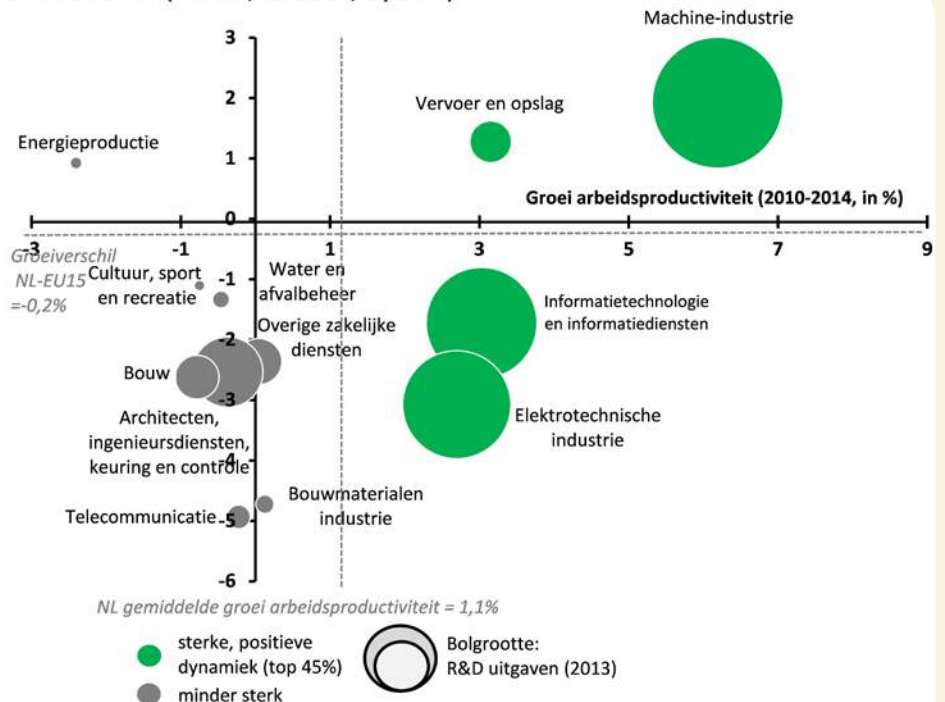
## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

- Er zijn 7 sterke bedrijfstakken die relevant kunnen zijn voor *Smart cities*. De kern van *Smart cities* zit in 4 van deze bedrijfstakken: Machine-industrie, Vervoer en opslag, Informatietechnologie & informatiediensten en Elektrotechnische industrie.

- Als vijfde bedrijfstak zijn, vanuit een meer faciliterende rol, Overige zakelijke diensten (o.a. uitzendbureaus en facilitair dienstverleners) ook relevant. De dynamiek in deze sector is minder positief.

- In de groep van 12 bedrijfstakken waarop de opgave *Slimme steden* moet bouwen, zijn er betrekkelijk weinig met omvangrijke R&D-uitgaven. Hierdoor is het vernieuwingsvermogen beperkt.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)

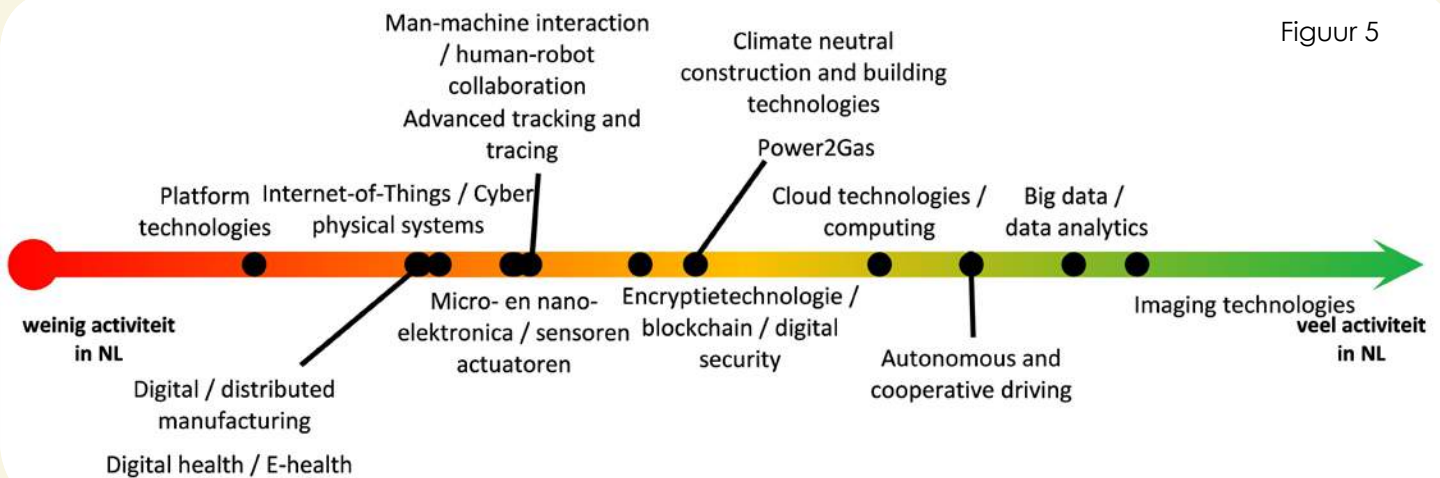


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Slimme steden (smart cities)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Er liggen kansen voor Nederland om de sterke positie in plannings- en analysevraagstukken rond *Slimme steden* verder uit te bouwen met de opkomende technologieën Big data & data analytics, Cloud technologies en Cloud computing. Deze technologieën zijn nu al relatief sterk aanwezig in de Nederlandse kennisbasis en in het bedrijfsleven.
- Bij een doorontwikkeling van de opkomende technologieën Encryptietechnologie, Blockchain en technologie voor digitale veiligheid, worden nieuwe mogelijkheden gecreeërd voor *Slimme steden*.
- Er is minder activiteit rondom de technologieën Geavanceerde tracking & tracing, Mens-machine interactie, Micro- en nano-elektronica en sensoren & actuatoren. Het kost wellicht meer inspanning om deze opkomende technologieën stevig te verankeren in Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven.
- Bij de overige voor *Slimme steden* relevante opkomende technologieën lijken de kansen voor Nederland om een voortrekkersrol te gaan vervullen kleiner.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaardes.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)}}{\text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}}$$

# Slimme steden (smart cities)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven			
		Omgaan met urbanisatie	Stedelijke ecosystemen op basis van sensoren, IoT en big data	Nieuwe stedelijke productiesystemen	Flexibele en slimme fysieke infrastructuur voor steden
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen				
	Milieuwetenschappen	2	3		2
	Informatie- en communicatiewetenschappen		3	3	3
	Management en planning	3	3	3	3
	Klinische geneeskunde				
	Psychologische wetenschappen				
	Economische wetenschappen	3	2	2	2
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)	3	3	2	2
	Biomedische wetenschappen				
	Rechten en criminologie				2
	Geschiedenis, filosofie en religie				
	Politieke wetenschappen	2	2		
	Sterrenkunde				
	Onderwijswetenschappen				
	Landbouw- en voedingswetenschappen		2		
	Taal en linguïstiek				
	Statistiek				
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie	2			
	Kunsten, cultuur en muziek	2		3	
	Fundamentele levenswetenschappen				
	Fysica en materiaalkunde				
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie				2
	Biologische wetenschappen				
	Chemie en chemische technologie		3		
	Civiele techniek		2		3
	Fundamentele medische wetenschappen				
	Computerwetenschappen		3	2	2
	Energiewetenschappen		3		3
	Literatuurwetenschappen				
	Electrotechniek				2
	Algemene en productie technologie			3	
	Werktuigbouwkunde				
	Instrumenten en instrumentarium		2		
	Wiskunde				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		15	18	11,5	14
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		17	31	18	26
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		88%	58%	64%	54%

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Slimme steden (smart cities)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven			
		Omgaan met urbanisatie	Stedelijke ecosystemen op basis van sensoren, IoT en big data	Nieuwe stedelijke productiesystemen	Flexibele en slimme fysieke infrastructuur voor steden
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors		3		
	Handling (heavy equipment)		2	2	
	Civil engineering	2	2	2	3
	Medical technology				
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)		2	3	
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals				
	Micro-structural and nano-technology				
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	3	3	3
	Thermal processes and apparatus		3		3
	Food chemistry				
	Environmental technology (recycling technologies)		2	2	2
	Mechanical elements			2	
	Optics				
	IT methods for management (software)	2		3	3
Control (regulating and signaling systems etc.)		2		2	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry				
	Biotechnology				
	Computer technology (hardware)		2	2	2
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers		2		
	Audio-visual technology (consumer electronics)				
	Transport	2	2		3
	Electrical machinery, apparatus, energy		2		2
Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)		2			
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>4,5</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>9,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>9</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>23</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>50%</b>	<b>48%</b>	<b>63%</b>	<b>41%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Slimme steden (smart cities)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven			
		Omgaan met urbanisatie	Stedelijke ecosystemen op basis van sensoren, IoT en big data	Nieuwe stedelijke productiesystemen	Flexibele en slimme fysieke infrastructuur voor steden
<b>Sterk (x1)</b>	Informatietechnologie en informatiediensten	2	3	3	3
	Groot- en detailhandel	2			
	Zorg en welzijn				
	Overige zakelijke diensten	2		2	
	Vervoer en opslag	3	3	3	2
	Voedings-, genotmiddelenindustrie		2		
	Chemische industrie		3		
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten			2	
	Machine-industrie		2	3	
	Landbouw, bosbouw, visserij		3		
	Financiële diensten	2			
	Metaalproductenindustrie			2	
	Basismetalenindustrie				
	Rubber- en kunststofproductindustrie				
Aardolie-industrie					
<b>Gemiddeld (x0.5)</b>	Juridische diensten, accountancy en consultancy				
	Reparatie en installatie van machines			2	
	Delfstoffenwinning				
	Elektrotechnische industrie		2	2	3
	Farmaceutische industrie				
	Overige transportmiddelenindustrie				
	Textiel-, kleding-, lederindustrie				
	Papierindustrie				
Auto- en aanhangwagenindustrie				3	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Energieproductie		3	2	3
	Architecten en ingenieursdiensten	2	3	2	3
	Onroerend goed	2			
	Telecommunicatie	3	3	3	3
	Meubel- en overige industrie				
	Horeca	2			
	Bouw	3	2		3
	Elektrische apparatenindustrie				2
	Uitgeverijen				
	Bouwmaterialenindustrie		2		2
	Grafische industrie			2	
	Cultuur, sport en recreatie	3		3	
	Water en afvalbeheer	2	3	3	2
	Houtindustrie				
Filmindustrie, radio en televisie			3		
Overige persoonlijke diensten	2				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>11</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>8</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>30</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>29</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>37%</b>	<b>50%</b>	<b>46%</b>	<b>28%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			



# Gezondheid en zorg (smart health)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

De Nederlandse gezondheidszorg verandert snel als gevolg van de toepassing van nieuwe technologie en de toename van chronische ziekten. Een belangrijke vraag is hoe we een vergrijzende (beroeps)bevolking gezond, actief en productief houden. Snelle ontwikkelingen in genomics, medische technologie, e-health, en farma dragen bij aan een hogere kwaliteit van de zorg, maar maken deze ook duurder. Een belangrijke trend is dat de patiënt / burger steeds meer centraal komt te staan (personalized health / zorg op maat). Nieuwe technologie en data maken dit mogelijk en bieden kansen om veel gericht en actiever aan preventie en behandeling te doen. Biomedische informatie op individueel niveau wordt gekoppeld aan informatie over gedrag en leefstijl. Apps en sensoren ondersteunen burgers bij het maken van gezonde keuzes. Dit vraagt ook om nieuwe businessmodellen en zorgconcepten.

Specifieke innovatieopgaven zijn:

- **Preventie en management van chronische ziekten:** bevordering gezond gedrag en 'health literacy', persoonlijke coachingssystemen op basis van data van het individu en omgevingsdata;
- **Gepersonaliseerde zorg:** ontwikkeling van individu gerichte diagnostiek, behandelmethoden en medicijnen;
- **Nieuwe medische technologie:** operatierobots, zorgrobots en draagbare kunstnieren, biomedische materialen en regeneratieve geneeskunde;
- **Nieuwe zorgconcepten en -modellen** op basis van e-health en m-health voor een duurzaam en houdbaar zorgstelsel.

## Resultaten

De vernieuwingsopgave *Gezondheid en zorg (Smart health)* kan bouwen op sterktes in zowel kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken en is daarom kansrijk voor Nederland.

De vernieuwingsopgave *Smart health* doet een breed beroep op kennisdisciplines. De kennissterktes van Nederland concentreren zich in een aantal specifieke domeinen. Biomedisch onderzoek en Klinische geneeskunde zijn hier kansrijk en kunnen bouwen op een relatief groot aantal UMCs. Daarnaast - en vooral in combinatie daarmee - spelen de Nederlandse sterktes in de Gezondheidswetenschappen en de gammawetenschappen (Management, Gedragwetenschappen en Economie) een belangrijke rol. Denk daarbij aan de ontwikkeling van nieuwe zorgconcepten en -modellen voor preventie en management van chronische ziekten. Verandering richting gezond gedrag vormt de kern hiervan en vraagt een interdisciplinaire aanpak die in Nederland sterk ontwikkeld is, met name als het gaat om bèta-gamma samenwerking.

Vanuit technologie-sterktes, o.a. op het gebied van medische apparatuur liggen er kansen om oplossingen te leveren voor slimme zorg. Hierbij kan, ten behoeve van *Gepersonaliseerde zorg* gebouwd worden op Informatie en communicatie (technologie en dienstverlening).

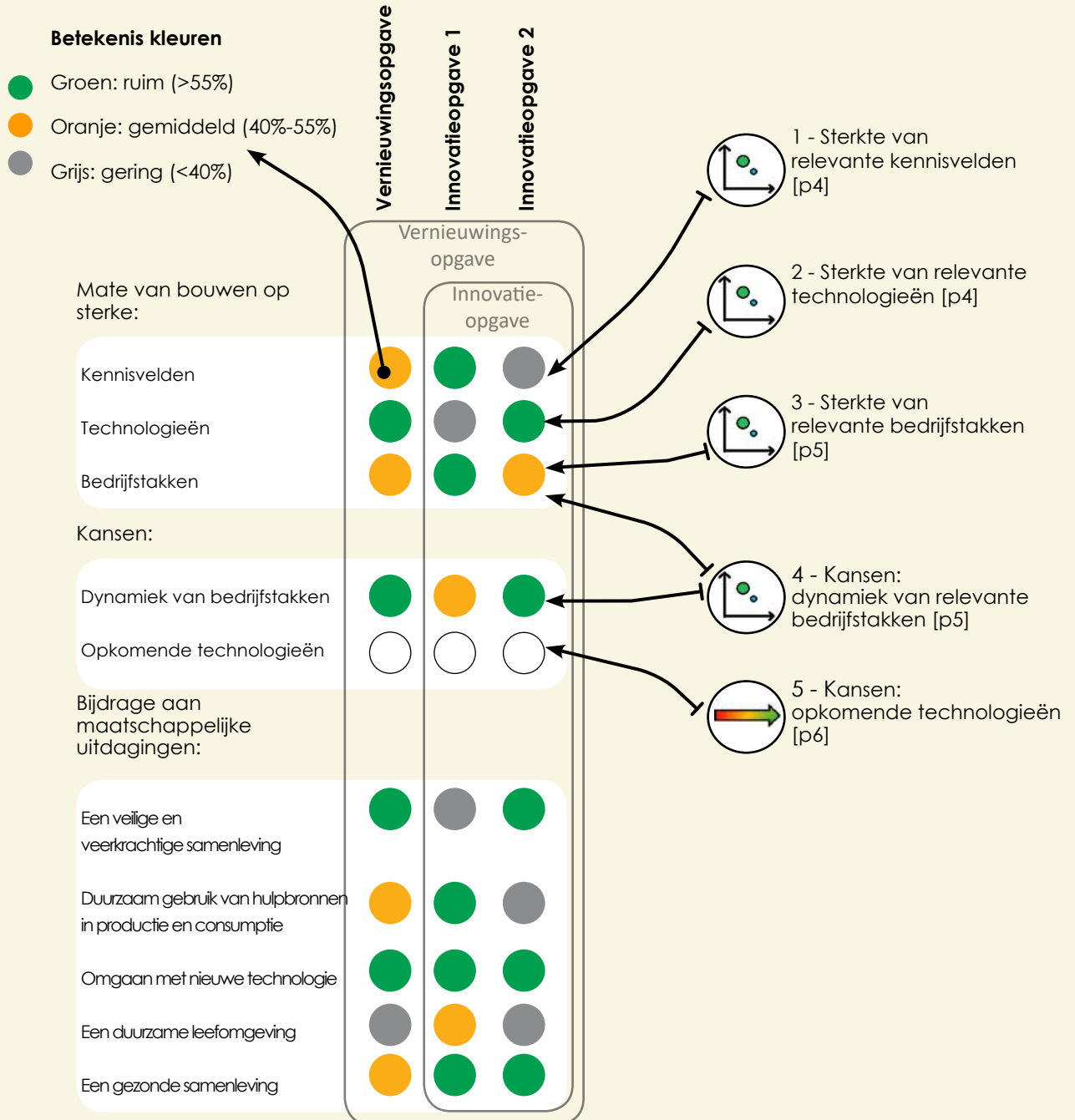
Opkomende technologieën (bijv. Genomics, Big data, Medical imaging) zijn kansrijk. Hiermee lijken er voor Nederland gunstige vooruitzichten te zijn om de uitgangspositie voor slimme oplossingen voor gepersonaliseerde zorg te verbeteren en uit te bouwen.

Ook vanuit bedrijfstakken kan deze vernieuwingsopgave bouwen op een aantal belangrijke sterktes in Zorg en welzijn en ICT en diensten. Ook de Farma en Elektrotechnische industrie zijn belangrijk maar daarin is Nederland minder internationaal gespecialiseerd. De gezondheid- en zorgmarkt is een grote, deels publieke markt en vraagt voor om integrale en gepersonaliseerde oplossingen. De belangrijkste uitdaging om de kansen voor Nederland te verzilveren is gelegen in het op effectieve wijze bij elkaar brengen van kennisinstellingen en bedrijven én van technologie en gedragwetenschappen.

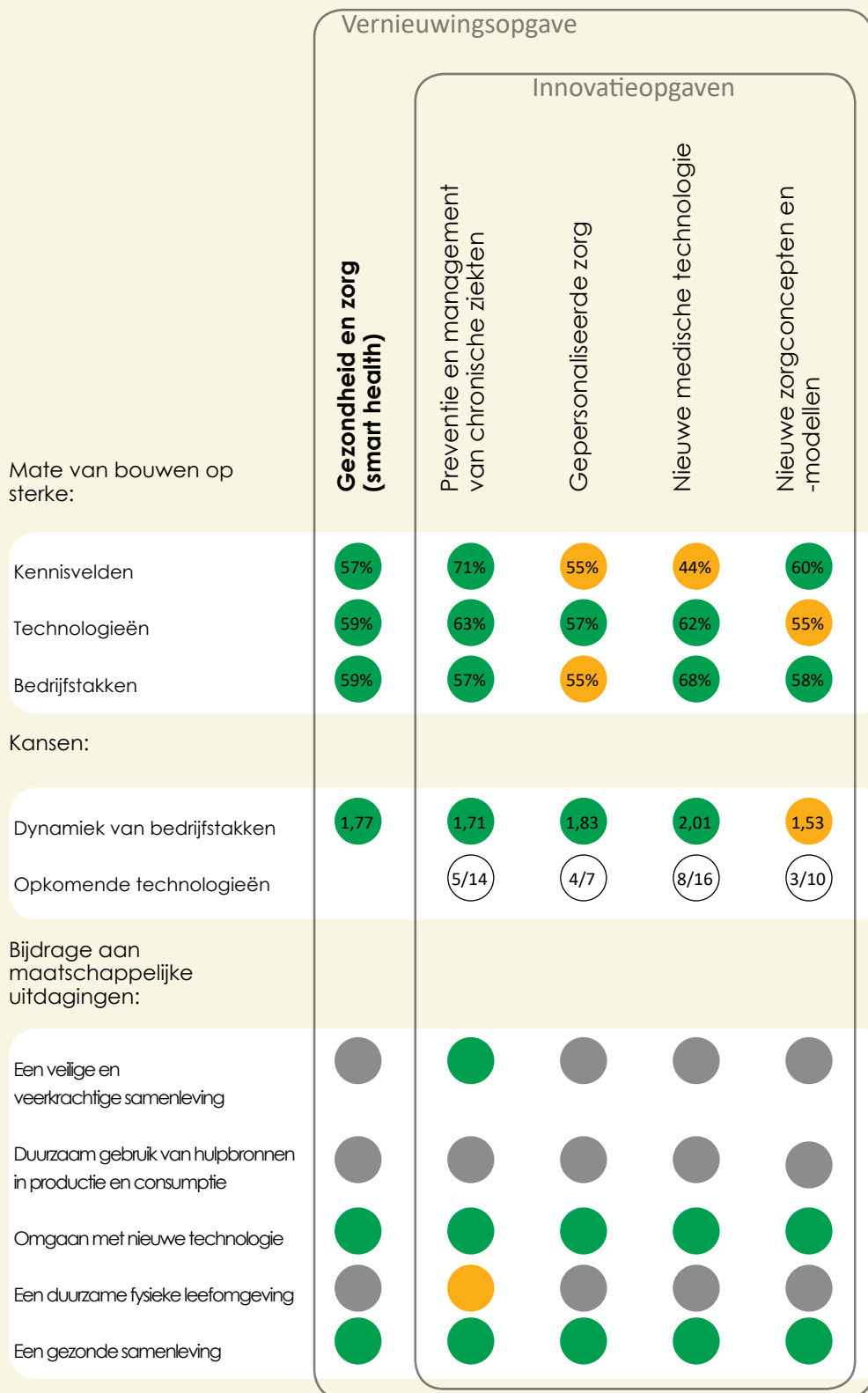
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Gezondheid en zorg (smart health)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- Nederland kan voor de vernieuwingsopgave *Gezondheid en zorg* bouwen op sterke kennisvelden, technologieën en bedrijfstakingen.

- De vernieuwingsopgave *Smart health* draagt vanzelfsprekend sterk bij aan de maatschappelijke uitdaging *Gezonde samenleving*. Ook is er een sterke bijdrage aan de maatschappelijke uitdaging *Omgaan met nieuwe technologie*.

Technologische innovatie (big data, sensoren, apps) speelt een grote rol in de gezondheidszorg van de toekomst. Beide uitdagingen bieden belangrijke kansen voor Nederland. Alle innovatieopgaven die vallen onder *Smart health* dragen bij aan deze twee maatschappelijke uitdagingen.

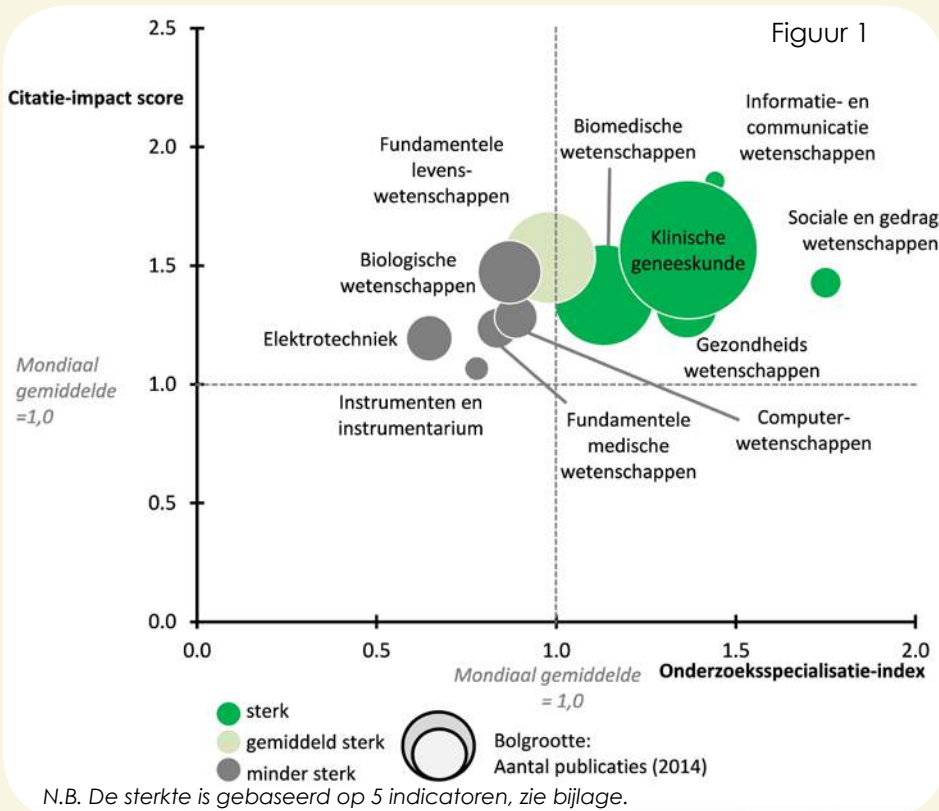
- In Nederland ligt een goede basis voor het oppakken van de innovatieopgave *Preventie en management van chronische ziekten*. Deze innovatieopgave kan in Nederland bouwen op relatieve sterktes van zowel bedrijven, kennisvelden als technologieën. Ook de dynamiek van de bedrijfstakingen is positief.

- De innovatieopgaven *Gepersonaliseerde zorg* en *Nieuwe medische technologie* kunnen in Nederland vooral bouwen op een sterke technologiepositie en in wat mindere mate op sterke kennisvelden en bedrijfstakingen. Hier liggen er kansen in de positieve groeidynamiek van de bedrijfstakingen.

- De innovatieopgave *Nieuwe zorgconcepten en modellen* bouwt in mindere mate op technologieën en meer op sterke kennisvelden waarbij met name de gammawetenschappen een belangrijke rol spelen. Er liggen minder kansen op basis van de dynamiek van de bedrijfstakingen.

# Gezondheid en zorg (smart health)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden

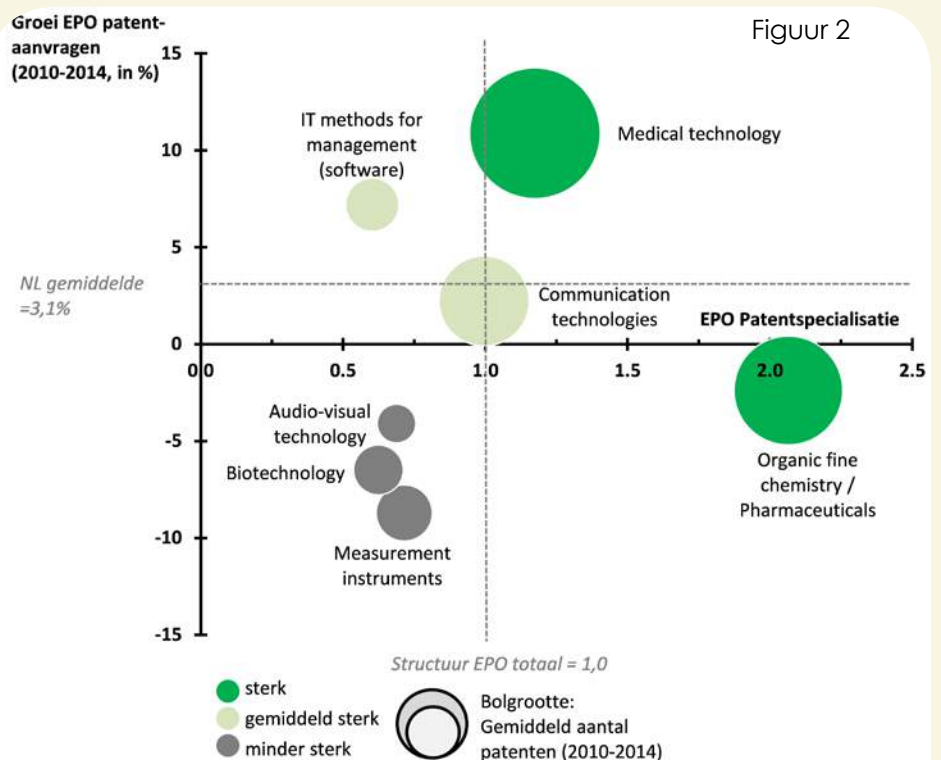


- Voor deze vernieuwingsopgave zijn 11 kennisvelden relevant, daarvan zijn er 5 sterk en internationaal onderscheidend (groene bollen).
- Gezondheidswetenschappen, Informatie- en communicatiewetenschappen, Biomedische wetenschappen en Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair) vormen een sterke basis voor vrijwel alle innovatieopgaven onder *Smart health*.
- De kennisvelden Klinische geneeskunde (sterke), en Fundamentele levenswetenschappen (minder sterk) zijn vooral relevant voor twee innovatieopgaven: *Gepersonaliseerde zorg* en *Nieuwe medische technologie*.
- De kennisvelden Instrumenten en instrumentarium en Computerwetenschappen zijn voor alle innovatieopgaven van belang, maar zijn relatief minder sterk. Andere minder sterke kennisvelden zijn van belang voor een kleiner aantal innovatieopgaven.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- Voor deze vernieuwingsopgave zijn 7 technologieën in het bijzonder relevant.
- Nederland heeft een sterke positie in 2 van deze 6 technologieën: Medische technologie en Organische chemie & Farmaceutica - en een gemiddeld sterke positie in Communicatietechnologie.
- Deze technologieën spelen een belangrijke rol in vrijwel alle innovatieopgaven.
- De internationale technologiepositie van Instrumenten, Audio visuele technologie en Biotechnologie is minder sterk.
- Vooral IT methoden voor management (software) spelen een grote rol in *Smart health* omdat ze bijdragen aan alle innovatieopgaven. Hier lijkt een additionele inspanning nodig om internationaal onderscheidend te worden.

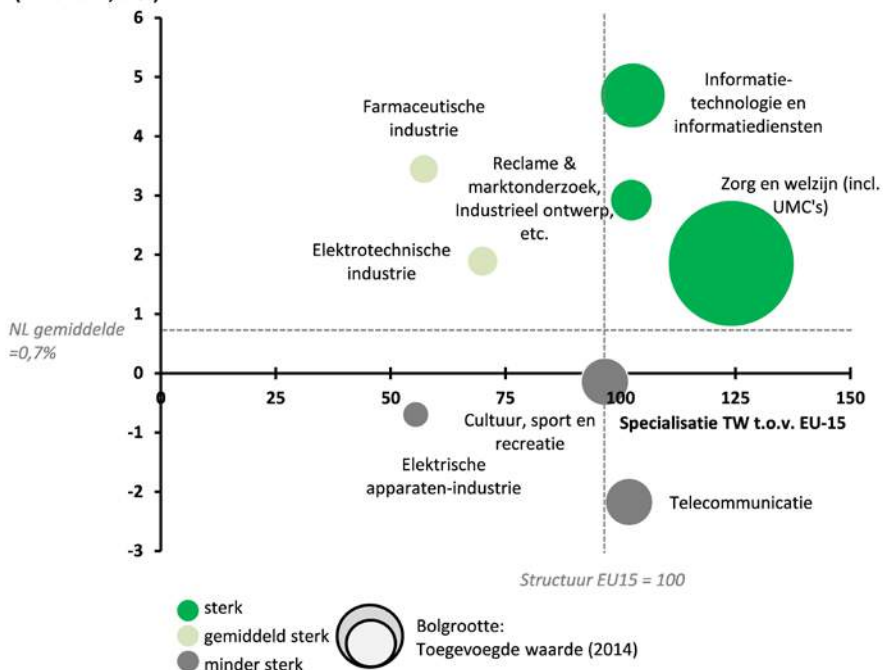
\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.



# Gezondheid en zorg (smart health)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW (2010-2014, in %)



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

- De vernieuwingsopgave *Gezondheid en zorg* bouwt vooral op 8 bedrijfstakken.

- Nederland is sterk in 3 van deze 8 bedrijfstakken: Informatietechnologie & informatiediensten, Zorg en welzijn (incl. UMCs), en Reclame, marktonderzoek & industrieel ontwerp.

- Deze 3 bedrijfstakken dragen sterk bij aan het merendeel van de innovatieopgaven in deze vernieuwingsopgave. De bedrijfstak Zorg en welzijn levert een belangrijke bijdrage aan alle innovatieopgaven. Nederland is in vergelijking met de EU15 relatief sterk gespecialiseerd in deze sector, o.a. vanwege het aantal universitaire medische centra.

- De bedrijfstak Elektrische apparaten is ook in hoge mate relevant voor Smart health. Deze sector is relatief minder sterk, maar laat wel een sterke groeidynamiek zien.

- De Nederlandse farmasector is relatief klein, maar groeit relatief snel in toegevoegde waarde.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

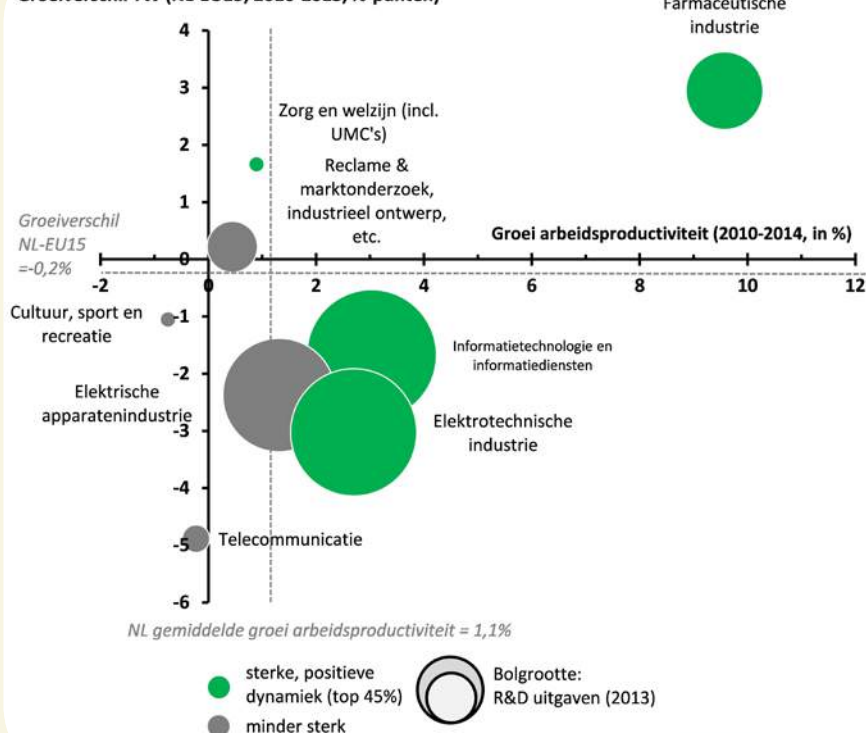
- Vanuit de recente groeidynamiek zijn er relatief veel kansen voor *Smart health* in de sectoren Informatietechnologie & informatiediensten, Farmaceutische industrie, Elektrotechnische industrie en Elektrische apparaten. Dit zijn echter relatief kleine sectoren in de Nederlandse economie (tezamen zo'n 4 procent van de toegevoegde waarde in 2014).

- Ook de relatief grote sector Zorg en welzijn heeft een overwegend sterke, positieve dynamiek.

- Telecommunicatie is een belangrijke bedrijfstak voor e-health, maar er liggen hier relatief weinig kansen voor de toekomst. De toegevoegde waarde krimpt en ook de arbeidsproductiviteit neemt af.

- De innovatieopgave *Nieuwe medische technologie* wordt ondersteund door relatief hoge (private) R&D-investeringen.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)

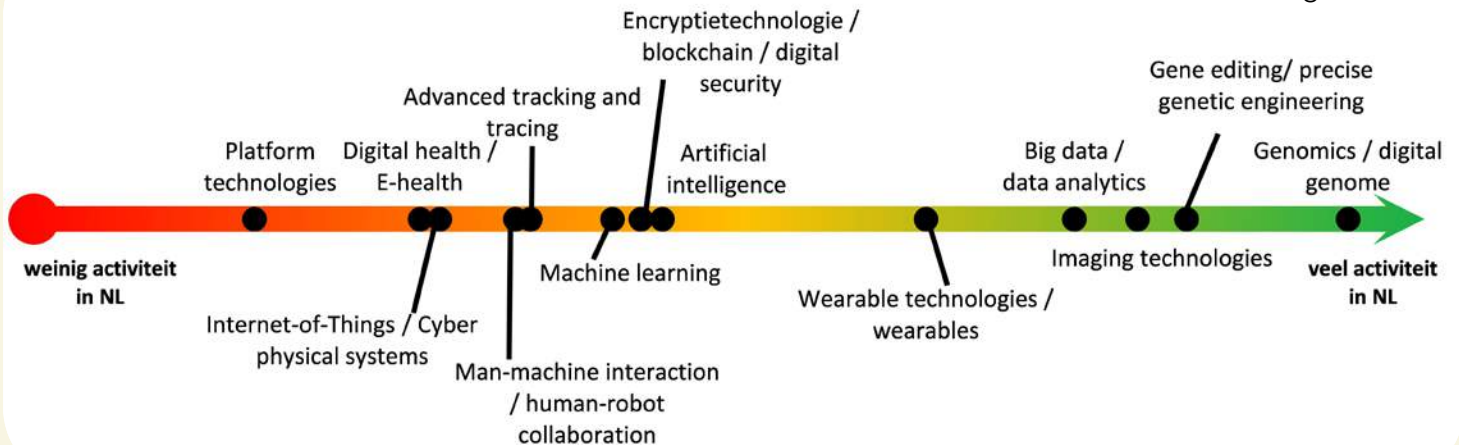


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Gezondheid en zorg (smart health)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Bij opkomende technologieën kunnen de sterktes onder de innovatieopgave *Gepersonaliseerde zorg* in de toekomst verder uitgebouwd worden op basis van de erkende posities in (digitale) Genomics, Precisie technieken voor genetisch onderzoek, Draagbare technologie (wearables) in combinatie met Big data analyse.
- Opkomende technologieën zoals Kunstmatige intelligentie, Encryptie, Blockchain, Digitale veiligheid en Machine learning staan nog wat verder af van de huidige activiteiten in Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven en vragen een verdere kennisinvestering.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaarden.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)}}{\text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}}$$

# Gezondheid en zorg (smart health)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven			
		Preventie en management van chronische ziekten	Gepersonaliseerde zorg	Nieuwe medische technologie	Nieuwe zorgconcepten en -modellen
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen	3	3	3	3
	Milieuwetenschappen				
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3		2	2
	Management en planning				2
	Klinische geneeskunde		3	3	
	Psychologische wetenschappen			2	
	Economische wetenschappen				2
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)	3	2		3
	Biomedische wetenschappen	3	3	3	
	Rechten en criminologie				
	Geschiedenis, filosofie en religie				
	Politieke wetenschappen				
	Sterrenkunde				
	Onderwijswetenschappen	3			
	Landbouw- en voedingswetenschappen	2			
	Taal en linguïstiek				
	Statistiek				
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie				
	Kunsten, cultuur en muziek				
	Fundamentele levenswetenschappen		2	3	
	Fysica en materiaalkunde			3	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie				
	Biologische wetenschappen		2	3	
	Chemie en chemische technologie			2	
	Civiele techniek				
	Fundamentele medische wetenschappen	2	3	3	
	Computerwetenschappen	2	2	3	3
	Energiewetenschappen				
	Literatuurwetenschappen				
	Electrotechniek			3	2
	Algemene en productie technologie				
	Werktuigbouwkunde				
	Instrumenten en instrumentarium	3	2	3	3
	Wiskunde				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>17</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>24</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>20</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>71%</b>	<b>55%</b>	<b>44%</b>	<b>60%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Gezondheid en zorg (smart health)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven			
		Preventie en management van chronische ziekten	Gepersonaliseerde zorg	Nieuwe medische technologie	Nieuwe zorgconcepten en -modellen
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors			3	
	Handling (heavy equipment)				
	Civil engineering				
	Medical technology	3	3	3	3
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)			3	
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals	3	3	3	
	Micro-structural and nano-technology			3	
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	2	2	3
	Thermal processes and apparatus				
	Food chemistry	2			
	Environmental technology (recycling technologies)				
	Mechanical elements			2	
	Optics			3	
	IT methods for management (software)	3	2	2	3
	Control (regulating and signaling systems etc.)			2	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry				
	Biotechnology		2	2	
	Computer technology (hardware)			3	
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers				
	Audio-visual technology (consumer electronics)	2			2
	Transport				
	Electrical machinery, apparatus, energy				
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)		2	2	
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>20,5</b>	<b>6</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>16</b>	<b>14</b>	<b>33</b>	<b>11</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>63%</b>	<b>57%</b>	<b>62%</b>	<b>55%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1



# Gezondheid en zorg (smart health)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven			
		Preventie en management van chronische ziekten	Gepersonaliseerde zorg	Nieuwe medische technologie	Nieuwe zorgconcepten en -modellen
<b>Sterk</b> (x1)	Informatietechnologie en informatiediensten	3		2	3
	Groot- en detailhandel				
	Zorg en welzijn	3	3	3	3
	Overige zakelijke diensten				
	Vervoer en opslag				
	Voedings-, genotmiddelenindustrie	2			
	Chemische industrie				
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten	2			2
	Machine-industrie			3	
	Landbouw, bosbouw, visserij				
	Financiële diensten				2
	Metaalproductenindustrie			2	
	Basismetalenindustrie				
	Rubber- en kunststofproductindustrie			2	
Aardolie-industrie					
<b>Gemiddeld</b> (x0.5)	Juridische diensten, accountancy en consultancy				
	Reparatie en installatie van machines				
	Delfstoffenwinning				
	Elektrotechnische industrie	2	2	3	2
	Farmaceutische industrie	3	3	3	
	Overige transportmiddelenindustrie				
	Textiel-, kleding-, lederindustrie				
	Papierindustrie				
	Auto- en aanhangwagenindustrie				
<b>Minder sterk</b> (x0)	Energieproductie				
	Architecten en ingenieursdiensten				
	Onroerend goed				
	Telecommunicatie	3	2	2	3
	Meubel- en overige industrie				
	Horeca				
	Bouw				
	Elektrische apparatenindustrie	2		2	2
	Uitgeverijen				
	Bouwmaterialenindustrie				
	Grafische industrie				
	Cultuur, sport en recreatie	2			2
	Water en afvalbeheer				
	Houtindustrie				
	Filmindustrie, radio en televisie				
Overige persoonlijke diensten					
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>12,5</b>	<b>5,5</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
<b>Maximalscore van de innovatieopgave</b>		<b>22</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>19</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>57%</b>	<b>55%</b>	<b>68%</b>	<b>58%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Energie (smart energy)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Het garanderen van lange termijn leveringszekerheid, het behalen van de klimaatdoelstellingen van Parijs, het terugdringen van de gaswinning in Groningen en het verminderen van de afhankelijkheid van buitenlandse energieleveranciers vragen een transitie naar een duurzaam, CO2 neutraal energiesysteem. Dat vergt belangrijke technologische en institutionele innovaties. Het huidige systeem, gebaseerd op grootschalige (fossiele) opwekking, moet worden gecombineerd en geïntegreerd met een aantal systemen van decentrale opwekking van duurzame energie: zon, wind, biomassa, geothermie en mogelijk getijden-energie. Daarbij is het fluctuerende aanbod van decentrale energiebronnen een probleem dat vraagt om nieuwe vormen van energieopslag en het balanceren van aanbod van en vraag naar energie. Ook wat energiebesparing betreft zijn de mogelijkheden verre van uitgeput. Nul-op-de-meter woningen en zelfvoorzienende woonwijken zijn daarbij wenkende perspectieven.

Daarbij gaat het in het bijzonder over de volgende innovatieopgaven:

- Nieuwe technologie, businessmodellen, institutionele vernieuwing en regulering voor **decentrale productiesystemen** (voor producent en 'prosumert')
- **Balanceren vraag en aanbod van energie** op basis van continue monitoring en real-time voorspellingen op basis van een slimme combinatie van smart grid, ICT systemen, data, computermodellen en regulering
- **Opslagsystemen voor hernieuwbare energie** (zon, wind, water). Voorbeeld: solar to gas
- **Grootschalige energiebesparing** (gebouwde omgeving, industrie, verkeer en vervoer)

## Resultaten

Nederland staat voor de opgave om een duurzame energievoorziening te realiseren; het maximaal inbrengen van duurzame bronnen in zowel productie als consumptie staat daarbij centraal. Hiervoor is een 'hybride energiesysteem' waarin de rol van fossiele energie steeds minder dominant wordt de sleutel. De vernieuwingsopgave *Energie* kan in Nederland bouwen op enkele aanwezige sterktes in het bedrijfsleven en technologieën. Daarentegen is de kennispositie voor het aanpakken van deze vernieuwingsopgave wat minder sterk.

Dat geldt met name voor een aantal bètawetenschappen. Energiewetenschappen, Civiele Techniek, Elektrotechniek, Algemene en productietechnologie en Instrumenten en Instrumentarium scoren op basis van publicaties goed, maar internationaal is Nederland op deze onderwerpen minder onderscheidend. Nederland beschikt wel over een goede kennispositie op een aantal specifieke onderwerpen. Bijvoorbeeld systeemkennis om productie en consumptie te balanceren en kennis om de juiste institutionele context voor decentrale productie te realiseren.

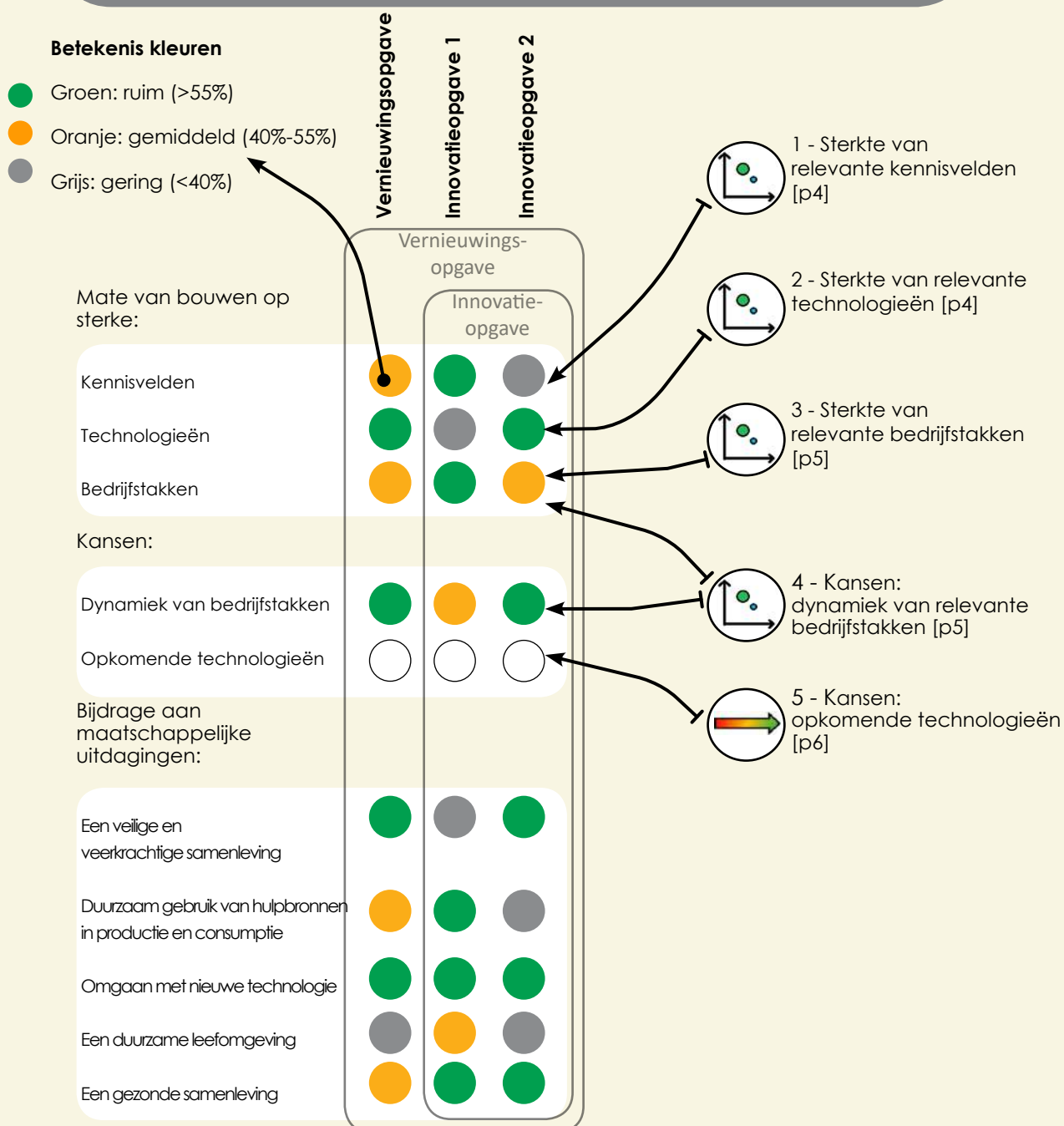
Er is in Nederland voldoende bedrijvigheid en een goede dynamiek om decentrale productiesystemen te ontwikkelen en grootschalige energiebesparingen te realiseren. Hiertoe zal een groot aantal bedrijfstakken moeten samenwerken. Juist hier komt van pas dat Nederland voorop loopt in de gammawetenschappen met een sterke positie in o.a. Management en planning en Milieuwetenschappen. Vanuit de sterke (specialistische) dienstensectoren in Nederland ontstaan hieruit kansen voor de ontwikkeling van nieuwe energiediensten, o.a. via smart grids. ICT, meetinstrumenten en data analytics spelen hierbij een grote rol in o.a. het voorspellen van vraag en aanbod.

Technologie speelt een belangrijke rol in de vernieuwingsopgave Smart energy. De industrie voor eindproductie van duurzame energietechnologie in Nederland is echter klein. Een internationaal leidende rol op dit gebied ligt daarmee niet voor de hand. Dit geldt o.a. voor de productie van batterijen, waterstofcellen en windmolens. Wel heeft Nederland veel onderscheidende kennis van de ontwikkeling van productiemachines voor nieuwe types zonnecellen op folie of die zonne-energie rechtsreeks omzetten in gas, of voor productiemachines van nieuwe types batterijen. Ook heeft Nederland veel kennis en kunde over het bouwen van windmolenparken op zee. Daarnaast zijn er kansen voor Nederland om een rol te vervullen op het gebied van (gedigitaliseerde) handel, transport en conversie van duurzame energie in het bijzonder gasvormige en vloeibare grondstoffen (uit biomassa).

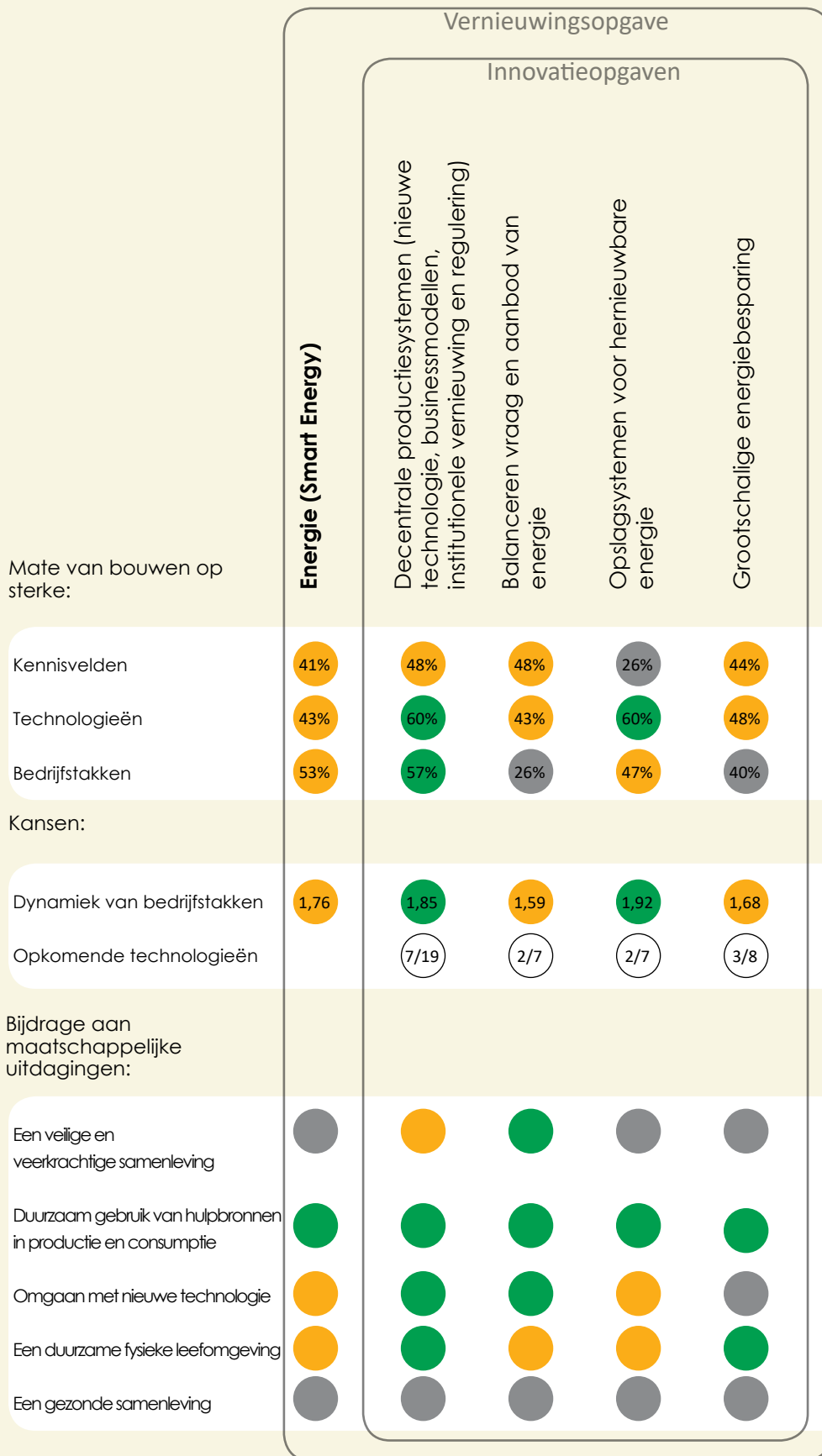
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	<b>p1</b>
<b>Resultaten</b>	<b>p1</b>
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	<b>p3</b>
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	<i>p3</i>
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	<i>p3</i>
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	<i>p3</i>
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	<b>p4-6</b>
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	<i>p4</i>
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	<i>p4</i>
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	<i>p5</i>
4 - <i>Kansen: dynamiek van de relevante bedrijfstakken</i>	<i>p5</i>
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	<i>p6</i>
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	<b>p6-9</b>
<i>Bijlage 1 - Bouwen op kennisvelden</i>	<i>p7</i>
<i>Bijlage 2 - Bouwen op technologieën</i>	<i>p8</i>
<i>Bijlage 3 - Bouwen op bedrijfstakken</i>	<i>p9</i>



# Energie (smart energy)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Smart energy* kan in Nederland bouwen op enkele aanwezige technologiesterktes en sterke bedrijfstakingen. Daarentegen is de kennispositie van Nederland m.b.t. deze vernieuwingsopgave gemiddeld minder sterk.

- *Smart energy* draagt in de eerste plaats bij aan de maatschappelijke uitdaging *Duurzaam gebruik van hulpbronnen in productie en consumptie*. De algehele bijdrage aan de uitdaging *Omgaan met nieuwe technologie* en *Een duurzame fysieke leefomgeving* is kleiner. *Smart energy* draagt wel bij aan *Omgaan met nieuwe technologie* vanwege de rol van Big Data (analytics) en digitalisering in productie- en energiesystemen. Duurzame energie en energiebesparing in de gebouwde omgeving draagt wel sterk bij aan *Een duurzame fysieke leefomgeving*.

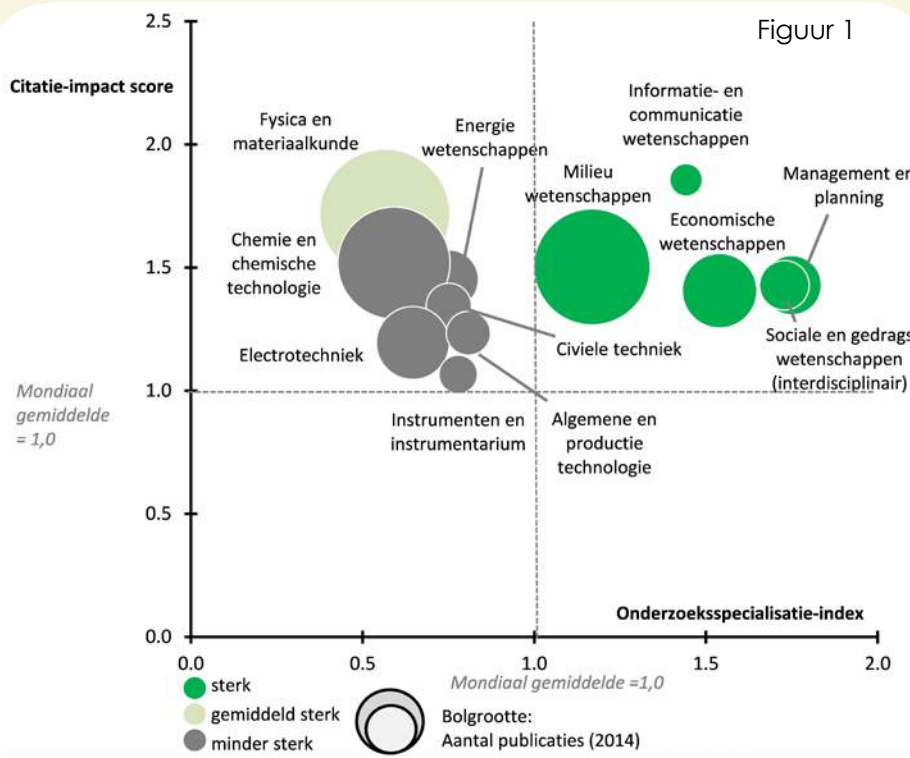
- De innovatieopgave *Decentrale productiesystemen* kan bouwen op sterktes in zowel bedrijven als technologieën. Naast dekking vanuit bestaande technologieën heeft Nederland een relatief gunstige uitgangspositie in 7 relevante opkomende technologieën. De dynamiek van relevante bedrijfstakingen biedt ook met name kansen voor deze innovatieopgave. Daarentegen kan er wat minder worden gebouwd op kennissterktes.

- De innovatieopgave *Balanceren vraag en aanbod van energie* kan in ruime mate bouwen op gamma wetenschappen en in geringe mate op bètawetenschappen (technologieën). Voor de ontwikkeling van deze innovatieopgave moet rekening worden gehouden met een minder positieve dynamiek van de bedrijfstakingen.

- Voor de innovatieopgaven *Opslagsystemen voor hernieuwbare energie* behoeft met name de kennispositie aandacht, voor *Grootschalige energiebesparing* zijn niet alle relevante bedrijfstakingen even sterk.

# Energie (smart energy)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

- Voor *Smart energy* zijn 12 kennisvelden relevant. Hiervan zijn 5 kennisvelden sterk (zie donker groene bollen): Informatie- en communicatiewetenschappen, Milieuwetenschappen, Management en planning, Economische wetenschappen en Sociale en gedragswetenschappen.

- Deze 5 kennisvelden spelen bovendien een rol voor tenminste drie van de vier innovatieopgaven. In mindere mate kunnen deze gammawetenschappen een bijdrage leveren aan Opslagssystemen voor hernieuwbare energie (zie Bijlage 1).

- Energiewetenschappen levert een bijdrage aan alle innovatieopgave. Hoewel dit kennisveld bovengemiddeld scoort op citatie-impact, heeft Nederland hier geen onderzoeksspecialisatie.

- De Vernieuwingsopgave Energie bouwt daarnaast in belangrijke mate op een aantal kennisvelden waar Nederland internationaal gezien lager op scoort: Civiele techniek, Elektrotechniek, Algemene en productietechnologie en Instrumenten en instrumentarium.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

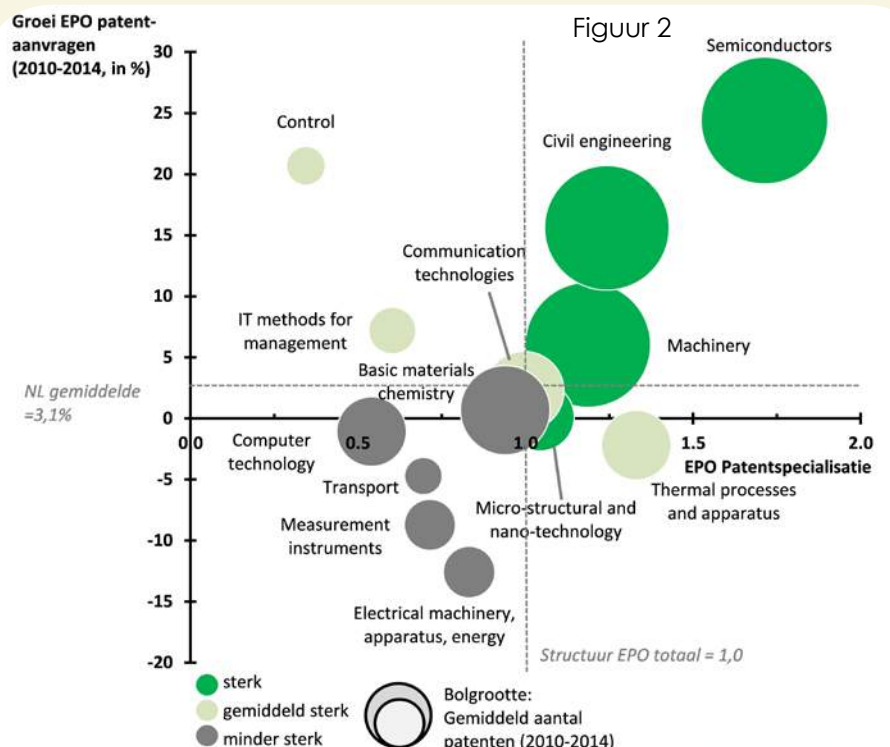
- Er zijn 13 bestaande technologieën die een belangrijke bijdrage aan de vernieuwingsopgave *Smart energy* kunnen leveren. Hiervan heeft Nederland een sterke positie in: Semiconductors, Civiele techniek, Machinebouw, en Micro- en nanotechnologie.

- Nederland heeft een gemiddeld sterke positie in vier relevante technologieën m.b.t. Smart Energy: Thermische processen en apparaten, Communicatietechnologie, IT-methoden (management) en controle en reguleringsystemen.

- Ook de technologie omtrent Elektrische apparaten en elektriciteitsvoorziening behoort tot de kern van de vernieuwingsopgave. Alle vier de innovatieopgaven m.b.t. Energie moeten in belangrijke mate bouwen op deze relevante, maar minder sterke technologie in Nederland.

- De internationale positie van Nederland op de technologieën met een grijze bol in Figuur 4 is minder sterk vanwege een relatief lage patentspecialisatie en een sterke afname in aanvragen van patenten (2010-2014).

\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.



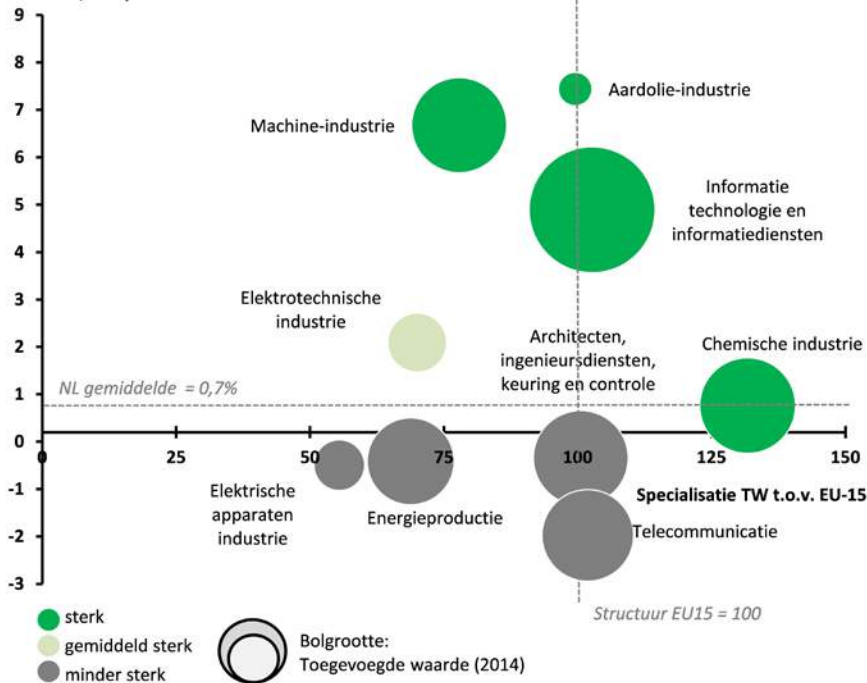
N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Energie (smart energy)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW (2010-2014, in %)

Figuur 3



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

- Voor de vernieuwingsopgave *Smart Energy* zijn 9 bedrijfstakken relevant. In het bijzonder kan Nederland bouwen op 4 sterke bedrijfstakken en 1 gemiddeld sterke bedrijfstak (zie groene bollen).

- Energieproductie en de Elektrische apparatenindustrie spelen ook een relevante rol in de vernieuwingsopgave, maar zijn op basis van de omvang en ontwikkeling op de 9 onderliggende economische indicatoren minder sterk.

- Nederland is in vergelijking met de EU15 niet bijzonder sterk gespecialiseerd in de relevante bedrijfstakken voor deze vernieuwingsopgave. Chemische industrie is hierop een uitzondering.

- De chemie kan een bijdrage leveren aan de innovatieopgave *Opslagssystemen voor hernieuwbare energie*, bijvoorbeeld in energieconversie processen zoals solar to gas en Power to chemicals.

- Daarnaast is het voor zowel de Chemie als Aardolie-industrie een opgave om zoveel mogelijk energiebesparing te realiseren in de eigen processen.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

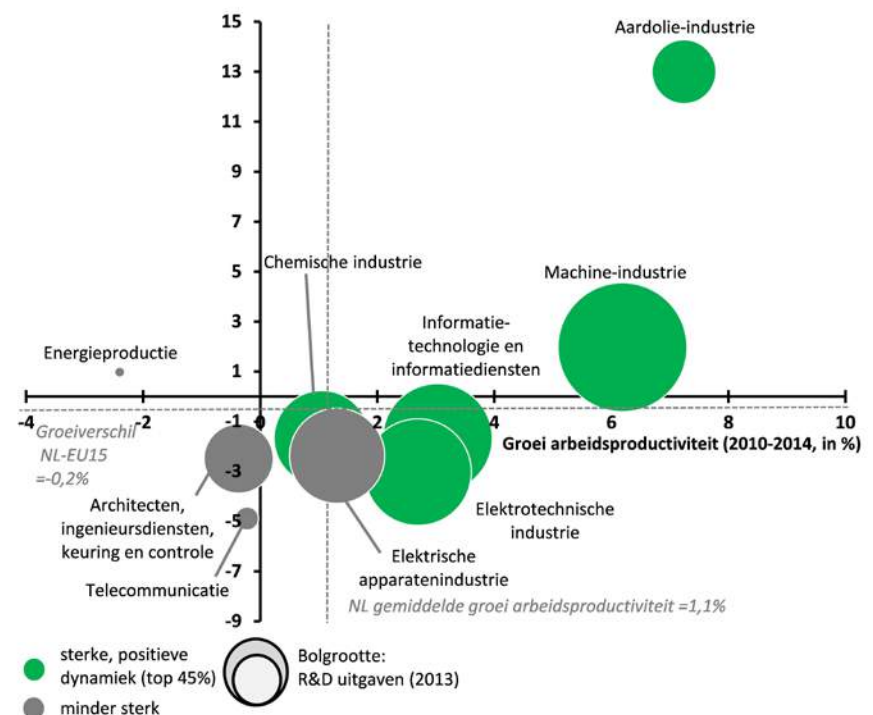
- Van de sterke bedrijfstakken liggen met name goede kansen in de Machine-industrie, Informatietechnologie & informatiediensten, Elektrotechnische industrie en Chemische industrie. Op basis van R&D-investeringen, toegevoegde waarde- en arbeidsproductiviteitsgroei maken zij een gunstige ontwikkeling door.

- Aardolie-industrie scoort op basis van de recente ontwikkeling hoog, echter in de toekomst zal de Nederlandse economie in steeds mindere mate op deze fossiele energiebronnen gaan leunen.

- Vanwege het karakter van de vernieuwingsopgave, gericht op duurzame energie, ontbreekt Delfstoffenwinning (aardolie en aardgas) als relevante bedrijfstak. Deze bedrijfstak vormt momenteel nog wel een significant deel van het bbp.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)

Figuur 4

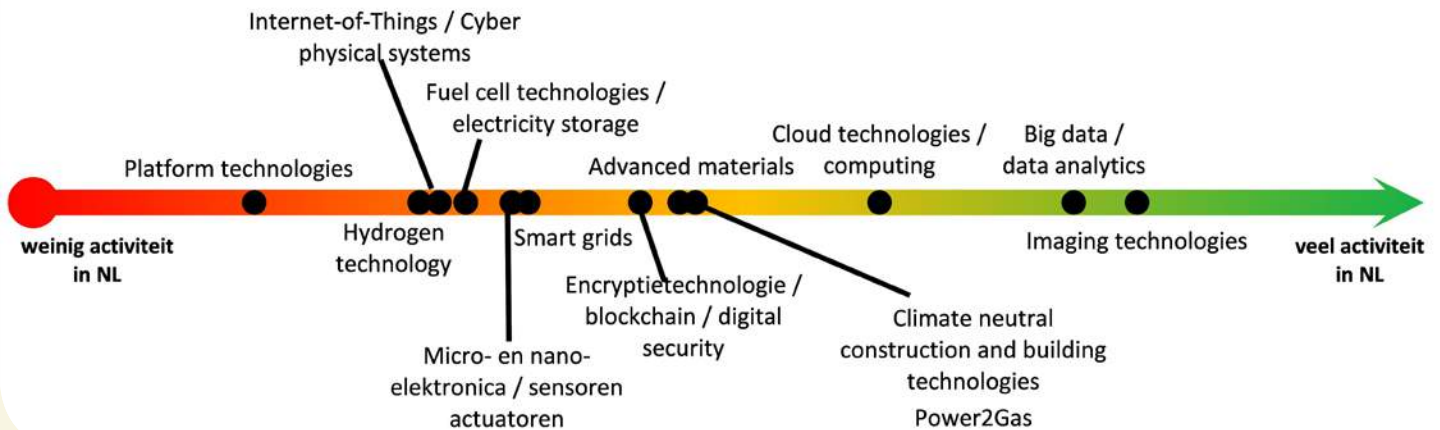


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Energie (smart energy)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Een aantal opkomende technologieën is belangrijk voor de vernieuwingsopgave *Smart energy*.
- Big data, analytics, IoT, Cloud technologie, Smart grids, Sensoren en actuatoren zijn essentieel in het ontwikkelen van gedecentraliseerde systemen van energievoorziening. Nederland is hiervoor goed gepositioneerd.
- Voor nieuwe energieopslagsystemen zoals Power2Gas is er potentie voor Nederland, bijvoorbeeld via handel in duurzame gasvormige en vloeibare grondstoffen (uit biomassa).
- Op het gebied van waterstoftechnologie en brandstofcellen lijken de kansen voor Nederland kleiner.
- Energiebesparing door klimaatneutraal bouwen biedt wel kansen voor Nederland.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaardes.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie\*sterkte)

Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie\*1)

# Energie (smart energy)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven			
		Decentrale productiesystemen	Balanceren vraag en aanbod van energie	Opslagsystemen voor hernieuwbare energie	Grootschalige energiebesparing
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen				
	Milieuwetenschappen	3	2	2	3
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3	3		2
	Management en planning	2	2	2	2
	Klinische geneeskunde				
	Psychologische wetenschappen				
	Economische wetenschappen	3	3		3
	Sociale en gedragwetenschappen (interdisciplinair)	2	2		2
	Biomedische wetenschappen				
	Rechten en criminologie	2			
	Geschiedenis, filosofie en religie				
	Politieke wetenschappen				
	Sterrenkunde				
	Onderwijswetenschappen				
	Landbouw- en voedingswetenschappen			2	
	Taal en linguïstiek				
	Statistiek				
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie				
	Kunsten, cultuur en muziek				
	Fundamentele levenswetenschappen				
	Fysica en materiaalkunde			3	3
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie			3	
	Biologische wetenschappen			2	
	Chemie en chemische technologie			3	3
	Civiele techniek	2	2	3	2
	Fundamentele medische wetenschappen				
	Computerwetenschappen				2
	Energiewetenschappen	3	3	3	3
	Literatuurwetenschappen				
	Electrotechniek	3	3	3	2
	Algemene en productie technologie	3	2	3	2
	Werktuigbouwkunde	2			
	Instrumenten en instrumentarium	3	3		2
	Wiskunde				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>15</b>	<b>12</b>	<b>7,5</b>	<b>13,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>31</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>31</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>48%</b>	<b>48%</b>	<b>26%</b>	<b>44%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1



# Energie (smart energy)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven			
		Decentrale productiesystemen	Balanceren vraag en aanbod van energie	Opslagssystemen voor hernieuwbare energie	Grootschalige energiebesparing
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors	3	3	3	3
	Handling (heavy equipment)				2
	Civil engineering	2	2	3	2
	Medical technology				
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	3		3	3
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals				
	Micro-structural and nano-technology	3		3	
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	3		2
	Thermal processes and apparatus	2	3	3	3
	Food chemistry				
	Environmental technology (recycling technologies)				2
	Mechanical elements	2			
	Optics		2		
	IT methods for management (software)	2	3		2
	Control (regulating and signaling systems etc.)		2	2	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry			2	2
	Biotechnology				
	Computer technology (hardware)	3	3		
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers				
	Audio-visual technology (consumer electronics)				
	Transport			2	3
	Electrical machinery, apparatus, energy	3	3	3	3
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)		3		3
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>15,5</b>	<b>11,5</b>	<b>14,5</b>	<b>14,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>26</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>60%</b>	<b>43%</b>	<b>60%</b>	<b>48%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Energie (smart energy)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven			
		Decentrale productiesystemen	Balanceren vraag en aanbod van energie	Opslagssystemen voor hernieuwbare energie	Grootschalige energiebesparing
<b>Sterk (x1)</b>	Informatietechnologie en informatiediensten	3	3		2
	Groot- en detailhandel				
	Zorg en welzijn				2
	Overige zakelijke diensten				
	Vervoer en opslag				3
	Voedings-, genotmiddelenindustrie				
	Chemische industrie			2	2
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten				
	Machine-industrie	3		3	3
	Landbouw, bosbouw, visserij				
	Financiële diensten	3			
	Metaalproductenindustrie				
	Basismetalaalindustrie				
	Rubber- en kunststofproductindustrie				
Aardolie-industrie			2	2	
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Juridische diensten, accountancy en consultancy	2			
	Reparatie en installatie van machines	2			
	Delfstoffenwinning				
	Elektrotechnische industrie	3	3	3	3
	Farmaceutische industrie				
	Overige transportmiddelenindustrie				
	Textiel-, kleding-, lederindustrie				
	Papierindustrie				
	Auto- en aanhangwagenindustrie				3
<b>Minder sterk (x0)</b>	Energieproductie	3	3	3	3
	Architecten en ingenieursdiensten		2	2	3
	Onroerend goed				3
	Telecommunicatie		3		2
	Meubel- en overige industrie				
	Horeca				
	Bouw				3
	Elektrische apparatenindustrie	3	3	3	3
	Uitgeverijen				
	Bouwmaterialenindustrie				3
	Grafische industrie				
	Cultuur, sport en recreatie				
	Water en afvalbeheer				3
	Houtindustrie				
	Filmindustrie, radio en televisie				
Overige persoonlijke diensten					
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>12,5</b>	<b>4,5</b>	<b>8,5</b>	<b>17</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>22</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>43</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>57%</b>	<b>26%</b>	<b>47%</b>	<b>40%</b>

## BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Klimaat (smart climate solutions)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Mondiale en Europese afspraken zoals het klimaatakkoord van Parijs om het proces van opwarming van de aarde en klimaatverandering zoveel mogelijk het hoofd te bieden, vormen een belangrijke uitdaging voor Nederland. Deze uitdaging brengt direct een aantal vernieuwingsopgaven met zich mee. Zeespiegelstijging en pieken in rivierwater na intensieve neerslag zijn specifieke problemen die op Nederland afkomen. Gegeven de ligging van onze stedelijke gebieden in rivierdelta's en aan zee, is er voor klimaatbestendige (her)inrichting in Nederland een belangrijke opgave om dynamisch te ontwerpen en hiermee ruimte te bieden aan rivieren, kust en landschap.

CO<sub>2</sub> uitstoot draagt in belangrijke mate bij aan de opwarming van de aarde en daarmee aan klimaatverandering. Ook uitstoot van andere stoffen zorgen voor milieu- en klimaatimpact. Om de uitstoot van broeikasgassen en andere schadelijke stoffen te reduceren en klimaatdoelen te halen, zijn aanpassingen nodig in het energiegebruik van huishoudens, bedrijven, industrie, verkeer en vervoer. Een concrete opgave is om minder afhankelijk te worden van fossiele energie. Daarnaast dragen CO<sub>2</sub>-opslag en hergebruik van reststromen bij aan klimaatmitigatie.

Daarbij gaat het in het bijzonder over de volgende innovatieopgaven:

- **Adaptatie: (her)inrichting landschap, 'eco-engineering' en dynamisch ontwerpen** (rivieren, kust, landschap)
- **Adaptatie: klimaatbestendige steden:** bebouwing; waterafvoer en hergebruik; uitstoot CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ..; regelgeving
- **Mitigatie: Koolstofarme economie:** CO<sub>2</sub> opslag, hernieuwbare energie, gebruik van restwarmte industrie

## Resultaten

Mondiale en Europese afspraken, zoals het klimaatakkoord van Parijs, vormen een belangrijke uitdaging én een kans voor Nederland. De vernieuwingsopgave *Klimaat* moet daarbij in nauwe samenhang gezien worden met twee andere vernieuwingsopgaven: *Energie* en *Hulpbronnen en water*.

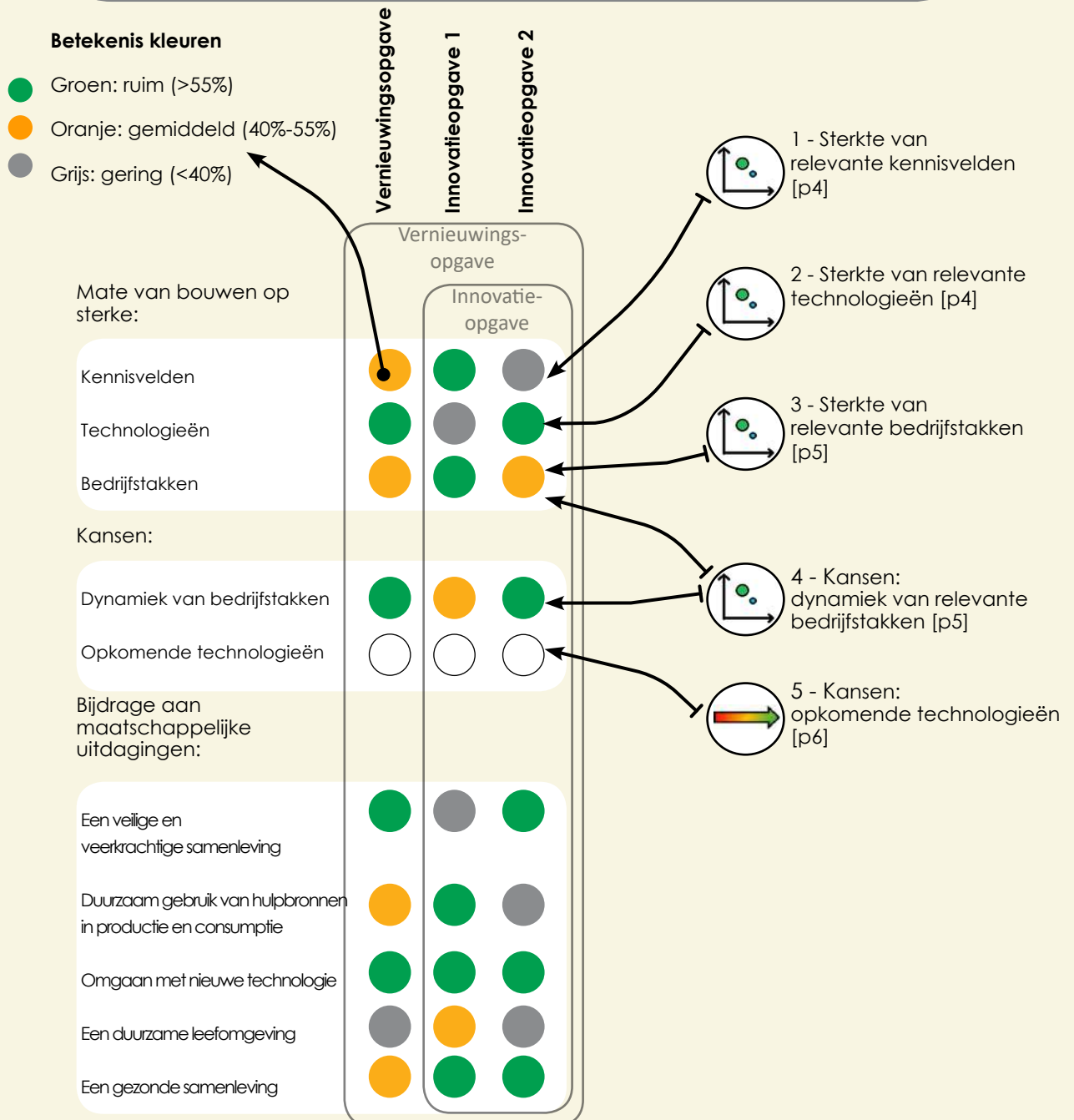
Bij het ontwikkelen van slimme klimaatoplossingen kan Nederland vooral bouwen op een sterke technologiepositie. Qua kennispositie en sterktes van bedrijven is Nederland internationaal minder onderscheidend. Technologieën waar Nederland zich internationaal mee onderscheidt, zijn vooral Handling (m.n. zwaar materieel), Civiele techniek, Milieutechnologie en Machinebouw. Deze combinatie van technologieën vormt een sterke basis onder een aantal grote infrastructurele werken die Nederland uitvoert in het kader van de aanpassing aan klimaatverandering. De in 2016 voltooide kustversterking en het project Ruimte voor de Rivier zijn daarvan voorbeelden. Evenals het internationaal toonaangevende 'geo-engineering' project Zandmotor dat beoogt op natuurlijke wijze tot kustverbreding en versterking te komen. Bij de opkomende technologieën is Nederland met name sterk in beeldtechnologie (imaging), geavanceerde recycling, opslag van duurzame energie (Power2Gas), klimaatneutraal bouwen en smart grids.

Bij deze vernieuwingsopgave kan Nederland in mindere mate steunen op een internationaal onderscheidende kennispositie. De kwaliteit van de publicaties is voor alle kennisvelden hoog, maar alleen in de Milieuwetenschappen en Landbouw- en voedingswetenschappen is Nederland internationaal gezien gespecialiseerd. Voor de bedrijfstakken geldt iets vergelijkbaars: de sterktes en de groeidynamiek concentreren zich in drie bedrijfstakken: Machine-industrie, Vervoer en opslag, en Landbouw, bosbouw en visserij. Deze laatste sector is niet alleen van belang is voor een duurzame agrarische productie, maar ook voor de noodzakelijke herinrichting van landschap en ecosysteem. In andere relevante bedrijfstakken zoals de Bouw en Bouwmaterialen, Energieproductie, en Architecten en ingenieursdiensten is Nederland internationaal niet onderscheidend. Daarbij moet worden opgemerkt dat binnen een sector als Bouw en Ingenieursdiensten subsectoren en niches zijn waar Nederland wel degelijk internationaal onderscheidend is.

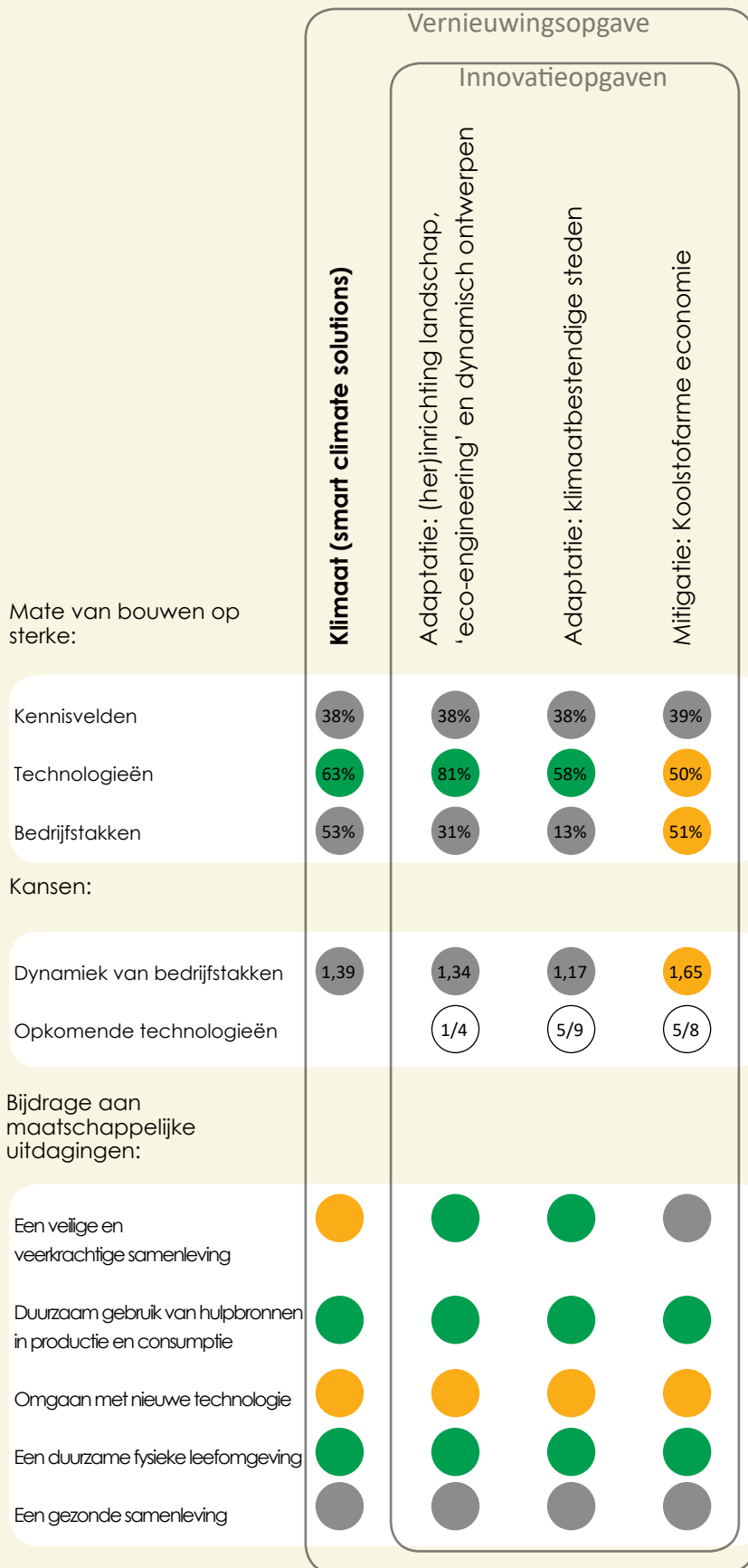
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Klimaat (smart climate solutions)



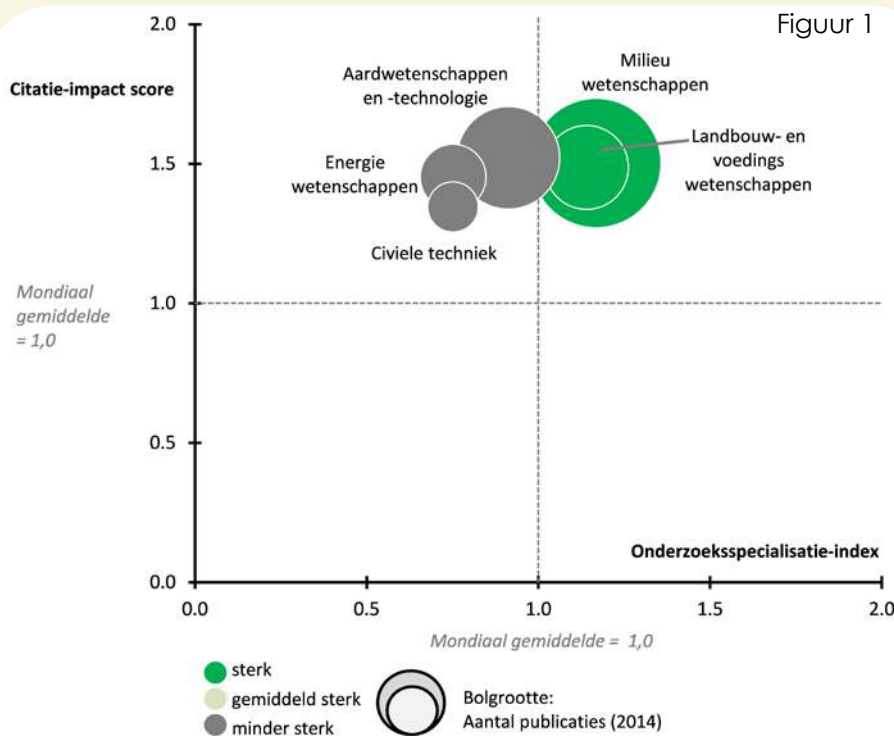
N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Smart climate solutions* bouwt op een sterke technologiepositie. De sterktes in het bedrijfsleven en de kennispositie zijn minder ontwikkeld.
- Over het geheel is het aantal sterke kennisvelden beperkt, maar daarbinnen bevinden zich een aantal niches waarop Nederland uitblinkt. Zo is Nederland internationaal niet onderscheidend in de kennisvelden Civiele techniek en Aardwetenschappen. Maar daarbinnen zijn er onderwerpen waarin Nederland excelleert: denk aan de combinatie van kennis en disciplines die nodig is om een project als de Zandmotor te ontwikkelen.
- Iets dergelijks geldt voor bedrijven. In de Bouw en de sector Architecten en ingenieursdiensten vinden we specialismen die onontbeerlijk zijn voor dit soort grote projecten.
  - Overall ligt de Nederlandse sterkte vooral bij de (toegepaste) technologieën voor klimaatoplossingen.
- De twee innovatieopgaven klimaatadaptatie: *Klimaatbestendige steden* en *(Her)inrichting landschappen, kust, rivieren, 'eco-engineering'* laten eenzelfde beeld zien: een sterke technologiepositie en een weinig onderscheidende internationale positie m.b.t. kennis en bedrijven.
- De innovatieopgave *Mitigatie (koolstofarme economie)* laat een iets ander beeld zien. Het grote aantal sterke en gemiddeld sterke bedrijfstakken dat aan deze innovatieopgave bijdraagt, zorgt hier voor een gemiddelde score. Omgekeerd is de technologiepositie die deze innovatieopgave onderbouwt juist wat zwakker.
- De vernieuwingsopgave *Smart climate solutions* draagt direct dan wel indirect bij aan een aantal maatschappelijke uitdagingen, met name *Duurzame fysieke leefomgeving* en *Duurzaam gebruik van hulpbronnen*. De twee innovatieopgaven gericht op klimaatadaptatie dragen sterk bij aan een *Veilige en veerkrachtige samenleving*: denk aan alle maatregelen die ervoor zorgen dat we 'droge voeten houden'.

# Klimaat (smart climate solutions)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

- Voor de vernieuwingsopgave *Klimaatoplossingen* zijn 5 kennisvelden relevant.

- Op alle 5 scoort Nederland boven het internationale gemiddelde waar het gaat om de citatie-impact score. In 2 van de van de 5 (Milieuwetenschappen en Landbouw- en voedingswetenschappen) is Nederland internationaal gespecialiseerd. In de andere 3 (Aardwetenschappen en -technologie, Energiewetenschappen en Civiele techniek) is Nederland minder gespecialiseerd.

- Het enige sterke kennisveld dat een rol speelt in alle 3 de innovatieopgaven is Milieuwetenschappen. Landbouw – en voedingswetenschappen draagt bij aan twee innovatieopgaven t.w. herinrichting van kusten, rivieren en landschappen, en aan koolstofarme economie.

- Van de minder sterke kennisvelden leveren Aardwetenschappen en -technologie en Civiele techniek een bijdrage aan alle 3 de innovatie opgaven.

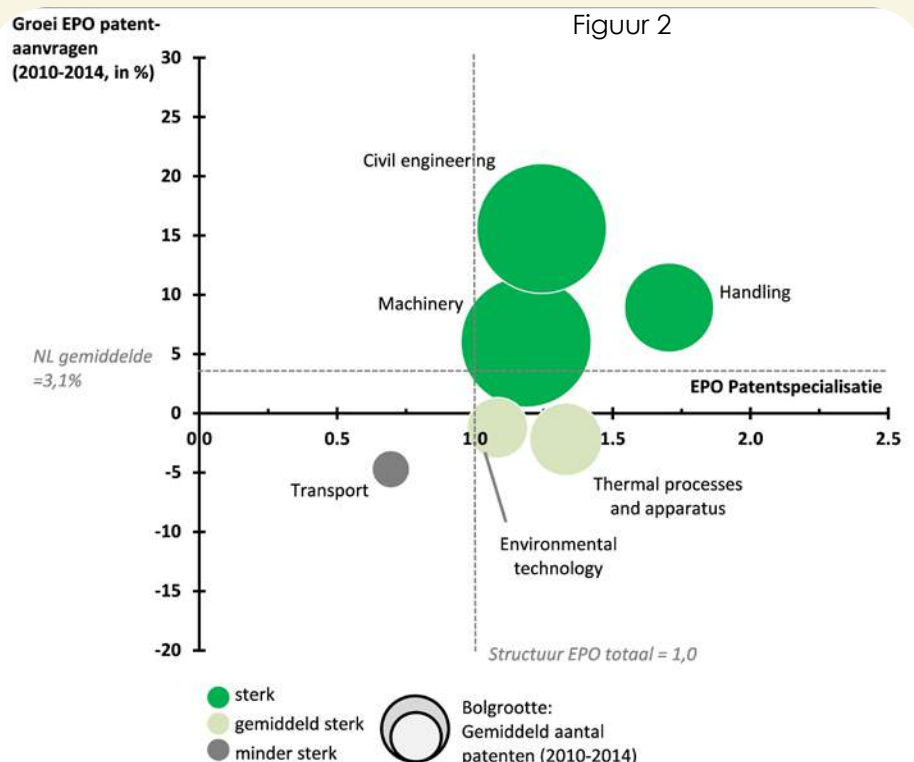
## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- 6 technologieën zijn relevant voor deze innovatieopgave. Hiervan zijn er 5 sterk of gemiddeld sterk: Machinebouw, Handling, Civil engineering, Environmental technology en Thermal processes and apparatus. Transport is de enige relevante technologie die in Nederland minder sterk is.

- Handling (zwaar materieel), Civiele techniek, Machinebouw en Milieutechnologie leveren een bijdrage aan alle 3 de innovatieopgaven. Warmteprocessen en apparaten (gemiddeld sterk) en Transport (minder sterk) dragen bij aan klimaatbestendige steden en aan koolstofarme economie.

- De combinatie van zwaar materieel, Civiele techniek en Machinebouw vormt een sterke basis onder eerder genoemde grote infrastructurele activiteiten als kustversterking en initiatieven als Ruimte voor de Rivier.

\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.

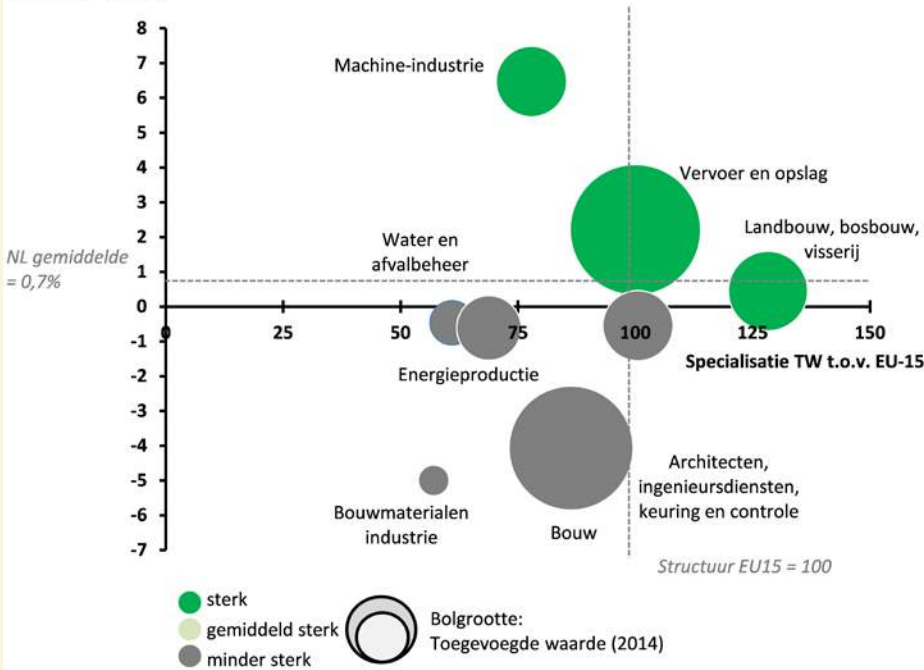


N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Klimaat (smart climate solutions)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW  
(2010-2014, in %)



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

- Klimaatadaptatie en –mitigatie en een koolstofarme economie vragen de inzet van verschillende bedrijfstakken. Voor de vernieuwingsopgave *Smart climate solutions* zijn 8 bedrijfstakken relevant. Slechts een deel hiervan is sterk, op basis van o.a. hun groei en specialisatie.

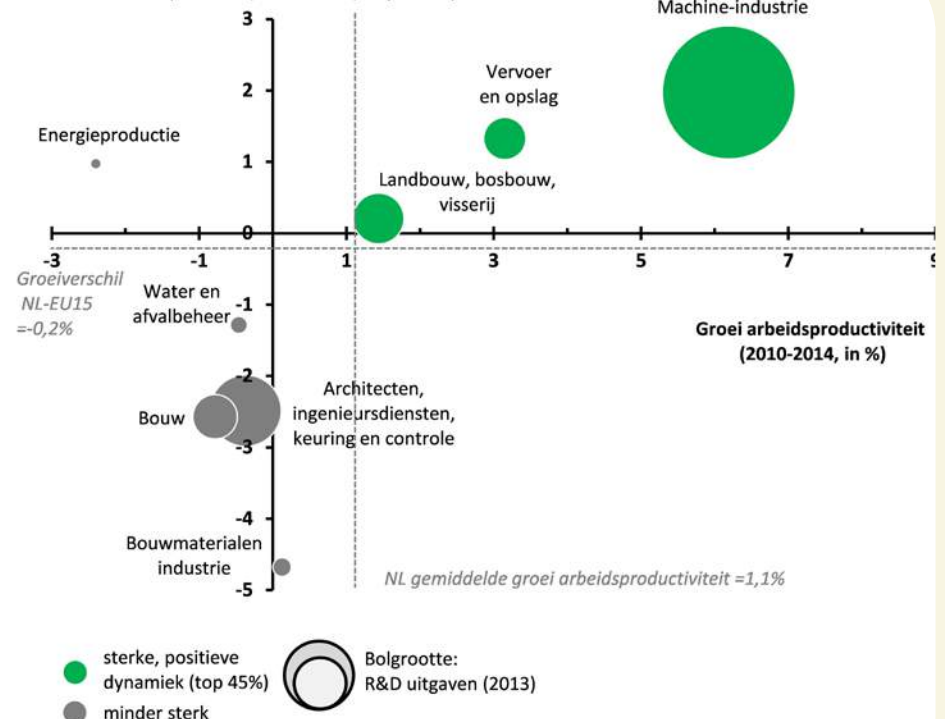
- Deze relatief lage score vloeit o.a. voort uit het feit dat een aantal relevante bedrijfstakken (m.u.v. de bouw) relatief klein zijn en Nederland hierin niet bijzonder gespecialiseerd is, in vergelijking met de EU15. Om die reden is het niet waarschijnlijk dat Nederland op alle onderdelen een internationaal leidende rol kan vervullen.

- Sterke bedrijfstakken waar Nederland met name op kan bouwen zijn de Machine-industrie, de landbouwsector en de logistiek (Vervoer en opslag). Daarbij liggen de kansen vooral in het voortbouwen op hoog-specialistische niches waar Nederland al een leidende internationale positie heeft.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

- De 3 sterkste bedrijfstakken uit de vorige figuur zijn ook de meest dynamische als gaat om hun recente ontwikkeling.
- Machine-industrie en Vervoer en opslag en Landbouw, bosbouw en visserij maakten recent een gunstige economische ontwikkeling door en scoren hoog op groei in de toegevoegde waarde in vergelijking met de EU15.
- De Machine-industrie heeft daarnaast vanuit de relatief omvangrijke R&D-investeringen potentie om met vernieuwende oplossingen te komen voor klimaatadaptatie en –mitigatie en vooral ook voor een CO2 arme economie.
- Hoewel de sector Architecten, ingenieursdiensten, keuring en controle over het geheel niet sterk en internationaal onderscheidend is, zijn daarbinnen wel degelijk een aantal niches aan te wijzen waar Nederland internationaal leidend is. Denk daarbij aan de baggersector, gespecialiseerde ingenieursdiensten, etc.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)

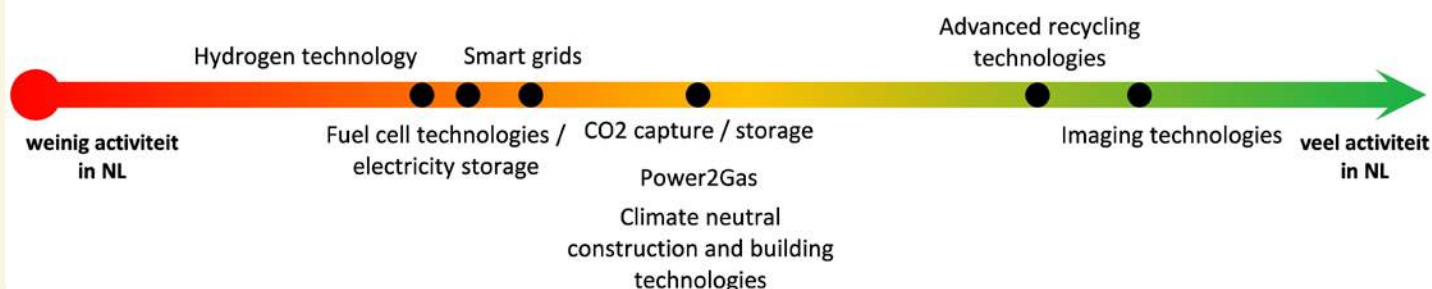


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Klimaat (smart climate solutions)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Nederland beschikt over een sterke positie in een aantal relevante opkomende technologieën. Beeldtechnologie (Imaging technologies) is in veel toepassingen van belang van de scheiding en recycling van diverse soorten afval tot aardobservatie /remote sensing. Geavanceerde recycling is daarbij op zichzelf een belangrijke technologie.
- Verder kunnen technologieën als Power2Gas en andere technologieën voor opslag van duurzame energie, klimaatneutraal bouwen, CO2 opslag en smart grids, een belangrijke bijdrage leveren aan klimaatoplossingen. Verdere kennisontwikkeling is hier nodig.
- Waterstoftechnologie en brandstofcellen zijn belangrijk voor deze vernieuwingsopgave, maar lijken voor Nederland wat minder kansrijk.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaarden.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$



# Klimaat (smart climate solutions)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven		
		Adaptatie: (her)inrichting (rivieren, kust, landschap)	Adaptatie: klimaatbestendige steden	Mitigatie: Koolstofarme economie
<b>Sterk</b> (x1)	Gezondheidswetenschappen			
	Milieuwetenschappen	3	3	3
	Informatie- en communicatiewetenschappen			
	Management en planning		2	
	Klinische geneeskunde			
	Psychologische wetenschappen			
	Economische wetenschappen			
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)			2
	Biomedische wetenschappen			
	Rechten en criminologie			
	Geschiedenis, filosofie en religie			
	Politieke wetenschappen			
	Sterrenkunde			
	Onderwijswetenschappen			
Landbouw- en voedingswetenschappen	3		3	
Taal en linguïstiek				
Statistiek				
<b>Gemiddeld</b> (x0.5)	Sociologie en antropologie			
	Kunsten, cultuur en muziek			
	Fundamentele levenswetenschappen			
	Fysica en materiaalkunde			2
<b>Minder sterk</b> (x0)	Aardwetenschappen en -technologie	3	2	2
	Biologische wetenschappen	2		
	Chemie en chemische technologie			3
	Civiele techniek	3	3	2
	Fundamentele medische wetenschappen			
	Computerwetenschappen			
	Energiewetenschappen		3	3
	Literatuurwetenschappen			
	Electrotechniek			
	Algemene en productie technologie			3
	Werktuigbouwkunde			
	Instrumenten en instrumentarium	2		
	Wiskunde			
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>16</b>	<b>13</b>	<b>23</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>38%</b>	<b>38%</b>	<b>39%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Klimaat (smart climate solutions)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven		
		Adaptatie: (her)inrichting (rivieren, kust, landschap)	Adaptatie: klimaatbestendige steden	Mitigatie: Koolstofarme economie
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors			2
	Handling (heavy equipment)	3	3	2
	Civil engineering	3	3	2
	Medical technology			
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	2	2	3
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals			
	Micro-structural and nano-technology			
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	2		
	Thermal processes and apparatus		3	3
	Food chemistry			
	Environmental technology (recycling technologies)	3	3	3
	Mechanical elements			
	Optics			
	IT methods for management (software)			
	Control (regulating and signaling systems etc.)			
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry			3
	Biotechnology			
	Computer technology (hardware)			
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers		2	
	Audio-visual technology (consumer electronics)			
	Transport		3	3
	Electrical machinery, apparatus, energy			3
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)			
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>10,5</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>13</b>	<b>19</b>	<b>24</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>81%</b>	<b>58%</b>	<b>50%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Klimaat (smart climate solutions)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven		
		Adaptatie: (her)inrichting (rivieren, kust, landschap)	Adaptatie: klimaatbestendige steden	Mitigatie: Koolstofarme economie
<b>Sterk</b> (x1)	Informatietechnologie en informatiediensten			
	Groot- en detailhandel			
	Zorg en welzijn			
	Overige zakelijke diensten			
	Vervoer en opslag		2	3
	Voedings-, genotmiddelenindustrie			
	Chemische industrie			3
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten			
	Machine-industrie	2		3
	Landbouw, bosbouw, visserij	3		3
	Financiële diensten			
	Metaalproductenindustrie			
	Basismetalenindustrie			2
	Rubber- en kunststofproductindustrie			
Aardolie-industrie			2	
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Juridische diensten, accountancy en consultancy			
	Reparatie en installatie van machines			
	Delfstoffenwinning			3
	Elektrotechnische industrie			
	Farmaceutische industrie			
	Overige transportmiddelenindustrie			2
	Textiel-, kleding-, lederindustrie			
	Papierindustrie			
	Auto- en aanhangwagenindustrie			2
<b>Minder sterk</b> (x0)	Energieproductie		2	3
	Architecten en ingenieursdiensten	3	3	3
	Onroerend goed			
	Telecommunicatie			
	Meubel- en overige industrie			
	Horeca			
	Bouw	3	3	3
	Elektrische apparatenindustrie			2
	Uitgeverijen			
	Bouwmaterialenindustrie	2	2	2
	Grafische industrie			
	Cultuur, sport en recreatie			
	Water en afvalbeheer	3	3	2
	Houtindustrie			
	Filmindustrie, radio en televisie			
Overige persoonlijke diensten				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>5</b>	<b>2</b>	<b>19,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>16</b>	<b>15</b>	<b>38</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>31%</b>	<b>13%</b>	<b>51%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Hulpbronnen en water (smart resources)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Een wereldbevolking die groeit tot meer dan 9 miljard mensen in 2025 en stijgende inkomens (vooral in Azië) zorgen voor een groeiende vraag naar grondstoffen en een sterk toenemend gebruik van water. Dat leidt tot schaarste, milieubelasting en conflicten. Oplossingsrichtingen zijn het overschakelen van niet hernieuwbare hulpbronnen naar hernieuwbare en het volledig herbenutten van materialen: de circulaire economie waarin alle afval een nieuwe bestemming vindt. Metalen en andere stoffen worden volledig teruggewonnen uit producten en 'biobased' producten gaan een steeds belangrijker rol spelen. Om die circulaire economie mogelijk te maken zijn nieuwe technieken nodig, niet alleen voor de biobased economy, maar ook op het gebied van inzameling en recycling van materialen.

We gaan meer specifiek in op de volgende innovatieopgaven:

- **Ontwikkelen en efficiënt gebruiken van nieuwe biomaterialen:** biobased economy voor voedsel en niet-voedsel toepassingen.
- **Circulaire economie:** het sluiten van energie-, grondstof- en waterketens) en ontwikkeling van nieuwe waardeketens en businessmodellen daarvoor.
- **Ontwikkelen en benutten van geïntegreerde waterbeheersystemen** op basis van sensoren, algoritmes, satellietdata, etc.
- **Leven met en van de zee:** offshore, deep-sea mining, sea farming.

## Resultaten

De sterktes voor de vernieuwingsopgave *Hulpbronnen en water* worden vooral gevonden aan de kant van de bedrijven. Nederland is minder internationaal onderscheidend in kennis en technologie. Dat is reden voor zorg omdat op termijn Nederland zijn internationaal onderscheidende positie kan verliezen.

Vooral de kennispositie voor *Hulpbronnen en water* is internationaal gezien minder onderscheidend. Wat betreft de fundamentele kennis scoort Nederland weliswaar boven het mondiale gemiddelde in alle kennisvelden, maar zijn we internationaal onderscheidend in slechts 4 van de 9 relevante kennisvelden. In o.a. Civiele techniek, Chemie en Energiewetenschappen is Nederland vanuit de wetenschap minder goed gepositioneerd. Ook de technologieën Bio-technologie en Meetinstrumenten zijn op basis van patentaanvragen minder onderscheidend. Om de transitie naar een duurzame economie te versnellen, lijkt hier een behoefte aan een extra impuls. Op basis van goed gekozen prioriteiten kan een internationaal onderscheidende positie ontwikkeld worden.

In de overgang naar een duurzame samenleving spelen het *gebruik van nieuwe biomaterialen* en de transitie naar een *circulaire economie* met gesloten kringlopen de hoofdrol. Nederland beschikt over belangrijke assets voor het ontwikkelen en gebruiken van nieuwe biomaterialen, bijvoorbeeld een sterk chemiecluster en een sterke technologiepositie. Verder beschikt Nederland over een gematigd sterke infrastructuur voor inzameling, scheiding en verwerking van gebruikte materialen. De internationale positie van kennisinstellingen, bedrijfsleven en technologieën is hier gemiddeld sterk. Ook laten de relevante bedrijfssectoren op dit gebied een meer beperkte dynamiek zien in de afgelopen jaren.

De *circulaire economie* vraagt ook om nieuwe verdien- en businessmodellen. Materialen die gedurende de hele kringloop eigendom blijven van de producent vragen slimme managementsystemen. Hier heeft Nederland een sterke internationale positie op basis van onderzoeksspecialisaties in Economische en Managementwetenschappen.

Twee innovatieopgaven gaan over water: ten eerste het beheer van water en ten tweede de mogelijkheden om aan water te verdienen en om met het water te leven. Nederland heeft hier een sterk triple helix cluster. Hier worden internationaal toonaangevende programma's ontwikkeld zoals het Deltaprogramma Zoetwater, Ruimte voor de rivier en de Zandmotor die Nederland internationaal onderscheidend maken. De basis hiervoor wordt gevormd door sterke posities in Civiele techniek, Machinebouw en Milieuwetenschappen en in iets mindere mate in Milieutechnologie.

# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

**Inleiding**  
**Resultaten**

p1  
p1

**Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave**

- *Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken*
- *Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën*
- *Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen*

p3  
p3  
p3  
p3

**Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave**

- 1 - *Sterkte van relevante kennisvelden*
- 2 - *Sterkte van relevante technologieën*
- 3 - *Sterkte van relevante bedrijfstakken*
- 4 - *Kansen: dynamiek van de relevante bedrijfstakken*
- 5 - *Kansen: opkomende technologieën*

p4-6  
p4  
p4  
p5  
p5  
p6

**Deel 3: Toelichting stoplichten**

- Bijlage 1 - Bouwen op kennisvelden*
- Bijlage 2 - Bouwen op technologieën*
- Bijlage 3 - Bouwen op bedrijfstakken*

p6-9  
p7  
p8  
p9

**Betekenis kleuren**

- Groen: ruim (>55%)
- Oranje: gemiddeld (40%-55%)
- Grijs: gering (<40%)

Mate van bouwen op sterke:

Kennisvelden

Technologieën

Bedrijfstakken

Kansen:

Dynamiek van bedrijfstakken

Opkomende technologieën

Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen:

Een veilige en veerkrachtige samenleving

Duurzaam gebruik van hulpbronnen in productie en consumptie

Omgaan met nieuwe technologie

Een duurzame leefomgeving

Een gezonde samenleving

Vernieuwingsopgave

Innovatieopgave 1

Innovatieopgave 2

Vernieuwingsopgave

Innovatieopgave



1 - Sterkte van relevante kennisvelden [p4]



2 - Sterkte van relevante technologieën [p4]



3 - Sterkte van relevante bedrijfstakken [p5]

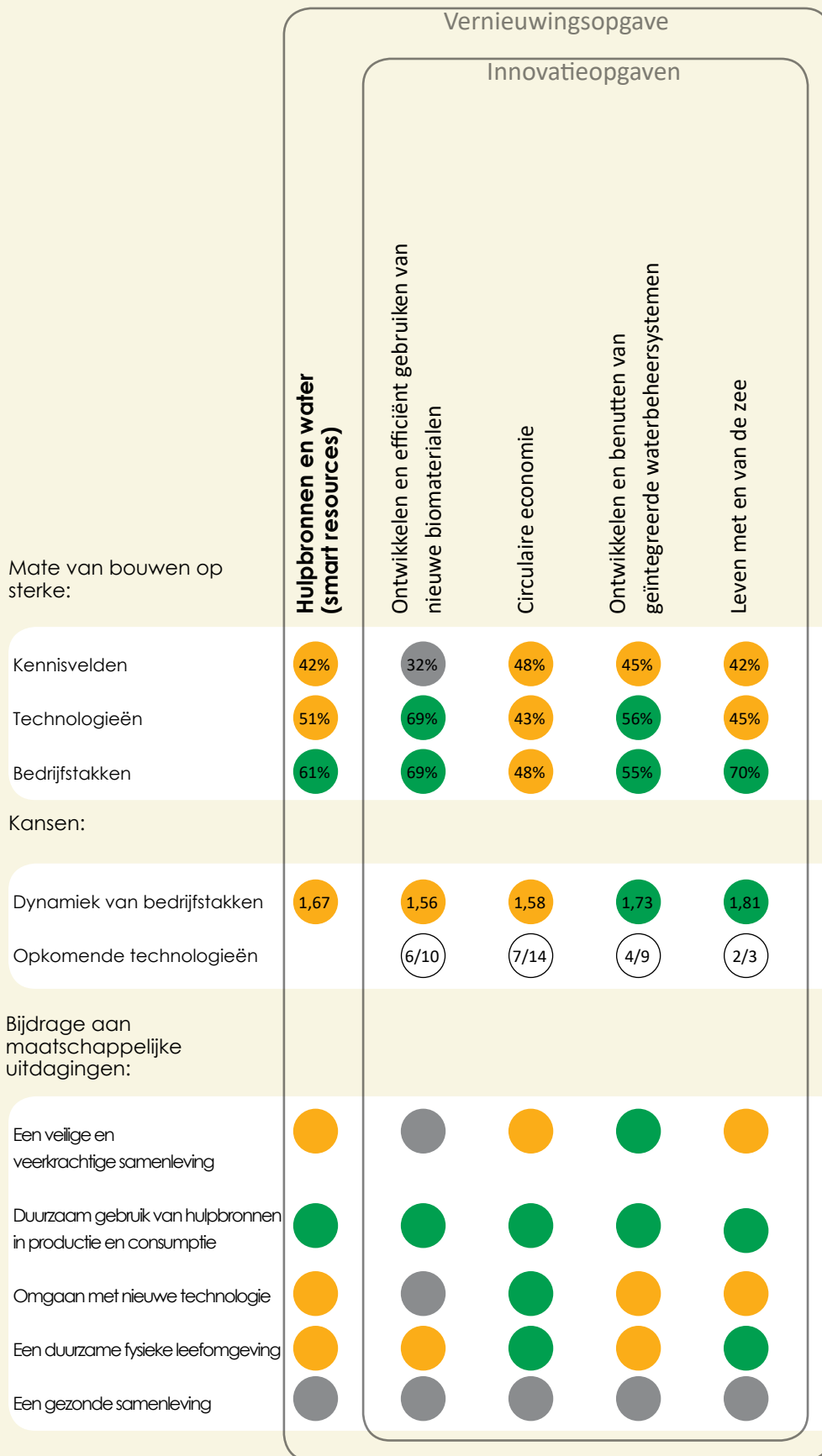


4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken [p5]



5 - Kansen: opkomende technologieën [p6]

# Hulpbronnen en water (smart resources)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

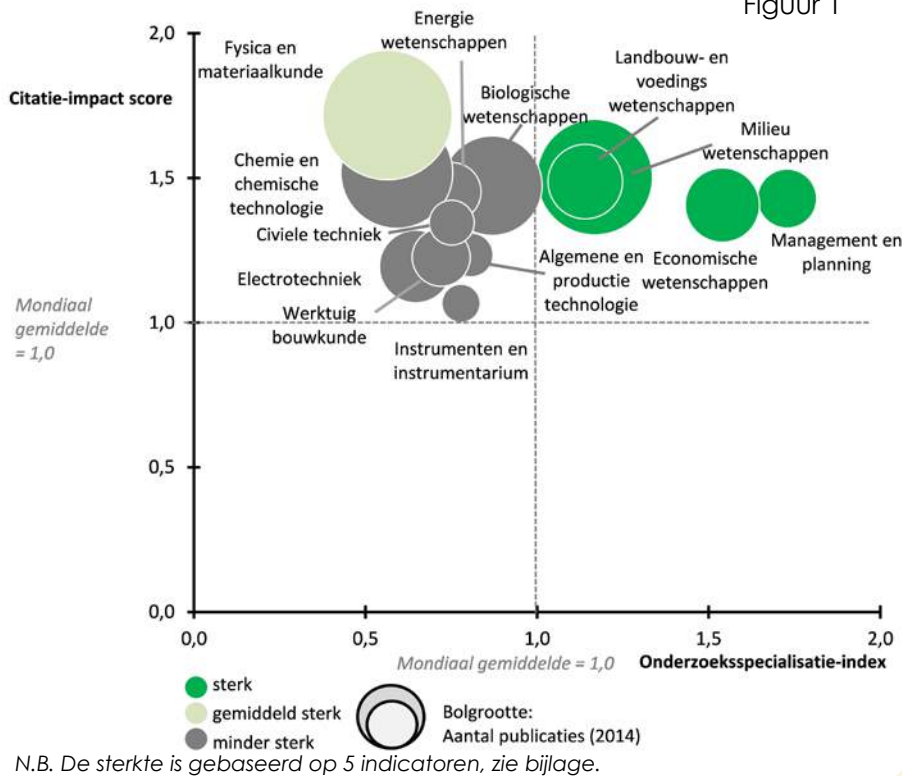
## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Hulpbronnen en water* kan bouwen op sterke bedrijfstakingen en deels op sterke technologieën. Geen van de innovatieopgaven kan bouwen op een internationaal onderscheidende combinatie van kennisvelden.
- De relatief zwakke kennispositie voor deze vernieuwingsopgave wordt veroorzaakt door het grote aantal kennisvelden dat relevant is en het hoge aandeel daarin van de niet sterke kennisvelden.
- Wat betreft de bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen is deze vernieuwingsopgave met name gericht op het realiseren van een *Duurzaam gebruik van hulpbronnen* in zowel productie, als consumptie. De bijdrage aan de andere maatschappelijke uitdagingen is minder sterk en beperkt zich tot specifieke innovatieopgaven.
- De innovatieopgave *Ontwikkeling van nieuwe biomaterialen* kan bouwen op een sterke technologiepositie en op sterke bedrijfstakingen. De kennispositie is echter gering.
- De innovatieopgave *Circulaire economie* is het minst goed gepositioneerd. Er zijn weinig sterktes in kennis, technologie en bedrijfstakingen waar op gebouwd kan worden. Dit geldt ook voor de recente dynamiek van de bedrijfstakingen.
- Opvallend is wel de brede maatschappelijke potentie van *Circulaire economie*. Deze innovatieopgave heeft ook impact op het *Omgaan met nieuwe technologie* en *Een duurzame leefomgeving*, zowel in de stad als op het platteland.
- Bij de innovatieopgaven *Geïntegreerde waterbeheersystemen* en *Leven met en van de zee* zien we sterke bedrijfsposities, ook m.b.t. de recente dynamiek. Daarnaast is er een redelijk sterke internationale positie in technologieën. Echter is de technologiepositie van *Leven met en van de zee* minder goed ontwikkeld.

# Hulpbronnen en water (smart resources)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden

Figuur 1



- De vernieuwingsopgave *Hulpbronnen en water* is breed van aard en bouwt op 13 kennisvelden. Alle kennisvelden scoren boven het internationale gemiddelde, maar slechts in 4 is Nederland gespecialiseerd: Landbouw en voedingswetenschappen, Milieuwetenschappen, Economische wetenschappen, en Management en planning.

- Minder sterke, maar belangrijke kennisvelden zijn o.a.: Energiewetenschappen, Instrumenten en instrumentarium, Civiele techniek en Fysica en materiaalkunde.

- Voor een aantal innovatieopgaven is ook een onderscheidende internationale kennispositie in de minder sterke kennisvelden Chemie, Werktuigbouwkunde en Biologische wetenschappen van belang.

- Er zijn kansen voor stimulering van een aantal bètawetenschappen om Nederland op een internationaal onderscheidend kennispositie te brengen.

- Overigens zijn er binnen de brede kennisvelden niches en specialismen waar Nederland wel uitblinkt: denk aan waterbouw en daaraan gerelateerde technologie.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- Van de 10 relevante technologieën is Nederland internationaal sterk positioneerd in 3. In 3 technologieën is Nederland gemiddeld sterk.

- Waar Civiele techniek als wetenschap een relatief kleine en zwakke positie heeft, is Civiele techniek op basis van patentaanvragen (samen met Machinebouw) internationaal sterk toonaangevend. In de toepassing lijkt Nederland hier sterker dan in de fundamentele kennis. De sterke technologiepositie kan worden geïllustreerd met internationaal aansprekende voorbeelden als de Zandmotor, Ruimte voor de rivier, etc.

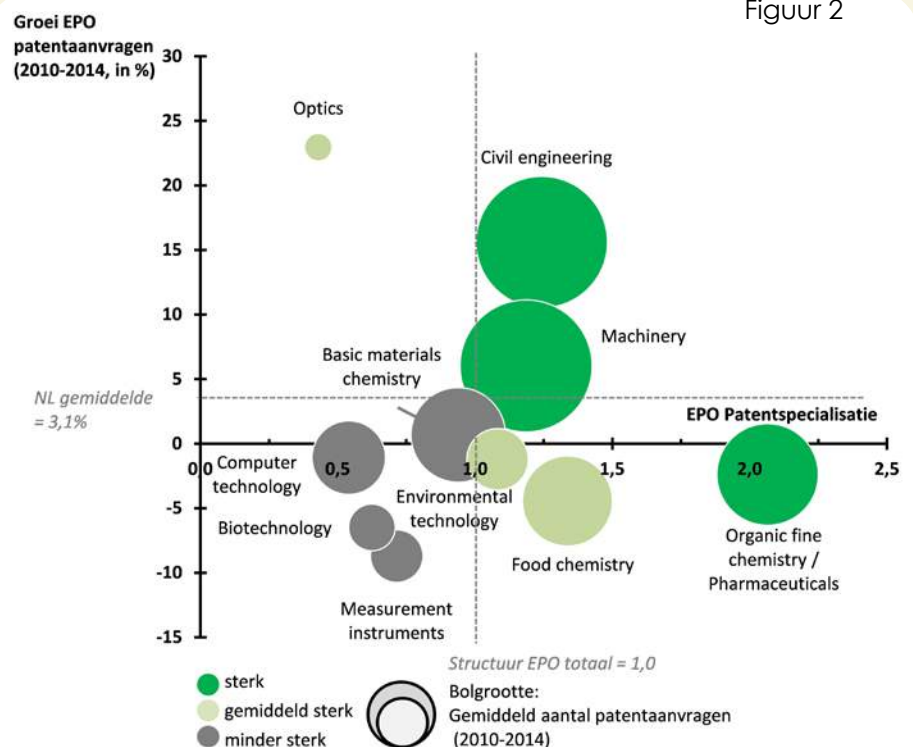
- Machinebouw en Civiele techniek zijn ook de twee technologieën die bijdragen aan alle vier de innovatieopgaven. Terwijl de technologiepositie over het algemeen minder sterk is, vormen deze technologieën een sterke kern voor *Hulpbronnen en water*.

- In Milieutechnologie, Optics en Food chemistry is Nederland gemiddeld sterk.

- De relatief zwakke technologieën zoals Meetinstrument en Biotechnologie zijn uitgedrukt in het aantal patenten, klein.

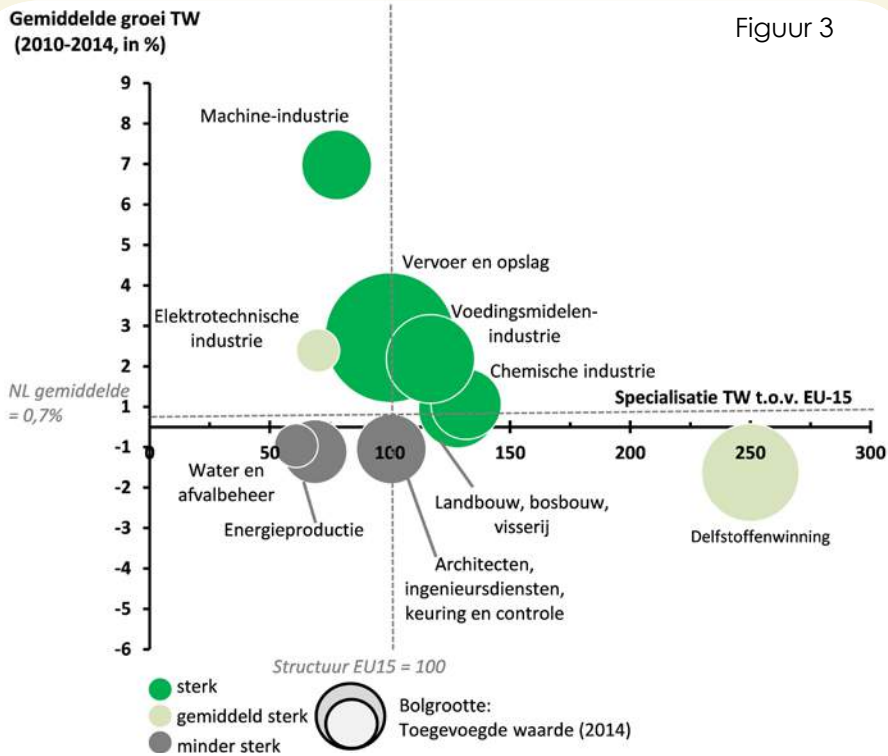
\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.

Figuur 2



# Hulpbronnen en water (smart resources)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

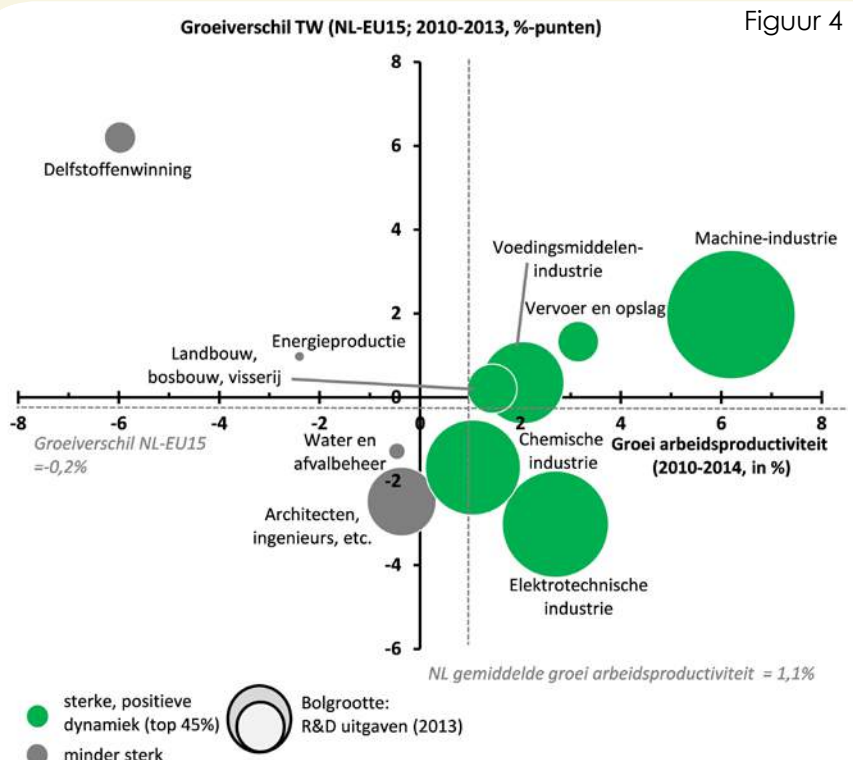


N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

- Er zijn 10 bedrijfstakken relevant voor de vernieuwingsopgave *Hulpbronnen en water (Smart resources)*. Nederland kan in de meest sterke mate bouwen op 5 bedrijfstakken.
- Daarnaast zijn er nog 2 gemiddelde sterke bedrijfstakken: Elektrotechnische industrie en Delfstoffenwinning.
- Ondanks de hoge specialisatiescore, scoort Delfstoffenwinning minder sterk op de overige economische indicatoren.
- Van de 3 minder sterke bedrijfstakken wordt met name in Energieproductie en Water en afvalbeheer relatief weinig R&D geïnvesteerd (zie figuur 4).
- Samen met Architecten en ingenieursdiensten zijn dit belangrijke bedrijfstakken voor de innovatieopgaven in *Smart resources*. Tezamen met hun relatief kleine omvang en negatieve ontwikkeling van de toegevoegde waarde zijn deze bedrijfstakken minder sterk.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

- Machine-industrie, Vervoer & opslag, Voedingsmiddelenindustrie, Elektrotechnische industrie, Chemie en Landbouw hebben een relatief grote groeidynamiek sinds 2010.
- Hun omvang, groei – ook in vergelijking met de EU15 – en R&D-uitgaven zorgen voor deze score.
- Deze sterke bedrijfstakken leveren een bijdrage aan meerdere innovatieopgaven m.b.t. het duurzaam omgaan met hulpbronnen en water.
- Overigens levert een meer circulaire economie niet louter winnaars op. Het langer in omloop houden van grondstoffen en materialen door reparatie, hergebruik en recycling levert ergens in de waardeketen ook tot reductie van productie.
- Per saldo vinden er verschuivingen tussen sectoren plaats. Hierbij compenseert de winst aan verdienpotentieel in de ene bedrijfstak deels voor het verlies aan verdienpotentieel elders.



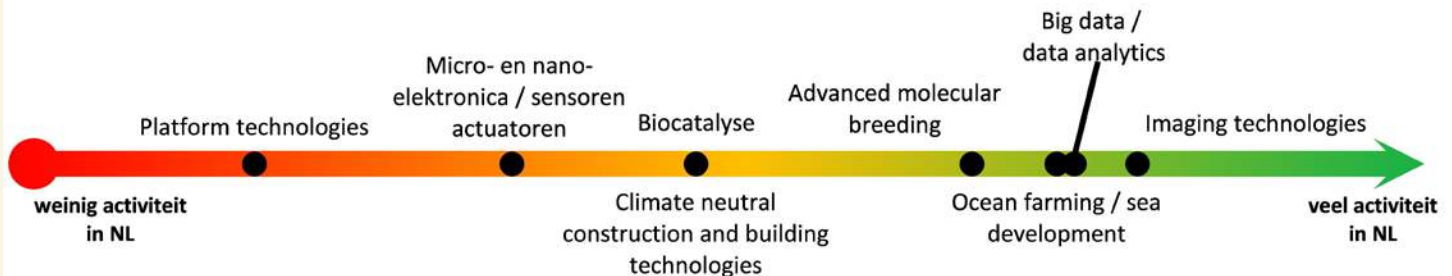
N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.



# Hulpbronnen en water (smart resources)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Nederland kan voor deze vernieuwingsopgave in beperkte mate bouwen op opkomende technologieën.
- Imaging technologies en Sensoren zijn breed inzetbaar. Ze zijn belangrijk in geavanceerde systemen om afval te scheiden en kunnen gebruikt worden voor monitoring van milieuprocessen (radar, remote sensing, etc.).
- In Nederland is ook redelijk veel activiteit aanwezig in kennisinstellingen en het bedrijfsleven rondom Advanced molecular breeding. Daarentegen is de internationale positie van Biotechnologie (zie figuur 2) minder goed ontwikkeld.
- Potentie is ook aanwezig in de verdere ontwikkeling van Biocatalyse en Klimaatneutraal bouwen. Echter zijn deze technologieën zijn vooraansnog niet sterk ontwikkeld.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaardes.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$

# Hulpbronnen en water (smart resources)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven			
		Ontwikkelen en efficiënt gebruiken van nieuwe biomaterialen	Circulaire economie	Ontwikkelen en benutten van geïntegreerde waterbeheersystemen	Leven met en van de zee
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen				
	Milieuwetenschappen	2	3	3	3
	Informatie- en communicatiewetenschappen			2	
	Management en planning		3	2	2
	Klinische geneeskunde				
	Psychologische wetenschappen				
	Economische wetenschappen		3		2
	Sociale en gedragwetenschappen (interdisciplinair)		2		
	Biomedische wetenschappen				
	Rechten en criminologie				
	Geschiedenis, filosofie en religie				
	Politieke wetenschappen				
	Sterrenkunde				
	Onderwijswetenschappen				
	Landbouw- en voedingswetenschappen	3	3	2	3
	Taal en linguïstiek				
Statistiek					
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie				
	Kunsten, cultuur en muziek				
	Fundamentele levenswetenschappen				
	Fysica en materiaalkunde	2	2		2
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie				2
	Biologische wetenschappen	3			2
	Chemie en chemische technologie	3	3		
	Civiele techniek		2	2	3
	Fundamentele medische wetenschappen				
	Computerwetenschappen			2	
	Energiewetenschappen	3	3		3
	Literatuurwetenschappen				
	Electrotechniek			2	2
	Algemene en productie technologie	3	3		
	Werktuigbouwkunde		2	2	
	Instrumenten en instrumentarium		2	3	2
	Wiskunde				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>11</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>19</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>32%</b>	<b>48%</b>	<b>45%</b>	<b>42%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Hulpbronnen en water (smart resources)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven			
		Ontwikkelen en efficiënt gebruiken van nieuwe biomaterialen	Circulaire economie	Ontwikkelen en benutten van geïntegreerde waterbeheersystemen	Leven met en van de zee
<b>Sterk</b> (x1)	Semiconductors			2	
	Handling (heavy equipment)				2
	Civil engineering	2	2	2	3
	Medical technology				
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	2	3	2	2
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals	3	2	3	
	Micro-structural and nano-technology	3			
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)			2	
	Thermal processes and apparatus		3		
	Food chemistry	3	3		2
	Environmental technology (recycling technologies)	2	3		
	Mechanical elements		3		
	Optics			2	2
	IT methods for management (software)			2	
	Control (regulating and signaling systems etc.)			3	
<b>Minder sterk</b> (x0)	Basic materials chemistry		2		2
	Biotechnology	3	3		
	Computer technology (hardware)			3	2
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers		3		
	Audio-visual technology (consumer electronics)				
	Transport				3
	Electrical machinery, apparatus, energy		3		
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)			3	2
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>12,5</b>	<b>13</b>	<b>13,5</b>	<b>9</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>18</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>20</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>69%</b>	<b>43%</b>	<b>56%</b>	<b>45%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Hulpbronnen en water (smart resources)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven			
		Ontwikkelen en efficiënt gebruiken van nieuwe biomaterialen	Circulaire economie	Ontwikkelen en benutten van geïntegreerde waterbeheersystemen	Leven met en van de zee
<b>Sterk</b> (x1)	Informatietechnologie en informatiediensten			3	
	Groot- en detailhandel		2		
	Zorg en welzijn				
	Overige zakelijke diensten				
	Vervoer en opslag		3		2
	Voedings-, genotmiddelenindustrie	3	3		3
	Chemische industrie	3	2		2
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten				
	Machine-industrie		2	3	2
	Landbouw, bosbouw, visserij	3	3	3	3
	Financiële diensten		2		
	Metaalproductenindustrie				
	Basismetalaalindustrie		2		
	Rubber- en kunststofproductindustrie		2		
Aardolie-industrie				2	
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Juridische diensten, accountancy en consultancy				
	Reparatie en installatie van machines		3		
	Delfstoffenwinning		2		2
	Elektrotechnische industrie			3	2
	Farmaceutische industrie				
	Overige transportmiddelenindustrie				3
	Textiel-, kleding-, lederindustrie		3		
	Papierindustrie		2		
	Auto- en aanhangwagenindustrie		2		
<b>Minder sterk</b> (x0)	Energieproductie	2	3		2
	Architecten en ingenieursdiensten		2	2	2
	Onroerend goed				
	Telecommunicatie			2	
	Meubel- en overige industrie		2		
	Horeca				
	Bouw		3		
	Elektrische apparatenindustrie		3		
	Uitgeverijen				
	Bouwmaterialenindustrie		3		
	Grafische industrie				
	Cultuur, sport en recreatie				
	Water en afvalbeheer	2	3	3	
	Houtindustrie		2		
	Filmindustrie, radio en televisie				
Overige persoonlijke diensten		2			
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>9</b>	<b>27</b>	<b>10,5</b>	<b>17,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>13</b>	<b>56</b>	<b>19</b>	<b>25</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>69%</b>	<b>48%</b>	<b>55%</b>	<b>70%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Een groeiende wereldbevolking en hogere inkomens leiden tot een wereldwijde sterke groei in de vraag naar voedsel. Tegelijkertijd neemt het beschikbare areaal aan landbouwgrond af door verstedelijking, industrialisatie en erosie. Dat vraagt om duurzame productiesystemen die toch hoogproductief zijn, om het terugdringen van verliezen en verspilling overal in de keten en om de ontwikkeling van nieuwe uitgangsmaterialen en gezonde voedingsmiddelen. Aan de consumptiekant is obesitas wereldwijd een steeds groter probleem dat niet alleen veroorzaakt wordt door een inactieve levensstijl, maar ook door teveel en ongezonde voeding. Aan de productiekant zijn nieuwe technologische doorbraken nodig in plantenveredeling, productietechnieken (bijvoorbeeld energie-neutrale kassen), nieuwe bronnen van eiwitten en andere voedingsstoffen. Aan de consumptiekant is het van belang veel beter inzicht te krijgen in de determinanten van gedrag en consumptie teneinde mensen veel effectiever te adviseren over het maken van gezonde keuzes in hun voeding. Data, apps en sensoren kunnen daarbij ondersteunend zijn.

Specifieke innovatieopgaven zijn:

- **Ontwikkelen van nieuwe, gezonde voedingsmiddelen en persoonlijke advisering** (personalised nutrition)
- **Koppelen van inzichten voeding en gedrag:** maken van gezonde keuzes en ondersteuning daarbij door apps en data
- **Intensieve en duurzame productiesystemen** voor voedsel en biomaterialen door preciselandbouw (NL en wereldwijd)
- **Verbeteren landbouwproductie door integratie van plantenverdeling en gewasmanagement** – koppeling van data uit moleculaire veredeling en productiesystemen
- **Ontwikkelen nieuwe bronnen en landbouwproducten.** Voorbeeld: eiwitten op basis van algen ten behoeve van de eiwittransitie

## Resultaten

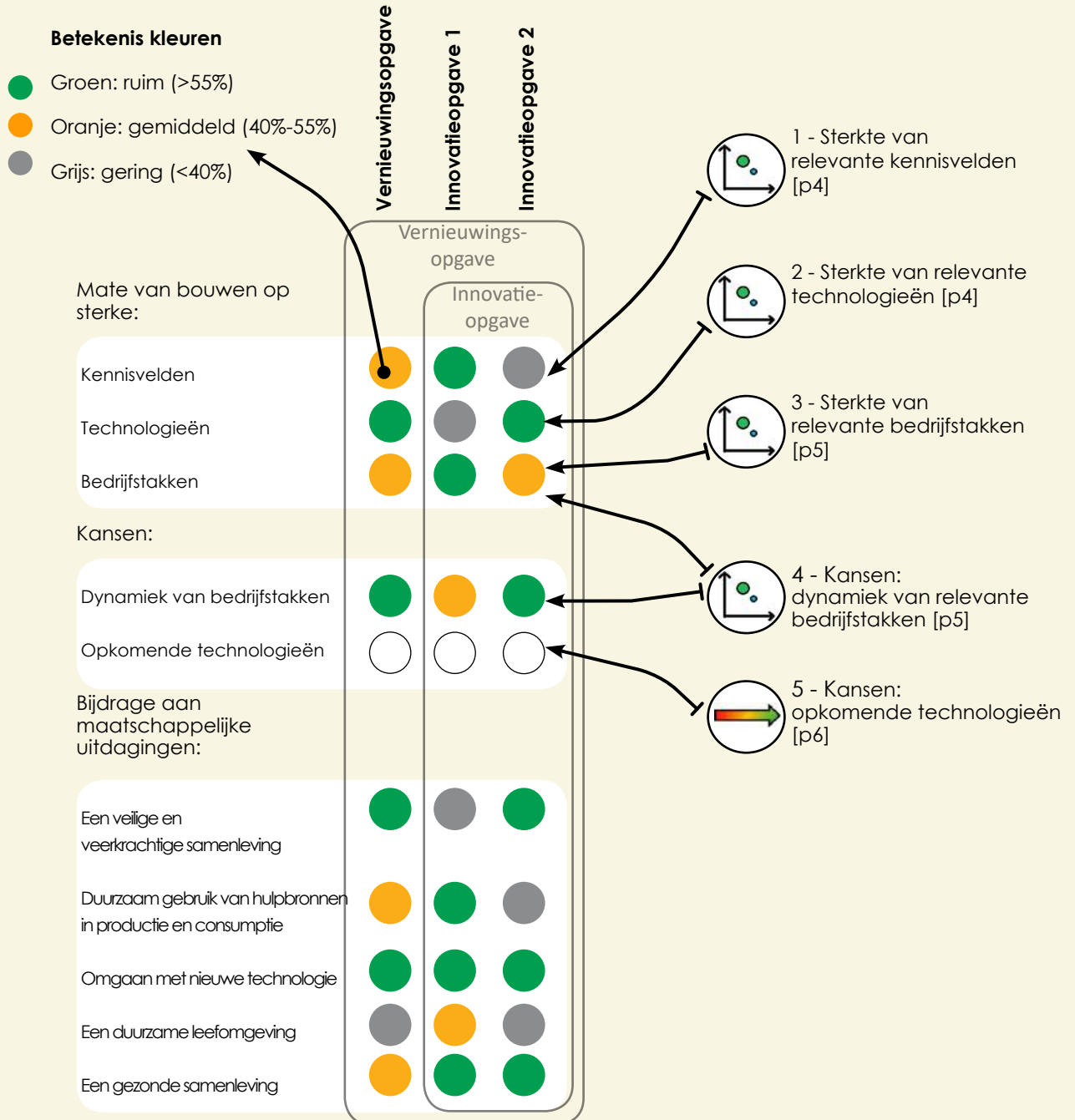
De Nederlandse agrifood sector is internationaal toonaangevend en kan die positie verder uitbouwen. In de productie kunnen onderscheidende posities in de Landbouw- en voedingswetenschappen, Levenswetenschappen, Aardwetenschappen en Milieuwetenschappen gecombineerd worden met sterke technologieposities en sterke bedrijven in de machinebouw en ICT en Communicatie. In die combinatie vinden de ontwikkelingen rond *Smart agriculture* en *Precision farming* plaats: data-gedreven innovatie op basis van informatie afkomstig uit een veelheid van bronnen (machines, sensoren, drones, satellieten, etc.). Daarin zijn ook opkomende technologieën in Genomics, Advanced molecular breeding, Imaging, Big data en Internet-of-Things belangrijk om deze verschillende elementen naadloos te koppelen. Voor uitbouwen van de sterktes is het wel nodig de hightech en de agrifood sector sterker aan elkaar te koppelen. Verder is Nederland een van de grootste exporteurs van landbouwproducten, maar de export van agro-productietechnologie is in het algemeen wat minder succesvol: dit lijkt een nog onderbenutte kans.

Aan de kant van voeding en gezondheid heeft Nederland ook een sterke positie. Daar kan gebouwd worden op sterke kennisvelden in Landbouw en voedingswetenschappen in combinatie met toonaangevende posities in de gammawetenschappen en de gezondheidswetenschappen. Aan de voedingskant zijn er specifieke technologiesterktes in voedseltechnologie (Food chemistry) in de chemische industrie en in de voedingsmiddelenindustrie. De innovatieopgaven *Gezonde voedingsmiddelen* en *Koppelen van inzichten voeding en gedrag* zijn bijzonder kansrijk voor Nederland. Hier kan gebouwd worden op een sterke traditie in interdisciplinaire samenwerking tussen bèta- en gammawetenschappen. In combinatie met nieuwe genetische technologie kan veel beter inzicht op individueel niveau verkregen worden en vanuit de koppeling met sensoren en apps wordt inzicht in de determinanten van voeding en gedrag verkregen als basis voor persoonlijke advisering en coaching. Een belangrijke uitdaging die blijft is het dichten van de kloof tussen hoog- en laagopgeleiden waar het gaat om gezonde voeding en gedrag.

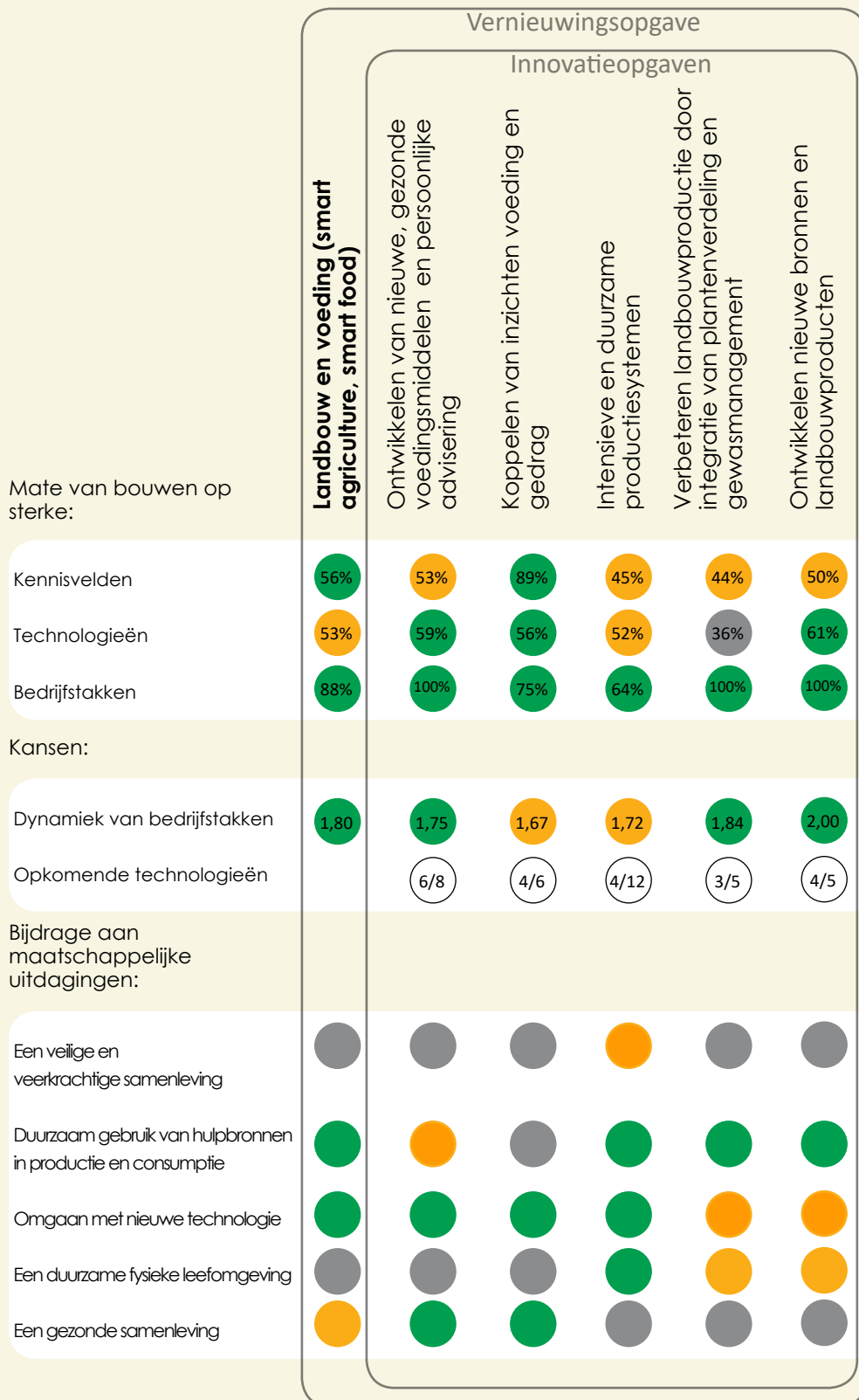
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)



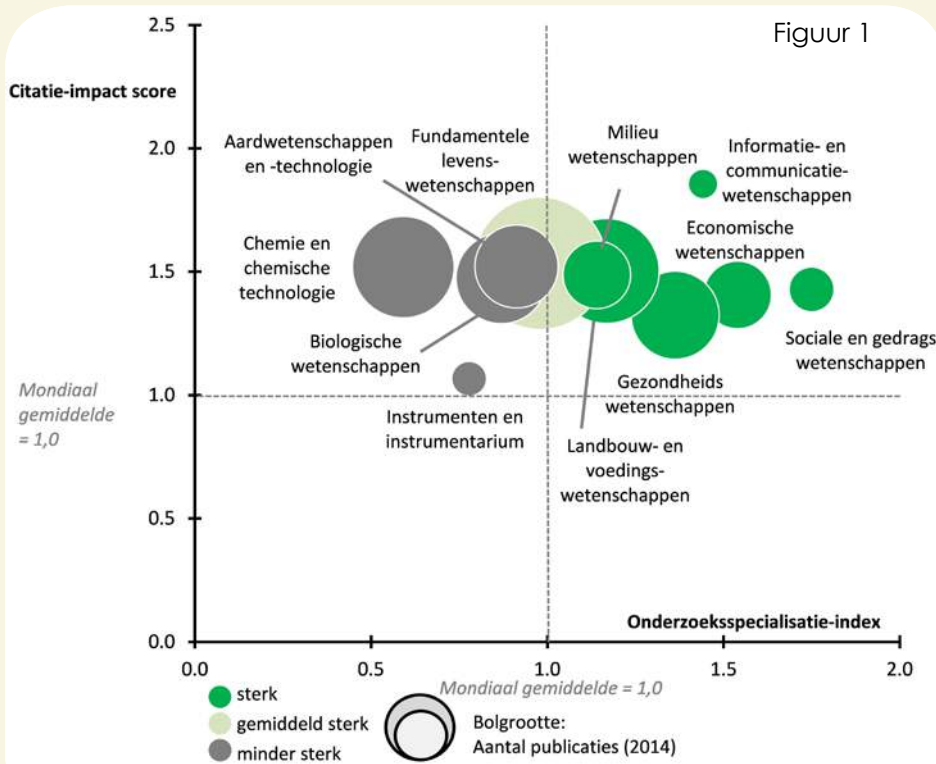
N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- De Nederlandse landbouw en voedingssector is wereldwijd toonaangevend en de vernieuwingsopgave *Landbouw en voeding* kan bouwen op een sterke kennispositie, op een sterke technologiebasis en op gemiddeld sterke bedrijven.
- De vernieuwingsopgave draagt sterk bij aan het adresseren van de maatschappelijke uitdagingen *Duurzaam gebruik van hulpbronnen* en *Omgaan met nieuwe technologie*. Doordat zowel voeding als landbouw in deze vernieuwingsopgave worden meegenomen is de bijdrage aan *Gezonde samenleving* minder sterk. Hetzelfde geldt voor de bijdragen aan de *Veilige en veerkrachtige samenleving* en aan *Duurzame fysieke leefomgeving*.
- De innovatieopgave *Gezonde voedingsmiddelen en advisering* (personalised nutrition) bouwt op sterke posities in technologie en bedrijven. Nieuwe ingrediënten, maar ook sensoren, en apps dragen bij aan persoonlijke voeding. De uitdaging hier zit in het verder uitbouwen van een sterke positie om de visie van persoonlijke voeding verder vorm te geven.
- De innovatieopgave *Koppeling voeding en gedrag* bouwt op sterktes in kennis, technologie en bedrijven. Hoe kunnen mensen ondersteund worden bij het maken van gezonde keuzes? Verdere versterking van de samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen is biedt hier kansen.
- De innovatieopgave *Intensieve en duurzame productiesystemen* vergt investeringen van de kant van kennisinstellingen en bedrijven. Op dit moment is de Nederlandse sterke positie nog sterk gebaseerd op traditionele hoog-intensieve productiesystemen die qua duurzaamheid en dier-vriendelijkheid kunnen worden geoptimaliseerd.

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

- Voor deze vernieuwingsopgave zijn 11 kennisvelden relevant, daarvan zijn er 6 sterk (groene bollen).

- Met name in de Landbouw- en voedingswetenschappen, Economische wetenschappen, Gezondheidswetenschappen, Milieuwetenschappen, Sociale en gedragswetenschappen, en Informatiewetenschappen is Nederland internationaal onderscheidend.

- De Fundamentele levenswetenschappen vormen een groot kennisveld met voor Nederland een iets minder onderscheidende positie.

- Nederland is minder onderscheidend en sterk in Chemie, Aardwetenschappen en Instrumentarium

- Landbouw en voedingswetenschappen dragen, zoals te verwachten, bij aan alle innovatieopgaven.

- Andere disciplines leveren een meer specifieke bijdrage aan respectievelijk de landbouw georiënteerde innovatieopgaven en de voedings- gedrag gerelateerde opgaven.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

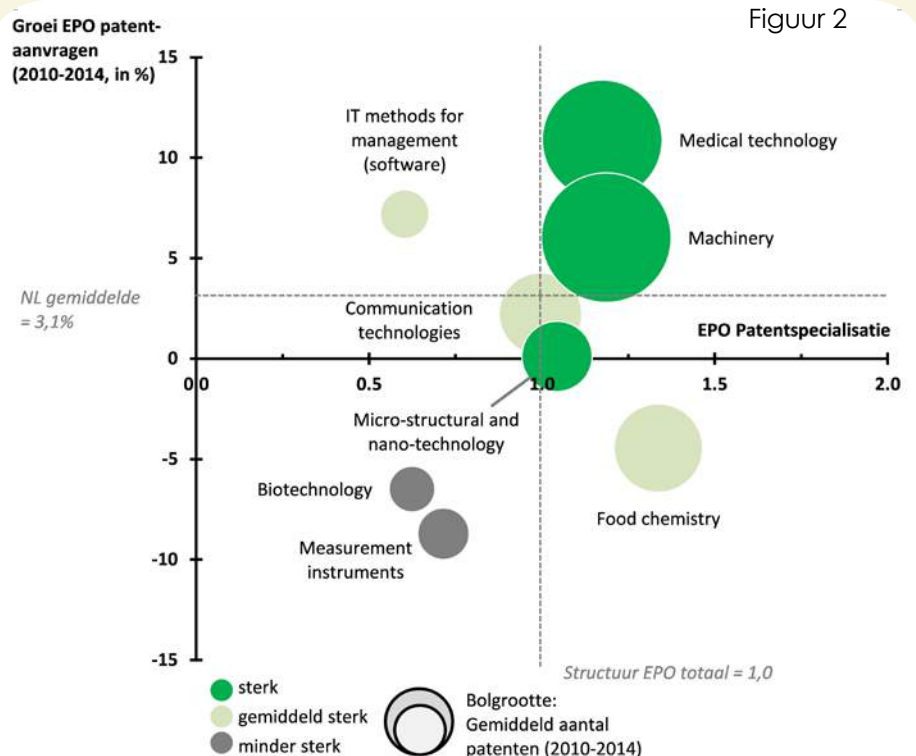
- 8 technologieën zijn relevant voor deze vernieuwingsopgave, daarvan zijn er 3 sterk.

- Met name Medische technologie en Machinebouw zijn grote en sterke technologieën die gekenmerkt worden door een internationale specialisatie waar het gaat om patenten en waar ook de groei van het aantal patenten hoog is.

- Minder sterk is Nederland internationaal gezien in Meetinstrumenten en in ICT/software, Communicatietechnologie en Food chemistry. De laatste vormt een Nederlands specialisme, maar met een relatief lage groei in patenten. Food chemistry draagt wel bij aan de meeste innovatieopgaven.

- Biotechnologie is relevant voor deze vernieuwingsopgave, maar scoort internationaal gezien zwak op aantal en groei van patenten. Kanttekening: biotech omvat hier zowel medisch, industrieel en landbouw. Nederland heeft op de laatste een aantal specifieke sterktes, die we terugzien bij bedrijven en kennisinstellingen.

\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.



N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

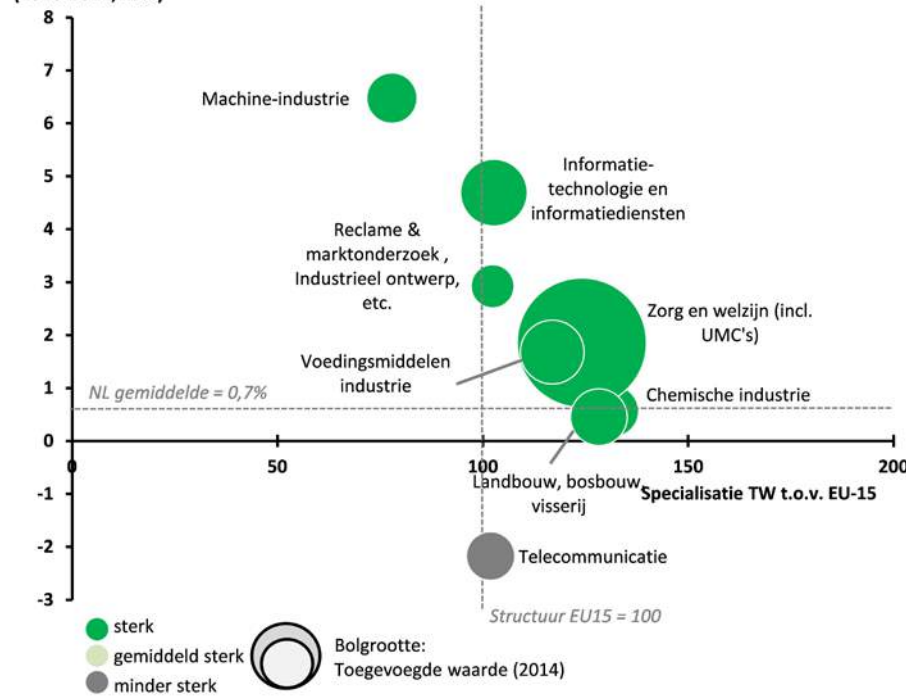


# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW  
(2010-2014, in %)

Figuur 3



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

- De vernieuwingsopgave *Landbouw en voeding* kan in hoge mate bouwen op relatief sterke bedrijfstakken (zie groene bollen).

- Op basis van de 9 onderliggende economische indicatoren scoort alleen de bedrijfstak Telecommunicatie minder sterk.

- De Landbouwsector en de Chemische industrie zijn de bedrijfstakken die bijdragen aan het grootste aantal innovatieopgaven: 4 van de 5. De Voedings- en genotmiddelenindustrie levert een sterke bijdrage aan 3 innovatieopgaven.

- De Landbouw en de voedingsmiddelenindustrie vormen een Nederlandse specialisatie die een gemiddelde groei van de toegevoegde waarde laten zien en een groei in de arbeidsproductiviteit die licht bovengemiddeld is.

- Zorg en welzijn is een belangrijke bedrijfstak door de relatie met voeding, gezondheid en gezond gedrag. Zorg en welzijn relevant is verreweg de grootste van alle relevante bedrijfstakken.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

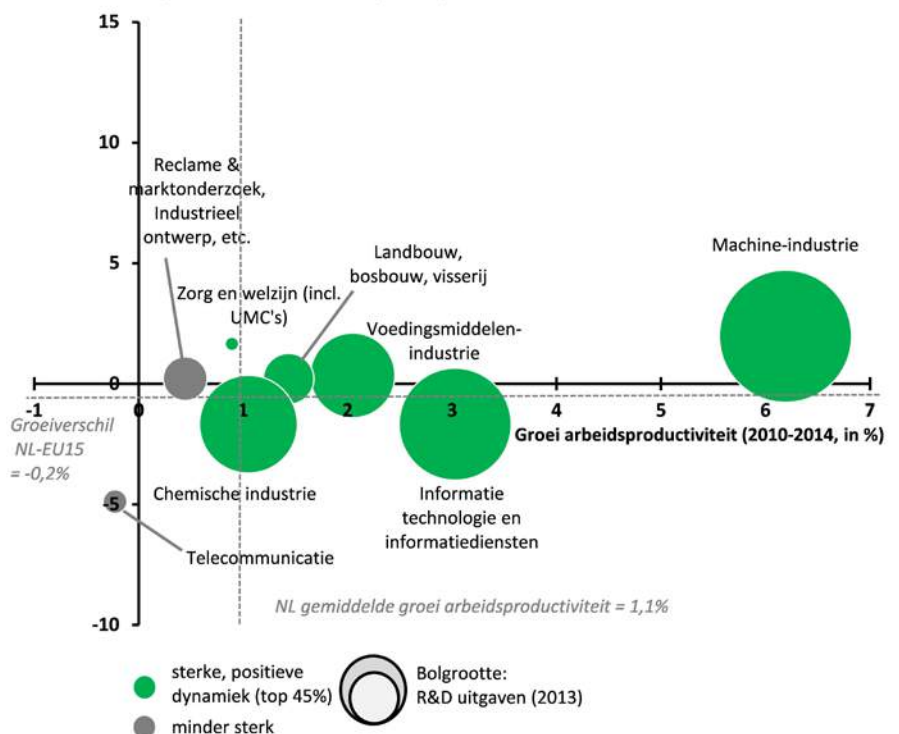
- Vooral de Machine-industrie, Informatietechnologie en informatiediensten, Voedingsmiddelenindustrie en Chemische industrie dragen met hun relatief hoge R&D-investeringen in sterke mate bij aan het toekomstig kansen voor Nederland.

- Zorg en welzijn is een grote sector qua toegevoegde waarde, echter de recente dynamiek in de sector is minder groot. Het is primair een op Nederland gerichte maatschappelijke dienstverlener (met een geringe **private** R&D).

- Uiteraard draagt de Landbouw hier ook aan bij, zij het in wat mindere mate – o.a. vanwege een lagere R&D-intensiteit en lagere arbeidsproductiviteitsgroei.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)

Figuur 4

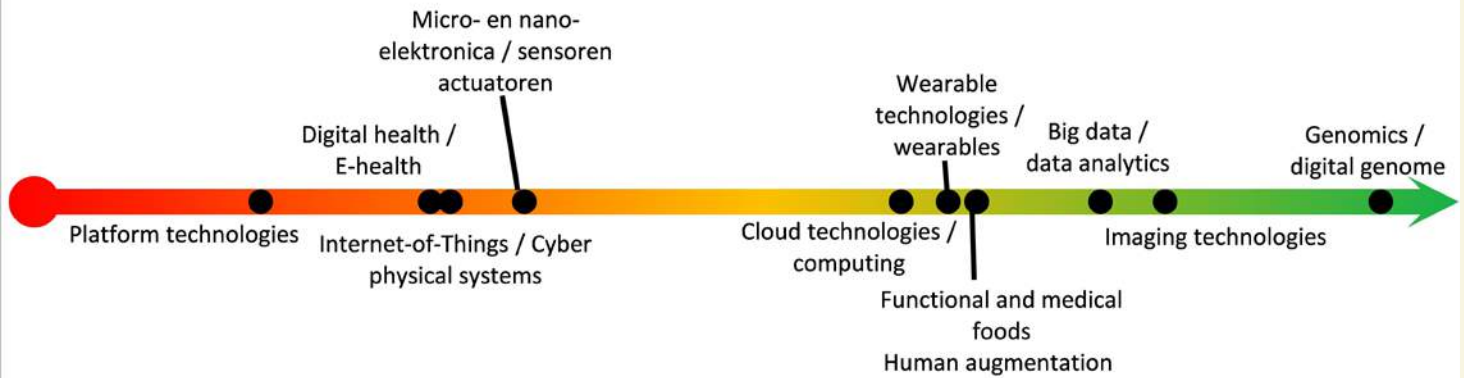


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Relevante opkomende technologieën die vooral bijdragen aan de innovatieopgaven op het gebied van de landbouwproductie zijn: Genomics, Big data en analytics en Imaging technologies.
- Genomics, Big data, Wearables, Functional and medical foods, en Cloud technologie leveren vooral een bijdrage aan de voedingsgerelateerde innovatieopgaven.
- Additionele investeringen lijken noodzakelijk voor het opbouwen van een technologiepositie op het gebied van IoT, Digital health en Platform technologieën.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaardes.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven				
		Ontwikkelen van nieuwe, gezonde voedingsmiddelen en persoonlijke advisering	Koppelen van inzichten voeding en gedrag	Intensieve en duurzame productiesystemen voor voedsel en biomaterialen	Verbeteren landbouwproductie door integratie van plantenverdeling en gewasmanagement	Ontwikkelen nieuwe bronnen en landbouwproducten
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen	2	3			
	Milieuwetenschappen			3	2	2
	Informatie- en communicatiewetenschappen		3		2	
	Management en planning		2			
	Klinische geneeskunde					
	Psychologische wetenschappen					
	Economische wetenschappen		2	3		
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)	3	3			
	Biomedische wetenschappen					
	Rechten en criminologie					
	Geschiedenis, filosofie en religie					
	Politieke wetenschappen					
	Sterrenkunde					
	Onderwijswetenschappen					
	Landbouw- en voedingswetenschappen	3	3	3	3	3
	Taal en linguïstiek					
	Statistiek					
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie					
	Kunsten, cultuur en muziek					
	Fundamentele levenswetenschappen	2			2	2
	Fysica en materiaalkunde					
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie			3	2	
	Biologische wetenschappen	2		2	3	3
	Chemie en chemische technologie	3		2	2	2
	Civiele techniek					
	Fundamentele medische wetenschappen					
	Computerwetenschappen					
	Energiewetenschappen					
	Literatuurwetenschappen					
	Electrotechniek					
	Algemene en productie technologie					
	Werktuigbouwkunde			2		
	Instrumenten en instrumentarium	2	2	2	2	
Wiskunde						
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>9</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>17</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>53%</b>	<b>89%</b>	<b>45%</b>	<b>44%</b>	<b>50%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven				
		Ontwikkelen van nieuwe, gezonde voedingsmiddelen en persoonlijke advisering	Koppelen van inzichten voeding en gedrag	Intensieve en duurzame productiesystemen voor voedsel en	Verbeteren landbouwproductie door integratie van plantenverdeling en gewasmanagement	Ontwikkelen nieuwe bronnen en landbouwproducten
<b>Sterk</b> (x1)	Semiconductors					
	Handling (heavy equipment)			3		
	Civil engineering			2		
	Medical technology	2	2			
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)			3		2
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals					2
	Micro-structural and nano-technology	3	3			
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)		2	2		
	Thermal processes and apparatus					
	Food chemistry	3	3	3	3	3
	Environmental technology (recycling technologies)					
	Mechanical elements					
	Optics					
	IT methods for management (software)		3	2	2	
Control (regulating and signaling systems etc.)						
<b>Minder sterk</b> (x0)	Basic materials chemistry					
	Biotechnology			3	2	2
	Computer technology (hardware)			2		
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers					
	Audio-visual technology (consumer electronics)					
	Transport					
	Electrical machinery, apparatus, energy					
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)	3	3	2		
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		6,5	9	11,5	2,5	5,5
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		11	16	22	7	9
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		59%	56%	52%	36%	61%

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Landbouw en voeding (smart agriculture, smart food)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven				
		Ontwikkelen van nieuwe, gezonde voedingsmiddelen en persoonlijke advisering	Koppelen van inzichten voeding en gedrag	Intensieve en duurzame productiesystemen voor voedsel en biomaterialen	Verbeteren landbouwproductie door integratie van plantenverdeling en gewasmanagement	Ontwikkelen nieuwe bronnen en landbouwproducten
<b>Sterk (x1)</b>	Informatietechnologie en informatiediensten		3		2	
	Groot- en detailhandel		2			
	Zorg en welzijn	2	2			
	Overige zakelijke diensten					
	Vervoer en opslag					
	Voedings-, genotmiddelenindustrie	3	3			3
	Chemische industrie	3		2	3	3
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten	2	2			
	Machine-industrie			3		2
	Landbouw, bosbouw, visserij	3		3	3	3
	Financiële diensten					
	Metaalproductenindustrie					
	Basismetalenindustrie					
Rubber- en kunststofproductindustrie						
Aardolie-industrie						
<b>Gemiddeld (x0.5)</b>	Juridische diensten, accountancy en consultancy					
	Reparatie en installatie van machines			2		
	Delfstoffenwinning					
	Elektrotechnische industrie					
	Farmaceutische industrie					
	Overige transportmiddelenindustrie					
	Textiel-, kleding-, lederindustrie					
	Papierindustrie					
	Auto- en aanhangwagenindustrie					
	Energieproductie			2		
<b>Minder sterk (x0)</b>	Architecten en ingenieursdiensten					
	Onroerend goed					
	Telecommunicatie		2			
	Meubel- en overige industrie					
	Horeca					
	Bouw					
	Elektrische apparatenindustrie					
	Uitgeverijen					
	Bouwmaterialenindustrie					
	Grafische industrie					
	Cultuur, sport en recreatie		2			
	Water en afvalbeheer			2		
	Houtindustrie					
Filmindustrie, radio en televisie						
Overige persoonlijke diensten						

Score van de innovatieopgave op sterkte	13	12	9	8	11
Maxiumscore van de innovatieopgave	13	16	14	8	11
Stoplichtscore van de innovatieopgave	100%	75%	64%	100%	100%

## BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Mobiliteit (smart mobility)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

De vraag naar mobiliteit zal met stijgende inkomens zeer waarschijnlijk toenemen. Mobiliteit kan steeds meer worden opgevat als een 'service'. Daarbij is afstemming (in tijd en ruimte) van het aanbod van vervoersmodaliteiten op de vraag naar verplaatsing volgens ieders behoefte en comfortniveau van belang. Dit vraagt om 'slimme' fysieke infrastructuur met geavanceerde systemen voor verkeersmanagement en informatievoorziening over optimale routing langs multimodale knooppunten. Sensoren, data, en digitale communicatie tussen verschillende vervoersmodaliteiten en installaties langs het traject spelen een rol in dergelijke 'slimme' infrastructuur en systemen. Aan de andere kant vormen ontwikkelingen in voertuigtechniek, zowel op het gebied van energiebronnen (elektrisch, waterstof, gas) als ook de manier van aansturing van auto's en vrachtwagens (coöperatief en autonoom rijden) belangrijke drijvende krachten in deze vernieuwingsopgave. Om deze vernieuwingsopgave te realiseren zijn ook belangrijke veranderingen in wet- en regelgeving nodig om zaken als aansprakelijkheid en ethische vragen rond verantwoordelijkheden te regelen.

Er zijn twee specifieke innovatieopgaven gedefinieerd op het gebied van slim verkeer en vervoer:

- **Geavanceerde systemen van verkeersmanagement en logistiek** in personen- en vrachtvervoer (multimodaal; sensoren, data, IoT);
- **Coöperatief en autonoom rijden** op basis van een combinatie van slimme infrastructuur, sensoren, data, zelfrijdende auto's en wet- en regelgeving.

## Resultaten

De vernieuwingsopgave *Smart mobility* is belangrijk vanwege een brede impact op een aantal maatschappelijke uitdagingen. Een slimme infrastructuur en coöperatieve en autonome voertuigen dragen niet alleen bij aan *Een duurzame en veilige leefomgeving*, maar ook aan een efficiënt energie gebruik. Voor het aanpakken van deze vernieuwingsopgave kan er deels gebouwd worden op sterktes in het bedrijfsleven en in kennisinstellingen. Een sterke basis ontbreekt in de technologieën.

Qua kennis kan er vooral gebouwd worden op Informatie- en communicatiewetenschappen, en op Management en Milieuwetenschappen. Deze kennisvelden spelen een belangrijke rol om te komen tot systeemoplossingen op het gebied van *Slimme mobiliteit* waar vragen rond infrastructuur, voertuigen, businessmodellen en wet- en regelgeving samenkomen. In de bètawetenschappen is Nederland, in termen van publicaties, minder onderscheidend.

Op basis van patenten is ook Transporttechnologie minder sterk gepositioneerd: het aantal patent aanvragen loopt terug. Wel is er in Nederland veel activiteit gaande rondom de opkomende technologie voor Coöperatief en autonoom rijden. Zo is Nederland vooruitstrevend in truck platooning.

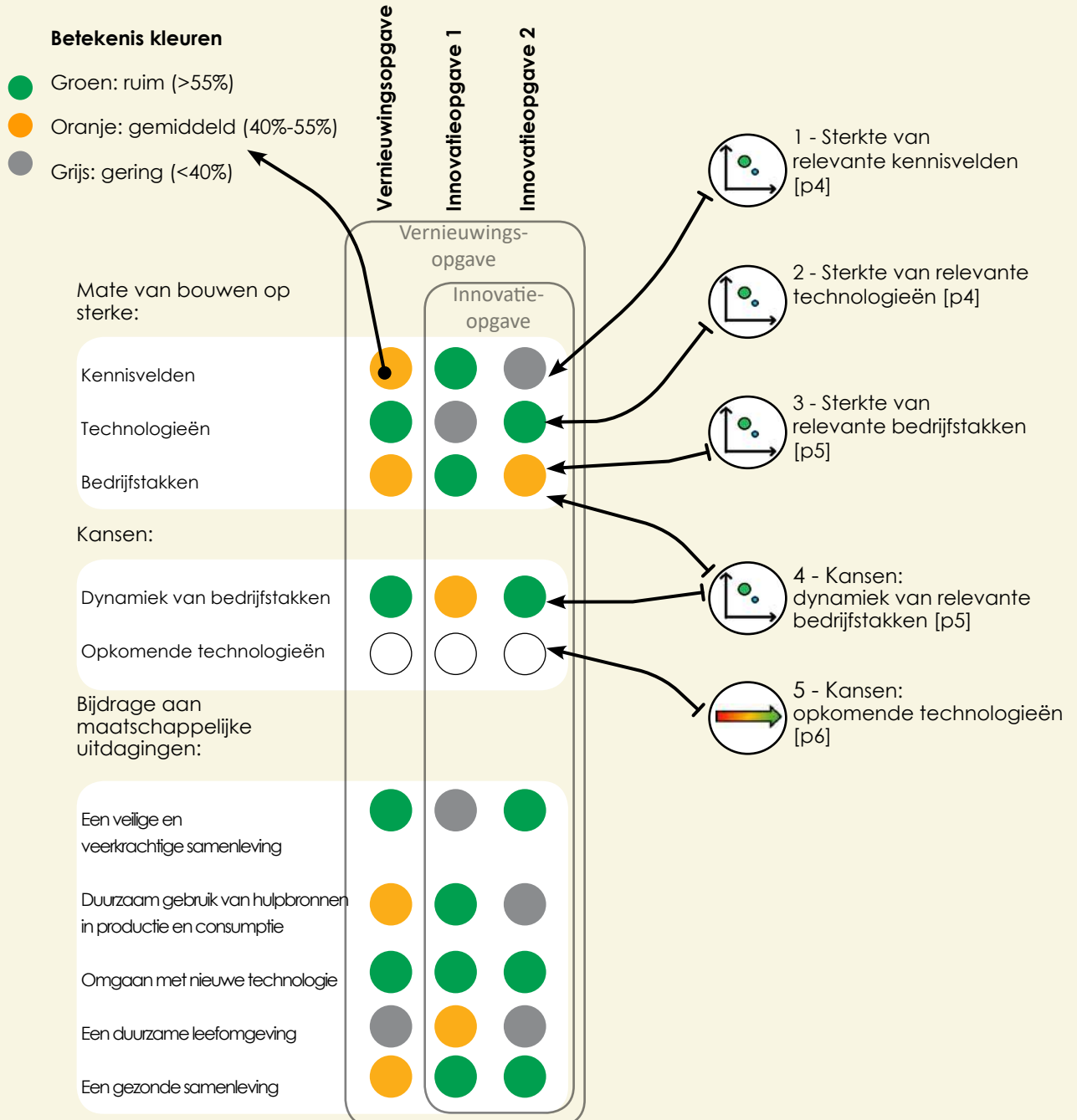
Sensoren, data, en digitale communicatie staan centraal in de vernieuwingsopgave *Smart mobility*. Nederland heeft een sterke positie in (digitale) Communicatie technologieën en Data analytics. Op het gebied van Meetinstrumenten zijn we minder onderscheidend. Technologieën die de functie van sensoren en digitale communicatiemiddelen kunnen verbeteren zijn niet altijd voldoende aanwezig. Wel liggen in kansen in Imaging technologies voor het verbeteren van sensoren en camera's in zelfrijdende voertuigen en slimme infrastructuur.

De Bouw, de Overige transportmiddelenindustrie en de Auto-industrie dragen bij aan het op grote schaal ontwikkelen van slimme fysieke infrastructuur en slimme voertuigen. Deze bedrijfstakken zijn internationaal minder onderscheidend. Historisch gezien is de Bouw een minder vooruitstrevende bedrijfstak; de R&D uitgaven zijn laag. Wellicht is hier een extra inspanning nodig om de fysieke infrastructuur te realiseren die nodig is voor een transitie naar *Simme mobiliteit*.

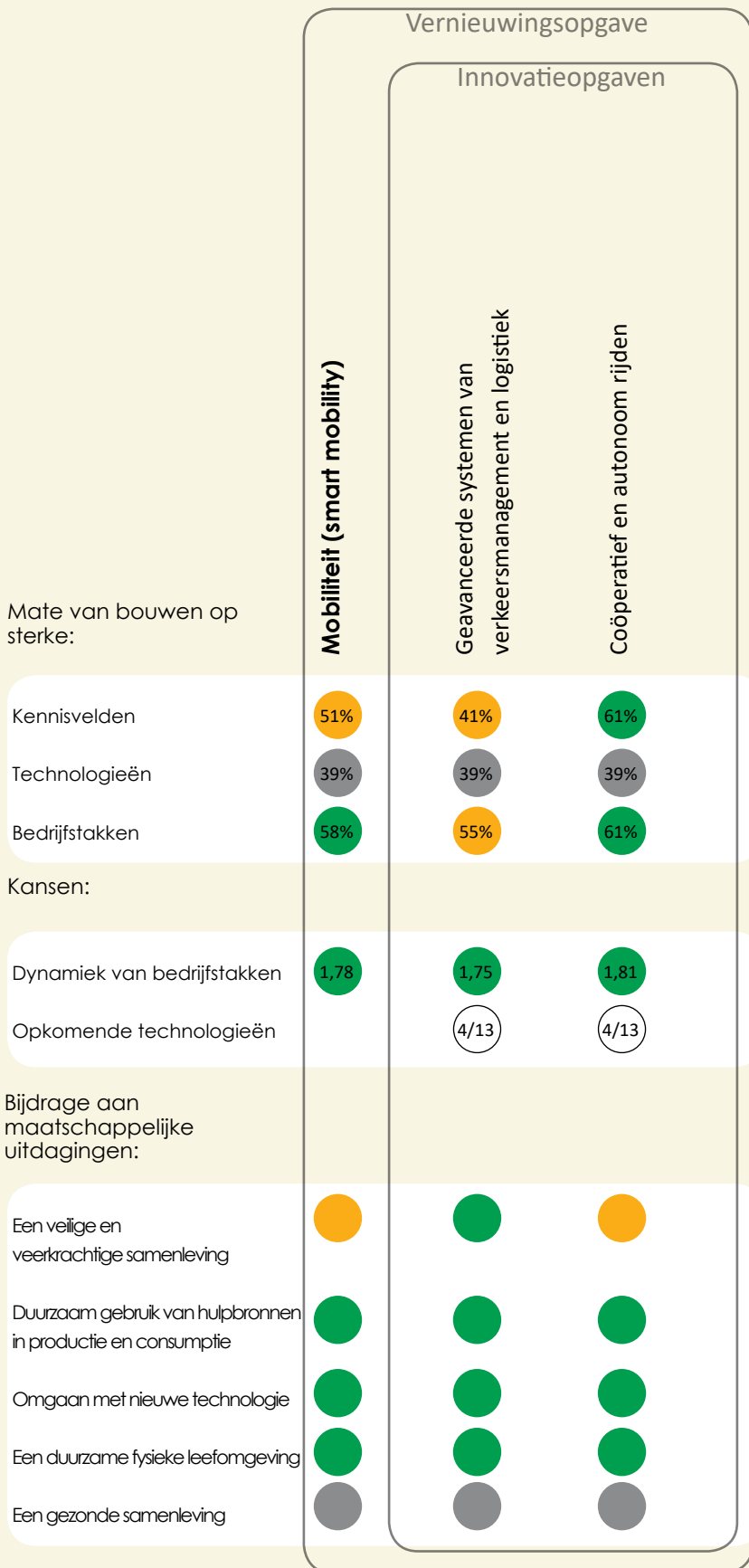
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Mobiliteit (smart mobility)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

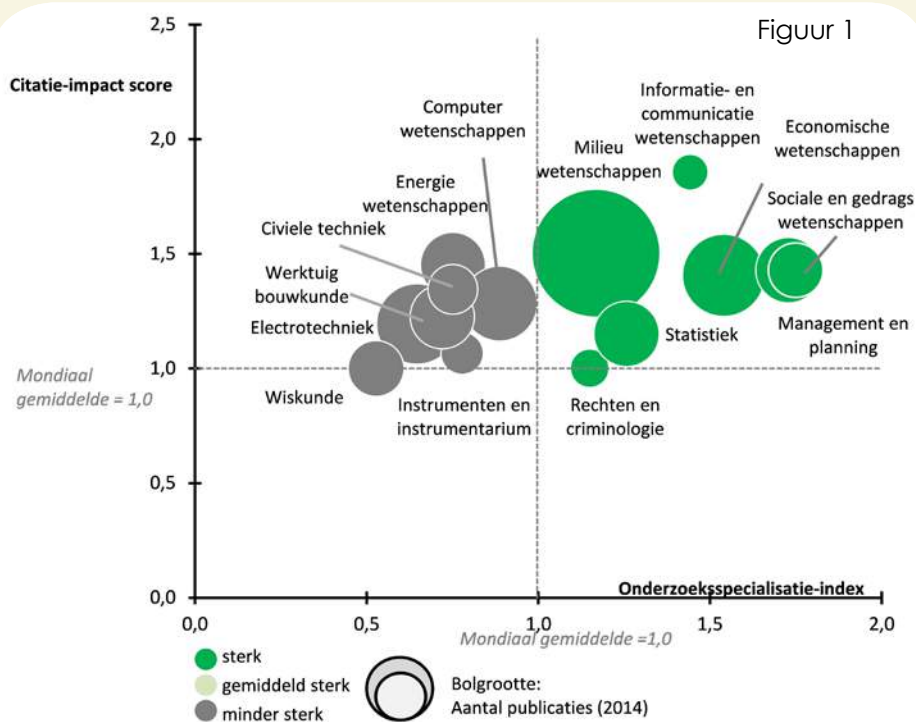
## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Smart mobility* kan grotendeels bouwen op sterktes in het bedrijfsleven en in kennisinstellingen. De technologieën zijn minder sterk aanwezig.
- *Smart mobility* heeft een brede impact op de maatschappelijke uitdagingen. Een verbetering van de mobiliteit is onderdeel van de maatschappelijke uitdaging *Een duurzame fysieke leefomgeving*. Dit betekent bijvoorbeeld een betere doorstroming van verkeer.
- Zuiniger rijden d.m.v. zelfrijdende auto's, platooning en geavanceerde verkeerssystemen draagt bij aan een *Duurzaam gebruik van hulpbronnen in consumptie*. Technologie maakt het aanpakken van deze vernieuwingsopgave mogelijk. Tegelijkertijd draagt *Smart mobility* ook bij aan *Omgaan met nieuwe technologie*. Geavanceerde verkeersmanagementsystemen dragen daarnaast bij aan een veilige verkeerssituatie en dus aan *Een veilige samenleving*.
- De innovatieopgave *Coöperatief en autonoom rijden* kan bouwen op zowel sterktes in het bedrijfsleven als in de kennisinstellingen. De technologieën die een rol kunnen spelen in deze innovatieopgave zijn minder internationaal onderscheidend.
- De innovatieopgave *Geavanceerde systemen van verkeersmanagement en logistiek* mist een sterke basis in de technologieën en kennisinstellingen. De bedrijfstukken zijn beter gepositioneerd. Deze score ligt op de grens van oranje naar groen. Ook is de dynamiek van deze bedrijfstukken positief.



# Mobiliteit (smart mobility)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



- Er zijn 14 kennisvelden die een bijdrage kunnen leveren aan ten minste één van de innovatieopgaven onder *Smart mobility*. Hiervan zijn 7 kennisvelden sterk.

- De kennisvelden: Informatie en Communicatiewetenschappen, Economische wetenschappen, Management en Planning en Milieuwetenschappen, spelen een centrale rol in beide innovatieopgaven.

- Sterktes in Economische wetenschappen zijn van belang voor het ontwikkelen van businessmodellen voor nieuwe vormen van mobiliteit.

- Ook in Rechten en criminologie is Nederland sterk. Rechten is van belang voor regel- en wetgeving op het gebied van coöperatief rijden.

- Nederland is minder gespecialiseerd in met name technische kennisvelden.

- Civiele techniek is minder goed gepositioneerd qua onderzoeksspecialisatie in termen van publicaties, maar wel op basis van citatie-impact en specialisatie in patenten (zie figuur 2).

N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

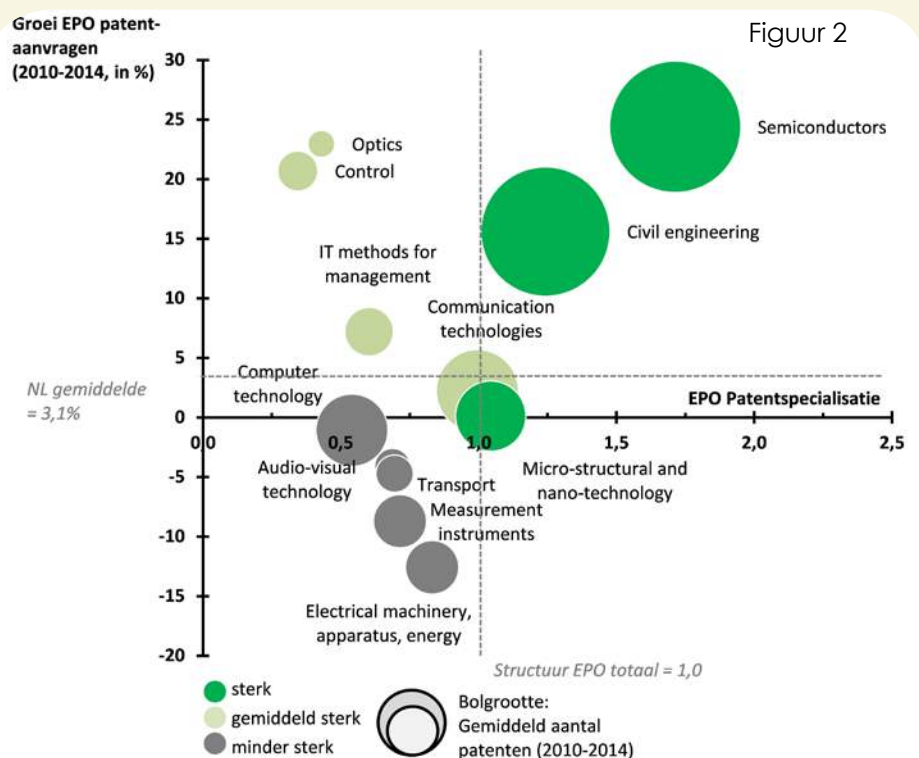
## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- Slimme *Mobiliteit* kan een bijdrage krijgen vanuit 12 technologieën, waarvan er 3 sterk zijn.

- Deze technologieën spelen een rol in zowel slimme fysieke infrastructuur als coöperatief en autonoom rijden.

- Sensoren, data en digitale communicatie zitten in de kern van beide innovatieopgaven. Sensoren vallen onder Meetinstrumenten. Deze sensoren kunnen verbeterd worden door sterke technologieën, zoals Micro- en nanotechnologie en Semiconductors. Ook Optics kan hier een bijdrage aan leveren. Dit is, op basis van patentaanvragen, een gemiddeld sterke technologie.

- Daarnaast neemt het aantal patentaanvragen voor Transport technologieën af. In vergelijking met het buitenland scoort Nederland hier minder goed. Overigens dalen ook de mondiale patentaanvragen voor transporttechnologieën.



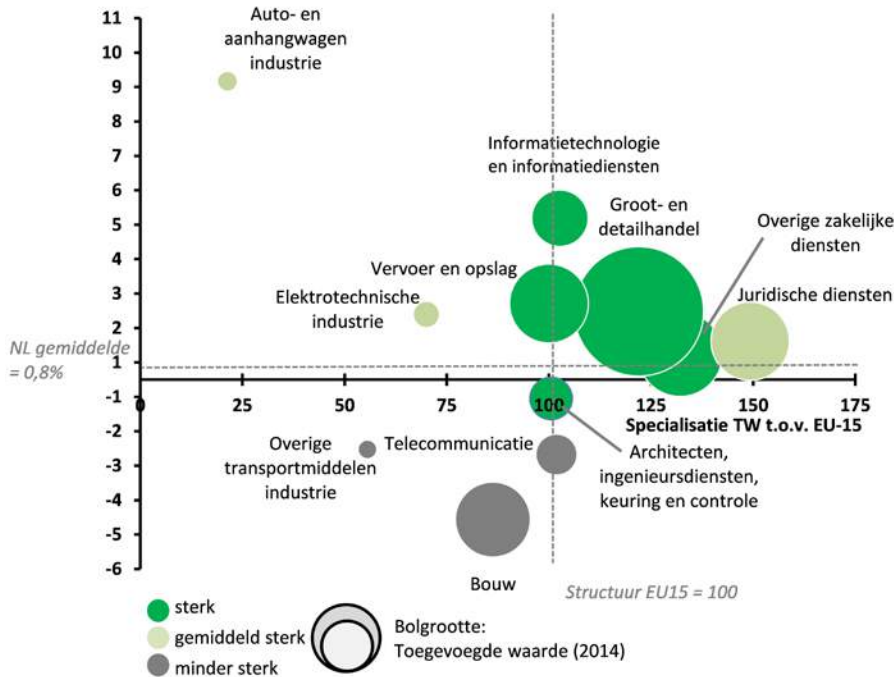
\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.

N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Mobiliteit (smart mobility)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW  
(2010-2014, in %)



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

Figuur 3

- De vernieuwingsopgave *Smart mobility* raakt aan een groot aantal bedrijfstakken: 11 stuks. Hiervan zijn 5 bedrijfstakken sterk en 3 bedrijfstakken gemiddeld sterk (zie groene bollen).
- De sterke bedrijfstakken zitten vooral in de dienstensector.
- Minder sterk zijn de Bouw, de Overige transportmiddelenindustrie en de Auto-industrie. Deze takken moeten nieuwe sensor en communicatietechnologieën implementeren, zodat een slimme infrastructuur en coöperatief en autonoom rijden mogelijk wordt gemaakt.
- De Auto-industrie maakt daarentegen wel een positieve ontwikkeling door (zie figuur 4). Vanaf het jaar 2010 groeit de Auto-industrie in een tempo ruim boven het landelijk gemiddelde. Deze sterke groei binnen de Auto-industrie in Nederland is vrijwel gelijk aan de groei in andere landen.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

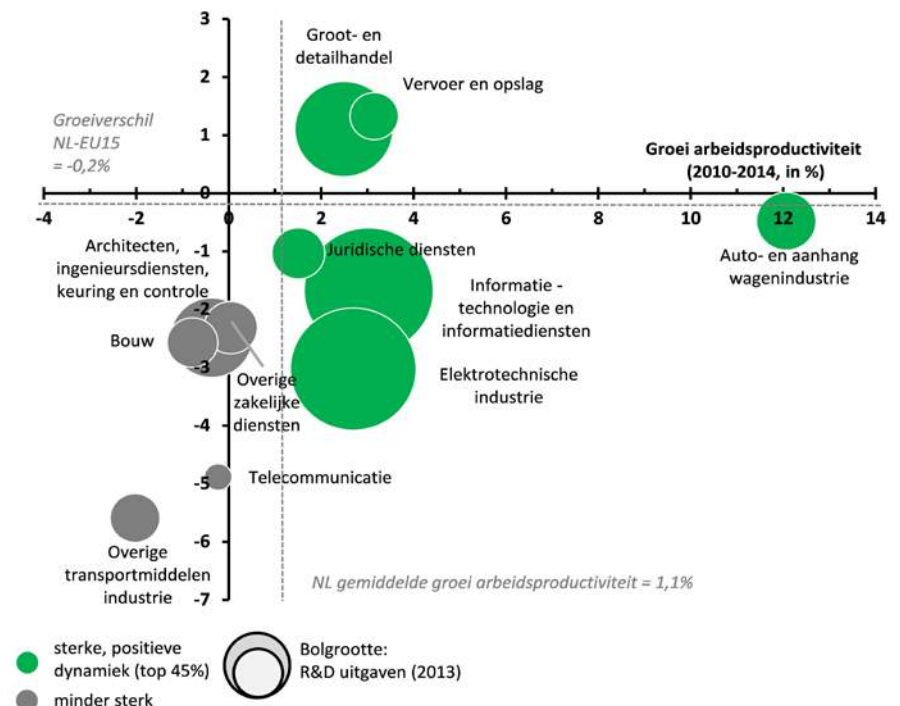
• De bedrijfstakken die relevant zijn voor Slimme mobiliteit laten sterke groei zien in de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit sinds 2010. Groot- en detailhandel en Vervoer en opslag groeien sneller dan het EU gemiddelde. De overige sterke sectoren zitten op of onder het Europese groeicijfer.

• Dit geldt bijvoorbeeld voor de ICT en -diensten en de Elektrotechnische industrie. Deze twee industrieën vormen twee belangrijke sectoren in het ontwikkelen van nieuwe vormen van slimme mobiliteit.

• Groot- en detailhandel en Vervoer & opslag zijn grote (in toegevoegde waarde) bedrijfstakken met een substantiële R&D. Zij spelen een belangrijke rol in het realiseren van slimme logistieke oplossingen.

• Specifieke sterktes zitten er ook in de Juridische dienstverlening, die belangrijk is in het adresseren van vragen regulering en aansprakelijkheid bij autonome en coöperatieve mobiliteit.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)



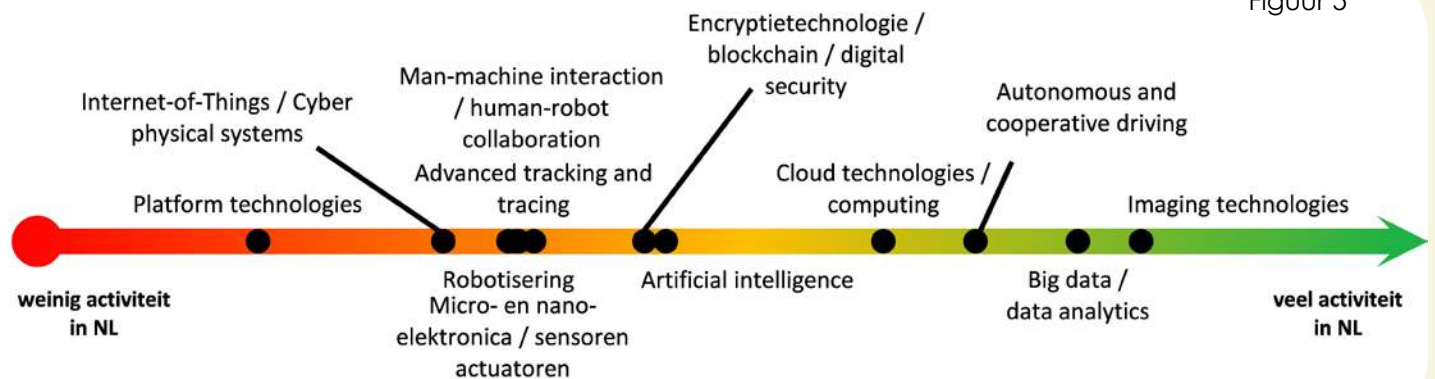
N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

Figuur 4

# Mobiliteit (smart mobility)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Nederland is relatief goed gepositioneerd op de technologie voor Autonom en coöperatief rijden, Big data en Imaging technologieën. Technologie voor Autonom en coöperatief rijden heeft een sterkere aanwezigheid in kennisinstellingen, dan in het bedrijfsleven. Hier ligt een kans voor Nederland om deze technologie verder te ontwikkelen en toe te passen binnen slimme mobiliteit.
- Technologieën specifiek voor infrastructuur en transport, zoals Geavanceerde tracking and tracing en Klimaatneutraal bouwen, zijn nog minder sterk aanwezig in Nederland.
- Ook Encryptietechnologie en technologie voor digitale veiligheid, van belang voor de veiligheid van zelfrijdende voertuigen, en Cloud technologieën staan nog verder af van de huidige activiteiten binnen kennisinstellingen en bedrijven. Deze opkomende technologieën moeten eerst doorontwikkeld worden, voordat de technologie breed toegepast kan worden in slimme infrastructuur en voertuigen.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaarden.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$

# Mobiliteit (smart mobility)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven	
		Geavanceerde systemen van verkeersmanagement	Coöperatief en autonoom rijden
<b>Sterk</b> (x1)	Gezondheidswetenschappen		
	Milieuwetenschappen	2	2
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3	3
	Management en planning	2	2
	Klinische geneeskunde		
	Psychologische wetenschappen		
	Economische wetenschappen	2	2
	Sociale en gedragwetenschappen (Interdisciplinair)		3
	Biomedische wetenschappen		
	Rechten en criminologie		2
	Geschiedenis, filosofie en religie		
	Politieke wetenschappen		
	Sterrenkunde		
	Onderwijswetenschappen		
	Landbouw- en voedingswetenschappen		
	Taal en linguïstiek		
Statistiek	2		
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Sociologie en antropologie		
	Kunsten, cultuur en muziek		
	Fundamentele levenswetenschappen		
	Fysica en materiaalkunde		
<b>Minder sterk</b> (x0)	Aardwetenschappen en -technologie		
	Biologische wetenschappen		
	Chemie en chemische technologie		
	Civiele techniek	2	
	Fundamentele medische wetenschappen		
	Computerwetenschappen	2	
	Energiewetenschappen	2	
	Literatuurwetenschappen		
	Electrotechniek	3	3
	Algemene en productie technologie		
	Werktuigbouwkunde	2	3
	Instrumenten en instrumentarium	3	3
	Wiskunde	2	
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>11</b>	<b>14</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>27</b>	<b>23</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>41%</b>	<b>61%</b>

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Mobiliteit (smart mobility)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven	
		Geavanceerde systemen van verkeersmanagement en logistiek	Coöperatief en autonoom rijden
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors	2	3
	Handling (heavy equipment)		
	Civil engineering	2	2
	Medical technology		
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)		
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals		
	Micro-structural and nano-technology	2	2
<b>Gemiddeld (x0.5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	3
	Thermal processes and apparatus		
	Food chemistry		
	Environmental technology (recycling technologies)		
	Mechanical elements		
	Optics	2	3
	IT methods for management (software)	3	3
	Control (regulating and signaling systems etc.)	2	3
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry		
	Biotechnology		
	Computer technology (hardware)	2	3
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers		
	Audio-visual technology (consumer electronics)	2	3
	Transport	3	3
	Electrical machinery, apparatus, energy	2	2
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)	3	3
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>11</b>	<b>13</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>28</b>	<b>33</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>39%</b>	<b>39%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Mobiliteit (smart mobility)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven	
		Geavanceerde systemen van verkeersmanagement en logistiek	Coöperatief en autonoom rijden
<b>Sterk (x1)</b>	Informatietechnologie en informatiediensten	3	3
	Groot- en detailhandel	3	
	Zorg en welzijn		
	Overige zakelijke diensten		2
	Vervoer en opslag	3	3
	Voedings-, genotmiddelenindustrie		
	Chemische industrie		
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten		
	Machine-industrie		
	Landbouw, bosbouw, visserij		
	Financiële diensten		
	Metaalproductenindustrie		
	Basismetalenindustrie		
	Rubber- en kunststofproductindustrie		
Aardolie-industrie			
<b>Gemiddeld (x0.5)</b>	Juridische diensten, accountancy en consultancy		2
	Reparatie en installatie van machines		
	Delfstoffenwinning		
	Elektrotechnische industrie	2	3
	Farmaceutische industrie		
	Overige transportmiddelenindustrie	2	3
	Textiel-, kleding-, lederindustrie		
	Papierindustrie		
	Auto- en aanhangwagenindustrie	2	3
	Energieproductie		
<b>Minder sterk (x0)</b>	Architecten en ingenieursdiensten	2	
	Onroerend goed		
	Telecommunicatie	3	3
	Meubel- en overige industrie		
	Horeca		
	Bouw	2	
	Elektrische apparatenindustrie		
	Uitgeverijen		
	Bouwmaterialenindustrie		
	Grafische industrie		
	Cultuur, sport en recreatie		
	Water en afvalbeheer		
	Houtindustrie		
	Filmindustrie, radio en televisie		
	Overige persoonlijke diensten		
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>12</b>	<b>13,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>22</b>	<b>22</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>55%</b>	<b>61%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

De digitalisering van producten, productieprocessen, waardeketens en businessmodellen vormt de belangrijkste drijvende kracht in de vernieuwing van productiebedrijven en dienstverleners. Nieuwe datagedreven diensten en businessmodellen veroorzaken schoksgewijze veranderingen bij bedrijven en in sectoren (online winkels, Airbnb), met veel impact op bedrijvigheid en werkgelegenheid. De vernieuwingsopgave *Productie-infrastructuur en -systemen (Smart production)*, in het perspectief van nieuwe businessmodellen, vormt daarmee een kernuitdaging voor de toekomstige concurrentiepositie van het Nederlands bedrijfsleven. Digitalisering van productiesystemen betreft o.a. autonome systemen en automatisering; robotica en machine learning; het Internet of Things dat de digitale wereld koppelt aan de fysieke; nieuwe sensoren; big data en analytics; de opkomst van de 'platformeconomie' en over de ontwikkeling van nieuwe diensten – al dan niet gekoppeld aan producten: de 'app economy'. Voor de industrie betekent dit steeds vaker het produceren van enkelstuks ('series of one') tegen dezelfde kosten als grote series.

Onder deze vernieuwingsopgave vallen vijf meer specifieke innovatieopgaven:

- **Digitalisering, automatisering en robotisering van productieprocessen**, cloud- en IoT-gebaseerd
- **Digitaliseren van waardeketens**: vraag-/klantgestuurde flexibele productieprocessen, cloud- en IoT-gebaseerd
- **Flexibele, kleinschalige productie in 'series of one'** (mass customization)
- **Predictive maintenance**: geavanceerd onderhoud en reparatie
- **Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen**: datagedreven businessmodellen (bijvoorbeeld TomTom, fintech)

## Resultaten

De dynamiek in de bedrijfstakken en (opkomende) technologieën rondom de vernieuwingsopgave *Productie-infrastructuur en -systemen (Smart production)* is onmiskenbaar. De vernieuwingsopgave kan bouwen op sterke bedrijfstakken, die ook in opkomst zijn. Daarbij valt op dat Machinebouw in de bedrijven een sterke positie inneemt. Ook kan de vernieuwingsopgave leunen op sterke technologieposities en in iets mindere mate op internationaal sterke kennisvelden. Uit de analyse van sterke bedrijfstakken ontstaat een driedelig beeld.

Ten eerste is er een omvangrijke poot van specialistische Financieel-, Zakelijke- en Juridische diensten die de potentie heeft om een internationaal leidende rol te vervullen in advies over implementatie, standaardisatie en wet- en regelgeving rond nieuwe data gedreven business modellen en digitale- en autonome productie- en transportprocessen.

Ten tweede zien we een aantal succesvolle en/of opkomende niches in de maak- en hightechindustrie, waarin Nederland op specifieke domeinen van de Elektrotechnische- en Machine-industrie internationaal leidend kan zijn en hiermee het toekomstig verdienpotentieel kan vergroten. Opkomende technologieën zoals Imaging technologies, Big data en data analytics, Fotonica en Wearable technologies geven een eerste indicatie van waar de kansen moeten worden gezocht.

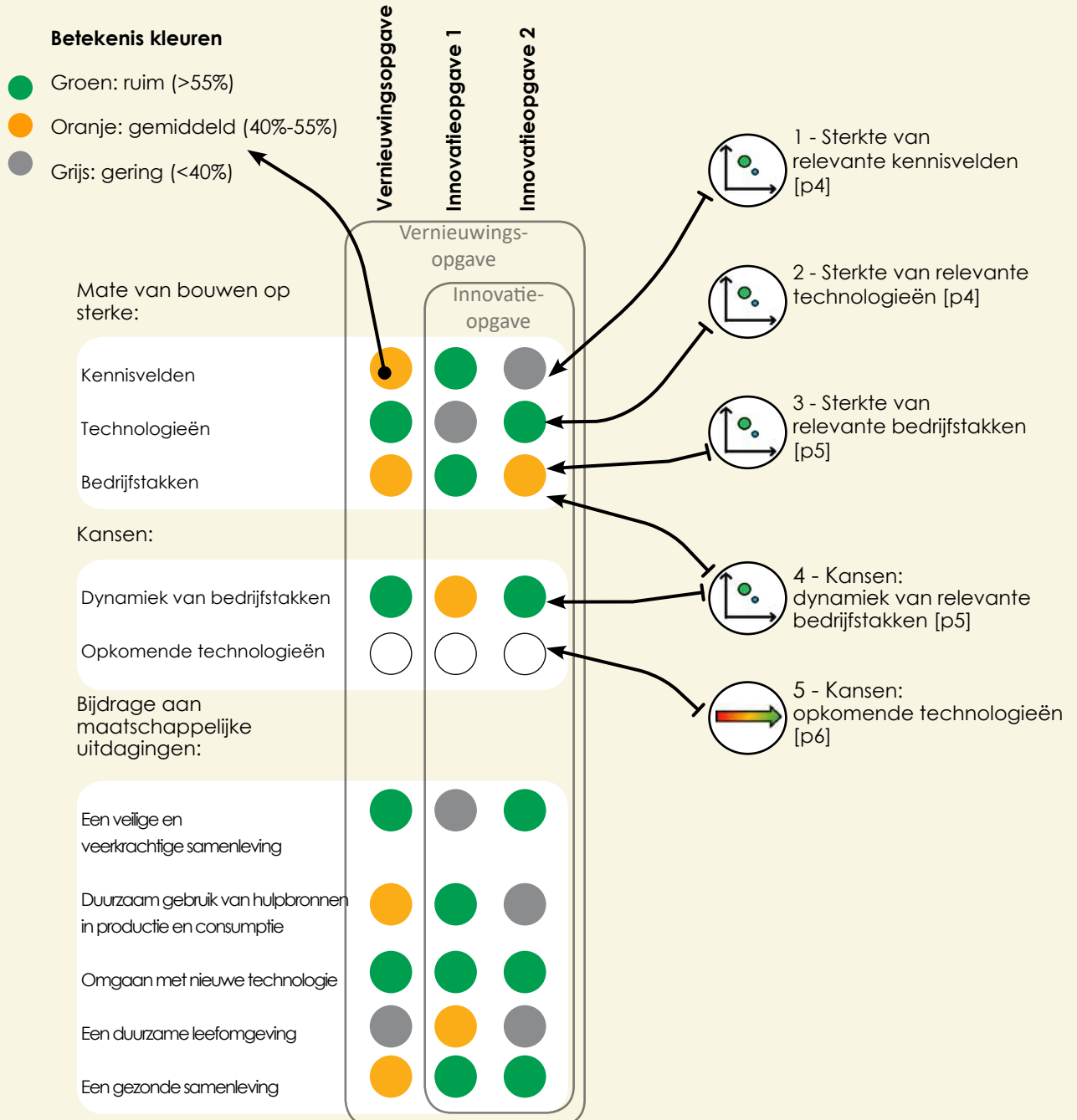
Ten derde heeft Nederland een solide basis op het gebied van Informatietechnologie en informatiediensten, maar is daarmee niet uniek in Europa. Ook elders in de EU15 groeien deze sectoren al geruime tijd snel. Door combinaties te zoeken van ICT for *Smart production* met sterke sectoren als Hightech, Agrofood, Chemie en Handel en logistiek kan gericht aan unieke internationale posities worden gewerkt.

Ten slotte liggen er kansen voor Nederland bij een aantal nieuwe opkomende technologieën waar een goede startpositie met extra inspanning verder kan worden uitgebouwd tot sterke steunpilaren voor toekomstig slimme productiesystemen. Dit geldt bijvoorbeeld voor: Machine learning, Distributed manufacturing, Fotonics, Robotics en Quantum computing.

# LEESWIJZER

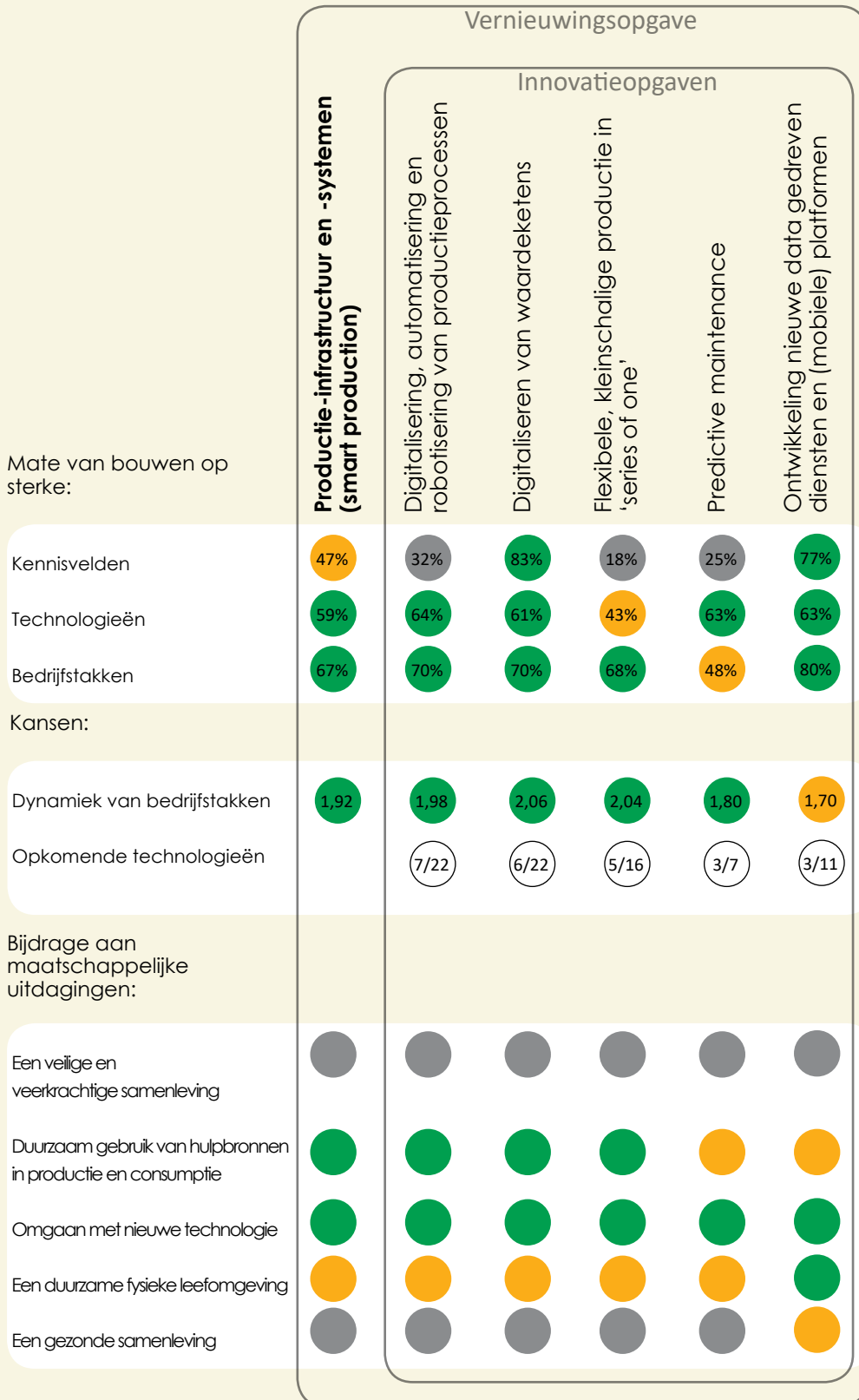
## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9





# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- Nederland kan voor de vernieuwingsopgave *Productie-infrastructuur en -systemen / Smart production* bouwen op sterke bedrijfstacken, een aantal sterke technologieën en in iets mindere mate op kennissterktes.

- De vernieuwingsopgave *Smart production* draagt sterk bij aan de maatschappelijke uitdagingen *Omgaan met nieuwe technologie*. Daarnaast draagt de nieuwe productie-infrastructuur in ruime mate bij aan *Duurzaam gebruik van hulpbronnen in productie en consumptie*. Via efficiëntie in productie en consumptie kunnen milieu- en materiaal footprints worden gereduceerd. Ook is er een kleine bijdrage aan *Duurzame fysieke leefomgeving*, vanwege een positieve bijdrage aan smart cities.

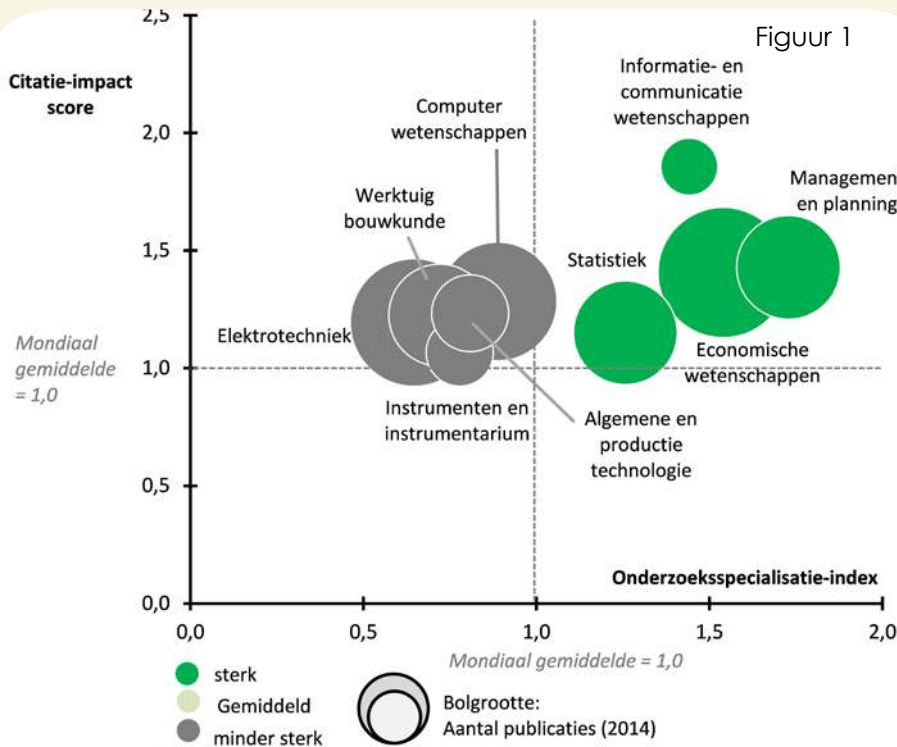
- De innovatieopgaven *Digitaliseren van waardeketens* en *Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen* kunnen leunen op sterke bedrijfstacken, technologieën en kennisvelden. Bij de eerste zijn dat o.a. sterke posities in ICT diensten en Machine industrie. Bij de tweede ligt er een positieve relatie met ICT diensten, Groothandel en Vervoer en opslag, ofschoon de recente dynamiek in deze bedrijfstacken wat minder is.

- De innovatieopgaven *Digitalisering, automatiseringen robotisering van productieprocessen* en *Predictive maintenance* hebben een goede basis qua (dynamiek in) bedrijfstacken en technologie, maar scoren minder op sterke kennisvelden.

- De innovatieopgave *Flexibele kleinschalige productie in 'series of one'* scoort goed op de aanwezige bedrijfstacken en de recente dynamiek daarin. In relevante technologieën scoort deze innovatieopgave iets minder goed. Ook kan deze innovatieopgave niet leunen op sterke kennisvelden; alleen het kennisveld Economische wetenschappen is zowel relevant als sterk.

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



- Van de 9 relevante kennisvelden zijn er 4 wetenschappen in het bijzonder sterk (zie groene bollen): Informatie- en communicatie wetenschappen, Management en planning, Economische wetenschappen en Statistiek.

- 5 kennisvelden die de kern van slimme productiesystemen vormen, waaronder Werktuigbouwkunde, Instrumenten en instrumentarium en Elektrotechniek, scoren weliswaar boven het mondiale gemiddelde als het gaat om kwaliteit van de wetenschap, maar laten geen internationale specialisatie zien. Met uitzondering van Algemene en productietechnologie zijn dit qua omvang wel grote kennisvelden.

- Deze kennisvelden zijn minder relevant voor de innovatieopgaven *Digitalisering van waardeketens* en *Ontwikkeling van nieuwe data-gedreven diensten en platformen*. Deze innovatieopgaven kunnen daarom met name bouwen op in Nederland aanwezige kennissterktes.

N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

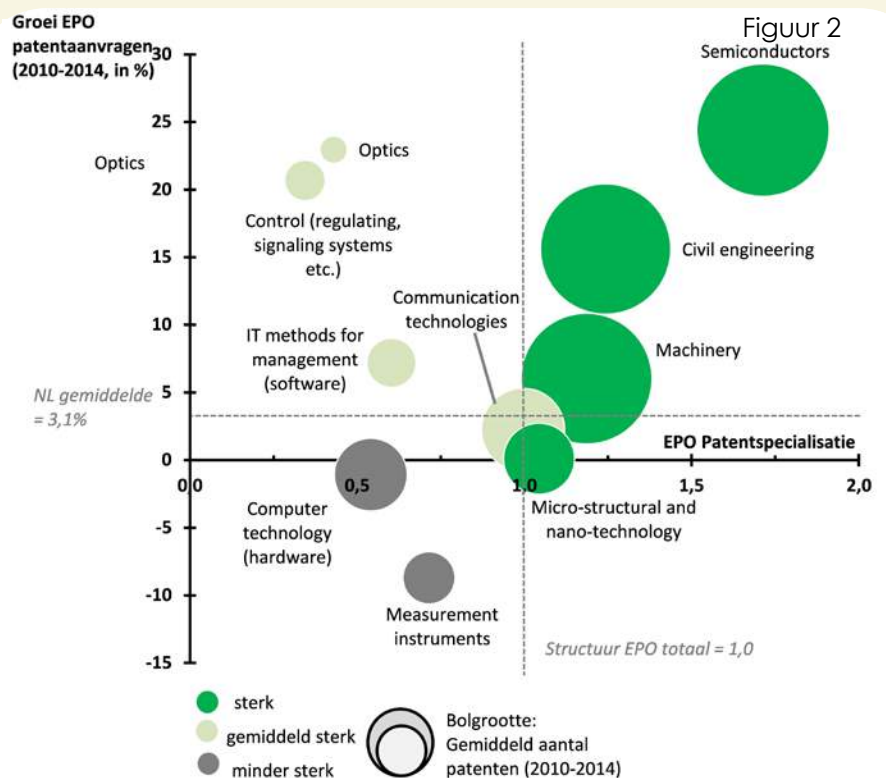
- Van de 10 relevante technologieën heeft Nederland in 4 een sterke internationale positie: Semiconductors, Civiele Techniek, Machinebouw en Micro- en nanotechnologie.

- Dit zijn qua omvang de grootste technologieën, gemeten in het aantal patenten aangevraagd in de periode 2010-2014.

- Semiconductors en Machinebouw nemen een prominente, sterke positie in binnen de vernieuwingsopgave *Smart production*. Ook Communicatie technologie en Software spelen een grote rol, maar zijn iets minder sterk (gemiddeld sterk). Deze technologieën zijn voor ten minste vier van de vijf innovatieopgaven relevant.

- Alleen bij *Flexibele productiesystemen* is dit minder het geval. Deze leunt vooral op technologieën waarin Nederland geen internationaal onderscheidende positie inneemt zoals Computertechnologie. Ook Meetinstrumenten vormt geen Nederlandse sterkte.

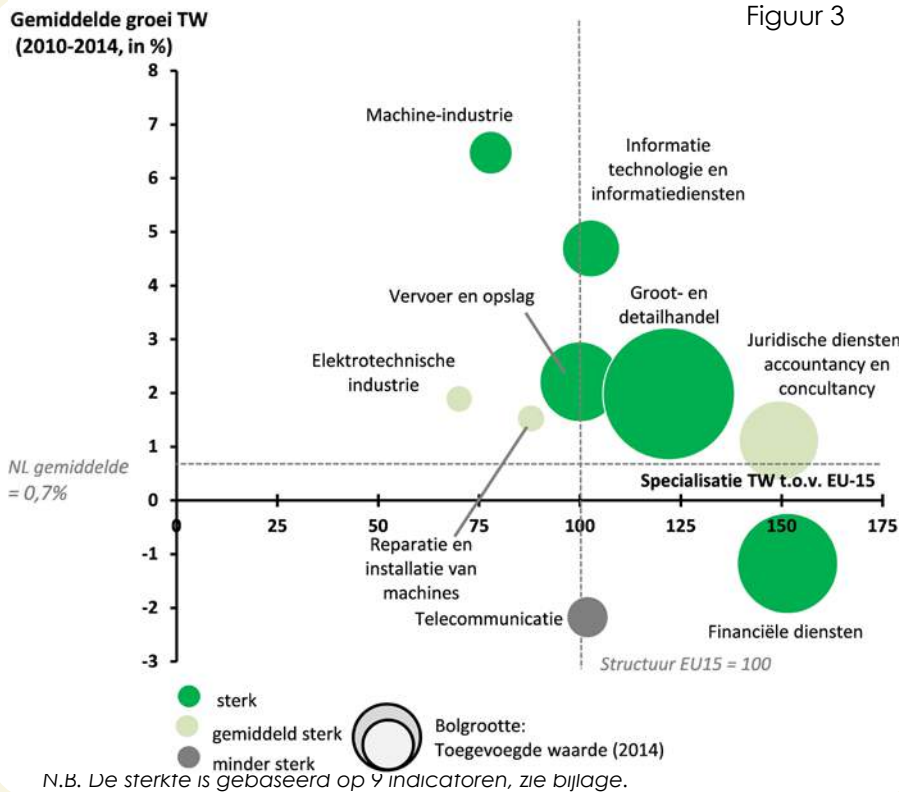
\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.



N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

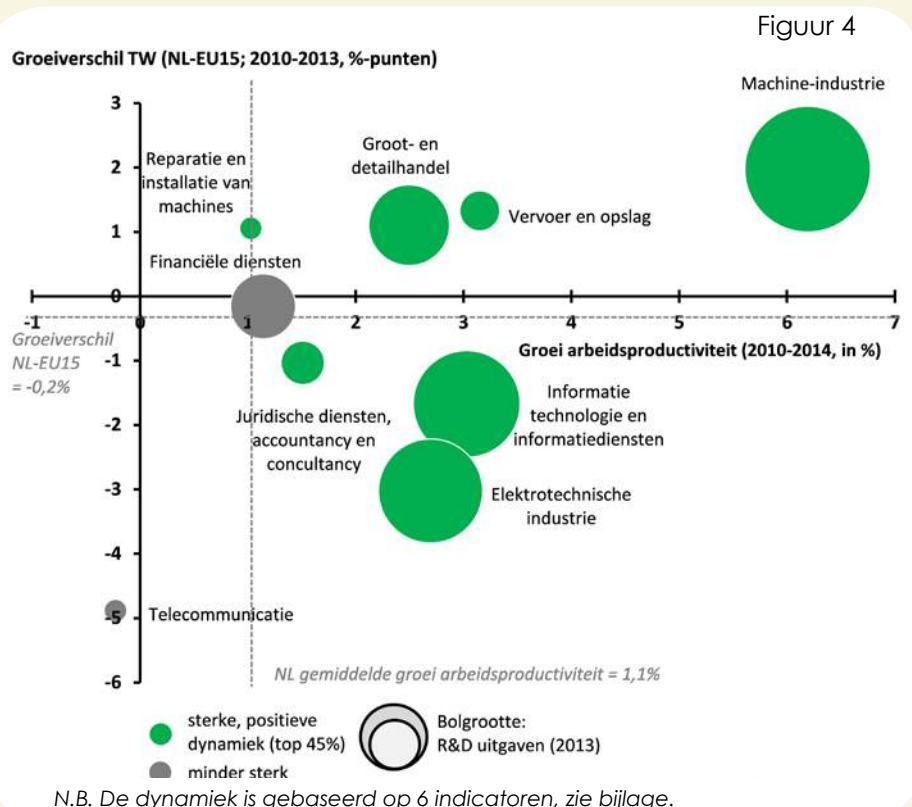
## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken



- 9 bedrijfstakken zijn in het bijzonder steunpilaren voor *Smart production*. Het merendeel is sterk (5).
- De 5 sterke bedrijfstakken vormen een significant deel van het Nederlandse economie (30 % van het bbp). Groot- en detailhandel is verreweg de grootste bedrijfstak (ruim 13 % van het bbp).
- Nederland is ten opzichte van de EU15 meer gespecialiseerd in de dienstensectoren die in belangrijke mate kunnen bijdragen aan de vernieuwingsopgave. Dit geeft Nederland extra kansen om een leidende positie te pakken in de combinaties van ICT-diensten, Handel en Juridische diensten. Qua recente groei en omvang liggen er ook kansen in de combinatie ICT-diensten, Machine industrie, Vervoer en opslag en Elektrotechnische industrie.
- Alleen de bedrijfstak Telecommunicatie is minder sterk. Deze tak is van belang voor alle innovatieopgaven. Reparatie en installatie van machines speelt met name een grote rol in *Predictive maintenance*. Deze bedrijfstak is gemiddeld sterk en heeft een positieve dynamiek.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

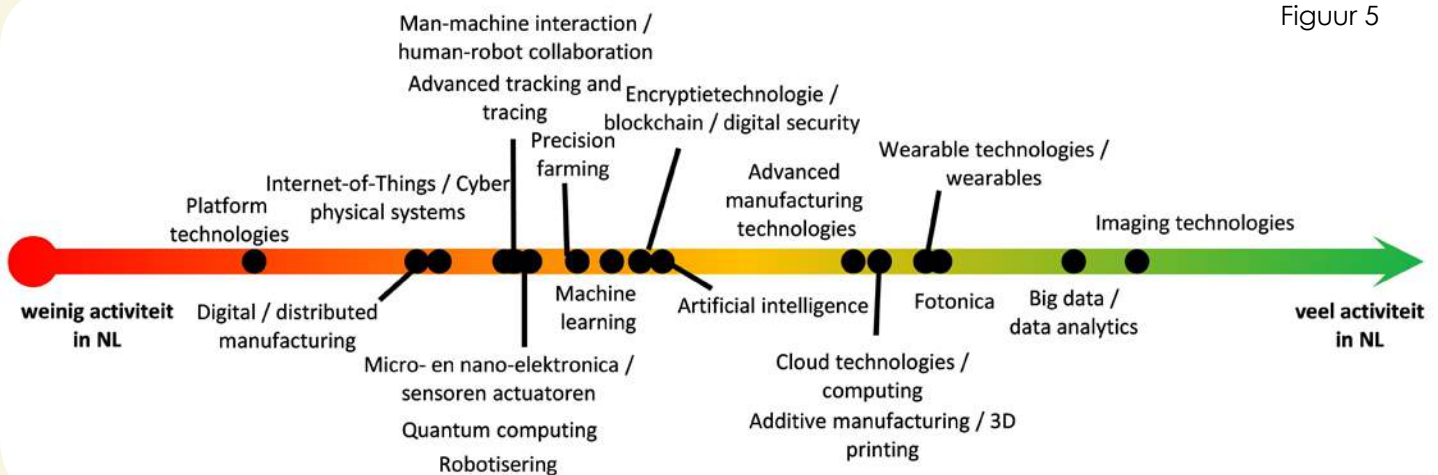
- Het merendeel van de relevante bedrijfstakken (7 uit 9) heeft een sterke, positieve dynamiek.
- In vergelijking met de economische groei in de EU15 maakt de Machine-industrie daarbij een bijzonder gunstige ontwikkeling door. Het lijkt erop dat Nederland hier terrein aan het winnen is in het internationale krachtenveld. Vooral nog is de Machine-industrie wel een relatief kleine sector in Nederland (1,5 % van de totale toegevoegde waarde, zie figuur 3).
- In de voor *Smart production* relevante industriële sectoren wordt relatief veel in R&D geïnvesteerd. De overwegend bovengemiddelde groei in toegevoegde waarde is daarnaast ook een gunstige uitgangspositie voor ontwikkeling van deze vernieuwingsopgave.



# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Belangrijke opkomende technologieën voor deze vernieuwingsopgave, waar Nederland ook in potentie op kan bouwen (omdat er al veel activiteit zichtbaar is) zijn: Imaging technologies, Big data en data analytics, Fotonica, Wearable technologies, Cloud technologies en Advanced manufacturing technologies. Uitbouwen van bestaande sterktes lijkt hier de aangewezen strategie.
- Voor andere technologieën zoals Machine learning, Distributed manufacturing, Platform technologieën, Robotics en Quantum computing geldt dat wellicht een grotere inspanning nodig is om deze uit te bouwen tot steunpilaren van toekomstig slimme productiesystemen.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaardes.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)}}{\text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}}$$

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven				
		Digitalisering, automatisering en robotisering van productieprocessen	Digitaliseren van waardeketens	Flexibele, kleinschalige productie in 'series of one'	Predictive maintenance	Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen					
	Milieuwetenschappen					
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3	3		2	3
	Management en planning	2	3			3
	Klinische geneeskunde					
	Psychologische wetenschappen					
	Economische wetenschappen	2	2	2		2
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)					
	Biomedische wetenschappen					
	Rechten en criminologie				2	
	Geschiedenis, filosofie en religie					
	Politieke wetenschappen					
	Sterrenkunde					
	Onderwijswetenschappen					
	Landbouw- en voedingswetenschappen					
	Taal en linguïstiek					
	Statistiek		2			2
<b>Gemiddeld (x0.5)</b>	Sociologie en antropologie					
	Kunsten, cultuur en muziek					
	Fundamentele levenswetenschappen					
	Fysica en materiaalkunde			3		
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie					
	Biologische wetenschappen					
	Chemie en chemische technologie					
	Civiele techniek					
	Fundamentele medische wetenschappen					
	Computerwetenschappen	3	2	2		
	Energiewetenschappen					
	Literatuurwetenschappen					
	Electrotechniek	3		3	3	
	Algemene en productie technologie	3		3	3	
	Werktuigbouwkunde	3		3	3	
	Instrumenten en instrumentarium	3		3	3	
	Wiskunde					3
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		7	10	3,5	4	10
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		22	12	19	16	13
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		32%	83%	18%	25%	77%

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven				
		Digitalisering, automatisering en robotisering van productieprocessen	Digitaliseren van waardeketens	Flexibele, kleinschalige productie in 'series of one'	Predictive maintenance	Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen
<b>Sterk (x1)</b>	Semiconductors	3	2		2	2
	Handling (heavy equipment)					
	Civil engineering			2	2	
	Medical technology					
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	3	3	3	2	
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals					
	Micro-structural and nano-technology	3	3		2	
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	3	3	3	3
	Thermal processes and apparatus					
	Food chemistry					
	Environmental technology (recycling technologies)					
	Mechanical elements		2			
	Optics	3	3			
	IT methods for management (software)	3	3	3	3	3
	Control (regulating and signaling systems etc.)			2	2	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Basic materials chemistry					
	Biotechnology					
	Computer technology (hardware)	3		3		
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers					
	Audio-visual technology (consumer electronics)					
	Transport					
	Electrical machinery, apparatus, energy			2		
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)		3	3	3	
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>13,5</b>	<b>13,5</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>21</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>8</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>64%</b>	<b>61%</b>	<b>43%</b>	<b>63%</b>	<b>63%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Productie-infrastructuur en -systemen (smart production)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven				
		Digitalisering, automatisering en robotisering van productieprocessen	Digitaliseren van waardeketens	Flexibele, kleinschalige productie in 'series of one'	Predictive maintenance	Ontwikkeling nieuwe data gedreven diensten en (mobiele) platformen
<b>Sterk (x1)</b>	Informatietechnologie en informatiediensten	3	3		3	3
	Groot- en detailhandel		2	2		2
	Zorg en welzijn					
	Overige zakelijke diensten					
	Vervoer en opslag			2		2
	Voedings-, genotmiddelenindustrie					
	Chemische industrie					
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten					2
	Machine-industrie	3	3	3	2	
	Landbouw, bosbouw, visserij					
	Financiële diensten	2				3
	Metaalproductenindustrie					
	Basismetalaalindustrie					
	Rubber- en kunststofproductindustrie					
Aardolie-industrie						
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Juridische diensten, accountancy en consultancy		2		2	
	Reparatie en installatie van machines	2		2	3	
	Delfstoffenwinning					
	Elektrotechnische industrie	3	3	3	3	
	Farmaceutische industrie					
	Overige transportmiddelenindustrie				2	
	Textiel-, kleding-, lederindustrie					
	Papierindustrie					
	Auto- en aanhangwagenindustrie				2	
<b>Minder sterk (x0)</b>	Energieproductie					
	Architecten en ingenieursdiensten					
	Onroerend goed					
	Telecommunicatie	2	2	2	2	3
	Meubel- en overige industrie					
	Horeca					
	Bouw				2	
	Elektrische apparatenindustrie				2	
	Uitgeverijen					
	Bouwmaterialenindustrie					
	Grafische industrie					
	Cultuur, sport en recreatie					
	Water en afvalbeheer					
	Houtindustrie					
	Filmindustrie, radio en televisie					
Overige persoonlijke diensten						
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>9,5</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>15</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>68%</b>	<b>48%</b>	<b>80%</b>

## BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

# Veilige samenleving (smart security)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Het bewaken en verbeteren van de veiligheid van onze samenleving vormt een continue uitdaging, maar biedt ook kansen voor vernieuwing en innovatie. Het gaat bij veiligheid om een aantal zaken. Bescherming tegen natuurrampen en rampen veroorzaakt door de mens is een eerste prioriteit. Het gaat daarbij vooral om bescherming van onze kritische infrastructuur: dijken, bruggen wegen, het gas- en elektriciteitsnet, de zee- en luchthavens en natuurlijk onze digitale snelweg. de bescherming van kritische handelsketens (supply chains) is daaraan gerelateerd. Daarnaast richt deze vernieuwingsopgave zich op het omgaan met interne en externe bedreigingen en instabiliteit. Misdaad, radicalisering en (cyber)terrorisme vragen om een effectieve aanpak en om technologische en sociale innovaties. Digitale veiligheid en met name de bescherming van burgers wordt een steeds prominenter vraagstuk dat een geïntegreerde aanpak van overheid, bedrijven en burgers vraagt.

Specifieke innovatieopgaven met betrekking tot een veilige samenleving zijn:

- **Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur**
- **Veiligheid, privacy en identiteit van burgers:** bijvoorbeeld inzet big data voor een veilige samenleving (inclusief risico's en ethische vragen)
- **Voorkómen van en omgaan met radicalisering en terrorisme**

## Resultaten

De vernieuwingsopgave *Smart security* kan bouwen op een internationaal onderscheidende positie in kennisinstellingen en het bedrijfsleven. De technologiepositie is over het algemeen iets minder sterk, maar ook hier is de basis nog steeds goed.

Digitalisering van de maatschappij zorgt voor de noodzaak van steeds nauwere samenwerking van de dienstensector (juridisch, financieel en zakelijk) met de sectoren ICT en Telecommunicatie. Tezamen vormen deze bedrijfstakken een sterke basis voor het creëren van een *Veilige samenleving*. Wel is de dynamiek van de bedrijfstakken minder positief.

Kansen voor het vergroten van de veiligheid liggen met name in de opkomende technologieën. De gangbare technologieën zijn internationaal gezien gemiddeld sterk. De opkomende technologieën Big data analytics, Sensoren en Geavanceerde tracking and tracing technologie bieden veel potentie in het signaleren van terrorisme en radicalisering. Hier zijn ook politieke en ethische vragen rond zaken als privacy, dataopslag en –toegang van belang. Om de juiste informatie uit het digitale domein te halen zijn algoritmes nodig. Hier ligt een bijdrage voor de kennisvelden Statistiek, Wiskunde en Informatie- en communicatiewetenschappen. Het kennisveld Wiskunde is internationaal minder onderscheidend. Om op basis van data te handelen ter bescherming van de burgers, kan Nederland bouwen op sterke managementvaardigheden.

Met de opkomst van deze nieuwe technologie worden burgers enerzijds beschermd tegen bedreigingen, anderzijds komt mogelijk de privacy en identiteit van burgers in gevaar. Nieuwe wet- en regelgeving omtrent privacy, dataopslag en –toegang moet deze vorm van veiligheid waarborgen. Nederland kan hiervoor bouwen op een sterke kennispositie in Rechten en criminologie en Politieke wetenschappen, en een gemiddeld sterke Juridische dienstensector. Daarnaast kunnen Blockchain en Encryptie technologie potentieel een grote rol spelen in het verbeteren van de veiligheid van digitale infrastructuur.

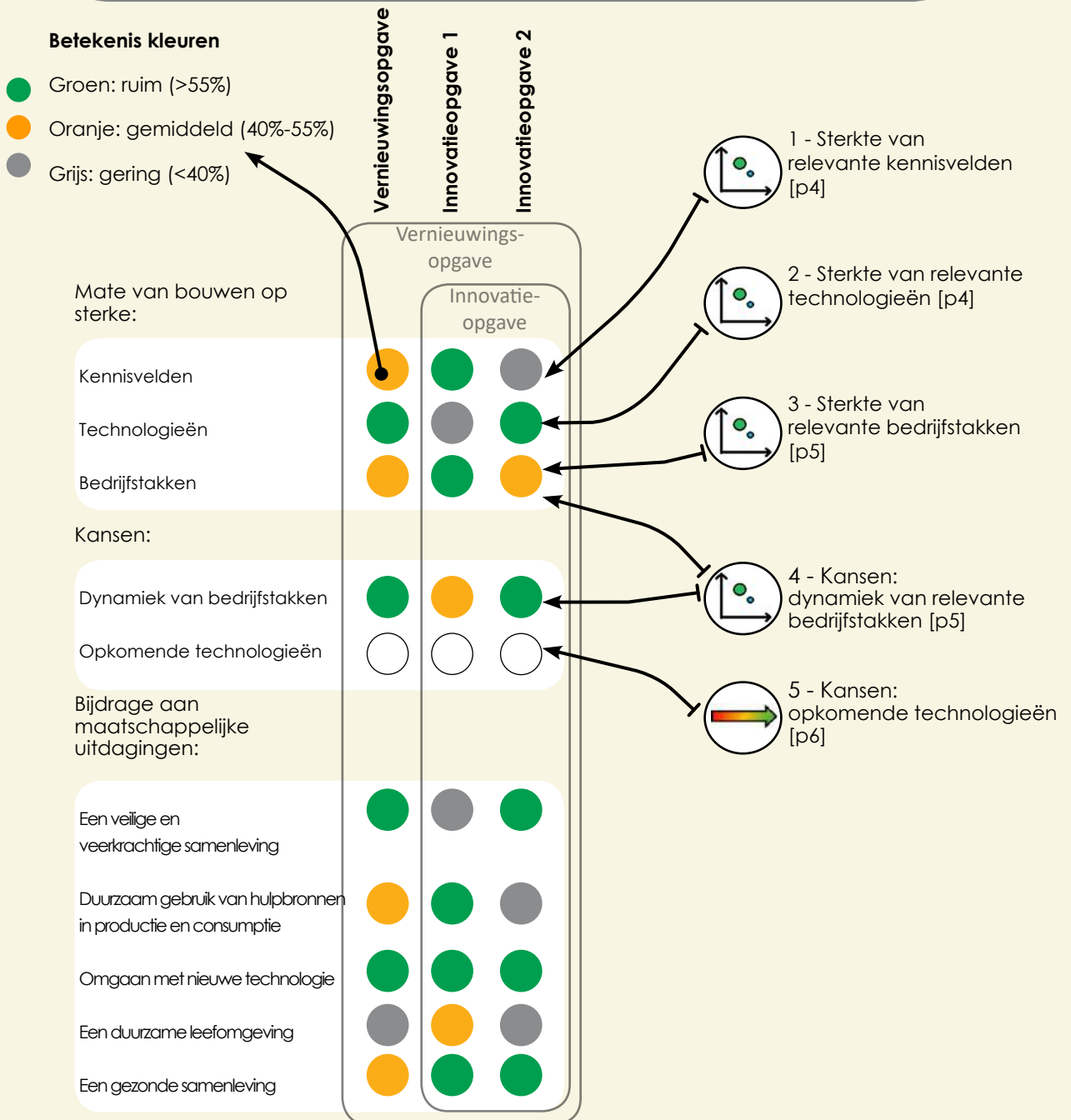
Naast vragen rond digitale veiligheid speelt de veiligheid van de fysieke infrastructuur een minstens zo belangrijke rol. Ook hier biedt nieuwe kennis en technologie belangrijke kansen. Sensoren spelen bijvoorbeeld een rol in het voorkomen van schade aan infrastructuur, zoals wegen, bruggen en dijken. Management en planning en Milieuwetenschappen blijven een sterke rol spelen in de bescherming tegen natuurlijke bedreigingen. De innovatieopgave *Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur* kan nu nog in mindere mate bouwen op een sterke kennis- en technologiepositie.



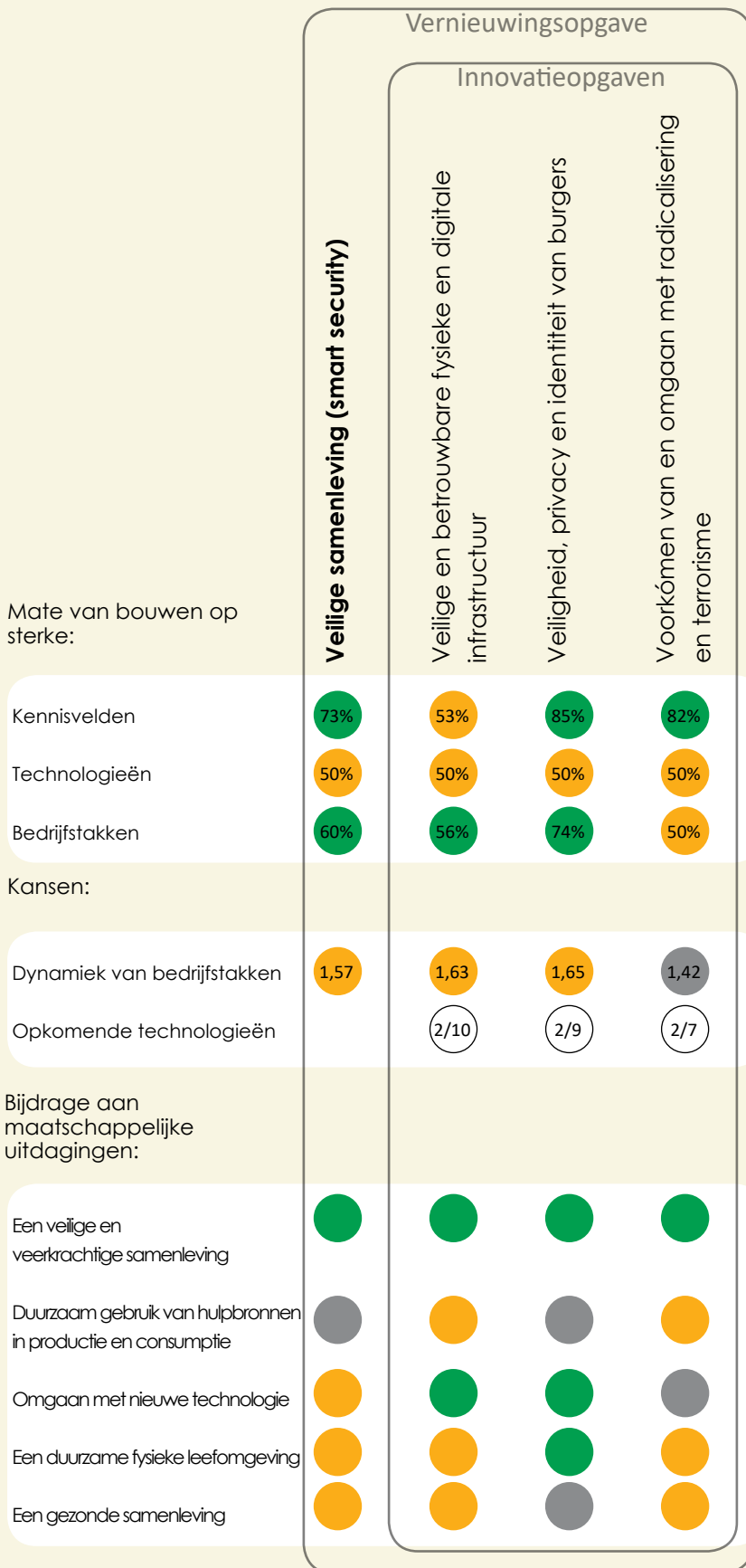
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Veilige samenleving (smart security)



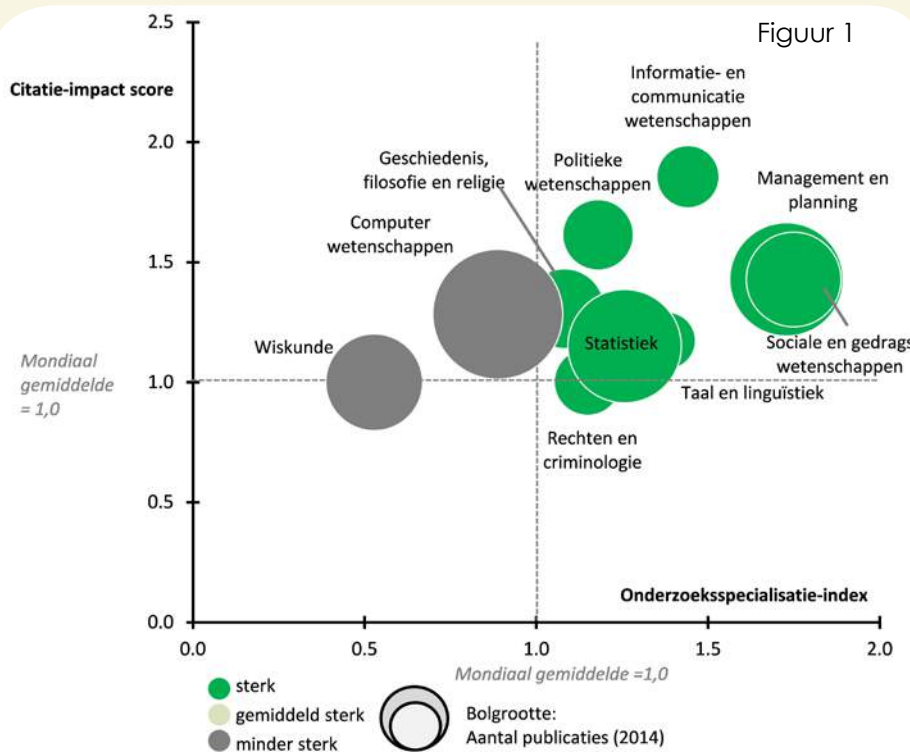
## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Smart security* kan bouwen op een internationaal onderscheidende positie in kennisinstellingen en het bedrijfsleven. De technologiepositie is over het algemeen iets minder sterk. Dit geldt voor alle innovatieopgaven. Maar ook hier is de basis nog steeds goed.
- De dynamiek van de bedrijfstukken is daarentegen minder positief.
- Binnen deze vernieuwingsopgave wordt er vooral bijgedragen aan de maatschappelijke uitdagingen *Een veilige en veerkrachtige samenleving* en *Omgaan met nieuwe technologie*.
- *Omgaan met nieuwe technologie* (bijvoorbeeld door digitalisering) is een uitdaging die, met name in de innovatieopgave *Veiligheid, privacy en identiteit van burgers*, wordt opgepakt. Deze opgave kan bouwen op veel kennissterktes en sterktes in het bedrijfsleven.
- De kennispositie voor de innovatieopgave *Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur* is iets minder sterk. Dit ligt met name in de kennis voor een veilige fysieke infrastructuur, waarin de kennis van Civiele techniek en Electrotechniek toegepast wordt.
- Voor de innovatieopgave *Voorkomen van en omgaan met radicalisering* is juist de positie van de bedrijfstukken minder onderscheidend. Hier speelt bijvoorbeeld de minder sterke bedrijfstak Cultuur, sport en recreatie een rol.

N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

# Veilige samenleving (smart security)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden



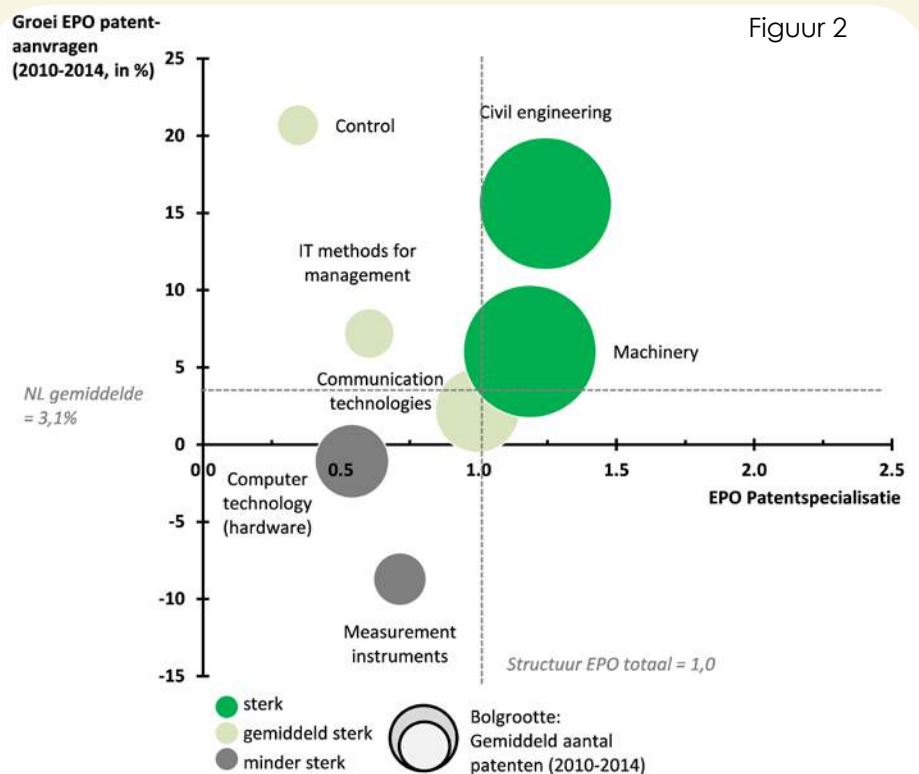
- Tien kennisvelden zijn relevant voor het bouwen aan een veilige samenleving. Het merendeel (8) is sterk.
- De gammawetenschappen spelen een centrale rol in het vraagstuk omtrent veiligheid. Onder andere Rechten en criminologie, Sociale en gedragswetenschappen, Management en planning en Politieke wetenschappen zijn van belang voor het begrijpen van en omgaan met veiligheid (bijv. omgaan met terrorisme en radicalisering) en privacy.
- De kennisvelden Informatie- en communicatiewetenschappen in combinatie met Statistiek en het minder sterke veld Wiskunde hebben invloed op het gebruik van Big Data voor signalering van bedreigingen.

N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

- Zeven technologieën kunnen een rol spelen in de vernieuwingsopgave *Smart security*. Hiervan zijn er twee sterk en drie gemiddeld sterk.
- De gemiddeld sterke technologieën Communicatie technologieën en Informatie technologie (IT) voor management zijn van belang voor de alle innovatieopgaven.
- Nederland is op basis van patentaanvragen gemiddeld sterk in deze technologieën. Nederland is niet gespecialiseerd in deze technologieën, maar onderscheidt zich wel door een hoge groei in patentaanvragen.
- Een veilige en betrouwbare infrastructuur (zowel fysiek als digitaal) is de meest technologische innovatieopgave. Deze opgave kan bouwen op meerdere technologieën. Zo vraagt een veilige fysieke infrastructuur om een bijdrage vanuit de Civiele techniek en de Machinebouw. Hierin is Nederland internationaal onderscheidend.

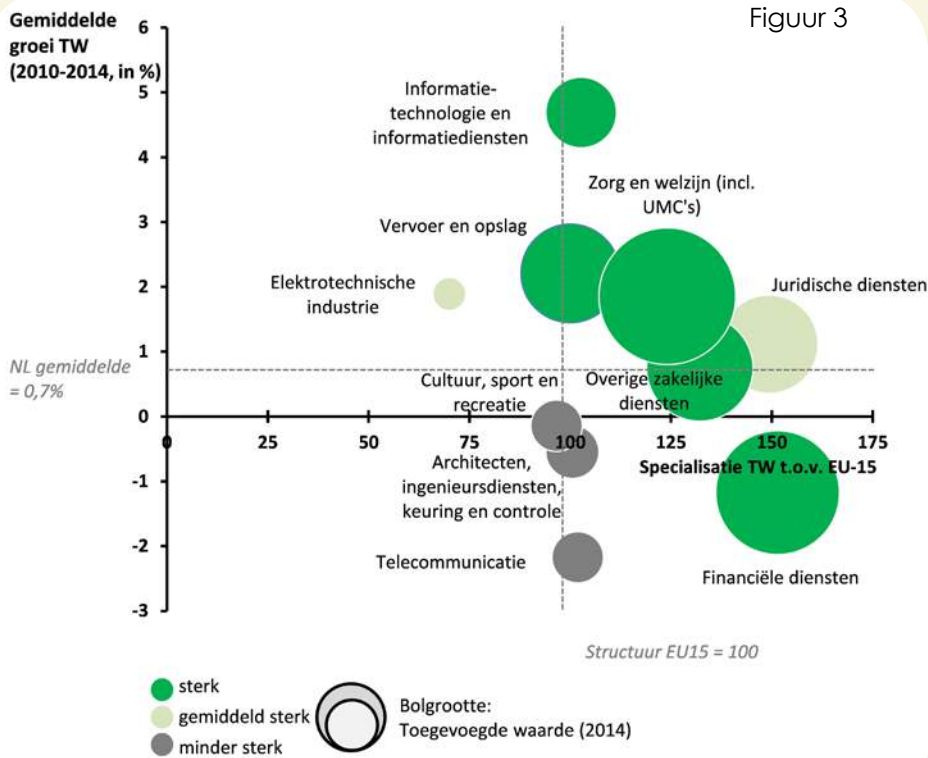
\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.



N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Veilige samenleving (smart security)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken



N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

Figuur 3

- Tien bedrijfstakken zijn in het bijzonder relevant voor een *Veilige samenleving*, vijf daarvan zijn sterk.

- In de basis is er een sterke uitgangspositie. Nederland kan bouwen op een relatief sterke specialisatie binnen de EU15.

- In Informatietechnologie en informatiediensten, Financiële diensten en Overige zakelijke diensten is Nederland internationaal onderscheidend. Deze diensten spelen een rol in ten minste twee van de drie innovatieopgaven.

- In Juridische dienstverlening is Nederland gemiddeld sterk.

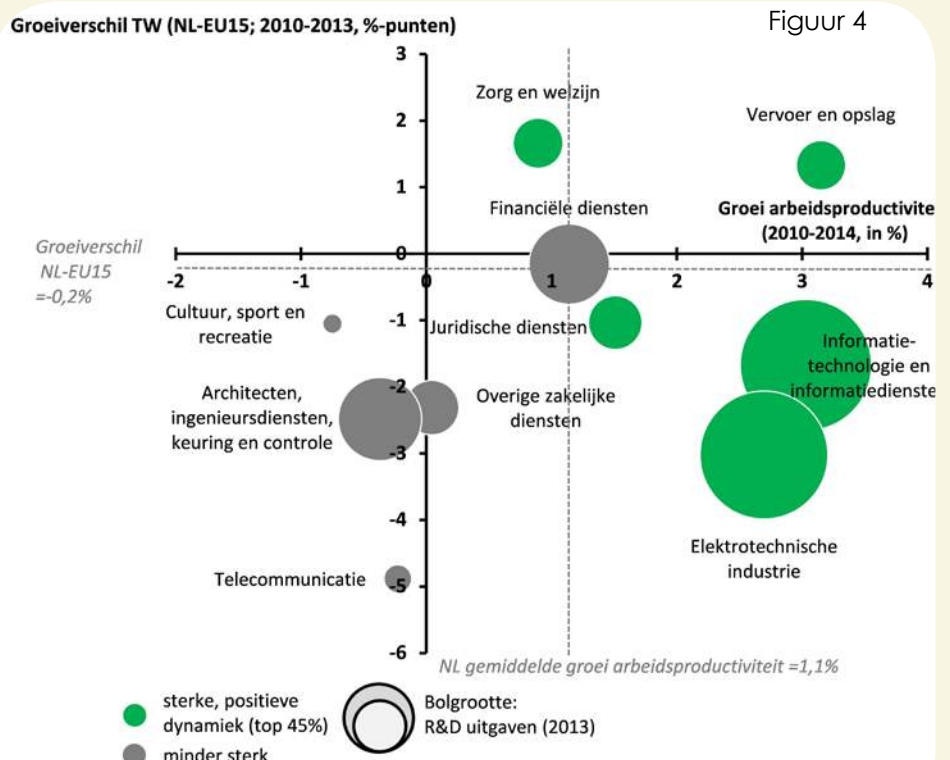
- Daarnaast zijn er nog bedrijfstakken relevant voor één specifieke innovatieopgave. Zo is Zorg en Welzijn relevant voor de Veiligheid, privacy en identiteit van burgers.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

- Vijf van de tien relevante bedrijfstakken maken een gunstige ontwikkeling door.

- Informatietechnologie en –diensten en Juridische diensten zijn sectoren die een sterke, postieve dynamiek hebben en een grote rol spelen in veel innovatieopgaven.

- De bedrijfstak Overige zakelijke diensten is in termen van toegevoegde waarde een grote en sterke bedrijfstak, maar de dynamiek is hier minder positief. Deze sector groeit ten opzichte van de EU15 landen minder snel. Ook is de R&D intensiteit laag. De exportwaarde groeit daarentegen wel het snelst van alle bedrijfstakken. Deze indicator is niet opgenomen in de figuur.

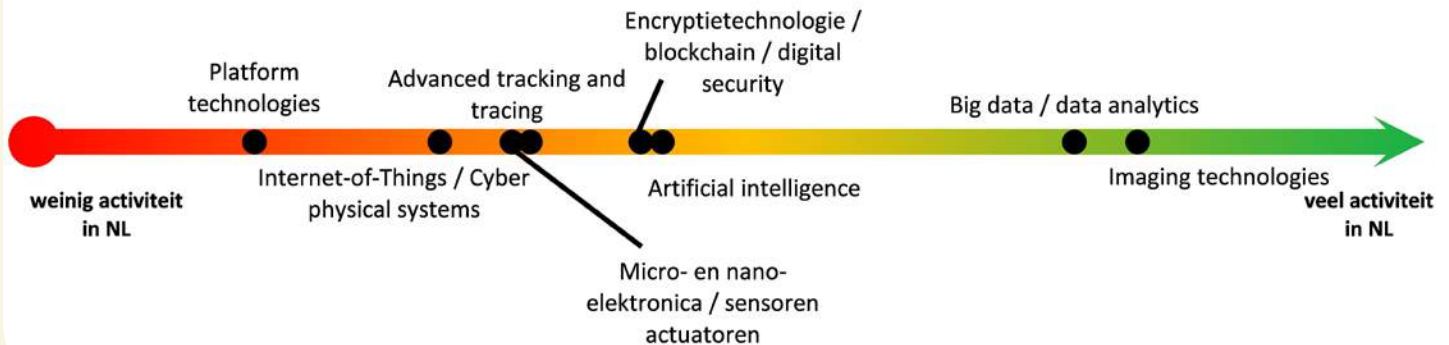


N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Veilige samenleving (smart security)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- Big data analytics speelt een grote rol in het signaleren van bedreigingen voor een veilige samenleving, zowel digitaal als fysiek. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om vroegtijdige signalering van mogelijke terroristische activiteiten of schade aan fysieke infrastructuur, zoals wegen, bruggen en dijken.
- Nieuwe ontwikkelingen kunnen zorgen voor een volledige integratie van sensoren met infrastructuur. Sensoren en actuatoren en Imaging technologies (patroonherkenning) zijn een belangrijke bron voor nieuwe data die door Big data analytics geïnterpreteerd kan worden.
- De digitale infrastructuur kan beter worden beveiligd door de opkomst van nieuwe technologieën zoals Blockchain en Encryptietechnologie. Deze technologieën moeten wel doorontwikkeld worden voordat ze grootschalig toegepast kunnen worden voor het creëren van een veilige digitale infrastructuur.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaarden.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$

# Veilige samenleving (smart security)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven		
		Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur	Veiligheid, privacy en identiteit van burgers	Voorkomen van en omgaan met radicalisering en terrorisme
<b>Sterk (x1)</b>	Gezondheidswetenschappen			
	Milieuwetenschappen			
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3	3	3
	Management en planning		2	2
	Klinische geneeskunde			
	Psychologische wetenschappen			2
	Economische wetenschappen		2	
	Sociale en gedragswetenschappen (interdisciplinair)	2	2	3
	Biomedische wetenschappen			
	Rechten en criminologie	3	2	3
	Geschiedenis, filosofie en religie		2	2
	Politieke wetenschappen		2	3
	Sterrenkunde			
	Onderwijswetenschappen			3
	Landbouw- en voedingswetenschappen			
	Taal en linguïstiek			2
Statistiek	2	2	2	
<b>Gemiddeld (x0,5)</b>	Sociologie en antropologie			2
	Kunsten, cultuur en muziek			2
	Fundamentele levenswetenschappen			
	Fysica en materiaalkunde			
<b>Minder sterk (x0)</b>	Aardwetenschappen en -technologie			
	Biologische wetenschappen			
	Chemie en chemische technologie			
	Civiele techniek		3	
	Fundamentele medische wetenschappen			
	Computerwetenschappen	2		2
	Energiewetenschappen			
	Literatuurwetenschappen			
	Electrotechniek	2		
	Algemene en productie technologie			
	Werktuigbouwkunde			
	Instrumenten en instrumentarium	3		
	Wiskunde	2		2
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		10	17	27
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		19	20	33
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		53%	85%	82%

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Veilige samenleving (smart security)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven		
		Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur	Veiligheid, privacy en identiteit van burgers	Voorkómen van en omgaan met radicalisering en terrorisme
<b>Sterk</b> (x1)	Semiconductors			
	Handling (heavy equipment)			
	Civil engineering	3		
	Medical technology			
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	2		
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals			
	Micro-structural and nano-technology			
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	3	3	2
	Thermal processes and apparatus			
	Food chemistry			
	Environmental technology (recycling technologies)			
	Mechanical elements			
	Optics			
	IT methods for management (software)	3	3	2
	Control (regulating and signaling systems etc.)	3		
<b>Minder sterk</b> (x0)	Basic materials chemistry			
	Biotechnology			
	Computer technology (hardware)	2		
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers			
	Audio-visual technology (consumer electronics)			
	Transport			
	Electrical machinery, apparatus, energy			
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)	3		
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>9,5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>19</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1

# Veilige samenleving (smart security)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven		
		Veilige en betrouwbare fysieke en digitale infrastructuur	Veiligheid, privacy en identiteit van burgers	Voorkomen van en omgaan met radicalisering en terrorisme
<b>Sterk</b> (x1)	Informatietechnologie en informatiediensten	3	3	2
	Groot- en detailhandel			
	Zorg en welzijn		2	
	Overige zakelijke diensten	2	2	2
	Vervoer en opslag		2	
	Voedings-, genotmiddelenindustrie			
	Chemische industrie			
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten			
	Machine-industrie			
	Landbouw, bosbouw, visserij			
	Financiële diensten	2	2	
	Metaalproductenindustrie			
	Basismetalaalindustrie			
	Rubber- en kunststofproductindustrie			
Aardolie-industrie				
<b>Gemiddeld</b> (x0.5)	Juridische diensten, accountancy en consultancy	2	3	2
	Reparatie en installatie van machines			
	Delfstoffenwinning			
	Elektrotechnische industrie	2		
	Farmaceutische industrie			
	Overige transportmiddelenindustrie			
	Textiel-, kleding-, lederindustrie			
	Papierindustrie			
	Auto- en aanhangwagenindustrie			
<b>Minder sterk</b> (x0)	Energieproductie			
	Architecten en ingenieursdiensten	2		
	Onroerend goed			
	Telecommunicatie	3	3	2
	Meubel- en overige industrie			
	Horeca			
	Bouw			
	Elektrische apparatenindustrie			
	Uitgeverijen			
	Bouwmaterialenindustrie			
	Grafische industrie			
	Cultuur, sport en recreatie			2
	Water en afvalbeheer			
	Houtindustrie			
Filmindustrie, radio en televisie				
Overige persoonlijke diensten				
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>9</b>	<b>12.5</b>	<b>5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>16</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>56%</b>	<b>74%</b>	<b>50%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			



# Veerkrachtige samenleving (smart society)

*Innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers (bedrijven, overheden burgers) die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Innovatieopgaven bouwen op sterktes van (Nederlandse) kennisinstellingen en bedrijven en dragen bij aan het oplossen van grotere maatschappelijke uitdagingen en versterken de economie. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven die zorgt voor effectiviteit, efficiëntie en schaalgrootte om een relevante internationale positie te ontwikkelen.*

*Het doel van het fiche is om voor een aantal geïdentificeerde vernieuwingsopgaven en innovatieopgaven een zo objectief en transparant mogelijk overzicht van sterktes en kansen voor Nederland te geven. De fiches laten zien in welke mate de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op een sterke kennispositie, op sterke bedrijfstakken en op technologiesterktes.*

Ontwikkelingen op het gebied van bevolking, immigratie, urbanisatie, economie en technologie doen een beroep op het adaptieve vermogen van Nederland. Een veerkrachtige samenleving gaat ook over sociale cohesie en polarisatie (i.c.m. ruimtelijke segregatie). De bevolkingsdynamiek in Nederland, met groei en krimp in verschillende regio's, doet een beroep op 'slimme' oplossingen om steden leefbaar en elders, op het platteland, voorzieningen betaalbaar en bereikbaar te houden.

Zo is het, in het speelveld van technologische innovatie en internationalisering, een continue opgave voor Nederland om de (krimpende) beroepsbevolking fit voor de (toekomstige) economische activiteiten in het digitale tijdperk te houden. Sommige banen zullen verdwijnen, in veel banen zullen andere taken gedaan worden en nieuwe beroepen zullen opkomen. Tegelijkertijd vraagt de veranderende samenstelling van huishoudens (kleinere omvang, groter in aantal o.a. door vergrijzing en verdunning) om aanpassingen in onze leefomgeving en infrastructuur om een adequate planning en ontwikkeling van slimme huizen en wijken. Dit biedt ook kansen in de ontwikkeling van allerlei nieuwe concepten en diensten.

Specifieke innovatieopgaven met betrekking tot een veilige samenleving zijn:

- **Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk** (smart skills, e-skills, interactie mens-machine)
- **Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving** (smart working, pensioenen, sociale zekerheid, basisinkomen, vrije tijd)
- **Slimme huizen en wijken voor een diverse bevolking** (vergrijzing; veranderende samenstelling huishoudens)

## Resultaten

De transitie naar een slimme, steeds meer digitale samenleving vraagt om nieuwe typen kennis en vaardigheden en leidt tot nieuwe banen en taken. De toenemende rol van informatie en de grotere diversiteit aan apparaten vragen om veranderingen in werk, gedrag, kennis en vaardigheden. Samenleving en beroepsbevolking moeten voorbereid worden voor de digitale toekomst. Hier kan Nederland bouwen op een internationaal onderscheidende positie van de kennisinstellingen en de bedrijfstakken.

Kennis in de gammawetenschappen draagt bij aan het identificeren van vragen en behoeften in de digitale samenleving en het organiseren van *Nieuwe arrangementen voor werken* en verspreiding van nieuwe *Kennis en vaardigheden*. Voor deze taken kan Nederland bouwen op een goede positie in Economische wetenschappen, Onderwijswetenschappen en Sociale en gedragswetenschappen en op veel kennis van Informatie- en communicatiewetenschappen. Ook in bedrijfstakken die hierop aansluiten is Nederland sterk, met name in Informatietechnologie en informatiediensten. Overige zakelijke en persoonlijke diensten en de specialistische diensten, waaronder Reclame en marktonderzoek en ook Onderwijs dragen bij aan de vernieuwingsopgave *Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk*.

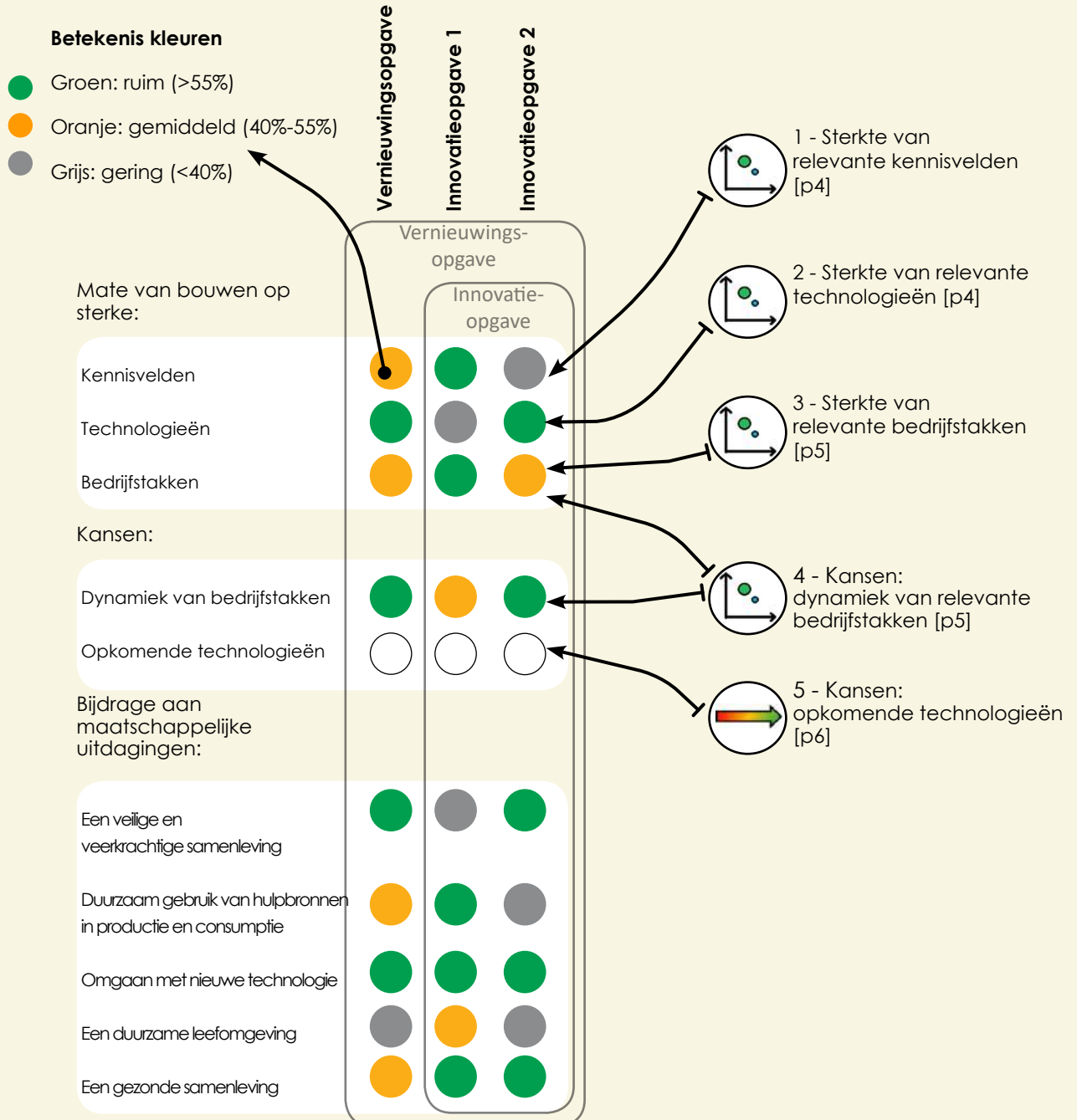
De innovatieopgave *Slimme huizen en wijken* is meer technologisch van aard dan de eerdere twee innovatieopgaven. Hier kan Nederland in mindere mate bouwen op een sterke positie in technologie en het bedrijfsleven. Vergrijzing en een veranderende samenstelling van huishoudens hebben impact op de vraag naar huizen. Kennis van deze effecten vallen onder de gammawetenschappen. Hierin is Nederland sterk. Gezond oud worden in een eigen woning vraagt ook nadrukkelijk om kennis van Gezondheidswetenschappen, een bijdrage vanuit Zorg en Welzijn en toepassingen van Medische technologie in huizen.

Voor de innovatieopgave *Slimme huizen en wijken* is technische kennis nodig. Civiele techniek en kennis van Instrumenten en Instrumentarium zijn hiervoor nodig. Architecten spelen een rol in het ontwerpen van deze huizen en het Ontroerend goed en de Bouw in het realiseren van deze huizen. De bedrijfstakken die nodig zijn voor het realiseren van Slimme huizen en wijken voor een gevarieerde bevolking zijn internationaal niet onderscheidend. Hier is extra aandacht nodig.

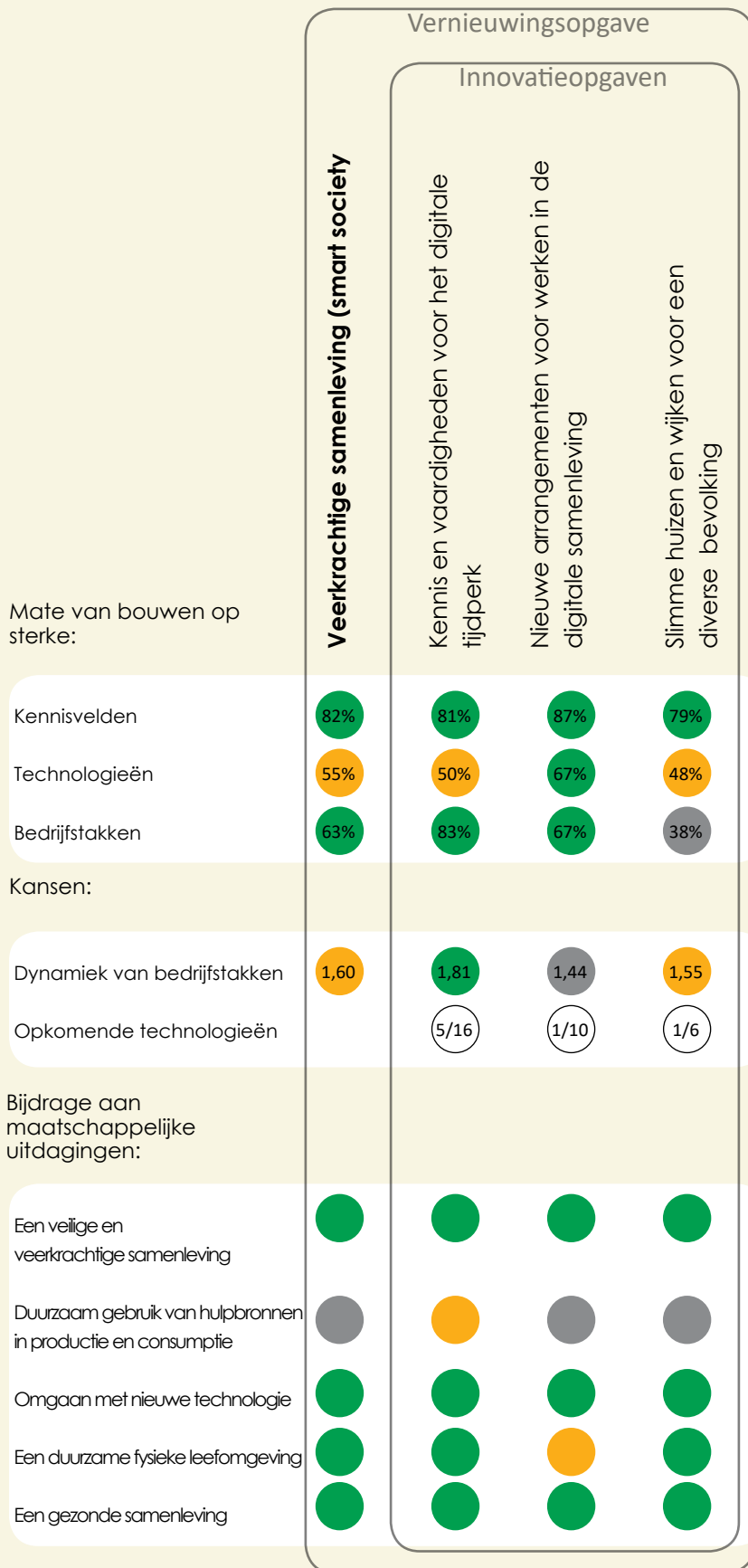
# LEESWIJZER

## OPBOUW FICHE

<b>Inleiding</b>	p1
<b>Resultaten</b>	p1
<b>Deel 1: Overzicht van sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p3
- <i>Mate van bouwen op sterke: kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken</i>	p3
- <i>Kansen: dynamiek van bedrijfstakken en opkomende technologieën</i>	p3
- <i>Bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen</i>	p3
<b>Deel 2: Onderbouwing van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgave</b>	p4-6
1 - <i>Sterkte van relevante kennisvelden</i>	p4
2 - <i>Sterkte van relevante technologieën</i>	p4
3 - <i>Sterkte van relevante bedrijfstakken</i>	p5
4 - <i>Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken</i>	p5
5 - <i>Kansen: opkomende technologieën</i>	p6
<b>Deel 3: Toelichting stoplichten</b>	p6-9
- <i>Bijlage 1: bouwen op kennisvelden</i>	p7
- <i>Bijlage 2: bouwen op technologieën</i>	p8
- <i>Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken</i>	p9



# Veerkrachtige samenleving (smart society)



N.B. Voor de tot standkoming van de kleuren van de stoplichten, zie de bijlage.

## OVERZICHT

- De vernieuwingsopgave *Smart society* kan over het algemeen bouwen op een goede positie in kennisinstellingen, technologieën en bedrijfstakingen. Met de dynamiek van de bedrijfstakingen is het iets minder positief gesteld.

- Deze vernieuwingsopgave heeft een brede maatschappelijke relevantie. Niet alleen draagt de opgave bij aan *Een veilige en veerkrachtige samenleving*, maar ook levert deze een bijdrage aan het *Omgaan met nieuwe technologie*, *Een duurzame fysieke leefomgeving* en *Een gezonde samenleving*.

- Nederland heeft op alle fronten een goede basis voor het creëren van *Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving*. Een punt van aandacht is wel de minder positieve dynamiek van de bedrijfstakingen.

- Nieuwe 'slimme' manieren van werken en leven zorgen voor flexibiliteit. Hierdoor kan o.a. omgegaan worden met urbanisatie en met groei en krimp, aspecten van maatschappelijke uitdaging *Een duurzame fysieke leefomgeving*.

- De dynamiek van de bedrijfstakingen is wel positief voor de innovatieopgave *Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk*. Hier is het gehele beeld positief met enkel een wat lagere score op technologieën. De rol van technologieën in deze opgave is echter beperkt.

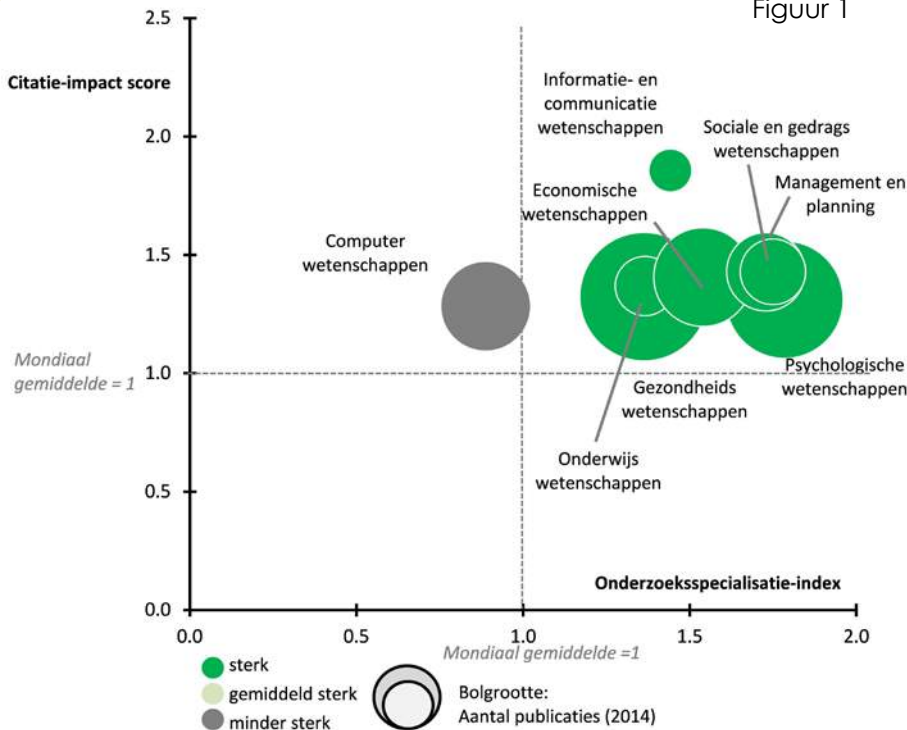
- De innovatieopgave *Slimme huizen en wijken voor een diverse bevolking* is minder goed gepositioneerd. Technologie speelt hier een grotere rol. De positie van technologie voor deze opgave is minder internationaal onderscheidend. De bedrijfstakingen die relevant zijn voor deze innovatieopgave zijn ook minder sterk en tonen een matige dynamiek.

- Deze innovatieopgave is wel van belang om in te spelen op een breed aantal maatschappelijke uitdagingen. *Een gezonde samenleving* wordt bijvoorbeeld bevorderd door in te zetten op slimme huizen voor chronisch zieken en voor het verbeteren van lifestyle en preventie.

# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## 1 - Sterktes van relevante kennisvelden

Figuur 1



N.B. De sterkte is gebaseerd op 5 indicatoren, zie bijlage.

- Er zijn 8 kennisvelden die een bijdrage kunnen leveren aan ten minste 2 van de 3 innovatieopgaven. Hiervan zijn er 7 sterk.
- De sterktes van de Nederlandse kennisinstellingen zitten in de gammawetenschappen.
- Informatie –en communicatie-wetenschappen, Economische wetenschappen en Sociale gedrags-wetenschappen spelen een centrale rol in alle drie innovatieopgaven.
- Computerwetenschappen is een minder sterk kennisveld. Nederland is hier in vergelijking met het buitenland niet in gespecialiseerd en het aantal publicaties daalt sterk

## 2 - Sterktes van relevante technologieën\*

• 4 technologieën kunnen een bijdrage leveren aan twee of meer innovatieopgaven in de vernieuwings-opgave *Een veerkrachtige samenleving*. Hiervan is 1 sterk en zijn er 2 gemiddeld sterk.

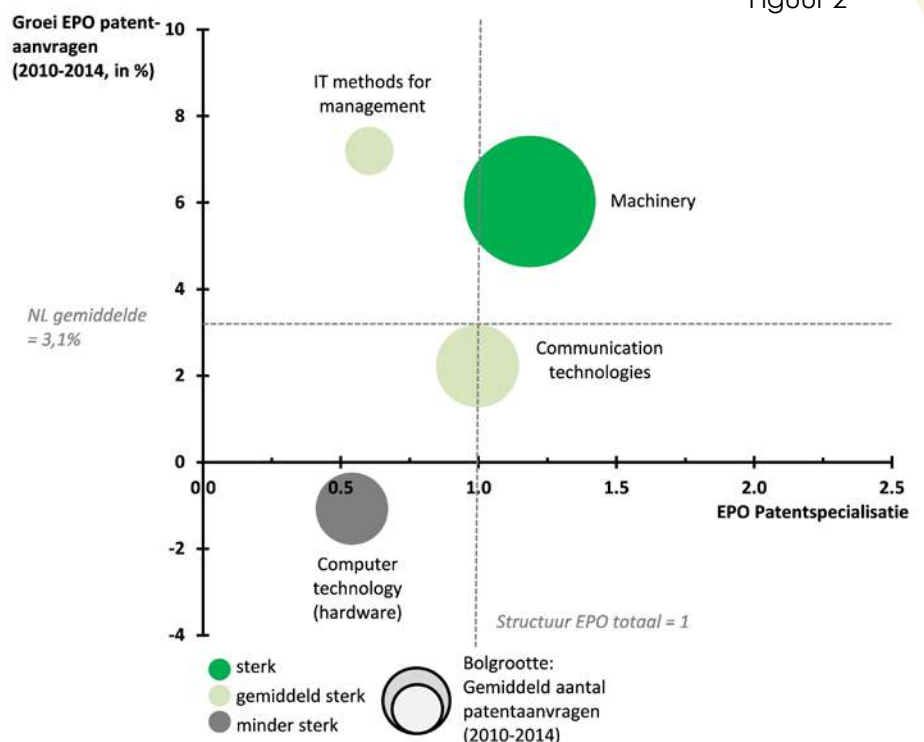
• Machinebouw en communicatie-technologie en IT methodes voor management zijn gemiddeld sterke tot sterke technologieën die de mens-machine interactie kunnen verbeteren.

• Nederland is in de Computertechnologie, net als in de Computerwetenschappen, niet gespecialiseerd. Ook hier daalt het aantal patentaanvragen.

• Voor *Slimme huizen en wijken voor een diverse samenleving* zijn meer technologieën nodig, dan voor nieuwe *Kennis en vaardigheden* en *Nieuwe arrangementen voor werken in een digitale samenleving*. In de bijlage staan deze technologieën vermeld.

\* N.B. Patentaanvragen dekken niet de volledige technologieontwikkeling af. Het is wel een zuivere indicator voor internationale vergelijking.

Figuur 2

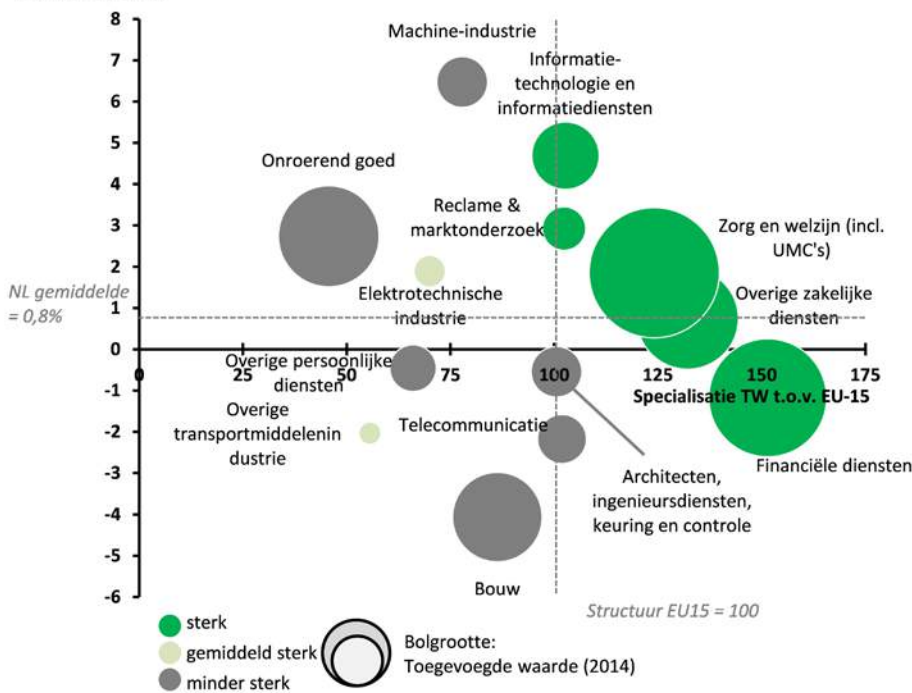


N.B. De sterkte is gebaseerd op 3 indicatoren, zie bijlage.

# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## 3 - Sterktes van relevante bedrijfstakken

Gemiddelde groei TW (2010-2014, in %)



Figuur 3

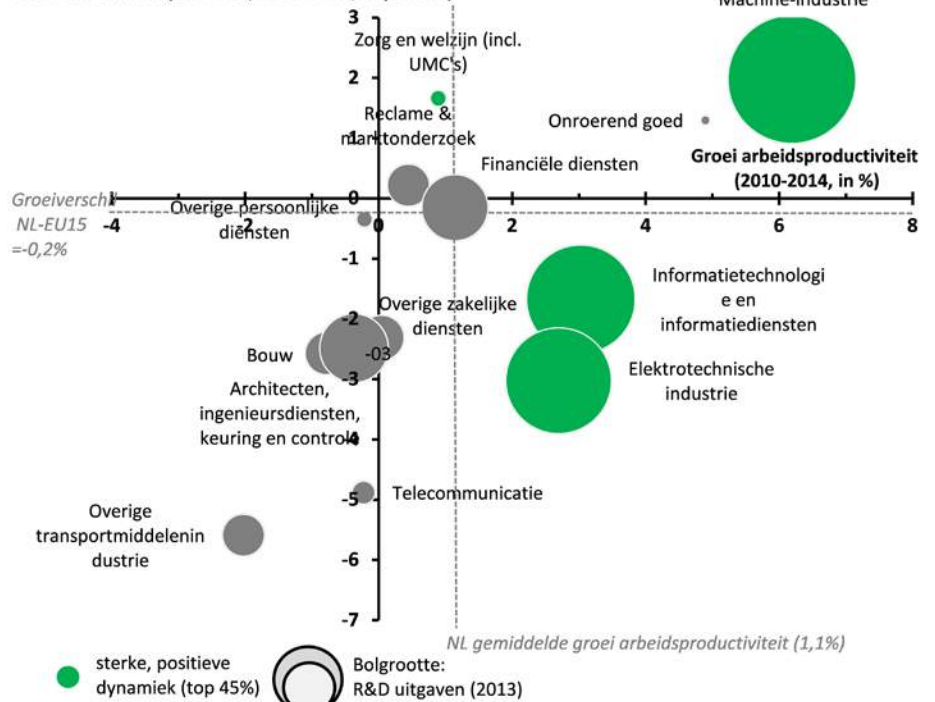
- 13 bedrijfstakken kunnen een relevante bijdrage leveren aan ten minste één van de innovatieopgaven onder Smart society. Hiervan zijn er 5 sterk.
- Van de sterke bedrijfstakken zijn Informatietechnologie en –diensten, Reclame en marktonderzoek en Overige zakelijke diensten (waaronder uitzendbureau's en facility management) het meest relevant.
- Deze bedrijfstakken zijn met name van belang voor de innovatieopgaven *Kennis en vaardigheden* en *Nieuwe arrangementen voor werken in een digitale samenleving*.
- Voor de innovatieopgave *Slimme huizen en wijken voor een diverse bevolking* zijn daarnaast een aantal minder sterke tot gemiddeld sterke bedrijfstakken relevant. Bijvoorbeeld Architecten en ingenieursdiensten, de Bouw en de Overige transportmiddelenindustrie, waaronder voertuigen voor minder validen.

N.B. De sterkte is gebaseerd op 9 indicatoren, zie bijlage.

## 4 - Kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken

- Opvallend is dat een groot deel van de bedrijfstakken een minder positieve dynamiek heeft.
- De bedrijfstak Informatietechnologie en –diensten heeft wel een sterke, positieve dynamiek. Deze bedrijfstak is van belang voor alle innovatieopgaven.
- De overige bedrijfstakken hebben een gemiddeld lage groei in arbeidsproductiviteit en t.o.v. het buitenland een lage groei in termen van toegevoegde waarde. Bovendien zijn de R&D uitgaven beperkt, wat duidt op weinig vernieuwingsvermogen.

Groeiverschil TW (NL-EU15; 2010-2013, %-punten)



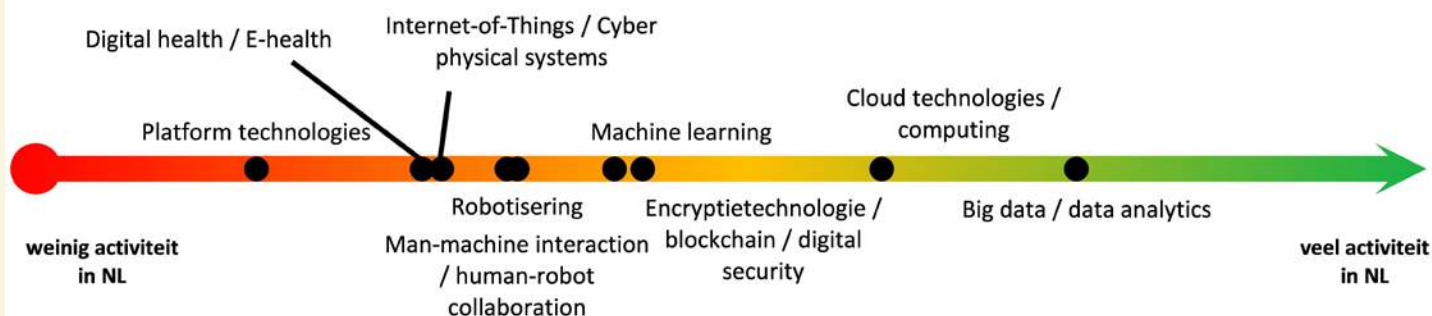
Figuur 4

N.B. De dynamiek is gebaseerd op 6 indicatoren, zie bijlage.

# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## 5 - Kansen: opkomende technologieën

Figuur 5



- De opkomende technologieën die een rol spelen in de vernieuwingsopgave Smart society hebben weinig tot gemiddeld veel activiteit in de Nederlandse kennisinstellingen en het bedrijfsleven.
- Van de relevante opkomende technologieën is Nederland het meest actief in Data analytics.
- Opkomende technologie omtrent Robotisering, Man-machine interactie en Machine learning spelen een rol in het nieuwe werken en in het 'slim' wonen. In Nederland is er nu nog gemiddeld veel activiteit rondom deze technologieën.
- Er vindt nu al meer activiteit plaats rondom Cloud computing technologieën. Deze technologie kan op de korte termijn al een grotere rol spelen in het informatie delen voor een Veerkrachtige samenleving.

## Bijlage: toelichting stoplichten 'bouwen op ...'

### BEPALING VAN STERKTE

De sterkte van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken wordt bepaald op basis van een dummy (score 0 of 1) op verschillende indicatoren. Deze indicatoren staan onderaan de bijlagen. Aan elk van deze indicatoren is een gewicht gegeven. De som van de score op deze indicatoren bepaalt de sterkte. Er wordt een onderscheid gemaakt in 3 categorieën: sterk, gemiddeld sterk en minder sterk.

### SCORE OP RELEVANTIE

Er is een inschatting gemaakt van de mate waarin de innovatieopgaven moeten bouwen op de verschillende kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken: score 0, 1, 2 of 3 (TNO expert judgement). De scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) worden gebruikt voor het berekenen van de stoplichtwaarden.

Wanneer het kennisveld, de technologie of de bedrijfstak relevant is voor twee of meer innovatieopgaven, dan wordt het veld gepresenteerd in de bollengrafieken.

### STOPLICHT

De kleur van de stoplichten is gebaseerd op het aandeel sterke, relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken t.o.v. het totaal aantal relevante kennisvelden, technologieën of bedrijfstakken. De scores zijn gewogen op relevantie en op sterkte. Voor de berekening van het stoplicht worden scores "2" (= relevant) en "3" (= heel relevant) gewogen meegenomen. Ook worden de relevante velden in de stoplichtberekening gewogen op basis van sterkte met "0" (=minder sterk), "0,5" (=gemiddeld sterk) en "1" (=sterk). De stoplichtscore van de innovatieopgave wordt als volgt berekend:

$$\text{Score van de innovatieopgave op sterkte (relevantie*sterkte)} \\ \text{Maximumscore van de innovatieopgave indien alle relevante velden sterk zouden zijn (relevantie*1)}$$

# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## Bijlage 1: bouwen op kennisvelden

		Innovatieopgaven		
		Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk	Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving	Slimme huizen en wijken
<b>Sterk</b> (x1)	Gezondheidswetenschappen		2	3
	Milieuwetenschappen			
	Informatie- en communicatiewetenschappen	3	2	2
	Management en planning		2	3
	Klinische geneeskunde			
	Psychologische wetenschappen		2	2
	Economische wetenschappen	2	2	2
	Sociale en gedragwetenschappen (interdisciplinair)	3	3	3
	Biomedische wetenschappen			
	Rechten en criminologie		2	
	Geschiedenis, filosofie en religie		2	
	Politieke wetenschappen			
	Sterrenkunde			
	Onderwijswetenschappen	3	2	
	Landbouw- en voedingswetenschappen			
Taal en linguïstiek	2			
Statistiek				
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Sociologie en antropologie		2	
	Kunsten, cultuur en muziek			
	Fundamentele levenswetenschappen			
	Fysica en materiaalkunde			
<b>Minder sterk</b> (x0)	Aardwetenschappen en -technologie			
	Biologische wetenschappen			
	Chemie en chemische technologie			
	Civiele techniek			2
	Fundamentele medische wetenschappen			
	Computerwetenschappen	3	2	
	Energiewetenschappen			
	Literatuurwetenschappen			
	Electrotechniek			
	Algemene en productie technologie			
	Werktuigbouwkunde			
	Instrumenten en instrumentarium			2
	Wiskunde			
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		13	20	15
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		16	23	19
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		81%	87%	79%

### BEPALING STERKTE KENNISVELDEN

Figuur 1	Indicator	Gewicht
X	Citatie-impactscore, 2010-2014	2
	Groei in citatie-impactscore, 2005-2013	1
X	Onderzoekspecialisatie-index, 2010-2013	2
	Groei in onderzoekspecialisatie-index, 2005-2014	1
	Toponderzoekers, 1997-2007	1

# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## Bijlage 2: bouwen op technologieën

		Innovatieopgaven		
		Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk	Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving	Slimme huizen en wijken
<b>Sterk</b> (x1)	Semiconductors			2
	Handling (heavy equipment)			
	Civil engineering			2
	Medical technology			2
	Machinery (machine tools, textile and paper machines, engines, pumps, turbines, other special machines)	2	2	
	Organic fine chemistry / Pharmaceuticals			
	Micro-structural and nano-technology			
<b>Gemiddeld</b> (x0.5)	Communication technologies (telecommunications, digital communication, basic communication processes)	2	2	2
	Thermal processes and apparatus			2
	Food chemistry			
	Environmental technology (recycling technologies)			2
	Mechanical elements			
	Optics			
	IT methods for management (software)	3	2	3
Control (regulating and signaling systems etc.)			2	
<b>Minder sterk</b> (x0)	Basic materials chemistry			
	Biotechnology			
	Computer technology (hardware)	2		3
	Materials, metallurgy / Surface technology, coating (advanced materials) / Chemical engineering / Macromolecular chemistry, polymers			
	Audio-visual technology (consumer electronics)			2
	Transport			
	Electrical machinery, apparatus, energy			
	Measurement instruments (incl. analysis of biological materials)			2
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>11,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>9</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>50%</b>	<b>67%</b>	<b>48%</b>

### BEPALING STERKTE TECHNOLOGIEËN

Figuur 2	Indicator	Gewicht
X	Patentspecialisatie, 2010-2014	2
X	Groei in patentaanvragen NL, 2010-2014	1
	Groeiverschil patentaanvragen t.o.v. EPO-totaal, 2010-2014	1



# Veerkrachtige samenleving (smart society)

## Bijlage 3: bouwen op bedrijfstakken

		Innovatieopgaven		
		Kennis en vaardigheden voor het digitale tijdperk	Nieuwe arrangementen voor werken in de digitale samenleving	Slimme huizen en wijken
<b>Sterk</b> (x1)	Informatietechnologie en informatiediensten	3	2	3
	Groot- en detailhandel			
	Zorg en welzijn			2
	Overige zakelijke diensten	2	2	
	Vervoer en opslag			
	Voedings-, genotmiddelenindustrie			
	Chemische industrie			
	Reclame, marktonderzoek en overige specialistische zakelijke diensten	3	2	
	Machine-industrie	2		
	Landbouw, bosbouw, visserij			
	Financiële diensten		2	
	Metaalproductenindustrie			
	Basismetalenindustrie			
	Rubber- en kunststofproductindustrie			
Aardolie-industrie				
<b>Gemiddeld</b> (x0,5)	Juridische diensten, accountancy en consultancy			
	Reparatie en installatie van machines			
	Delfstoffenwinning			
	Elektrotechnische industrie			3
	Farmaceutische industrie			
	Overige transportmiddelenindustrie			2
	Textiel-, kleding-, lederindustrie			
	Papierindustrie			
	Auto- en aanhangwagenindustrie			
	<b>Minder sterk</b> (x0)	Energieproductie		
Architecten en ingenieursdiensten				3
Onroerend goed				3
Telecommunicatie			2	2
Meubel- en overige industrie				
Horeca				
Bouw				2
Elektrische apparatenindustrie				
Uitgeverijen				
Bouwmaterialenindustrie				
Grafische industrie				
Cultuur, sport en recreatie				
Water en afvalbeheer				
Houtindustrie				
Filmindustrie, radio en televisie				
Overige persoonlijke diensten		2	2	
<b>Score van de innovatieopgave op sterkte</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>7,5</b>
<b>Maxiumscore van de innovatieopgave</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Stoplichtscore van de innovatieopgave</b>		<b>83%</b>	<b>67%</b>	<b>38%</b>

### BEPALING STERKTE BEDRIJFSTAKKEN

Figuur 3,4	Indicator	Gewicht	Figuur 3,4	Indicator	Gewicht
	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (werkzame personen), 2014	2	X	Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW) , 2013	2
X	Omvang Toegevoegde waarde (TW), 2014	2	X (R&D omvang)	R&D intensiteit, 2013	2
X	Groeiverschil TW NL-EU15, 2001-2013	2		Start-up intensiteit bedrijven, 2010-2015	1
X	Groei TW, 2010-2014	2		Scale-up intensiteit bedrijven, 2014	2
X	Groei Arbeidsproductiviteit 2000-2014	2			

### 3.3 Terugblik portfolioanalyse

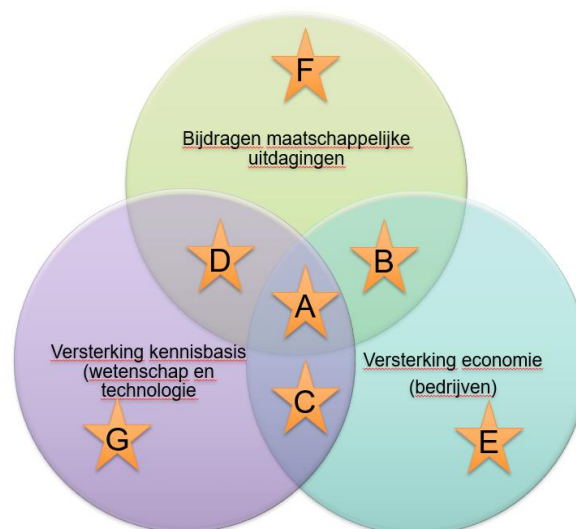
Het doel van de portfolioanalyse is een verkenning naar innovatiekansen voor Nederland. Daarbij gaat het om een **beleidsarme** verkenning, dus zonder dat nadrukkelijk prioriteiten voor nieuw beleid worden gemaakt. De inzet is het leggen van een meer solide fundament, gebaseerd op (kwantitatieve) data en een transparante methodologie, voor het ondersteunen van het debat over keuzes in het innovatiebeleid.

In aanvulling op de gepresenteerde resultaten zijn tijdens het maken van de portfolio analyse een aantal bevindingen opgedaan die we in deze terugblik kort samenvatten.

#### Innovatieopgaven in maatschappelijk, economisch en kennis perspectief

Voor zover het projectteam kan overzien is het de eerste keer dat er voor Nederland op nationaal niveau een analyse van innovatieopties heeft plaatsgevonden waarbij de bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen, bedrijfs- én technologie sterktes in samenhang zijn bekeken. Ook het expliciet maken van concrete innovatieopgaven als een vorm van man-on-the-moon ambities is hierin een nieuw element.

Figuur 6 Innovatieopgaven in maatschappelijk, economisch en kennisperspectief



Bron: TNO (2016)

Innovatieopgaven kunnen gericht zijn op verschillende doelstellingen. Bovenstaand Venndiagram, dat in de loop van het portfolio project is ontwikkeld, laat zien dat innovatieopgaven primair en alleen gericht kunnen zijn op (E) het versterken van het bedrijfsleven en de economie, (F) het oplossen van een maatschappelijke uitdaging, of (G) het verwerven van nieuwe kennis (nieuwsgierigheids-gedreven).

Innovatieopgaven kunnen ook gecombineerde doelstellingen nastreven bijvoorbeeld (B) als bedrijven technologie beschikbaar maken voor het oplossen van maatschappelijke doelstellingen, (C) bedrijven met kennisinstellingen (fundamenteel) nieuwe kennis genereren voor toekomstige bedrijvigheid, of (D) de overheid nieuwe kennis ontwikkelt, of laat ontwikkelen voor het oplossen van maatschappelijke

uitdagingen. De innovatieopgaven in segment (A) tenslotte, combineren het oplossen van een maatschappelijke opgave, het aanjagen van nieuwe bedrijvigheid en een kennis vernieuwingsslag.

Het wegingskader dat in deze portfolioanalyse is opgesteld geeft informatie over de vraag of innovatieopgaven bijdragen aan de oplossing van een maatschappelijke opgave (A,B,D en F). Maar het kader biedt dus ook aanknopingspunten om antwoord te geven op de vraag of deze innovatieopgaven kunnen leunen op (B) bedrijfssterktes (met potentie tot het creëren van nieuwe bedrijvigheid) en op (D) kennissterktes (met potentie tot versterking van de kennisbasis). Innovatieopgaven in (A) hebben de potentie van een drieslag: het oplossen van een maatschappelijke uitdaging, het creëren van nieuwe bedrijvigheid en het versterken van de kennisbasis.

Belangrijk is om op te merken dat deze (beleidsarme) studie geen oordeel velt over de vraag welk type innovatieopgaven wenselijk zijn of niet. Bijvoorbeeld innovatieopgaven die een maatschappelijk vraagstuk oplossen (A,B, D of F) , maar waarvoor buitenlandse producten of diensten moeten worden ingekocht ('Buy') kunnen in specifieke gevallen effectiever zijn dan producten of diensten die de Nederlandse economische of kennis basis versterken ('Make'). De studie vergroot vooral het inzicht in deze afweging.

### **Innovatieopgaven als doelen en richtpunten**

Het inhoudelijk definiëren van de innovatie- en vernieuwingsopgaven is vanzelfsprekend een belangrijk vertrekpunt van de portfolioanalyse. De doelstelling van deze studie is niet om hierin definitieve keuzes te maken (beleidsarm). Tegelijkertijd geven de uitkomsten van deze eerste analyse wel aanknopingspunten om een bepaalde herschikking van innovatie- en vernieuwingsopgaven te overwegen. Zoals ook in paragraaf 3.1 wordt voorgesteld dient nagedacht te worden of zwak scorende innovatieopgaven op een slimmere manier gekoppeld kunnen worden aan anderen. Om op deze manier andere innovatieopgaven samen te stellen, of andere combinaties met meer potentie te zoeken.

Waarschijnlijk het meest uitdagend is hierbij de vraag hoe de innovatieopgave in een concrete doelstelling (SMART) wordt geformuleerd, er gaat tenslotte ook een inspirerende, richtinggevende boodschap vanuit. Een visie op welke doorslaggevende sterktes (de kerncompetenties) nodig zijn om een innovatieopgave uiteindelijk te laten slagen, maakt daar deel van uit.

### **Herkenning van innovatie- en vernieuwingsopgaven**

De vernieuwings- en innovatieopgaven in de portfolioanalyse zijn in dialogessies met stakeholders besproken en werden breed herkend. Een punt dat in verschillende sessies terug kwam, heeft te maken met de vraag: welke opgaven vergen **innovatie**? De portfolioanalyse is primair gericht op innovatieopgaven, dat wil zeggen: die opgaven die een kennis- of technologiedoorbraak vragen. Innovatie wordt hierbij gedefinieerd als het ontwikkelen van nieuwe producten, technologieën, productieprocessen en/of diensten. Deze innovaties leiden tot nieuwe bedrijvigheid en werkgelegenheid en versterken de economische positie van Nederland. En/of ze dragen bij aan het versterken van de kennispositie van Nederland.

**Vernieuwings- en innovatieopgaven** moeten dan ook onderscheiden worden van *beleidsopgaven*: voor de brede uitrol van bijvoorbeeld windenergie is een scala van beleidsmaatregelen nodig zoals een Energieakkoord, ruimtelijke planvorming, publieke aanbesteding en het creëren van maatschappelijk draagvlak. In de praktijk is de grens tussen een innovatieopgave en een beleidsopgave niet altijd eenduidig of eenvoudig te formuleren. Op dit punt moet met zorg worden gehandeld; het is een vraagstuk dat nadere uitwerking behoeft.

### **Verdieping van de analyse**

Als verdiepingspunt werd in de dialoogsessies geconstateerd dat de analyse op een vrij hoog abstractieniveau is uitgevoerd – hetgeen inherent is aan de keuze voor 10 brede innovatieopgaven. Inhoudsdeskundigen op specifieke onderwerpen gaven vooral aan behoefte te hebben aan een verdiepingsslag (“een tandje dieper”) – juist om in een aantal gevallen de niches boven water te krijgen waarin Nederland vooral uitblinkt.

Een tweede verdiepingsslag die de herkenbaarheid van vernieuwings- en innovatieopgaven kan vergroten is om deze opgaven op een wat meer directe manier te koppelen aan indelingen die bijvoorbeeld in recente beleidsagenda's (bijvoorbeeld de energieagenda) of in de topsectoren gehanteerd worden. De portfolioanalyse is flexibel zodat andere combinaties van innovatieopgaven mogelijk zijn. Vraagstukken rond bijvoorbeeld energie, klimaat hulpbronnen en water zijn sterk gerelateerd en kunnen op verschillende manieren gekoppeld worden. Daarbij kunnen ook nieuwe crossovers expliciet aan de orde komen.

Een verdere verdiepingsslag kan daarnaast gemaakt worden door ook regionaal naar concentratie van activiteiten en clusters te kijken.

In een verdiepingsanalyse kunnen en moeten andere typen data bij de analyse betrokken worden, en dat vergt een koppeling van verschillende soorten databronnen.

### **Sterktes en zwaktes worden deels herkend**

De door TNO geconstateerde sterktes en zwaktes werden grotendeels herkend in de dialoogsessies. Daarbij moet opgemerkt worden dat de analyse van vernieuwings- en innovatie opgaven gaat over **kansrijke** opgaven. Dat wil niet zeggen dat als Nederland kan bouwen op sterktes in bedrijven, technologie en wetenschap, deze opgaven ook daadwerkelijk effectief worden opgepakt en verzilverd. We zien dat bijvoorbeeld in Smart Health, waar Nederland kan bouwen op een sterke wetenschappelijke positie, een sterke technologiebasis en op sterke bedrijven, maar waar tegelijkertijd het aantal innovatie-activiteiten waarin deze sterktes daadwerkelijk gecombineerd worden ingezet beperkt is. De samenwerking in de triple helix in de sector gezondheid en zorg lijkt dan ook minder effectief dan bijvoorbeeld in de maakindustrie.

In de analyse en de discussies met stakeholders zagen we dat in een aantal gevallen de door TNO geconstateerde zwaktes (bijvoorbeeld in technologie of kennisbasis) niet werden herkend. Dat kan te maken hebben met verschillende factoren. Ten eerste kan er in Nederland onvoldoende schaal zijn in vergelijking tot andere landen.

Ten tweede scoort Nederland in een aantal gevallen wat betreft kwaliteit hoog, maar zijn we internationaal gezien weinig gespecialiseerd. Ten derde is het heel goed mogelijk dat zich in het brede wetenschaps- of technologiegebied specifieke niches bevinden waarin Nederland wel een sterke en internationaal onderscheidende positie heeft. Een voorbeeld is de vernieuwingsopgave Smart Mobility waar Nederland grosso modo niet onderscheidend is, maar wel wereldleider in een aantal onderdelen of niches: *'truck platooning'* en laadinfrastructuren zijn voorbeelden.

### **Vernieuwingsopgaven in het proces van publiek-privaat programmeren**

De doelstelling van de portfolioanalyse is het ontwikkelen van een afwegingskader voor het identificeren van kansrijke innovatieopgaven voor Nederland. In de afgelopen jaren is dankzij het topsectorenbeleid de interactie tussen bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen over het opzetten en uitvoeren van publiek-private samenwerkingsprojecten (*publiek privaat programmeren*) aanzienlijk geïntensiveerd. De innovatie- en vernieuwingsopgaven die in deze studie zijn geschetst zijn ambitieus en vragen, naar de toekomst toe, ook een gezamenlijke afweging op inhoud en prioriteiten. Het afwegingskaderkader van de portfolioanalyse kan daarbij behulpzaam zijn.

# Methodologiebijlage

## 4 Bijlage: methodologie stap voor stap

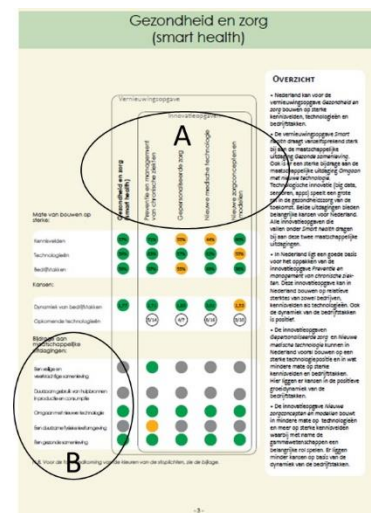
In hoofdstuk twee is een korte samenvatting gegeven van de methodologie. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de gebruikte methodologie en de vier stappen die zijn gezet om te komen tot de resultaten in de fiches:

- identificatie van de vernieuwingsopgaven,
- identificatie van sterktes,
- bepaling van de mate waarin vernieuwingsopgaven bouwen op sterktes, en
- de identificatie van kansen.

### 4.1 Identificatie van de vernieuwingsopgaven voor Nederland

De identificatie van de vernieuwingsopgaven is de eerste stap in het bepalen van de sterktes en kansen van de vernieuwingsopgaven voor Nederland. Een vernieuwingsopgave is een bundeling van innovatieopgaven. De vernieuwingsopgaven worden gepresenteerd in 10 fiches. In elk daarvan staat één vernieuwingsopgave centraal met een aantal onderliggende innovatieopgaven (zie A in Figuur 7). Deze innovatieopgaven worden gedefinieerd als concrete vragen van maatschappelijke spelers die een kennisdoorbraak, een nieuwe technologie of een gedragsverandering vragen. Daartoe werd een lijst met innovatieopgaven opgesteld die is gebaseerd op een aantal bronnen: een analyse van maatschappelijke uitdagingen, mondiale technologie trends (bijvoorbeeld de Gartner Hype cycle), de agenda's en roadmaps van de topsectoren, de kennisagenda's van alle ministeries, de Nationale Wetenschapsagenda en documenten van VNO-NCW (NL Next Level) en anderen (zie Tabel 1).

Figuur 7 Fiche: innovatieopgaven en maatschappelijke uitdagingen



Daarnaast wordt er aandacht besteed aan de bijdrage van de innovatieopgaven aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen (zie B in Figuur 7). Paragraaf 4.4.3 gaat dieper in op deze vierde stap in de portfolioanalyse.

#### 4.1.1 Identificatie maatschappelijk uitdagingen

De analyse van maatschappelijke uitdagingen heeft tot doel om te inventariseren welke vraagstukken en behoeften in de toekomst de agenda van Nederland zullen bepalen. In deze analyse worden de maatschappelijke uitdagingen onderscheiden van de economische doelstelling om een gezonde en concurrerende economie te bevorderen. Een sterke economie is weliswaar een belangrijke beleidsdoelstelling, maar in de meeste analysekaders gaat het erom dat bij maatschappelijke uitdagingen juist verder gekeken wordt dan alleen economische groei en productie (het brede

welvaartsperspectief "Beyond GDP"). Zo definieert de AWT maatschappelijke uitdagingen als die behoeften waarin bedrijven niet, of onvoldoende voorzien<sup>3</sup>.

In het kort heeft TNO drie stappen gevolgd om te komen tot een lijst met innovatie- en vernieuwingsopgaven voor Nederland.

### Stap 1: opstellen van een longlist van maatschappelijke uitdagingen

Een lijst met maatschappelijke uitdagingen ('passend' bij NL) is opgesteld op basis van literatuur onderzoek. In eerste instantie werden de volgende bronnen in kaart gebracht:

Tabel 1 Bronnen maatschappelijke uitdagingen

Bronnen
De Rijksbrede Kennisagenda
Strategische Kennisagenda's van Ministeries
De Kennis en Innovatieagenda's van de topsectoren
De agenda voor Nederland van 3TU, TNO, WUR en STW
Uitdagingen volgens NWO
Het Meerjaren Innovatie en Kenniskompas van EZ, TNO en NWO
De 'European Grand Challenges'

Daarnaast zijn een aantal andere nationale en internationale bronnen geanalyseerd voor het uitwerken van de maatschappelijke uitdagingen. Bijvoorbeeld:

De Nationale Wetenschapsagenda
Rapporten en verkenningen van de WRR, AWTI, CPB, SCP, etc.
De European Innovation partnerships – zoals EIP Active and Health Ageing
De Joint Programme Initiatives (JPIs) – Bijvoorbeeld het JPI Healthy Diet for a Healthy Life
European Knowledge and Innovation Communities (KICs)
Relevante foresight projecten en studies zoals bijvoorbeeld die van Nesta (UK), WEF, JRC.

### Stap 2: samenbrengen tot 24 maatschappelijke uitdagingen

Deze longlist met maatschappelijke uitdagingen is vervolgens samengebracht tot 24 concrete, unieke maatschappelijke uitdagingen.

### Stap 3: clusteren van deze 24 maatschappelijk uitdagingen in 5 overkoepelende maatschappelijke uitdagingen.

Tabel 2 geeft een overzicht van deze maatschappelijke uitdagingen ingedeeld in 5 overkoepelende maatschappelijke uitdagingen. Deze maatschappelijke uitdagingen zijn verwerkt in de fiches, zie figuur 1.

<sup>3</sup> AWT (2013) Waarde creëren uit maatschappelijke uitdagingen



Tabel 2 Maatschappelijke uitdagingen

<b>Een veilige en veerkrachtige samenleving</b>
· Omgaan met externe bedreigingen en instabiliteit
· Terrorisme
· Sociale cohesie en polarisatie
· Immigratie en vluchtelingen
<b>Duurzaam gebruik van hulpbronnen in productie en consumptie</b>
· Energie: olie, kolen, gas, wind (op zee) en zon
· Water
· CO2 / klimaat
· Productie en consumptie: het sluiten van ketens
· Biobased productie
· Voedselveiligheid en voedselzekerheid
<b>Omgaan met nieuwe technologie</b>
· Digitalisering, automatisering en robots
· Biotechnologie
· Human enhancement
· Big data
· Impact van technologie op arbeidsmarkt, competenties, privacy, etc.
<b>Een duurzame fysieke leefomgeving</b>
· Urbanisatie (NL en wereldwijd)
· Smart cities
· Mobiliteit en transport
· Leefbaar platteland
· Groei en krimp
<b>Een gezonde samenleving</b>
· Lifestyle en preventie
· Chronische ziekten
· Zorgkosten
· Ethische vragen

Bron: TNO (2016)

#### 4.1.2 *Identificatie van 40 innovatieopgaven geclusterd in 10 groepen vernieuwingsopgaven*

Vernieuwings- en innovatieopgaven zijn geïnspireerd op zowel maatschappelijke uitdagingen (zie paragraaf 4.1.1) als de mondiale technologie trends. Daartoe werden drie extra stappen doorlopen om te komen tot 10 vernieuwingsopgaven en ruim 40 innovatieopgaven:

##### **Stap 4: identificatie van internationale technologie en innovatietrends**

TNO heeft de trends geïdentificeerd op basis van expert judgment en desk research. Daarbij is niet alleen intensief gebruik gemaakt van de in Tabel 1 genoemde bronnen, maar is breed gekeken naar onder andere de Gartner hype cycle, McKinsey, Deloitte, BCG en artikelen van het Europese Parlement, bijvoorbeeld: 'what think tanks are thinking'.

### Stap 5: opstellen van een lijst met 40 innovatieopgaven

De lijst is opgesteld op basis van de eerder gedefinieerde maatschappelijke uitdagingen en de internationale technologie en innovatietrends. De innovatieopgaven spelen in op de Nederlandse maatschappelijke uitdagingen door gebruik te maken van de technologische ontwikkelingen die op internationaal niveau mogelijk zijn. Deze lijst met innovatieopgaven is getoetst en gevalideerd in samenspraak met het Kernteam dat vanuit het Ministerie van Economische Zaken nauw betrokken was bij het onderzoek.

### Stap 6: clusteren van innovatieopgaven

De lijst met 40 innovatieopgaven is vervolgens geclusterd in 10 vernieuwingsopgaven.

## 4.2 Identificatie sterke basis Nederland

Om als Nederland de innovatieopgaven adequaat op te pakken is een sterke basis in kennis, bedrijfsleven en technologie gewenst. In deze paragraaf wordt beschreven hoe de sterktes van Nederland in kaart zijn gebracht. De resultaten van deze analyse staan in de bijlage van de fiches (zie C in Figuur 8).

Er wordt hier een onderscheid gemaakt tussen 'niet sterk', 'gemiddeld sterk' en 'sterk'. Om deze indeling te maken is de positie van Nederlandse kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën, indien mogelijk, vergeleken met de positie van dezelfde kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën in het buitenland. Dit kunnen referentielanden zijn uit de hele wereld of juist de EU15. Dit is afhankelijk van de beschikbaarheid van data.

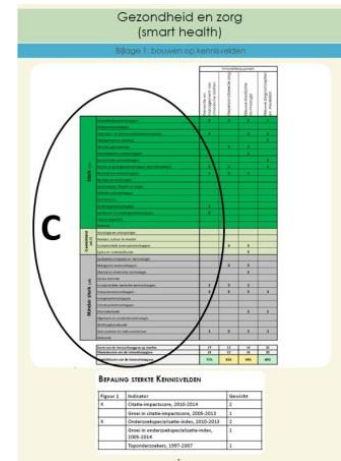
In dit onderzoek is 'sterk' gedefinieerd als een prestatie boven het internationale gemiddelde. Een 'gemiddeld sterk' veld presteert rond dit het internationale gemiddelde. Een kennisveld, bedrijfstak of technologie is 'niet sterk' wanneer dit veld ruim onder het internationale gemiddelde scoort.

Een inschaling in één van deze drie groepen is gemaakt op basis van empirische data. Voor zowel de kennisvelden, bedrijfstakken als technologieën is een selectie van indicatoren gemaakt. De indicatoren moeten voldoen aan een aantal criteria, namelijk:

#### 1. De velden moeten onderling vergelijkbaar zijn;

Het belang van patenteren en publiceren verschilt per domein. Daarnaast zijn sommige velden gewoon groter, bijvoorbeeld Gezondheidswetenschappen versus Literatuurwetenschappen. Een vergelijking van de omvang van publicaties door Nederlandse auteurs binnen het veld Gezondheidswetenschappen en het veld Literatuurwetenschappen zegt hierdoor niets over de sterkte van eerdergenoemde kennisvelden. Door

Figuur 8 Fiche: kennisvelden



te kijken naar relatieve in plaats van absolute publicatieomvang, wordt het aantal publicaties onderling vergelijkbaar.

**2. De positie van Nederland moet vergeleken worden met het buitenland** (indien mogelijk);

De mate van sterkte van Nederland gaat over de vraag in hoeverre Nederland internationaal onderscheidend is. Indien mogelijk wordt data van Nederland tegenover data van de EU-15 of een selectie van mondiale landen gezet.

**3. Een combinatie van statische en dynamische indicatoren.**

De sterkte wordt gemeten aan de huidige omvang van activiteit (of hier een afgeleide van) en de trend.

Vervolgens wordt de sterkte bepaald met dummies. Wanneer de score op de indicator hoger is dan het criterium (bijv. internationale gemiddelde), dan kan krijgt deze de waarde 1 (en wanneer de indicatorscore lager is dan de benchmark wordt een waarde 0 toegekend). De totaalscore die de sterkte bepaald is de gewogen som van deze dummies. In de volgende paragrafen wordt deze methodiek nader toegelicht.

Het voordeel van het dummy systeem is dat in theorie alle velden sterk kunnen zijn, bijvoorbeeld doordat alle kennisvelden boven het internationaal gemiddelde presteren of groei (>0) vertonen. De bepaling van sterkte is over het algemeen niet afhankelijk van een onderlinge vergelijking van Nederlandse velden. Daartegenover staat dat niet altijd het internationaal gemiddelde bekend is. In dat geval wordt een alternatief criterium gehanteerd.

#### 4.2.1 *Analyse en identificatie sterktes in 34 kennisvelden*

Doel van dit onderdeel is om een onderscheid te maken tussen 'niet sterke', 'gemiddeld sterke' en 'sterke' kennisvelden op basis van citaties, publicatie-output en aantal toponderzoekers. De 34 kennisvelden staan gelijk aan de WTI-disciplines zoals die worden gehanteerd door het CWTS te Leiden. Deze classificatie is afgeleid van de indeling van wetenschappelijke tijdschriften in het Thomson Reuters Web of Science in 226 Journal subject categories. Het kennisveld multidisciplinaire tijdschriften is niet meegenomen.

##### **Stap 1: Selectie indicatoren**

Op basis van de eerder genoemde 3 criteria zijn 5 indicatoren geselecteerd. Deze indicatoren staan beschreven in Tabel 3. Het belang van de Nederlandse kennispositie ten opzichte van het buitenland is centraal gesteld. De citatie-impactscore en de publicatie-output index maakt gebruik van een 'mandje' van 18 referentielanden: België, Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Ierland, Nederland Oostenrijk, Zweden Noorwegen, Zwitserland, Australië, Canada, China, Japan, Korea en de VS.

Voor elke indicator is een wegingsfactor vastgesteld. Wanneer er geen vergelijking tussen Nederland en het buitenland mogelijk is, zoals bij groei van citatie-impactscore, dan wordt er een lagere wegingsfactor aan de indicator gegeven.

Daarnaast is voor elke indicator een criterium voor een dummy waarde bepaald. Indien mogelijk is het internationaal gemiddeld als criterium gehanteerd. Wanneer er geen data beschikbaar is over het internationaal gemiddelde, dan is het Nederlands gemiddelde genomen.

Tabel 3 Indicatoren kennissterktes

Indicator	Gewicht	Criterium dummy (1)	Jaar	Bron	Beschrijving
<b>Citatie-impactscore</b>	2	≥1	publicaties 2010-2013 geciteerd in 2010-2014	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	De <u><a href="#">citatie-impactscore</a></u> geeft het gebruik van publicaties door derden weer en wordt vaak beschouwd als een maat voor de waardering van publicaties. De CI wordt berekend door het aantal citaties van publicaties in een bepaald kennisveld gedurende een periode te delen door het gemiddelde van het aantal ontvangen citaties per kennisveld in de referentielanden.
<b>Groei in citatie-impactscore</b>	1	≥ Nederlands gemiddelde	impact in 2009-2013 t.o.v. 2005-2008	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	Zie beschrijving citatie-impactscore.
<b>Onderzoek-specialisatie-index</b>	2	≥1	2010-2013	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	De <u><a href="#">onderzoekspecialisatie-index</a></u> is een indicator die de onderzoeksintensiteit van een land in een bepaald kennisveld gemeten in aantallen publicaties af zet tegenover diezelfde onderzoeksintensiteit in een <i>peer group</i> van referentielanden. In concreto wordt de OSI gemeten als het percentage Nederlandse onderzoekspublicaties over de periode 2010-2013 per kennisveld in de totale Nederlandse publicatie-output, gedeeld door het gemiddelde percentage van datzelfde kennisveld in de totale publicatie-output van de referentielanden.
<b>Groei in onderzoek-specialisatie-index</b>	1	≥ Nederlands gemiddelde	2005-2014	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	Zie beschrijving onderzoekspecialisatie-index.
<b>Top-onderzoekers</b>	1	≥ Nederlands gemiddelde	1997-2007	CWTS	Toponderzoekers zijn gedefinieerd als top 10% van meest geciteerde en de top 25% van meest productieve onderzoekers.

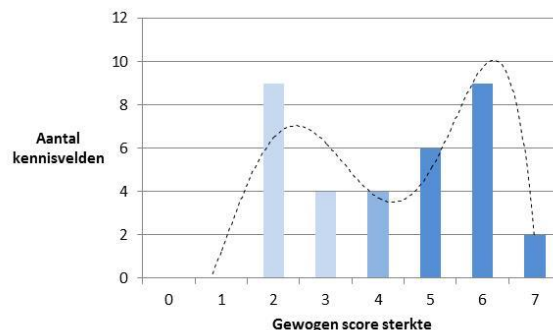
### Stap 2: Toekennen van dummies aan indicatoren

Wanneer een score op de indicator voldoet aan het criterium voor de dummy, dan wordt er een waarde van 1 toegekend, anders een 0.

### Stap 3: Onderverdeling van resultaten in niet sterke, gemiddeld sterke en sterke kennisvelden

De inschaling in 'niet sterk', 'gemiddeld sterk' en 'sterk' wordt bepaald door de gewogen som van deze dummies. De maximale som is 7: de som van de wegingsfactoren. Figuur 3 laat de resultaten van deze gewogen som zien. Op basis van deze resultaten is, na analyse van de spreiding van de gewogen totaalscores, een classificatie gemaakt, zoals weergegeven in Tabel 4

Figuur 9 Resultaten scoring kennisvelden



Tabel 4 Classificatie gewogen som

Gewogen som dummies	Mate van sterkte
0-3	Niet sterk
4	Gemiddeld sterk
5-7	Sterk

Bron: TNO (2016)

#### 4.2.2 Analyse en identificatie sterktes in 23 technologieën

Doel van dit onderdeel is om een onderscheid te maken tussen sterke en minder sterke technologieën op basis van patentaanvragen bij de World Intellectual Property Organization (WIPO). De focus ligt hier op de gangbare technologiegroepen. De opkomende technologieën komen aan bod in paragraaf 4.4.2.

De classificatie van technologieën is afgeleid van de definities de World Intellectual Property Organization (WIPO). Enkele technologieën zoals materialen en oppervlakte technologie zijn samengevoegd. Deze lijst met technologieën verschilt van de Field of Science and Technology (FOS) classificatie van de Frascati Manual. Er is gekozen voor deze lijst met technologieën vanwege de beschikbaarheid van data op het niveau van de technologieclassificaties van de WIPO.

#### Stap 1: selectie indicatoren

De indicatoren zijn gebaseerd op de patentaanvragen bij de WIPO. Het voordeel hiervan is dat er data beschikbaar is van alle landen over een langere periode (2010-2014). Het grootste bezwaar van deze keuze is dat het belang van patenteren voor bescherming van intellectual property (IP) per technologie en sector verschilt. In de agrifood sector wordt er bijvoorbeeld weinig waarde gehecht aan het patenteren, omdat IP veelal op basis van kwekersrecht geregeld wordt. Software wordt traditioneel beschermd door auteursrecht.

Het doel van de analyse om verschillende type technologieën onderling te kunnen vergelijken. Patentaanvragen zijn de enige bron die beschikbaar is voor een ruim aantal landen en over een langere periode van tijd. Door te kijken naar de patentspecialisatie in plaats van het aantal patentaanvragen worden de technologieën onderling vergelijkbaar. Overigens worden de opkomende technologieën gescoord op basis van expert judgment i.p.v. patentaanvragen. Meer informatie is te vinden in paragraaf 4.4.2.

Op basis van dezelfde drie criteria zoals genoemd aan het begin van paragraaf 4.2 zijn drie indicatoren geselecteerd die relateren aan de patentaanvragen. Deze indicatoren staan beschreven in Tabel 5. Voor elke indicator is een wegingsfactor vastgesteld. Voor patentspecialisatie werd een gewicht van 2 en voor beide groei indicatoren werd een weging van 1 gebruikt. Daarnaast is voor elke indicator een criterium voor een dummy waarde bepaald. Indien mogelijk is het internationaal gemiddeld als criterium gehanteerd.

Tabel 5 Indicatoren sterktes in technologieën

Indicator	Gewicht	Criterium dummy (1)	Jaar	Bron	Beschrijving
<b>Patentspecialisatie</b>	2	$\geq 1$	2010-2014	EPO, bewerking TNO	Het percentage patentaanvragen door Nederlanders in de periode 2010-2014 per technologie in de totale Nederlandse patentaanvraag, gedeeld door het gemiddelde percentage van diezelfde technologie in de totaal aangevragen patenten. Deze patenten worden aangevraagd bij de EPO.
<b>Groei in patentaanvragen NL</b>	1	$> 0$	2010-2014	EPO, bewerking TNO	Gemiddelde groei aantal EPO-patentaanvragen in de periode 2010-2014 (in %)
<b>Groeiverschil patentaanvragen in NL t.o.v. EPO totaal</b>	1	$> 0$	2010-2014	EPO, bewerking TNO	Groei in patentaanvragen NL minus Groei in patentaanvragen EPO totaal

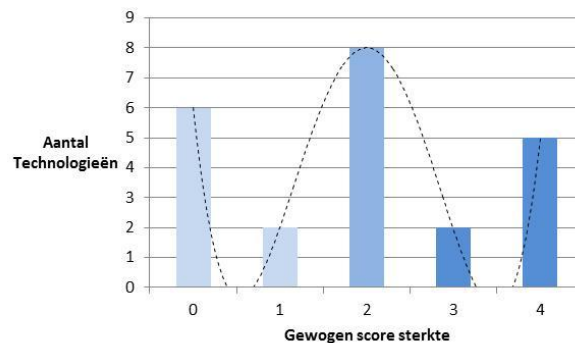
### Stap 2: Toekennen van dummies aan indicatoren

Wanneer een score op de indicator voldoet aan het criterium voor de dummy, dan wordt er een waarde van 1 toegekend.

### Stap 3: Classificatie van resultaten in niet sterke, gemiddeld sterke en sterke technologieën

De inschaling in niet sterk, gemiddeld sterk en sterk wordt bepaald door de gewogen som van deze dummies. De maximale som is 4: de som van de wegingsfactoren. Figuur 5 laat de resultaten van deze gewogen som zien. Op basis van deze resultaten is, na analyse van de spreiding van de gewogen totaalscores, een classificatie gemaakt, zoals weergegeven in Tabel 6.

Figuur 10 Resultaten scoring technologieën



Tabel 6 Classificatie gewogen som technologieën

Gewogen som dummies	Mate van sterkte
0-1	Niet sterk
2	Gemiddeld sterk
3-4	Sterk

Bron: TNO (2016)

#### 4.2.3 Analyse en identificatie sterktes in 40 bedrijfstakken

Het doel van dit onderdeel is om een kwantitatieve beschrijving te geven van bestaande sterktes van Nederlandse bedrijven. Hiertoe zijn statistische gegevens van het CBS en Eurostat gecombineerd en verwerkt tot een geharmoniseerd analysebestand met indicatoren over de omvang, het verdienvermogen, de concurrentiekracht en de innovatiekracht op het niveau van 44 bedrijfstakken. Deze 44 bedrijfstakken omvatten (samenstellingen van) standaard bedrijfstakken op 2-digit niveau volgens de NACE/SBI-indeling. Het uitgangspunt voor eventuele samenvoeging was dat vergelijking met de EU15 mogelijk moest zijn. In een aantal gevallen publiceert Eurostat cijfers voor de EU15 op een meer geaggregeerd niveau dan het CBS voor Nederland publiceert. In deze gevallen zijn bedrijfstakken van het CBS gecombineerd tot het publicatieniveau van Eurostat.

Vier bedrijfstakken zijn buiten beschouwing gelaten bij de inschatting van sterktes vanwege hun niet-commerciële of (semi-)publieke karakter:

- Huishoudens als werkgever (SBI-letter T; 2-digit codes 97 en 98)
- Openbaar bestuur, overheid en verplichte sociale verzekeringen (SBI-letter O; 2-digit code 84)
- Onderwijs (SBI-letter P; 2-digit code 85)
- Wetenschappelijk speur- en ontwikkelingswerk (SBI 2-digit code 72)

De volgende stappen werden in de analyse doorlopen:

##### **Stap 1: Selectie indicatoren**

Er zijn negen indicatoren gebruikt om de sterkte van bedrijfstakken in de Nederland te bepalen (zie

Tabel 7). Bij de keuze van indicatoren staat een internationale vergelijking, voor zover mogelijk, centraal. Tevens zijn zij zo gekozen dat de omvang en ontwikkeling van het verdienvermogen (toegevoegde waarde), (internationale) concurrentiepositie en concurrentiekracht (specialisatiegraad en ontwikkeling arbeidsproductiviteit), innovatie-inspanningen (R&D-intensiteit) en potentiële impact van innovatie (Start-ups en snel groeiende bedrijven) in ogenschouw worden genomen.

De specialisatiegraad van Nederland t.o.v. de EU15 is geanalyseerd op basis van werkzame personen en toegevoegde waarde. De specialisatie-index geeft een relatieve oververtegenwoordiging van bedrijfstakken in Nederland weer en duidt daarmee op een sterke concurrentiepositie. De index op basis van werkzame personen zegt vooral iets over de omvang van sectoren vanuit het belang van bedrijfstakken als werkgever; de index op basis van toegevoegde waarde gaat in op het verdienvermogen. Om naast de specialisatie ook de absolute omvang van bedrijfstakken mee te wegen, is het aandeel van bedrijfstakken in het bbp van Nederland als zodanig ook meegenomen.

Bij de groei van toegevoegde waarde is een hoger gewicht toegekend aan de periode na het recessiejaar 2009. Dit om groter belang toe te kennen aan de veerkracht van bedrijfstakken na de financieel-economische crisis, welke vooral zichtbaar is in de cijfers voor het jaar 2009. Ook is het groeiverschil in toegevoegde waarde met de EU15 meegenomen. Een snellere groei in Nederland duidt immers op een gunstige uitgangspositie.

De verhouding tussen toegevoegde waarde en arbeidsvolume is de arbeidsproductiviteit. Eveneens in vergelijking met de EU15 is de ontwikkeling van arbeidsproductiviteit meegenomen. Arbeidsproductiviteit en de ontwikkeling hiervan is een belangrijke maatstaf voor de (internationale) concurrentiekracht en bepalend voor het tempo van economische groei.

De start-up intensiteit en scale-up intensiteit van bedrijven zijn, samen met de omvang van R&D-uitgaven, een uiting van de 'innovatiekracht' van bedrijfstakken. De start-up intensiteit heeft hier een lager gewicht gekregen omdat zzp-ers in sommige sectoren het beeld vertroebelen. Vanuit innovatieprestaties geredeneerd is een startende zzp-er niet de meest zuivere indicator. Om deze reden is meer gewicht gegeven aan R&D-uitgaven en het aandeel snelle groeiers (scale-up intensiteit). Die laatste heeft immers een drempelwaarde van minimaal tien werknemers op het eerste moment van meten. Snelle groei van deze bedrijven duidt dus eerder op daadwerkelijke uitbreiding waar innovatie een rol bij kan spelen.

De sterkte van bedrijfstakken is gemeten aan de hand van de volgende negen indicatoren:



Tabel 7 Indicatoren sterktes in het bedrijfsleven

Indicator	Gewicht	Criterium dummy (1)	Jaar	Bron	Beschrijving
<b>Specialisatie op basis van werkzame personen</b>	2	≥100	2014	CBS	'Revealed comparative advantage' o.b.v. het aandeel van bedrijfstakken in de totale economie van Nederland vergeleken met het aandeel van die bedrijfstak in de EU15.
<b>Omvang Toegevoegde waarde (TW)</b>	2	≥Nederlands gemiddelde	2014	CBS	Omvang bedrijfstakken gemeten in bruto toegevoegde waarde in basisprijzen. (x miljoen euro)
<b>Groei toegevoegde waarde (TW)</b>	2	>0	2010-2014	CBS	Gemiddelde groei (in %) toegevoegde waarde per bedrijfstak, na crisisjaar 2009.
<b>Groeiverschil toegevoegde waarde (TW)</b>	2	>0	2001-2013	CBS	Gemiddelde groei (in %) toegevoegde waarde per bedrijfstak in NL - Gemiddelde groei (in %) toegevoegde waarde per bedrijfstak in EU15 (verschil in %-punten).
<b>Groei Arbeids-productiviteit</b>	2	>0	2000-2014	CBS, bewerking TNO	Gemiddelde groei van TW per arbeidsjaar (fte) van werkzame personen (in %)
<b>Specialisatie NL t.o.v. EU15 (o.b.v. omvang TW)</b>	2	≥100	2013	CBS, Eurostat, bewerking TNO	'Revealed comparative advantage' o.b.v. het aandeel van bedrijfstakken in de totale economie van Nederland vergeleken met het aandeel van die bedrijfstak in de EU15.
<b>R&amp;D intensiteit</b>	2	≥Nederlands gemiddelde	2013	CBS	Private R&D uitgaven per bedrijfstak (x miljoen euro) als % van de toegevoegde waarde van de bedrijfstak.
<b>Start-up intensiteit bedrijven</b>	1	≥Nederlands gemiddelde	2010-2015	CBS, bewerking TNO	Gemiddeld aantal netto-bedrijfsoprichtingen (saldo oprichting en opheffing) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven. <i>Oprichtingssaldo per bedrijfstak gemiddeld over 2010-2015.</i>
<b>Scale-up intensiteit bedrijven</b>	2	≥Nederlands gemiddelde	2014	CBS, bewerking TNO	Aantal snel groeiende bedrijven als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven per bedrijfstak.  <i>Een snelgroeiend bedrijf of snelle groeier is een bedrijf met een gemiddelde jaarlijkse groei van 10% per jaar of meer, over een periode van 3 achtereenvolgende jaren, gemeten in het aantal werknemers. Hierbij geldt een minimale bedrijfsomvang van 10 werknemers bij aanvang van de meting van het CBS.</i>

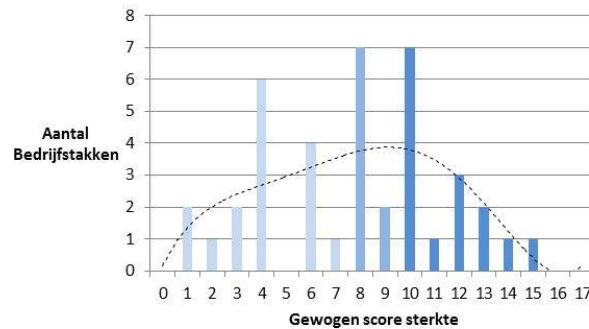
## Stap 2: Toekennen van dummies aan indicatoren

Wanneer een score op de indicator voldoet aan het criterium voor de dummy, dan wordt er een waarde van 1 toegekend (anders een waarde 0).

**Stap 3: Onderverdeling van resultaten in niet sterke, gemiddeld sterke en sterke bedrijfstakken**

De inschaling in ‘niet sterk’, ‘gemiddeld sterk’ en ‘sterk’ wordt bepaald door de gewogen som van deze dummies. De maximale som is 17: de som van de wegingsfactoren. Figuur 7 laat de resultaten van deze gewogen som zien. Op basis van deze resultaten is, na analyse van de spreiding van de gewogen totaalscores, een classificatie gemaakt, zoals weergegeven in tabel 7.

Figuur 11 Resultaten scoring kennisvelden



Tabel 8 Classificatie gewogen som bedrijfstakken

Gewogen som dummies	Mate van sterkte
0-7	Niet sterk
8-9	Gemiddeld sterk
10-17	Sterk

Bron: TNO (2016)

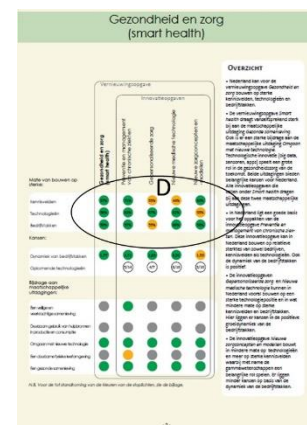
**4.3 Bepalen van mate van “bouwen op sterktes”**

In hoofdstuk 4.1 werd beschreven hoe de innovatie- en vernieuwingsopgaven in kaart zijn gebracht. Vervolgens is in hoofdstuk 4.2 toegelicht hoe de sterktes van Nederland in kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken zijn bepaald. Deze paragraaf koppelt de innovatie- en vernieuwingsopgaven aan deze sterktes met als resultaat een score die in de fiches als bollen (“stoplichten”) worden weergegeven (zie Figuur 12, D).

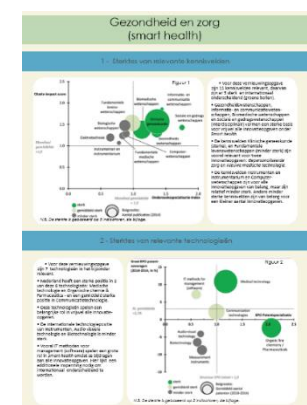
De kleuren geven aan of een vernieuwingsopgave en de onderliggende innovatieopgaven een sterke basis hebben in de kennisvelden, het bedrijfsleven en de technologieën in Nederland. Hierin maken we onderscheid in de kleuren groen (ruim), oranje (gemiddeld) en grijs (gering). De stoplichten zijn bedoeld om snel een eerste indruk te geven. Voor een meer genuanceerder inzicht kan gekeken worden naar de onderliggende data (bijvoorbeeld naar de bollenfiguren in Figuur 13).

In de analyse werden de sterkte én het belang van kennisvelden, bedrijfsleven en technologieën voor de innovatieopgave meegenomen in de bepaling van de kleur van de stoplichten. Hiertoe is eerst het belang van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken voor elke innovatieopgave bepaald (zie paragraaf 4.3.1). Vervolgens is de kleur berekend op basis van een

Figuur 12 Fiche: bouwen op sterktes



Figuur 13 Fiche: bollenfiguren



gewogen score van relevantie voor de innovatieopgaven in combinatie met score op sterkte (zie paragraaf 4.3.2). De resultaten van de stappen in dit onderdeel en de hier opvolgende onderdelen zijn bijgehouden in een transparant scoreboard (waarvan het geconsolideerd overzicht van de tien fiches in hoofdstuk 3.1 een vereenvoudigde weergave is).

#### 4.3.1 *Scoren van belang van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken voor de innovatieopgave*

Het belang van kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken voor een innovatieopgave is ingeschat door TNO. Hiervoor is gebruik gemaakt van de expertise van het projectteam en van interne domein- en technologie experts. Concreet kan er onderscheid gemaakt worden in twee stappen, zie hieronder.

##### **Stap 1: scoren van belang door TNO-ers**

TNO experts hebben het belang van elk kennisveld, elke bedrijfstak en elke technologie voor de innovatieopgave gescoord. Deze score staat in de bijlage van de fiches (zie Figuur 14, locatie E). De vraag die elke keer beantwoord is: In welke mate is dit kennisveld/deze bedrijfstak/deze technologie van belang voor het aanpakken van deze innovatieopgave? De experts hebben de scores gegeven op een schaal van 0 tot 3:

- 0 – niet
- 1 – in geringe mate
- 2 – in sterke mate
- 3 – in zeer sterke mate

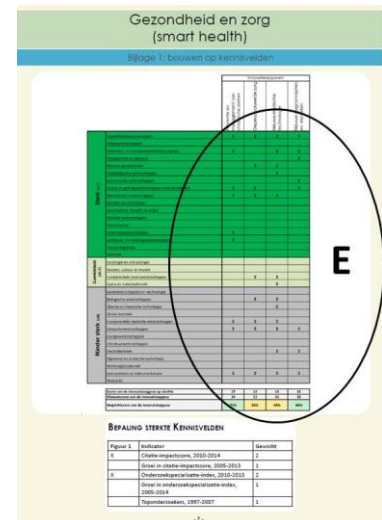
##### **Stap 2: valideren**

Deze scores zijn in meerdere rondes en door meerdere TNO'ers onafhankelijk van elkaar gevalideerd.

#### 4.3.2 *Berekening kleuren*

De kleur van een stoplicht geeft aan in hoeverre een innovatie-/vernieuwingsopgave kan bouwen op sterke kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken. Alleen de kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken die in 'sterke' (= score 2) tot 'zeer sterke' mate (= score 3) een bijdrage kunnen leveren aan de innovatieopgave worden meegenomen in de berekening.

Figuur 14 Fiche: score belang



### Stap 1: berekening van het gewogen percentage sterke velden

Voor de berekening wordt de volgende formule gebruikt:

Formule 1 Kleur stoplicht

*Totaal gewogen score sterkte van aangevinkte velden voor de Innovatieopgaven*  
*Maximumscore indien alle aangevinkte velden sterk zouden zijn*

$$\frac{1 * (\text{som}(\text{vinkjes } 2) + \text{som}(\text{vinkjes } 3) \text{ "sterk"}) + 0,5 * (\text{som}(\text{vinkjes } 2) + \text{som}(\text{vinkjes } 3) \text{ "gemiddeld"}) + 0}{(\text{som}(\text{vinkjes } 2) + \text{som}(\text{vinkjes } 3))}$$

De formule bestaat uit een gewogen som van kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën gedeeld door de maximale som. Op twee manieren wordt de som gewogen: een weging op belang (de "scores '2' en '3' na het scoringsproces zoals beschreven in paragraaf 4.3.1) en een weging op sterkte (waarbij de 'sterke' en 'gemiddeld sterke' velden het resultaat zijn van meting zoals beschreven in hoofdstuk 4.2). De weging op belang neemt de scores "2" (= in sterke mate van belang) en "3" (= in hele sterke mate van belang) mee als wegingsfactor (zie ook Bijlagen 1, 2 en 3 van fiches). Velden met een score "1" (= in geringe mate relevant) zijn niet meegenomen in de berekening. Voor de weging op sterkte wordt een wegingsfactor "1" gegeven aan sterke velden, een wegingsfactor "0,5" aan gemiddelde sterke velden en wegingsfactor "0" aan niet sterke velden. De maximumscore is de gewogen som indien alle relevante velden sterk (wegingsfactor "1") zouden zijn.

De redenering achter deze formule is dat velden met een relevantiescore van "2" of hoger een substantiële bijdrage kan leveren aan het oppakken van de innovatieopgaven. Een sterk veld is beter in staat om deze bijdrage te kunnen leveren, dan een gemiddeld sterk of niet sterk veld.

### Stap 2: kleurbeoordeling scores

Op basis van de uitkomsten van stap 1 werd de kleur bepaald. Daarbij is uitgegaan van de volgende marges:

Tabel 9 Betekenis kleuren "bouwen op..."

Kleur	Betekenis	Kennisvelden	Bedrijfstakken	Technologieën
<b>Grijs</b>	Gering	<40%	<40%	<40%
<b>Oranje</b>	Gemiddeld	40%-55%	40%-55%	40%-55%
<b>Groen</b>	Ruim	>55%	>55%	>55%

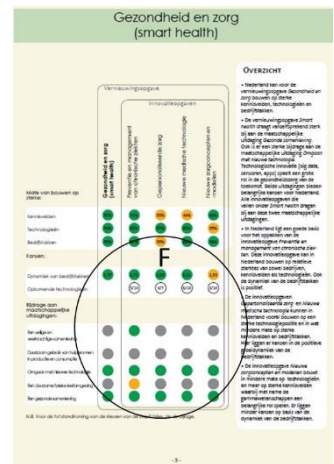
Hierbij is als uitgangspunt genomen dat een innovatieopgave in **ruime mate** kan bouwen op sterke kennisvelden wanneer meer dan de helft (55%) van de relevante kennisvelden sterk is. Wanneer net iets minder de helft (40%-55%) van de relevante kennisvelden sterk is, dan kan een innovatieopgave **gemiddelde mate** bouwen op de relevante kennisvelden. Wanneer er vrijwel geen relevante kennisvelden sterk zijn (<40%) dan kan de innovatieopgave **in geringe mate** bouwen op een sterke basis in de kennisvelden.

Dezelfde uitgangspunten zijn gehanteerd voor het bepalen van de sterkte basis in bedrijfstakken en technologieën.

#### 4.4 Identificatie van kansen voor de vernieuwingsopgave

In aanvulling op de analyse van de mate waarin innovatieopgaven kunnen bouwen op sterke kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken, is een inschatting van kansrijke ontwikkelingen (opkomende technologieën en recente dynamiek van bedrijfstakken) en overall impact (oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen) gemaakt. In deze paragraaf zetten we uiteen waarop, voor elk van deze drie onderdelen, de inschatting van de kansen of potentie van innovatieopgaven berust. De kansen zijn met uitzondering van de opkomende technologieën ook gepresenteerd in de vorm van een stoplicht (zie Figuur 15, F). Voor opkomende technologieën wordt in plaats van een stoplicht een verhoudingsgetal gepresenteerd. Dit getal geeft aan op hoeveel van alle voor de betreffende innovatieopgave relevante opkomende technologieën Nederland al enige 'dekking' heeft in kennisinstellingen (fundamentele technologieontwikkeling) of in toepassing door bedrijven.

Figuur 15 Fiche: kansen



##### 4.4.1 Analyse van de dynamiek in de bedrijfstakken

De recente dynamiek van de bedrijfstakken is gebruikt als proxy voor de toekomstige dynamiek. Onder de aanname dat de trend van de recente dynamiek ongewijzigd aanhoudt, biedt een positieve (sterke) dynamiek van een bedrijfstak kansen om zijn nationale- en internationale economische positie te verstevigen. Hierdoor wordt de basis van innovatieopgaven die in belangrijke mate moeten bouwen op deze bedrijfstakken eveneens versterkt.

De analyse van de dynamiek van bedrijfstakken berust op dezelfde 44 bedrijfstakken die zijn gebruikt voor het bepalen van de sterke basis van Nederland (zie onderdeel 4.2.3). Wel zijn er andere indicatoren en een andere berekenings- en vergelijkingswijze gebruikt voor het bepalen van de kansen aan de hand van de recente dynamiek in bedrijfstakken (zie Tabel 10).

Een belangrijk verschil tussen de berekening van de dynamiek en de sterkte van de bedrijfstakken is dat bij de berekening van de dynamiek de onderlinge vergelijking van bedrijfstakken centraal staat. Dit in tegenstelling tot het gebruik van dummies bij het berekenen van de sterkte van bedrijfstakken, waar juist zoveel mogelijk een internationale benchmark is gebruikt. Ten behoeve van een onderlinge vergelijking van de dynamiek in bedrijfstakken, gemeten op een aantal verschillende indicatoren, werkt een genormaliseerde ranking score beter dan alleen dummy scores van 0 of 1. Een ranking score geeft per indicator beter weer hoe bedrijfstakken ten opzichte van elkaar presteren. Om tot een gewogen gemiddelde totaalscore van de dynamiek te komen op het niveau van innovatieopgaven, is gewerkt met genormaliseerde ranking scores. Het exacte stappenplan lichten we hieronder in meer detail toe.

##### Stap 1: selectie van indicatoren

Deze analyse van de dynamiek van bedrijfstakken leunt hoofdzakelijk op groeivariabelen (4 van de totaal 6 gebruikte indicatoren) in het meest recente tijdvak:

2010-2014. Alleen het groeiverschil per bedrijfstak is gemeten over de periode 2010-2013. Voor de EU15 was het jaar 2014 namelijk nog niet beschikbaar in de brongegevens van Eurostat. De indicatoren 'exportintensiteit' en 'R&D uitgaven' zijn meegenomen als omvang indicatoren. De mate van exportgerichtheid van bedrijfstakken is een relevante indicator voor het huidige verdienvermogen. Tenslotte weegt de omvang van private R&D-uitgaven mee vanuit het oogpunt van 'vernieuwing' in relatie tot toekomstige kansen.

Tabel 10 Indicatoren dynamiek bedrijfstakken

Indicator	Gewicht	Jaar	Bron	Beschrijving
Groei toegevoegde waarde (TW)	1	2010-2014	CBS	Gemiddelde groei (in %) toegevoegde waarde per bedrijfstak, na crisisjaar 2009
Groeiverschil toegevoegde waarde (TW) met EU15	1	2010-2013	CBS, Eurostat	Verschil in gemiddelde groei TW per bedrijfstak in NL en de EU15 (in %-punten)
Groei Arbeidsproductiviteit	1	2010-2014	CBS	Gemiddelde groei arbeidsproductiviteit (TW per arbeidsjaar van werkzame personen)
Groei exportwaarde	1	2010-2014	CBS	Gemiddelde groei van de exportwaarde per bedrijfstak
Export intensiteit	1	2014	CBS	Exportwaarde als percentage van de totale productie per bedrijfstak (2014)
Omvang R&D uitgaven bedrijven	1	2013	CBS	Private R&D uitgaven per bedrijfstak (x miljoen euro)

### Stap 2: scores toewijzen per indicator

Het toewijzen van de scores bestaat uit twee stappen:

- 1) Het berekenen van de positie in de ranglijst (ranglijst van laag naar hoog) op basis van data per indicator. Op positie 1 in de ranglijst staat de slechtst scorende bedrijfstak en op positie 40 de best scorende bedrijfstak.
- 2) Het omzetten van positie in ranglijst naar een score tussen 0 (slechtst) en 3 (best). Dit wordt gedaan door de positie in de ranglijst te delen door 40 (positie voor de best scorende bedrijfstak). Dit wordt vermenigvuldigd met 3.

Voorbeeldberekening: positie in ranglijst 39 (één na best) wordt omgezet in score 0,98 (39/40). Na vermenigvuldiging met 3 komt dit uit op een score 2,94.

### Stap 3: berekenen van totaalscore

De totaalscore per bedrijfstak is berekend door per bedrijfstak het gewogen gemiddelde te nemen van de scores.

#### **Stap 4: onderverdeling van resultaten in minder sterke, positieve dynamiek en sterk positieve dynamiek**

Een onderscheid wordt gemaakt in sterke, positieve dynamiek en minder sterke, positieve dynamiek van de bedrijfstakken. Als maatstaf wordt de top 45% van 40 bedrijfstakken genomen, oftewel de top 18.

##### *4.4.1.1 Berekening kleuren van de scores per innovatieopgave*

De volgende stap is het bepalen van de mate waarin er voor de innovatieopgave kansen liggen in de dynamiek van bedrijfstakken.

#### **Stap 5: berekenen van gewogen gemiddelde score op dynamiek per innovatieopgave**

Het gewogen gemiddelde wordt genomen van de score op dynamiek van alle voor de betreffende innovatieopgave *relevante* bedrijfstakken (zie paragraaf 4.3.1 voor de beschrijving van het scoren op relevantie). Net als bij de berekening van de scores "bouwen op sterktes", worden voor de dynamiek dezelfde wegingsfactoren (2 of 3) gebruikt om recht te doen aan de mate van relevantie van bedrijfstakken voor de innovatieopgave.

#### **Stap 6: kleurbeoordeling score ("stoplicht")**

Op basis van de resultaten uit de vorige stap werd bepaald of er kansen liggen in de dynamiek van de bedrijfstakken. Ook hier wordt dit aangegeven met de kleuren groen, oranje en grijs. Dit onderscheid wordt met de volgende marges:

Tabel 11 Betekenis kleuren stoplichten "kansen: dynamiek van relevante bedrijfstakken"

Kleur	Betekenis	Dynamiek bedrijfstakken
<b>Grijs</b>	Gering	<1,5
<b>Oranje</b>	Matig	1,50-1,70*
<b>Groen</b>	Ruim	>1,70*

\* 1,70 is de mediane (gewogen) score

##### *4.4.2 Kansen: relevante opkomende technologieën*

In deze analyse hebben wij een onderscheid gemaakt tussen bestaande, gewortelde technologieën en opkomende technologieën. De internationale positie van de bestaande technologieën is terug te vinden in de patentaanvragen. De opkomende technologieën zijn nog zodanig in ontwikkeling dat er nog weinig of geen patentdata beschikbaar is. Daarom wordt er gebruik van expert judgment in plaats van gemeten indicatoren.

Het resultaat van de analyse van kansen in opkomende technologieën wordt gepresenteerd in de vorm van een stoplicht. Als alternatief is het resultaat ook uitgedrukt in het aantal opkomende technologieën met 'zichtbare activiteit' (in kennisinstellingen en/of toepassing in bedrijven) in Nederland gedeeld door het totaal aantal relevante opkomende technologievelden voor de innovatieopgave.

#### **Stap 1: identificatie van opkomende technologieën**

TNO heeft een lijst met opkomende technologieën opgesteld door middel van expert judgment op basis van desk research. Onder andere is gebruikt gemaakt van

literatuur over/van: Gartner hype cycle, McKinsey, Deloitte, BCG en artikelen van het Europese Parlement, bijvoorbeeld: 'what think thanks are thinking'.

### Stap 2: scoren van zichtbare activiteit in elk kennisveld en bedrijfstak

Opkomende technologieën vinden hun oorsprong in de kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Daarom hebben TNO experts de dekking van de opkomende technologieën in elke bedrijfstak en elk kennisveld gescoord. TNO experts hebben een score gegeven op een schaal van 0 tot 3 indien de opkomende technologie relevant is voor een kennisveld of bedrijfstak. Als een opkomende technologie niet relevant is voor een kennisveld of bedrijfstak hebben de TNO experts hier geen score aan gegeven. De volgende criteria worden gehanteerd:

Score	Relevantie	Zichtbare activiteit
<b>Blanco</b>	Geen	Geen
<b>0</b>	Wel	Geen
<b>1</b>	Wel	In geringe mate
<b>2</b>	Wel	In sterke mate
<b>3</b>	Wel	In zeer sterke mate

Bij het scoringsproces is indirect gebruik gemaakt van data (op sub-sectoren niveau) van de ontwikkeling van het aantal bedrijven, ontwikkeling van het aantal banen, productspecialisatie van Snijders en Jacobs (2013)<sup>4</sup>. Daarnaast is gebruik gemaakt van TNO kennis omtrent fieldlabs en topsectoren.

### Stap 3: berekenen van dekkingspercentage opkomende technologie in kennisinstellingen en bedrijfstakken

Wij hebben het dekkingspercentage berekend van opkomende technologieën in kennisinstellingen en bedrijfstakken door het gemiddelde te nemen van de scores op de kennisvelden en op de bedrijfstakken. Het scoringschema, zoals toegepast in stap 2, betekent dat een score "0" (wel relevant, geen activiteit) het gemiddelde omlaag haalt en een score "blanco" (niet relevant, geen activiteit) geen invloed heeft op het gemiddelde.

### Stap 4: berekenen gemiddelde zichtbare activiteit in Nederland

Om te komen tot een inschatting van de zichtbare activiteit rondom elke opkomende technologie is het gemiddelde genomen van de dekkingspercentage in kennisinstellingen en bedrijfstakken.

### Stap 5: classificatie zichtbare activiteit

Om het aantal opkomende technologieën met zichtbare activiteit te meten is uitgegaan van de volgende grenswaarden:

Activiteit	
<b>0-50%</b>	Geen zichtbare activiteit
<b>50-100%</b>	Wel zichtbare activiteit

<sup>4</sup> Snijders, H. en D. Jacobs (2013). Clusters en niches. De specialisatie van de Nederlandse economie. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, WRR Webpublicatie 76.



### Stap 6: presentatie resultaten

Het resultaat uitgedrukt in aantal opkomende technologieën met 'zichtbare activiteit' in Nederland gedeeld door het totaal aantal relevante opkomende technologievelden voor de innovatieopgave.

#### 4.4.3 *Scoren van impact innovatieopgaven op maatschappelijke uitdagingen*

Voor elke innovatieopgave wordt bepaald aan welke maatschappelijke uitdagingen een bijdrage geleverd kan worden.

#### Stap 1: scoren van relevantie door TNO'ers

De relevantie van elke innovatieopgave voor een maatschappelijke uitdaging wordt bepaald door de relevante een score te geven op het niveau van de 24 onderliggende (sub) maatschappelijke uitdagingen. Dit gebeurt op basis van expert judgment. Er wordt gescoord in hoeverre een innovatieopgave een bijdrage kan leveren aan de maatschappelijke uitdaging (impact i.p.v. bouwen op). De scores zijn als volgt:

- 0 – niet
- 1 – in geringe mate
- 2 – in sterke mate
- 3 – in zeer sterke mate

#### Stap 2: berekenen gemiddelde score in bijdrage aan maatschappelijke uitdaging

De scores op de 5 maatschappelijke uitdagingen wordt berekend door het gemiddelde te nemen van de scores op onderliggende (sub) maatschappelijke uitdagingen.

#### Stap 3: validatie

Het TNO-team heeft vervolgens deze scores gevalideerd.

#### Stap 4: kleurbepaling

De kleuren van de stoplichten wordt bepaald door middel van onderstaand schema:

Kleur	Betekenis	Kennisvelden	Bedrijfstakken	Technologieën
<b>Grijs</b>	Gering	<0,75	<0,75	<0,75
<b>Oranje</b>	Matig	0,75-1,5	0,75-1,5	0,75-1,5
<b>Groen</b>	Ruim	>1,5	>1,5	>1,5

#### 4.5 Validatie

De portfolioanalyse beoogt een zo objectief en transparant mogelijk beeld te schetsen van de sterktes van relevante kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken waarop Nederland kan bouwen in relatie tot vernieuwingsopgaven die op hun beurt weer gestructureerde oplossingsrichtingen bieden voor maatschappelijke uitdagingen. Het doel van de analyse is om een solide fundament te bieden waarop uiteindelijk beleidskeuzes en prioriteiten geformuleerd kunnen worden. Een belangrijke voorwaarde is dan dat de gebruikte indicatoren, alsook de uitkomsten van de portfolioanalyse zelf, *Relevant, Acceptabel, Betrouwbaar*,

*Geloofwaardig, Eenvoudig te interpreteren en Robuust* zijn.<sup>5</sup> Gedurende de uitvoering van de portfolioanalyse is dan ook uitvoerig aandacht besteed aan validatie van de methodologie en zijn dialoogsessies met directe stakeholders binnen de ministeries EZ en I&M alsook de RVO georganiseerd om te toetsen of de resultaten zoals gepresenteerd in de fiches herkenbaar en bruikbaar zijn. In deze paragraaf lichten we de validatiestappen toe.

#### 4.5.1 Validatie methodologie

Een expliciete wens van het betrokken Kernteam van het Ministerie van Economische Zaken was om in de tien fiches een eenvoudig totaalbeeld te schetsen van sterktes van en kansen voor Nederland door middel van stoplichten voor elk van de 40 geïdentificeerde Innovatieopgaven (en geconsolideerd voor de tien Vernieuwingsopgaven). In de fiches is derhalve een totaaloverzicht opgenomen met stoplichten voor:

- 1.) de mate waarin de innovatie- en vernieuwingsopgaven kunnen bouwen op sterke kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken;
- 2.) kansen op basis van de dynamiek van relevante bedrijfstakken en zichtbare activiteit in Nederland met betrekking tot opkomende technologieën;
- 3.) de bijdrage van innovatie- en vernieuwingsopgaven aan oplossingsrichtingen voor maatschappelijke uitdagingen.

Het derde stoplicht is gebaseerd op expert judgment van TNO, waarbij het 'meerogenprincipe' het belangrijkste TNO-interne validatiemechanisme was. De eerste twee stoplichten berusten daarentegen op een kwantitatieve berekeningswijze waar drie methodische keuzen direct bepalend zijn voor de uiteindelijke kleur:

- 1.) Het kiezen van de wegingsfactor voor relevantie van de kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken;
- 2.) Het kiezen van de wegingsfactor voor de sterkte van de kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken;
- 3.) Het kiezen van de grenswaarden voor de kleuren grijs, oranje en groen.

TNO heeft daarom de kleuren gevalideerd door middel van een gevoeligheidsanalyse waarbij is geëxperimenteerd met verschillende grenswaarden voor de kleuren en wegingsfactoren voor sterkte en relevantie. Hierbij is telkens gekeken of in verschillende samenstellingen van relevante, sterke of minder sterke velden (kennisvelden, bedrijfstakken of technologieën) intuïtief de juiste kleur resulteert. In het bijzonder ging de aandacht hierbij uit of de overgang van oranje naar groen of oranje naar grijs intuïtief klopt.

Figuur 16 geeft de resultaten weer van deze validatie. In de rijen staan verschillende combinaties van 'sterke', 'gemiddeld sterke' en 'minder sterke' velden alsook verschillende mate van relevantie van deze velden. In de kolommen staat de resulterende score en kleur op basis van de gekozen grenswaarden, respectievelijk voor kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën. In het onderste deel van de

---

<sup>5</sup> De zogenaamde RACER-criteria die de kwaliteitsstandaard voor indicatoren vormen in monitorings- en evaluatie richtlijnen van de Europese Unie. De afkorting RACER staat voor: *Relevant, Accepted, Credible, Easy en Robust*.

figuur staat de definitieve keuze voor de grenswaarden voor de kleuren (laag voor 'grijs', en hoog voor 'groen') en de twee wegingsfactoren (voor sterkte en relevantie). Naar het oordeel van TNO klopt deze kleur bij de verschillende combinaties zoals genoemd in de rijen van de figuur.

Wanneer met andere grenswaarden en gewichten de totaalscores werden berekend, leverde de totaalscores intuïtief onlogische kleuren op. Deze waarden zijn derhalve verworpen en hebben gemaakt dat de uiteindelijke keuze is gevallen op een wegingsfactor "2" voor velden die in 'sterke mate' relevant zijn voor de innovatieopgaven en wegingsfactor "3" voor velden die 'in zeer sterke mate' relevant zijn voor de innovatieopgaven; in combinatie met de wegingsfactoren "1" voor 'sterke' kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën en wegingsfactor "0,5" voor 'gemiddeld sterke' velden.

Figuur 16 Resultaten validatie grenswaarden

Nummer	Combinatie	Percentage score		
		Kennisvelden	Bedrijfstakken	Bestaande technologieën
Combinatie 1	Alle velden in gelijke mate relevant	55,9%	48,8%	47,8%
Combinatie 2	Alleen sterke velden relevant	100,0%	100,0%	100,0%
Combinatie 3	Alleen gemiddeld sterke velden relevant	50,0%	50,0%	50,0%
Combinatie 4	Alleen minder sterke velden relevant	0,0%	0,0%	0,0%
Combinatie 5	Ong. helft velden in gelijke mate relevant	58,8%	52,5%	50,0%
Combinatie 6	Ong. helft velden sterk + gemiddeld en minder sterk meer relevant	50,0%	45,2%	43,8%
Combinatie 7	Ong. helft velden sterk, minder sterk meer relevant	50,0%	44,7%	42,9%
Combinatie 8	Helft sterk, helft minder sterk	50,0%	50,0%	50,0%
Combinatie 9	Helft sterk, helft gemiddeld sterk	75,0%	75,0%	75,0%
Combinatie 10	Helft gemiddeld sterk, helft niet sterk	25,0%	25,0%	25,0%
Combinatie 11	Evenveel sterk, gemiddeld, niet sterk	50,0%	50,0%	50,0%
Combinatie 12	3 gemiddeld, 2 sterk, 1 niet sterk	58,3%	58,3%	58,3%
Combinatie 13	3 gemiddeld, 2 minder sterk, 1 sterk	41,7%	41,7%	41,7%
Combinatie 14	3 gemiddeld, 2 minder sterk, 2 sterk	50,0%	50,0%	50,0%
Combinatie 15	3 gemiddeld, 2 minder sterk, 2 sterk + sterk meer relevant	56,3%	56,3%	56,3%
Combinatie 16	3 gemiddeld, 2 minder sterk, 2 sterk +minder sterk meer relevant	43,8%	43,8%	43,8%
Combinatie 17	4 gemiddeld, 3 minder sterk, 1 sterk	37,5%	37,5%	37,5%
Combinatie 18	3 gemiddeld, 5 minder sterk, 4 sterk	45,8%	45,8%	45,8%
Combinatie 19	3 gemiddeld, 5 minder sterk, 3 sterk	37,5%	37,5%	37,5%
Combinatie 20	2 gemiddeld, 3 minder sterk, 5 sterk	60,0%	60,0%	60,0%
Combinatie 21	2 gemiddeld, 3 minder sterk, 5 sterk + minder sterk meer relevant	52,2%	52,2%	52,2%
<b>Grens laag</b>		40%	40%	40%
<b>Grens hoog</b>		55%	55%	55%

2	Wegingsfactor relevantie 2
3	Wegingsfactor relevantie 3
1	Wegingsfactor sterk
0,5	Wegingsfactor gemiddeld sterk
0	Wegingsfactor minder sterk

Bron: TNO (2016)

Tussentijds zijn deze methodische keuzen ook getoetst en afgestemd met experts binnen het Ministerie van Economische Zaken (B&I en AEP). Hier stonden de onderwerpen *Betrouwbaarheid* en *Robuustheid* centraal. Na een discussiesessie met eerste resultaten eind september 2016 heeft dit geleid tot een belangrijke aanpassing van de methodologie. In eerste instantie werden de scores nog niet robuust genoeg bevonden. Naar aanleiding van de aanbevelingen van de EZ-experts

is toen gekozen voor de inschaling van de sterkte van kennisvelden, bedrijfstakken en technologieën op basis van de dummies in plaats van onderlinge ranking (zoals beschreven in hoofdstuk 4.3) en om daarnaast in de berekening explicieter te wegen voor de mate van relevantie.

Eind oktober 2016 is een tweede methodologische discussiesessie georganiseerd met de inhoudelijk experts van het Ministerie van Economische Zaken (Theo Roelandt, Henry van der Wiel en collega's van de directie AEP) om de methodologische keuzen nog een laatste maal te toetsen. De methode is toen robuust bevonden.

Een aanbeveling was nog om een externe validatieslag te doen om een bredere toetsing te hebben op *Relevantie* en *Acceptatie* van de uitkomsten. Dit omdat de methode voor een deel gebaseerd is op expert judgment van TNO. Er is derhalve besloten om enkele dialoogsessies te organiseren om te toetsen of de uitkomsten van de portfolioanalyse ook door een bredere kring van EZ thema-experts worden herkend en de resultaten als zodanig bruikbaar worden geacht ter ondersteuning van beleidsvorming.

#### 4.5.2 *Dialoogsessies resultaten*

In de periode november 2016 – januari 2017 zijn in samenwerking met het Ministerie van Economische Zaken een aantal dialoogsessies georganiseerd met thema-experts binnen EZ, het Ministerie van Infrastructuur & Milieu en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Voor deze sessies van een uur, waarin twee fiches besproken werden, zijn telkens ongeveer vijf inhoudelijk betrokken experts vanuit de genoemde Rijksdiensten uitgenodigd door het betrokken Kernteam vanuit het Ministerie van Economische Zaken.

Tijdens deze dialoogsessies stonden de volgende vragen centraal:

- Is het beeld van sterktes in kennisvelden, technologieën en bedrijfstakken herkenbaar?
- Zijn de geïdentificeerde innovatie- en vernieuwingsopgaven herkenbaar en kan hier beleidsmatig op voortgebouwd worden?
- Zijn de uitkomsten behulpzaam ter ondersteuning van beleids- en besluitvormingsprocessen rond de innovatie investeringsagenda?

Op hoofdlijnen werden de uitkomsten zoals gepresenteerd in de tien fiches herkend en bruikbaar geacht op het mesoniveau (waarop de fiches inzicht bieden). Wel werd in meerdere sessies het belang benadrukt dat voor nadere uitwerking in concrete innovatieprogramma's vragen bestaan op een meer gedetailleerd niveau, of juist op cross-sectorale onderwerpen door de verschillende fiches heen. In 2017 zullen TNO en het Ministerie van Economische Zaken verder samenwerken en keuzes maken over verdiepend onderzoek.