

EINDRAPPORT

TOTAAL ACTIEPLAN CO₂

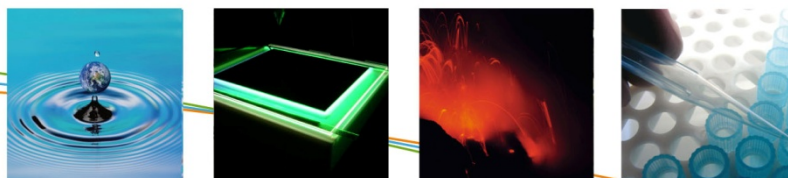
Scenario's voor een CO₂-neutraal Limburg in 2020

Studie in opdracht van het provinciebestuur
Limburg

VITO: Leen Gorissen en Peter Vercaemst (ed.), Kristien Aernouts, Carolien Beckx, Katleen Briffaerts, Erwin Cornelis, Evelien Dils, Laurent Franckx, Erik Laes, Pieter Lodewijks, Erika Meynaerts, Nele Renders, An Vercalsteren, Dries Vos
Arcadis: Annick Van Hyfte, Lien Verbeeck, Linde Vertriest
Pantarein: Katelijne Norga
KULeuven: Ronnie Belmans, Dirk Van Hertem

2011/TEM/R/46

April 2011



VITO NV

Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be – www.vito.be

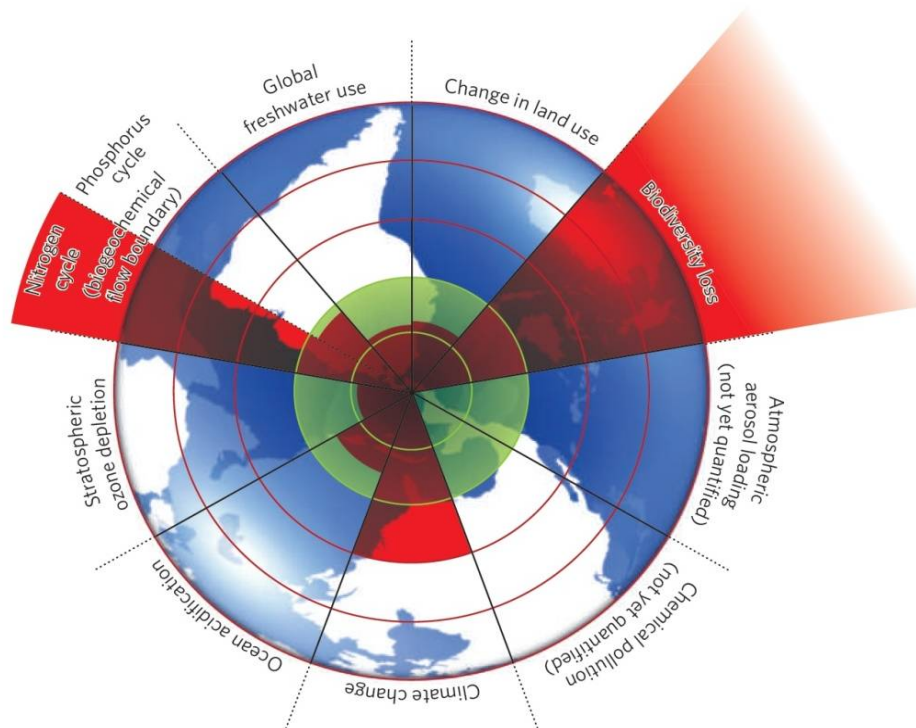
BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

WOORD VOORAF

Hoe past het Limburg CO₂ neutraal verhaal binnen het ruimere kader van duurzaamheid?

Doorheen de geschiedenis werd elke menselijke samenleving met specifieke uitdagingen geconfronteerd. In de wereld van vandaag echter, is de schaal en omvang van de uitdagingen misschien wel groter dan ooit tevoren. Hoewel onze kennis van de wereld waarin we leven enorm is toegenomen de laatste jaren, weerhouden vooral de kennisleemten op systeemniveau (vooral de dynamiek tussen de belangrijke subsystemen en processen; zie onderstaande figuur) ons ervan om tot doeltreffende oplossingen te komen.



Figuur 1: Weergave van de veilige en minder veilige zone waarin de subsystemen van de aarde zich bevinden. Gebaseerd op het planetary boundaries concept van Rockström et al. 2009

Voorliggende studie werd ook onder dit gesternte uitgevoerd en bijgevolg dienen de resultaten in dit daglicht te worden aanschouwd. Met andere woorden, het streven naar CO₂-neutraliteit mag niet los gezien worden van de andere uitdagingen waarmee we te kampen hebben, zoals onder meer het verlies aan biodiversiteit of de verzuring van de oceanen.

Om het voorgaande op een wetenschappelijke manier te illustreren en onderbouwen verwijzen we naar de benadering van Rockström en andere vooraanstaande wetenschappers. In hun artikel over 'een veilige beweegruimte voor het mensdom,' argumenteren deze auteurs dat vele van de subsystemen van de aarde bijzonder gevoelig zijn in de buurt van de drempelniveaus van bepaalde sleutelvariabelen, zoals de CO₂ concentratie bijvoorbeeld (Rockström et al., 2009). De auteurs hebben de staat van de meest relevante processen samengevat in bovenstaande figuur. De groene schakering weerspiegelt de veilige beweegruimte binnen de subsystemen. De rode schakering geeft aan waar we ons op dit moment bevinden volgens de inschatting van Rockström en collega's. Zoals op de figuur is te zien, hebben we de veilige zone reeds ver overschreden in drie subsystemen: biodiversiteit, klimaat en stikstofcyclus.

De processen tussen de subsystemen zijn erg met mekaar verweven en het overschrijden van de veilige zone in één subsysteem kan implicaties hebben voor de andere subsystemen op wijzen die we op dit moment nog niet begrijpen. Het feit dat onze inspanningen zich concentreren op één subsysteem (bijvoorbeeld klimaatsverandering) in isolatie van de anderen (bijvoorbeeld biodiversiteit), kan bijgevolg riskante verwickelingen te weeg brengen. Het streven naar een CO₂-neutrale provincie is zodoende een cruciale stap richting duurzaamheid maar het is tegelijkertijd slechts een deel van de oplossing.

Rapportage van de studie

Het provinciebestuur Limburg gaf opdracht tot het uitvoeren van een multidisciplinaire studie die meerdere domeinen, disciplines, sectoren en methodologieën omvat. Om de rapportage zo goed mogelijk op maat van de verschillende doelgroepen aan te bieden, wordt de rapportage opgedeeld in drie niveaus:

- (1) een vulgariserend rapport; d.i. een beknopte, toegankelijke versie voor algemene verspreiding door de opdrachtgever. Deze versie bundelt op een laagdrempelige en bondige manier de opzet, resultaten en belangrijkste conclusies van het rapport. Wie dit document doorneemt, weet in grote lijnen waar het in de studie op staat en tot welke aanbevelingen ze heeft geleid. Deze tekst zal gratis digitaal ter beschikking worden gesteld.
- (2) een uitvoerig wetenschappelijk rapport dat de wetenschappelijke deelstudies in detail bespreekt en toelaat om de toegepaste methodes en resultaten te doorgronden. Het betreft hier het voorliggende rapport. Dit rapport is opvraagbaar door geïnteresseerden bij het provinciebestuur.
- (3) De achterliggende databases, figuren en wetenschappelijke referenties vormen het derde niveau van het studierapport. Dit deel van de studie is bedoeld voor specialisten en zal onder nader te bepalen voorwaarden kunnen worden opgevraagd bij het provinciebestuur.

Meer info en downloads: www.limburg.be/

INHOUD

Woord vooraf _____	3
Inhoud _____	5
Lijst van afkortingen _____	9
Lijst van figuren _____	11
Lijst van tabellen _____	13
I. Omschrijving en afbakening van het concept 'Limburg CO₂-neutraal' en een inventarisatie van de CO₂-uitstoot van de provincie Limburg. _____	17
Hoofdstuk 1 Opzet van de studie: TACO2, Mission Lim-possible ? _____	19
1.1 Het klimaatbeleid van de provincie Limburg _____	19
1.2 Limburg CO ₂ -neutraal: nood aan een degelijke onderbouwing _____	20
1.3 De onderdelen van de studie: wat wordt bestudeerd? _____	20
1.4 Hoe de resultaten interpreteren? _____	20
Hoofdstuk 2 Afbakening van de studie _____	23
2.1 Klimaatneutraliteit binnen het eigen grondgebied, met oog voor directe en indirecte emissies _____	23
2.1.1 Klimaatneutraliteit als ambitieniveau _____	23
2.1.2 Te realiseren binnen het eigen grondgebied _____	23
2.1.3 Directe en indirecte emissies _____	24
2.1.4 Scope 3 emissies (niet) rapporteren ? _____	25
2.2 Referentiejaar 2008 _____	27
2.3 Selectie van de sectoren _____	27
2.4 Emissiefactoren _____	28
Hoofdstuk 3 Nulmeting Limburg 2008 _____	29
3.1 De Limburgse voetafdruk in 2008 _____	29
3.1.1 Overzicht van de resultaten _____	29
3.1.2 Scope 1 en 2 emissies per sector: dubbeltelling vermeden _____	33
3.1.3 Scope 1 en 2 emissies per sector _____	34
3.1.4 De Limburgse voetafdruk in vergelijking met de Vlaamse _____	46
3.1.5 Overzicht databeschikbaarheid op niveau gemeente _____	46
3.1.6 Scope 3 _____	47
3.1.7 Het rekeninstrument _____	54
3.2 De socio-economische nulmeting voor Limburg in 2008 _____	55
3.2.1 Algemeen _____	55
3.2.2 Objectieve methode _____	55
Bruto Toegevoegde Waarde _____	56
3.2.3 Subjectieve methode _____	59
3.2.4 Besteding van het nationaal inkomen _____	60
3.2.5 Beschikbaar inkomen van de gezinnen _____	61
3.2.6 Vergelijkbaarheid door de tijd _____	61
3.2.7 Tewerkstelling en toegevoegde waarde _____	62
3.2.8 SISEW _____	63

3.2.9	Persoonlijke consumptieve uitgaven	65
3.2.10	Correctie voor inkomensongelijkheid	67
3.2.11	Waarde van de goederen en diensten geproduceerd door huishoudens:	68
3.2.12	Niet-defensieve openbare uitgaven: onderwijs en gezondheidszorg	72
3.2.13	Defensieve privé-uitgaven	75
3.2.14	Kapitaalaanpassingen	75
3.2.15	Kosten van milieudegradatie	79
3.2.16	Waardevermindering van het milieukapitaal	83
3.2.17	Indicator natuurwaarden: wordt niet meegenomen in SISEW 3	88
3.2.18	Samenvatting	89
II. DE SCENARIO'S		91
Hoofdstuk 4 Het referentiescenario		93
4.1	<i>Situering</i>	93
4.1.1	Algemene aanpak	93
4.1.2	Overzicht van de resultaten	96
4.1.3	Energieproductie	98
4.1.4	Transport	99
4.1.5	Huishoudens	102
4.1.6	Industrie	108
4.1.7	Handel en diensten	110
4.1.8	Landbouw en natuur	111
4.1.9	Scope 1 en 2 emissies per sector voor het BAU scenario 2020	114
4.2	<i>Socio-economische prognose tot 2020</i>	115
4.2.1	Tewerkstelling en toegevoegde waarde	115
4.2.2	SISEW	124
4.2.3	Persoonlijke consumptieve uitgaven	124
4.2.4	Waarde van de goederen en diensten geproduceerd door huishoudens	124
4.2.5	Niet-defensieve openbare uitgaven: onderwijs en gezondheidszorg	127
4.2.6	Netto groei van de kapitaalvoorraad	131
4.2.7	Kosten van milieudegradatie: wordt deels meegenomen in SISEW 3	134
4.2.8	Samenvatting	138
Hoofdstuk 5 TACO2 scenario's		143
5.1	<i>De link met ruimtelijke ordening</i>	143
5.2	<i>Maatregelen per sector</i>	145
5.2.1	Energieproductie	145
5.2.2	Transport	148
5.2.3	Huishoudens	150
5.2.4	Industrie	154
5.2.5	Handel en diensten	156
5.2.6	Landbouw en natuur	158
5.2.7	Mogelijke emissiereductiemaatregelen	158
5.3	<i>Het 2020 scenario (TACO21)</i>	165
5.3.1	Weerhouden maatregelen in het TACO21 scenario	165
5.3.2	Kostencurve TACO21 scenario	168
5.3.3	Sankey diagram TACO21 scenario	169
5.3.4	TACO21 'Kostenneutraal'	171
5.3.5	TACO21 'Zonder ETS'	173
5.4	<i>Het visionair scenario (TACO22)</i>	175
5.4.1	Elementen in TACO22	176
5.4.2	Het TACO22 pad	191
5.5	<i>Socio-economische effecten van het 2020 scenario</i>	193

5.5.1	Socio-economische impact van TACO21	193
5.5.1.1	Impact op bedrijfssluitingen	193
5.5.1.2	Impact op het Bruto Regionaal Product	196
5.5.1.3	Impact op de (S)ISEW	196
5.5.1.4	Conclusie	201
5.5.2	Socio-economische impact van het kostenneutraal scenario	202
5.6	SWOT-analyse van de scenario's	205
5.6.1	TACO21	205
5.6.2	TACO22	207
III. Conclusies en aanbevelingen		209
Hoofdstuk 6 Conclusies en Aanbevelingen		211
6.1	Globale conclusies en aanbevelingen	211
6.2	Een vergaande reductie volgens het 'trias energetica' principe	214
6.3	Ruimer kader voor de transitie van de provincie	216
6.4	Het instrumentarium	224
6.4.1	Over tamboerijnen, wortels en stokken	224
6.4.2	Energieproductie	230
6.4.3	Industrie	231
6.4.4	Gebouwde omgeving (huishoudens en handel/diensten)	231
6.4.5	Transport	233
6.4.6	Landbouw	234
6.4.7	Natuur	235
6.4.8	Ruimtegebruik als sleutelement	236
6.5	Internationale financieringskanalen	250
6.6	Slotbeschouwing	252
Bijlage details natuur en landbouw		253
Bijlage gebouwde omgeving: huidig en toekomstig beleid		256
Bijlage TACO21 scenario maatregeltabellen alternatieve volgorde		259
Literatuurlijst		265

LIJST VAN AFKORTINGEN

ACEA	European automobile manufacturers association
BAU	business as usual
BBP	bruto binnenlands product
BBT	beste beschikbare technieken
BKG	broeikasgassen
BWK	biologische waarderingskaart
BNP	bruto nationaal product
CEMT	klasse-indeling vaarwegen (bepaald door de Conférence Européenne des Ministres de Transport)
CO ₂	koolstofdioxide
CO ₂ -eq	CO ₂ -equivalenten
CCS	carbon capturing and storage
EIL	emissie inventaris lucht
EF	emissiefactor
EPB	energieprestatieregelgeving
EPC	energieprestatiecertificaat
ERP	enterprise resource planning
ESER	Europees Stelsel van Economische Rekeningen
ETS	emission trading system (emissie handelsstelsel)
FPB	Federaal Planbureau
GHG	greenhouse gases
GWh	Gigawattuur
GWP	global warming potential
ha	Hectare
HVAC	heating ventilation and air conditioning
IIED	International institute for environment and development
IO	input output
IMJV	integraal milieujaarverslag
ILVO	Instituut voor landbouw en visserij onderzoek
INBO	Instituut voor natuur en bosonderzoek
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Intergouvernementeel Panel over Klimaatsverandering)
ISEW	index for sustainable economic welfare
IRR	internal rate of return
KMO	kleine en middelgrote ondernemingen
kton	kiloton (1.000 ton)
LPG	liquefied petroleum gas
LRM	Limburgse Reconversie maatschappij
MBO	Milieubeleidsvereenkomst
MIRA	milieu- en natuurrapport Vlaanderen
NACE	Europese activiteiten nomenclatuur omtrent economische activiteiten
NGO	niet-gouvernementele organisatie
NH ₄	methaangas
NIS	Nationaal instituut voor de statistiek
NKG	Niet-kerende grondbewerking
N ₂ O	lachgas
NO _x	stikstofoxiden
NMVOS	niet-methaan vluchtige organische stoffen
MKM	milieukostenmodel
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffen maatschappij
PJ	petajoule
PHEV	plug-in hybrid electric vehicle (hybride auto: rijdt op elektriciteit of benzine en kan aangesloten worden op een stopcontact)
POM	Provinciale Ontwikkelings maatschappij

Lijst van afkortingen

PV	photo-voltaic (fotovoltaïsch)
REG	rationeel energiegebruik
SISEW	Simplified index for sustainable economic welfare
SNA	United Nations System of National Accounts
SO _x	zwaveloxiden
SWOT	strenghts, weaknesses, opportunities, threats
SWW	sanitair warm water
TACO2	totaal actieplan CO ₂
TACO21	het 2020 scenario
TACO22	het visionair scenario
TSP	mengsel van stofdeeltjes
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (UN kaderverbond over klimaatsverandering)
VOS	vluchtige organische stoffen
VMM	Vlaamse MilieuMaatschappij
VREG	Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt
WKK	warmtekrachtkoppeling

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Weergave van de veilige en minder veilige zone waarin de subsystemen van de aarde zich bevinden. Gebaseerd op het planetary boundaries concept van Rockström et al. 2009	3
Figuur 2: Schematische voorstelling 3 categorieën emissies	25
Figuur 3: Scope 1 en 2 emissies in kton CO ₂ eq per sector voor het jaar 2008.....	30
Figuur 4: Totale scope 1 en 2 emissies in kton CO ₂ -eq voor het jaar 2008	30
Figuur 5: De verhouding CO ₂ , N ₂ O en CH ₄ emissies.....	31
Figuur 6: Sankey diagramma scope 1 en 2 emissies.....	32
Figuur 7: Bepaling van de cap voor emissierechten in de EU ETS. Ter illustratie werd een opdeling gemaakt tussen enerzijds de elektriciteitsproductie (in blauw) en de industrie (in rood) en anderzijds tussen emissierechten die gratis verdeeld zullen worden (in donker rood) en rechten die geveild zullen worden voor de emissies van de elektriciteitsproducenten (in blauw) en de industrie (in licht rood). Bron: (Cuypers et al., 2010)	41
Figuur 8: Schematisch overzicht van de structuur van het model (BRON: Idea consult, VITO)	47
<i>Figuur 9: Overzicht van de scope 1, 2 en 3 emissies (kton CO₂ eq.) in Limburg</i>	<i>50</i>
Figuur 10: Aandeel van sectoren in de scope 3 emissies (kton CO ₂ eq.)	51
Figuur 11: Emissies (kton CO ₂ eq.) in referentiescenario voor het jaar 2020 per sector	96
Figuur 12: Energiegebruik door transport in REF scenario.....	102
Figuur 13: Scope 1 CO ₂ -emissies (kton CO ₂ eq.) door transport in REF scenario	102
Figuur 14: Het aandeel van energiedragers in de Limburgse huishoudens in 2008 en 2020	103
Figuur 15: De evolutie van dakisolatie volgens het referentiescenario	103
Figuur 16: De evolutie van muurisolatie volgens het referentiescenario	104
Figuur 17: De evolutie van het type beglazing volgens het referentiescenario	104
Figuur 18: De evolutie van vloerisolatie volgens het referentiescenario	105
Figuur 19: De evolutie van het type aardgasketels volgens het referentiescenario	105
Figuur 20: De evolutie van het type stookolieketels volgens het referentiescenario	106
Figuur 21: Overzicht van emissies van de sector huishoudens in 2008 en 2020	108
Figuur 22: Globale raming van de emissies van landbouw en natuur in Limburg in 2008 en 2020	113
Figuur 23: Macro-economische indicatoren 2008-2020 (milj EUR)	138
Figuur 24: Overzicht van de belangrijkste fasen van ruimtelijke planning i.k.v. het streven naar een koolstofarme provincie.....	144
Figuur 25: Geschatte leercurve voor hernieuwbare energieproductie door Green-X (European Commission, 2007)	146
Figuur 26: Geïsoleerde buizen voor een warmtenet	147
Figuur 27: Marginale kostencurve van het TACO21 scenario.	169
Figuur 28: Sankey diagram met energiestromen naar en tussen de verschillende sectoren.	170
Figuur 29: Kostenneutraal scenario afgeleid uit TACO21	171
Figuur 30: TACO21 scenario zonder de ombouw van Langerlo en zonder maatregelen voor de 10 grootste industriële ETS bedrijven.....	174
Figuur 31: Schema van microbiële brandstofcel, gebruik voor opwekking van elektrische stroom.	183
Figuur 32: Waterstofgasproductie door microbiële brandstofcellen.....	184
Figuur 33: De koolstofkringloop zonder en met biochar.....	185
Figuur 34: Een visie op een huis van de toekomst: een huis dat ecosysteemdiensten genereert.....	189
Figuur 35: Het TACO22 reductiescenario met een gecombineerd korte en lange termijn perspectief	192
Figuur 36: Een overzicht van de sterktes, zwaktes, opportuniteiten en gevaren van het TACO21 scenario.....	205

Figuur 37: Een overzicht van de sterktes, zwaktes, opportuniteiten en gevaren van het visionaire scenario.....	207
Figuur 38: Een overzicht van de emissiereducties van het referentiescenario in 2020 en het TACO21 scenario t.a.v. de nulmeting in 2008.....	211
Figuur 39: Transitie in al zijn facetten gevisualiseerd door een S-curve	216
Figuur 40: De triple P strategie van duurzame ontwikkeling: van aparte naar ingebedde entiteiten	217
<i>Figuur 41: Conceptuele weergave van transitiepaden in functie van duurzaamheid en wenselijkheid.....</i>	<i>219</i>
Figuur 42: Sturingsvormen in functie van invloed, visies en belangen	221
Figuur 43: Indeling van doelgroepen volgens engagement, vermogen, bereidheid en impact.....	225
<i>Figuur 44: De belangrijkste potentiegebieden voor warmtekoppeling tussen wonen en industrie</i>	<i>237</i>
Figuur 45: Relatie tussen dichtheid en energie voor transport (bron : Newman & Kenworthy, 1989)	238

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht emissiefactoren. Bron: Energiebalans Vlaanderen (Aernouts & Jespers, 2009).....	28
Tabel 2: Samenvattende tabel van scope 1 en scope 2 emissies per sector in Limburg voor het jaar 2008	33
Tabel 3: Raming van de scope 1 (CO ₂) emissies van de energiesector in Limburg in het jaar 2008.....	34
Tabel 4: Globale raming van de emissies (CO ₂ eq, dus inclusief N ₂ O en CH ₄) van de energiesector in Limburg in het jaar 2008.....	34
Tabel 5: Raming van de scope 1 emissies van de transport in Limburg in het jaar 2008	36
Tabel 6: Voertuigkilometers (vkm) in Limburg in 2008. Cijfers gebaseerd op berekeningen van MultiModaalModel Vlaanderen en statistieken van FOD mobiliteit	36
Tabel 7: Scope 1 transportemissies in Limburg per brandstoftype	36
Tabel 8: Globale raming van de Scope 1 en 2 transportemissies in Limburg in het jaar 2008	36
Tabel 9: Huishoudelijk aardgas- en elektriciteitsverbruik in Limburg in 2008 op basis van Infrac	37
Tabel 10: Huishoudelijk energieverbruik verwarming en sanitair warm water in Limburg in 2008 op basis van modelresultaten.	38
Tabel 11: Raming van de scope 1 emissies (CO ₂) van de huishoudens in Limburg in het jaar 2008.....	38
Tabel 12: Globale raming van de emissies (CO ₂ eq) van de huishoudens in Limburg in het jaar 2008.....	39
Tabel 13: Raming van de scope 1 emissies (CO ₂) van de industrie in Limburg in het jaar 2008	40
Tabel 14: Scope 1 emissies per energiedrager van industrie in Limburg in het jaar 2008	40
Tabel 15: Globale raming van de emissies (CO ₂ eq) van de industrie in Limburg in het jaar 2008	40
Tabel 16: Raming van de scope 1 verbruiken en emissies (CO ₂) van de sector handel en diensten in Limburg in het jaar 2008.....	42
Tabel 17: Globale raming van de emissies (CO ₂ eq) van de sector handel en diensten in Limburg in het jaar 2008.....	42
Tabel 18: Raming van de scope 1 emissies van landbouw en natuur in Limburg in het jaar 2008.....	44
Tabel 19: Situering van de broeikasgasemissies in Limburg ten aanzien van Vlaanderen	46
Tabel 20: Scope 3 emissies (kton CO ₂ eq. emissies) voor Vlaanderen, zoals berekend met het Vlaams IO-model.....	52
Tabel 21: Scope 3 emissies voor Limburg, zoals berekend uit de Vlaamse emissies (IO-model) op basis van BBP en aantal inwoners.....	53
Tabel 22: Aangenomen groeicijfers van de BBP deflator.....	62
Tabel 23: Limburgse werkgelegenheid (aantal personen) en bruto toegevoegde waarde per HERMES-bedrijfstak zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties;	63
Tabel 24: ISEW en SISEW3	65
Tabel 25 : Consumptieve bestedingen van de huishoudens (P.3) op nationaal vlak, ramingen in volume 1 (miljoenen euro's, kettingeuro's, referentiejaar 2007)	66
Tabel 26 : Bevolking op 1 januari, Bron : Federaal Planbureau.....	66
Tabel 27 : Beschikbaar inkomen per inwoner in EUR, in lopende prijzen. Bron: BelgoStatOnline	67
Tabel 28 : Consumptieve uitgaven gezinnen in Limburg 2007-2008 (EUR van 2007)....	67
Tabel 29 : Tijdbesteding in minuten per week per respondent volgens Glorieux; referentiejaar 2004	69
Tabel 30 : Verdeling van de Limburgse bevolking naar gelang arbeidssituatie	72

Tabel 31 : Aantal uren huishoudelijke arbeid in Limburg naar gelang arbeidssituatie; kostprijs in miljoenen EUR.....	72
Tabel 32 : Niet-defensieve uitgaven gezondheidszorg (miljoenen EUR 2007)	73
Tabel 33: Vlaamse onderwijsuitgaven in 2008	74
Tabel 34: Geobserveerde Vlaamse onderwijspopulatie	74
Tabel 35: Schoolpopulatie Limburg in 2009-2010.....	74
Tabel 36: verhouding jeugd schoolgaande leeftijd en ingeschrevenen (Vlaams niveau). 75	
Tabel 37: Geprojecteerde uitgaven	75
Tabel 38: Bruto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2008 (miljoenen EURO2007)	78
Tabel 39 : Netto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2008 (miljoenen EURO2007) bedragen 24% van de bruto-investeringen (tabel 26)	78
Tabel 40: emissiefactoren NMVOS verbranding	80
Tabel 41: Eenheidswaarden externe kosten (kEUR van 2009 per ton)	82
Tabel 42: Totale externe kosten van emissies naar de lucht (miljoenen EUR 2007)	83
Tabel 43: Prijzen van niet-hernieuwbare grondstoffen	87
Tabel 44: extractie van niet-hernieuwbare grondstoffen.....	87
Tabel 45: Bruto toegevoegde waarde en SISEW voor 2008	89
Tabel 46: Overzicht van de geïmplementeerde veronderstelde maatregelen in het referentiescenario met de totale reductie in kton CO ₂ equivalenten.....	97
Tabel 47 Overzicht netto elektriciteitsproductie in 2008 en 2020 in Limburg in [GWh] ..	99
Tabel 48: Raming van de scope 1 en scope 2 emissies (kton CO ₂ eq.) van de energiesector in 2020 voor het referentiescenario	99
Tabel 49: Raming van de scope 1 emissies van de transport in Limburg per modus in 2020 voor het referentiescenario	101
Tabel 50: Globale raming van de transportemissies in Limburg in het jaar 2020	101
Tabel 51: Vergelijking van de transportemissies in Limburg in 2008 en 2020	101
Tabel 52: Globale raming van de emissies van de huishoudens in Limburg in het jaar 2020	107
Tabel 53: Afleiding van het aandeel van het Limburgs elektriciteits- en aardgasverbruik voor industrie ten opzichte van het Vlaamse verbruik voor het jaar 2008 en overgenomen voor 2020	109
Tabel 54: Raming van de scope 1 emissies van industrie in 2008 en 2020 voor het referentiescenario	109
Tabel 55: Globale raming van de emissies van de industrie in Limburg in het jaar 2008 en 2020	109
Tabel 56: Raming van de scope 1 emissies van de sector handel en diensten in Limburg voor het referentiescenario in 2020.....	111
Tabel 57: Globale raming van de emissies van handel en diensten in het jaar 2020 ...	111
Tabel 58: Autonome ontwikkeling van dierenaantallen en arealen	112
Tabel 59: Globale raming van de scope 1 en 2 emissies van de sectoren in het BAU scenario voor het jaar 2020	114
Tabel 60: Limburgse werkgelegenheid (aantal personen) per HERMES-bedrijfstak zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties. Bron: persoonlijke communicatie van het Federaal Planbureau	116
Tabel 61 : Limburgse bruto toegevoegde waarde in basisprijzen per HERMES-bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2000 (zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties). Bron: persoonlijke communicatie van het Federaal Planbureau	117
Tabel 62 : Jaarlijkse Vlaamse groeivoeten van de bruto toegevoegde waarde in volume (in procent). Bron: Federaal Planbureau, Regionale economische vooruitzichten 2009-2015 – Statistische bijlage	118
Tabel 63 : Totale binnenlandse werkgelegenheid: Vlaams Gewest (in personen), Federaal Planbureau, Regionale economische vooruitzichten 2009-2015 – Statistische bijlage	119
Tabel 64 : Nieuwe projecties Limburgse bruto toegevoegde waarde in basisprijzen per HERMES-bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2000	120
Tabel 65 : Nieuwe projecties Limburgse tewerkstelling per HERMES-bedrijfstak.....	121

Tabel 66 : Nieuwe projecties Limburgse bruto toegevoegde waarde per HERMES- bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2007.....	123
Tabel 67 : Consumptieve uitgaven gezinnen in Limburg 2007-2020 (EUR van 2007)..	124
Tabel 68 : Geprojecteerde verdeling van de Limburgse bevolking naar gelang arbeidssituatie	126
Tabel 69 : Geprojecteerd aantal uren huishoudelijke arbeid in Limburg naar gelang arbeidssituatie; kostprijs in miljoenen EUR.....	126
Tabel 70 : Niet-defensieve uitgaven gezondheidszorg (miljoenen EUR 2007)	129
Tabel 71: Vlaamse onderwijsuitgaven tot en met 2014	129
Tabel 72: Geobserveerde Vlaamse onderwijspopulatie	129
Tabel 73: Schoolpopulatie Limburg in 2009-2010.....	130
Tabel 74: Verhouding jeugd schoolgaande leeftijd en ingeschrevenen (Vlaams niveau)	130
Tabel 75: Geprojecteerde uitgaven	130
Tabel 76: Bruto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2020 (miljoenen EURO2007)	132
Tabel 77 : Netto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2020 (miljoenen EURO2007) (24% van de bruto-investeringen)	133
Tabel 78: Emissiefactoren NMVOS verbranding.....	134
Tabel 79: Eenheidswaarden externe kosten (kEUR van 2009 per ton)	135
Tabel 80: Totale externe kosten van emissies naar de lucht (miljoenen EUR 2007)	137
Tabel 81: Bruto toegevoegde waarde en SISEW voor Limburg, 2008-2020 (miljoenen EUR 2007)	141
Tabel 82: Landen en inzet van warmtenetten voor huishoudelijke verwarming in 2000. Bron: http://en.wikipedia.org/wiki/District_heating	147
Tabel 83: Overzicht van de maatregelen opgenomen in het TaCO21 scenario, met een raming van jaarlijkse kost, CO ₂ -reductie en gemiddelde CO ₂ kost.....	168
Tabel 84: Overzicht van de maatregelen opgenomen in het TACO21 kostenneutrale scenario, met jaarlijkse kost, CO ₂ reductie en gemiddelde CO ₂ kost.....	173
Tabel 85: Overzicht van een combinatie van maatregelen voor TACO22 i.k.v. streefdoel 1	177
Tabel 86: Macro-economische kost TACO21 per sector (milj EUR)	194
Tabel 87: Miljoenen uren huishoudelijke arbeid in 2020 onder TACO21	199
Tabel 88: SISEW onder TACO21	200
Tabel 89: Macro-economische kost kosten-neutraal per sector (milj EUR).....	202
Tabel 90: Miljoenen uren huishoudelijke arbeid in 2020 onder het kostenneutraal scenario.....	203
Tabel 91: SISEW onder het kostenneutraal scenario.....	204
Tabel 92: Voorbeelden van drijfveren en katalysatoren volgens groep (bewerkt van Futerra, 2010)	226
Tabel 93: Een overzicht van de meest relevante instrumenten voor de provincie	229
Tabel 94: Overzicht van de instrumenten gerelateerd aan ruimtelijke ordening	249
Tabel 95: TACO21 scenario waarbij de maatregelen zijn gesorteerd volgens oplopende CO ₂ kost.	261
Tabel 96: TACO21 scenario waarbij de maatregelen zijn gesorteerd volgens oplopende CO ₂ reductie.....	264

I. Omschrijving en afbakening van het concept 'Limburg CO₂-neutraal' en een inventarisatie van de CO₂-uitstoot van de provincie Limburg.

HOOFDSTUK 1 OPZET VAN DE STUDIE: TACO2, MISSION LIM-POSSIBLE ?

1.1 Het klimaatbeleid van de provincie Limburg

Limburg, een provincie met 826.690 inwoners¹ en een oppervlakte van 242.214 ha heeft door haar schaalgrootte en ook door de ontwikkelingen, eigen aan haar centrale ligging een behoorlijke impact op het milieu. Al is de klimaatwijziging een wereldprobleem, de provincie Limburg is ervan overtuigd dat ze hier een duidelijke en specifieke rol in te spelen heeft. Het provinciebestuur streeft ernaar om de Limburgse impact op het klimaat te beperken, onder meer met een actief milieu- en natuurbeleid dat al jaren inzet op duurzaam bouwen en wonen, energiebesparen enzovoort.

Zo was Limburg de eerste Vlaamse provincie die het lokale Kyoto-protocol, een campagne van de Bond Beter Leefmilieu, onderschreef.

Concreet engageerde de provincie zich daarin om:

- haar eigen CO₂-productie terug te dringen;
- de inwoners en de bedrijven te helpen om hun CO₂-uitstoot te beperken;
- de gemeenten te ondersteunen bij de realisatie van hun Kyoto-doelstellingen.

In 2008 heeft het provinciebestuur zich achter het Europese Klimaatplan geschaard. De provincie ent haar klimaatbeleid op dit plan door:

- Limburgers, gemeenten en bedrijven te stimuleren om hun energiegebruik te beperken;
- duurzame energiebronnen (zon, wind, waterkracht ...) te promoten;
- de luchtvervuiling en de CO₂-uitstoot aan te pakken.

Begin 2009 zette de provincie nog een stap verder. Ze engageerde zich om Limburg CO₂-neutraal te maken tegen 2020. Ze werkt daarbij niet alleen aan het oplossen van de klimaatwijziging als probleem, maar heeft ook oog voor de kansen die een duurzame energievoorziening biedt: voor het klimaat, het leefmilieu en de biodiversiteit, maar ook voor de economie en voor de concurrentiepositie van Limburg en, bij uitbreiding, ook Vlaanderen.

Op 21 april 2010 stelde de provincieraad het Milieubeleidsplan Provincie Limburg 2010-2013 'Allemaal CO₂ neutraal' vast. Dat plan legt tevens de fundamenten van het 'Totaal Actieplan CO₂' (TACO2) waarmee de provincie CO₂-neutraliteit nastreeft tegen 2020.

Eén van de prioritaire acties van het plan is de opmaak van een studie, die als doel heeft de koers uit te zetten voor het toekomstige CO₂-beleid van Limburg.

De tijdshorizon van het Milieubeleidsplan is 2013, die van het klimaatplan is 2020. De tijdsvensters van beide plannen lopen in elkaar over via het uitvoeren van een CO₂-studie, één van de acties van dit plan. Met de resultaten van voorliggende studie zal de

¹ 2008 is het referentiejaar doorheen de volledige studie. Dus hoewel er meer recente inwonersgegevens beschikbaar zijn, is het cijfer van 01.01.2008 hier van belang.
Zie <http://www.limburg.be/eCache/INT/15/419.html>.

provincie haar klimaataanpak op regelmatige basis actualiseren en concretiseren aan de hand van actieprogramma's.

1.2 Limburg CO₂-neutraal: nood aan een degelijke onderbouwing

In Limburg is duidelijk al heel wat expertise aanwezig rond CO₂-reductie en klimaatbeleid, maar vaak nog verspreid en nog niet altijd vertaald naar concrete maatregelen voor het (boven)lokaal beleid. Om de richting van CO₂-neutraliteit in te slaan is het belangrijk dat de provincie een gedetailleerd beeld heeft van de CO₂-uitstoot op haar grondgebied, alsook van haar aandeel hierin als organisatie. De provincie hecht bovendien veel belang aan een gedegen en wetenschappelijke onderbouwing van de acties en maatregelen die ze opzet. De studie zal de koers uitzetten voor een CO₂-beleid gedurende de komende jaren. Ze zal de basis vormen voor het verder concretiseren en verfijnen van de acties van TACO2.

1.3 De onderdelen van de studie: wat wordt bestudeerd?

De studie bestaat uit drie delen:

- (1) De omschrijving en afbakening van het concept 'Limburg CO₂-neutraal' en een inventarisatie van de CO₂-uitstoot van de provincie Limburg, die als nulmeting gebruikt kan worden. Bijkomend wordt een meetinstrument ontwikkeld dat toelaat om herhaalde metingen uit te voeren;
- (2) Het uitwerken van twee wetenschappelijk onderbouwde transitie-scenario's, uitgezet tegenover het 'Business As Usual' (BAU)-scenario, om te komen tot de gewenste toestand van CO₂-neutraliteit. Hierbij wordt rekening gehouden met lopende en geplande activiteiten met een mogelijke significante impact op de CO₂-uitstoot. Om de economische haalbaarheid te onderzoeken, worden hieraan prognoses gekoppeld m.b.t. economische ontwikkeling en welvaart;
- (3) Concrete aanbevelingen voor het provinciale en gemeentelijke beleid op korte en lange termijn, inclusief het aanreiken van geschikte beleidsinstrumenten die aansluiten bij de taken en bevoegdheden van de lokale besturen.

1.4 Hoe de resultaten interpreteren?

Om onzekerheden, onder- en overschattingen te beperken, gaat de methodologie in dit rapport uit van internationale, nationale en regionale (Vlaamse) richtlijnen om de CO₂-uitstoot te 'meten' en te inventariseren, bijvoorbeeld IPCC Good Practice Guidance Tier 1 methodology² en National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, 2010³. Op deze manier kunnen wijzigingen voor Vlaanderen rechtstreeks doorvertaald worden naar de provincie Limburg.

Toch is, ondanks het feit dat er in deze studie gestreefd wordt om de verschillende onderdelen zo nauwkeurig mogelijk te berekenen, enige voorzichtigheid bij het interpreteren van de resultaten aangewezen. Het inventariseren van de CO₂-uitstoot en het uitstippelen van scenario's is geen exacte wetenschap *sensu strictu* omdat beiden gebruik maken van data en berekeningen met een verschillende graad van nauwkeurigheid. Nauwkeurigheid varieert naargelang het gaat over metingen, berekeningen gebaseerd op trends uit het verleden of de toekomst, ramingen en

² <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>

³ <http://www.climat.be/spip.php?article193&fs=>

extrapolaties en de gehanteerde tijdshorizonten (hoe verder in de toekomst, hoe onzekerder). Ook de factor 'observer bias' (wanneer verschillende mensen data verzamelen en interpreteren) en de intrinsieke verschillen tussen sectoren beïnvloeden de nauwkeurigheid van de resultaten: de allesomvattende sectoraanpak houdt in dat er met een uitgebreide waaier aan dataverzamelmethode en interpretaties gewerkt wordt. Omwille van deze redenen, richt men de aandacht best op 'grootte ordes' om de resultaten op een wetenschappelijk correcte manier te interpreteren in plaats van op specifieke cijfers.

De scenario's beschrijven hoe de toekomst er binnen 10 jaar (BAU en TACO2) of 40 jaar zou kunnen uitzien (visionair scenario). Ook hier is enige omzichtigheid aangewezen bij de interpretatie van de resultaten, vermits:

- het een momentopname betreft, gebaseerd op de huidige kennis en stand van zaken. Met andere woorden, nieuwe wetenschappelijke inzichten kunnen leiden tot nieuwe resultaten;
- het gaat over prognoses in de nabije tot verre toekomst en de toekomst is per definitie onvoorspelbaar;
- technologieën, maatregelen en beleidskeuzen (mogelijk) onderling samenhangen;
- de mate en nauwkeurigheid waarmee een maatregel kan doorgerekend worden, verschilt tussen de maatregelen/sectoren.

Het gegeven dat scenario's intrinsiek speculatief zijn, doet niets af aan hun waarde en nut: ze ondersteunen het beslissingsproces via het identificeren van opportuniteiten, bedreigingen en problemen waartegen alternatieven getoetst kunnen worden.

Kortom, de voorliggende studie dient opgevat worden als een work in progress: toekomstige bevindingen kunnen leiden tot nieuwe inzichten, betere of alternatieve methodes en bijgevolg ook andere resultaten. In dit opzicht is het rapport dan ook een 'fotomoment'.

Verder is het ook belangrijk om te vermelden dat de voorliggende studie opgemaakt is vanuit het expertperspectief en dus niet tot stand is gekomen via een proces van uitgebreide stakeholderparticipatie. Tussentijdse resultaten werden wel op verschillende momenten voorgelegd aan een klankbordgroep van stakeholders en hun suggesties werden zoveel als mogelijk in de studie meegenomen, maar dit betekent niet dat alle conclusies van de studie daarom als 'gedragen' kunnen worden beschouwd door de betrokken doelgroepen.

HOOFDSTUK 2 AFBAKENING VAN DE STUDIE

Een eerste stap in de studie vormt de afbakening. Vele steden en gemeenten, organisaties en bedrijven formuleren ambities rond CO₂- of klimaatneutraliteit. Dergelijke termen worden vaak gebruikt, maar uit rapporten blijkt ook dat er verschillende interpretaties worden aan gegeven. Een eenduidige definitie is niet voor handen.

In essentie betekent het CO₂-neutraal zijn van een bedrijf, regio, ... dat de *netto* uitstoot van CO₂ nul is. CO₂ komt vrij bij allerlei natuurlijke en menselijke activiteiten, voornamelijk bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Naast de uitstoot ervan, kan CO₂ ook opgevangen worden door de natuur of door ondergrondse opslag. Deze opvangmogelijkheden zijn veelal beperkt wat het bereiken van CO₂-neutraliteit zeer uitdagend maakt.

2.1 Klimaatneutraliteit binnen het eigen grondgebied, met oog voor directe en indirecte emissies

2.1.1 Klimaatneutraliteit als ambitieniveau

Hoewel het CO₂-neutraal maken van een regio op zich al erg ambitieus is, vertrekt deze studie van *klimaat*neutraliteit als ambitieniveau. Klimaatneutraliteit houdt in dat naast CO₂ ook andere belangrijke broeikasgasemissies in rekening worden gebracht. Het betreft de emissies van methaan (CH₄) en lachgas (N₂O), vermits landbouwactiviteiten omgerekend naar CO₂-equivalenten een relatief belangrijk aandeel in de totale emissies kunnen hebben. Andere broeikasgassen (die niet door landbouwactiviteiten veroorzaakt worden), zoals CFK's, PFK's en SF₆, worden binnen deze studie niet verder beschouwd, gezien hun relatief kleine bijdrage aan de totale BKG-uitstoot (minder dan 1%⁴; MIRA, 2009) op provinciaal niveau. Omdat niet alle broeikasgassen worden meegenomen in de studie en de term 'klimaatneutraal' niet voor iedereen even duidelijk is, wordt verder in dit rapport de term **CO₂-neutraal** gehanteerd.

2.1.2 Te realiseren binnen het eigen grondgebied

In eerste instantie focust de studie zich op het grondgebied Limburg. Dit houdt in dat de realisatie van de CO₂-neutraliteit volledig binnen het eigen grondgebied wordt nagestreefd. Daarmee kiest het provinciebestuur er expliciet voor om haar volle verantwoordelijkheid te nemen en geen afwentelingsmechanismen – bewust, direct of indirect – te gebruiken om CO₂-neutraliteit te bereiken.

Met andere woorden:

- de neutraliteit wordt niet enkel nagestreefd voor de diensten en activiteiten die rechtstreeks onder de bevoegdheid van de lokale besturen (provincie, gemeenten) vallen;

⁴ MIRA Milieuverkenning 2030 p. 205

- de reductiemaatregelen om CO₂-neutraliteit te bereiken, hebben betrekking op alle activiteiten binnen het eigen grondgebied en compensatie⁵ is niet aan de orde.

2.1.3 Directe en indirecte emissies

Tot op vandaag bestaat er geen 'verplicht' te volgen richtlijn rond het opstellen van een CO₂- of broeikasgasinventaris met het oog op het streven naar CO₂-neutraliteit⁶. In 1998 ontstond het "Greenhouse Gas Protocol Initiative", een initiatief van verschillende stakeholders met als doel een protocol op te stellen om op een gestandaardiseerde manier een volledige broeikasgasinventaris te ontwikkelen. Vandaag is dit Protocol op wereldniveau het meest gebruikte instrument door overheden en bedrijven om hun broeikasgasemissies te begrijpen, te kwantificeren en te beheren. Dit Protocol lag ook aan de basis van de **ISO 14064 standaard** voor het opstellen van een broeikasgasinventaris.

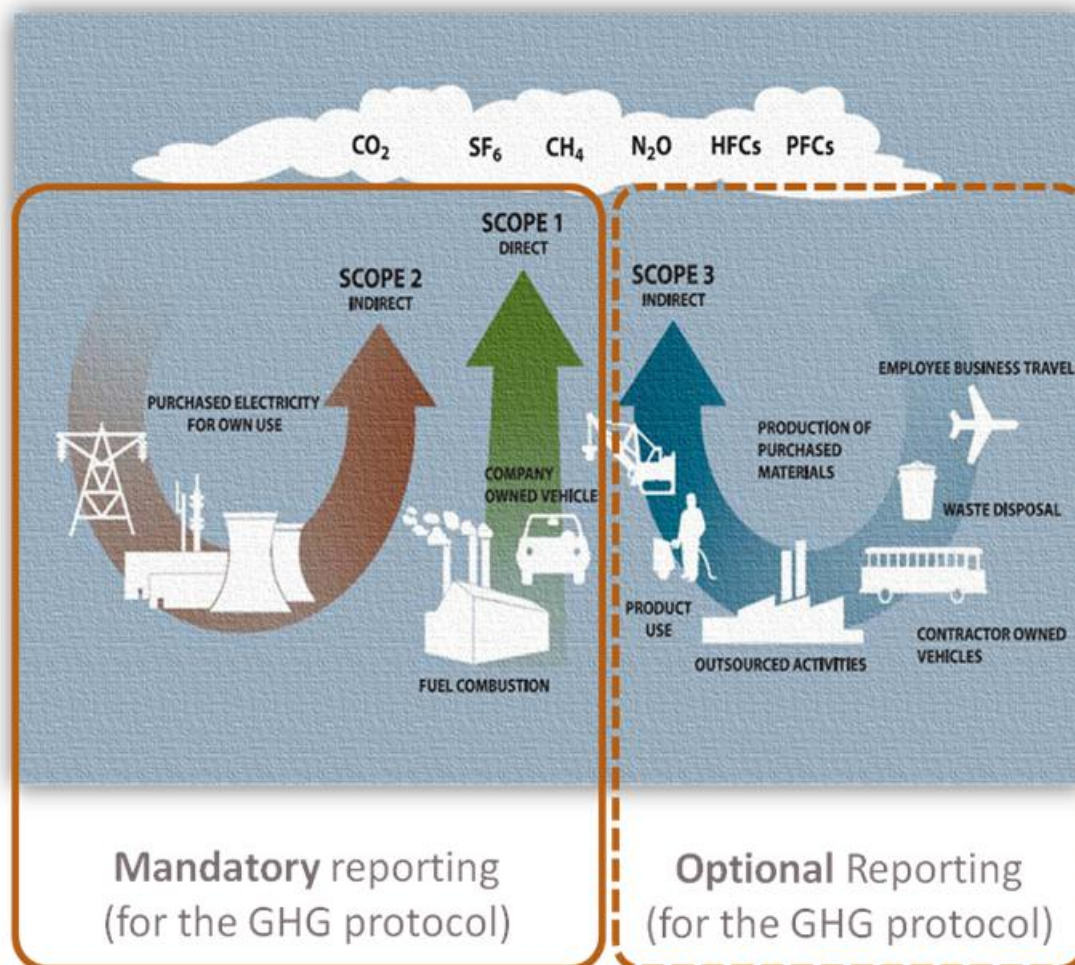
In lijn met deze ISO standaard wordt de CO₂-uitstoot in 3 categorieën onderverdeeld. Binnen voorliggende studie volgt de identificatie van bronnen deze indeling in categorieën:

- Een eerste categorie (*scope 1*) zijn **directe emissies** uit bronnen op het grondgebied van de provincie Limburg. Dit zijn bv. de verbranding van brandstoffen in stationaire bronnen voor ruimteverwarming. Ook de emissies van niet-stationaire bronnen (bv. vrachtvervoer) behoren tot de eerste categorie. Tot slot behoren ook lekverliezen hier toe (bv. airconditioning, industrie). Andere emissies waar grote onzekerheid over de omvang bestaat, zoals het vrijkomen van CO₂ in de landbouw bij het ploegen, vallen buiten het bestek van deze studieopdracht.
- Een tweede categorie (*scope 2*) zijn **indirecte emissies** die voortvloeien uit het gebruik van elektriciteit, warmte en stoom, die **door derden buiten het grondgebied van de provincie Limburg worden gegenereerd**.
- De laatste categorie (*scope 3*) zijn **indirecte emissies** die het gevolg zijn van activiteiten op het grondgebied van de provincie Limburg maar **waarvan de bronnen zich niet op het grondgebied bevinden**. Voorbeelden zijn aankoop en gebruik van producten, woon-werk verkeer buiten de provinciegrenzen, lachgasemissies bij de productie van ingevoerde meststoffen, ...

De drie 'scopes' worden in volgende figuur geïllustreerd:

⁵ Compensatie is een wijze om emissies op het eigen grondgebied te compenseren door emissiereducties buiten het grondgebied te realiseren. Bijvoorbeeld, een Westers land kan via kennistransfer en investeringen een niet Westers land ondersteunen in het opzetten van nieuwe hernieuwbare energie centrales. Dit is mogelijk efficiënter dan de eigen bestaande infrastructuur om te bouwen.

⁶ In het kader van het klimaatverdrag UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) zijn IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)-richtlijnen voor de bepaling van de emissies van broeikasgassen ontwikkeld. De lidstaten die het verdrag hebben ondertekend moeten volgens deze richtlijn rapporteren. Wat betreft bronnenlijst is deze richtlijn beperkt tot gebiedsgebonden emissies (en dus 'directe bronnen' of scope 1 emissies) en dus onvolledig voor het monitoren van streven naar CO₂-neutraliteit.



Figuur 2: Schematische voorstelling 3 categorieën emissies

Zoals de figuur aangeeft, zijn de scope 1 en 2 emissies volgens het protocol 'verplicht', terwijl scope 3 emissies dit niet zijn. Veelal worden deze laatste niet meegenomen in voetafdruk berekeningen. De provincie Limburg opteert ervoor om de internationaal erkende meetmethode van ISO 14064 te volgen. Op deze manier schakelt Limburg zich in, in een internationaal vergelijkbare context. Hierdoor zullen ook vergelijkingen mogelijk worden tussen Limburg en andere regio's.

Omdat we de discussie over het al dan niet opnemen van de scope 3 emissies niet uit de weg willen gaan, volgt hieronder een opsomming van alle argumenten pro en contra.

2.1.4 Scope 3 emissies (niet) rapporteren ?

Waarom wel/rapporteren?

Het streven naar CO₂-neutraliteit past in het kader van het opnemen van een voorbeeldfunctie door de (provinciale) overheid, indien op een **authentieke** manier invulling aan dit concept gegeven wordt. De overheid moet hard kunnen maken dat haar daden effectief in overeenstemming zijn met haar woorden. Vandaar dat volgende principes richtinggevend zijn voor een overheid bij het uitwerken van een CO₂-voetafdruk (*carbon footprint*):

- **Relevantie:** de gerapporteerde broeikasgasemissies moeten:
 - o representatief zijn voor de totale (zowel directe als indirecte) broeikasgasemissies van een provincie;
 - o voldoen aan de verwachtingen van externe stakeholders;
 - o zo opgesteld worden dat ze nuttige informatie aanleveren voor het opstellen, implementeren en monitoren van reductiemaatregelen.
- **Consistentie/coherentie:** de opgestelde methodologie moet coherent zijn voor alle activiteiten die aanleiding geven tot broeikasgasemissies en moet consistent in de tijd toegepast worden zodat een vergelijking over de tijd mogelijk wordt. Elke wijziging in de methodologie moet op een transparante manier weergegeven worden;
- **Transparantie:** alle methodologische veronderstellingen, boekhoudkundige regels, berekeningswijzen, gegevensbronnen enz. moeten op een coherente, feitelijke en eenduidige manier weergegeven worden;
- **Nauwkeurigheid:** de voorgestelde methodologie moet zodanig opgesteld zijn dat de gerapporteerde broeikasgasemissies geen systematische over- of onderschatting geven van de echte CO₂-emissies van een organisatie. De gerapporteerde gegevens moeten voldoende nauwkeurig zijn om beleidsvormers in staat te stellen beslissingen i.v.m. reductiemaatregelen te verantwoorden op basis van gedegen gegevens.

De reden waarom scope 3 emissies wel moeten opgenomen worden in de rapportage van een provinciale *carbon footprint* is dus van principiële aard: een provincie kan niet volledig claimen 'CO₂-neutraal' te zijn als zij geen rekening houdt met de uitstoot van broeikasgassen die door activiteiten op haar grondgebied elders veroorzaakt worden. Dit kan door stakeholders opgevat worden als het afwentelen van verantwoordelijkheden, wat duidelijk niet de bedoeling is.

Waarom *niet* rapporteren?

Hoewel een rapportage van scope 3 emissies zich dus vanuit principieel standpunt opdringt, is het in de praktijk bijna onmogelijk deze emissies op een consistente, coherente en vooral nauwkeurige manier in te schatten. Om dergelijke inschatting te maken moeten immers gegevens gezocht worden met betrekking tot de volledige 'bevoorradingketen' van alle goederen en diensten die op Limburgs grondgebied op jaarbasis geconsumeerd worden.

Dergelijke 'boekhouding' is niet alleen bijzonder complex en data-intensief; ze is bovendien ook nog eens problematisch op methodologisch vlak:

- In tegenstelling tot de scope 1 & 2 emissies zijn de scope 3 emissies **niet afgelijnd** - hoe ver moeten we terugrekenen in de bevoorradingketen? Een voorbeeld: stel dat Limburg x ton staal importeert per jaar, moeten we dan niet alleen rekening houden met de uitstoot van broeikasgassen bij de productie van dat staal, maar ook van alle activiteiten die aan die productie vooraf gingen (ontginning van erts, transport, enz.)?;
- Vermits het Kyoto protocol geen richtlijnen geeft omtrent de rapportage van scope 3 emissies (noch m.b.t. de activiteiten die erbij moeten betrokken worden, noch m.b.t. het doorrekenen van bevoorradingketens) is een '**benchmarking' met andere regio's onmogelijk**;
- Omwille van **problemen met databeschikbaarheid en de nauwkeurigheid van data** kunnen scope 3 emissies sneller aanleiding geven tot foutieve inschattingen. Verificatie door derden is ook problematisch;
- Bovendien zijn er mogelijk **problemen met 'dubbeltellingen'**. Een voorbeeld: stel dat Limburg het woon-werkverkeer naar Limburg dat plaatsheeft buiten de provinciegrenzen rapporteert als scope 3 emissies. De provincies van waaruit dit verkeer vertrekt zullen deze emissies rapporteren als scope 1 emissies. Met andere woorden: dezelfde emissie wordt tweemaal geteld. Er is dus nood aan duidelijke

afspraken met betrekking tot de omkadering van scope 3 emissies, en die zijn er tot op heden (nog) niet.

Aanpak binnen deze TACO2-studie

Samengevat kunnen we stellen dat het mee in rekening brengen van de scope 3 emissies momenteel niet realistisch is. Het zou er immers voor zorgen dat de foutenmarge op de resultaten erg groot is en dat de resultaten niet vergelijkbaar zijn met andere regio's. Er zijn bijgevolg eerst afspraken nodig op internationaal niveau met betrekking tot scope 3.

Om de scope 3 emissies niet uit het oog te verliezen, is het aangewezen om een vrij ruwe inschatting te geven van de scope 3 emissies voor Limburg. Belangrijk is wel dat deze slechts illustratief worden weergegeven, maar niet meegenomen worden in de doorrekening van de scenario's.

De inschatting van de scope 3 emissies gebeurt op basis van het zogenaamde input-outputmodel (IO-model) voor Vlaanderen. Dit model berekent de indirecte BKG emissies van de Vlaamse economie. Door de verhouding "Limburgs BBP/Vlaams BBP" en de inwoners (zie §3.1.6) als verdeelsleutel te nemen, krijgen we een ruwe inschatting van de totale indirecte emissies.

2.2 Referentiejaar 2008

Als basis voor de nulmeting nemen we het jaar 2008, het meest recente jaar waarvoor de gegevens beschikbaar zijn. Dit was een extreem jaar, vermits vanaf september de financiële crisis volop speelde, terwijl de maanden daarvoor nog volop hoogconjunctuur waren. Beide effecten middelen mekaar echter uit, waardoor 2008 niet erg afwijkt van de voorgaande jaren.

2.3 Selectie van de sectoren

In voorliggende studie bekijken we de volgende sectoren:

- energieproductie;
- transport;
- huishoudens;
- industrie;
- handel en diensten;
- landbouw en natuur.

Deze indeling is in lijn met de in het Vlaamse Milieुरapport (MIRA) gebruikte indeling, wat een vergelijking met de berekeningen en resultaten voor Vlaanderen mogelijk maakt.

De optelsom van deze sectoren levert het totaalcijfer voor de uitstoot en opname van broeikasgassen voor de provincie. De impact van 'toerisme' (scope 1 en 2) en 'ruimtelijke ordening' zit reeds vervat in de cijfers van deze sectoren. Zij worden thematisch wel tegen het licht gehouden, vermits ze belangrijk zijn naar reductiemaatregelen, scenario's en aanbevelingen.

2.4 Emissiefactoren

De CO₂-emissiefactoren per brandstof zijn afgeleid uit IPCC 1997 en de energiebalans Vlaanderen.

Reële emissiefactor CO ₂ (kton/PJ)	
koolteer	92,708
kolen	92,708
cokes	106,003
aardolie	72,600
LPG	62,436
benzine	68,607
kerosine	70,785
gas – en dieselolie	73,326
lamppetroleum	71,148
zware stookolie	76,593
nafta	72,600
petroleumcokes	99,825
andere petroleumproducten	72,600
aardgas	55,820
cokesgas	47,428
afval	111,000
recuperatiebrandstof (chemie)	70,000

Tabel 1: Overzicht emissiefactoren. Bron: Energiebalans Vlaanderen (Aernouts & Jespers, 2009)

Het verbruik van fossiele brandstoffen geeft voornamelijk aanleiding tot CO₂-emissies, maar ook tot CH₄- en N₂O-emissies. De emissiefactoren die we in dit rapport toepassen voor CH₄ en N₂O zijn respectievelijk overgenomen uit:

- Evaluatie van de inschatting van NMVOS emissies door verbrandingsprocessen in Vlaanderen, VITO, 2005;
- Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2006) – National Inventory Report submitted under the United Nations Framework convention on Climate Change, maart 2008.

De emissies van CH₄ en N₂O rekenen we om naar CO₂-equivalenten m.b.v. omzettingfactoren. We gebruiken de GWP-waarden die van toepassing zijn in het kader van het Kyoto Protocol.

	ton CO ₂ -equivalenten per ton emissies
CH ₄	21
N ₂ O	310

HOOFDSTUK 3 NULMETING LIMBURG 2008

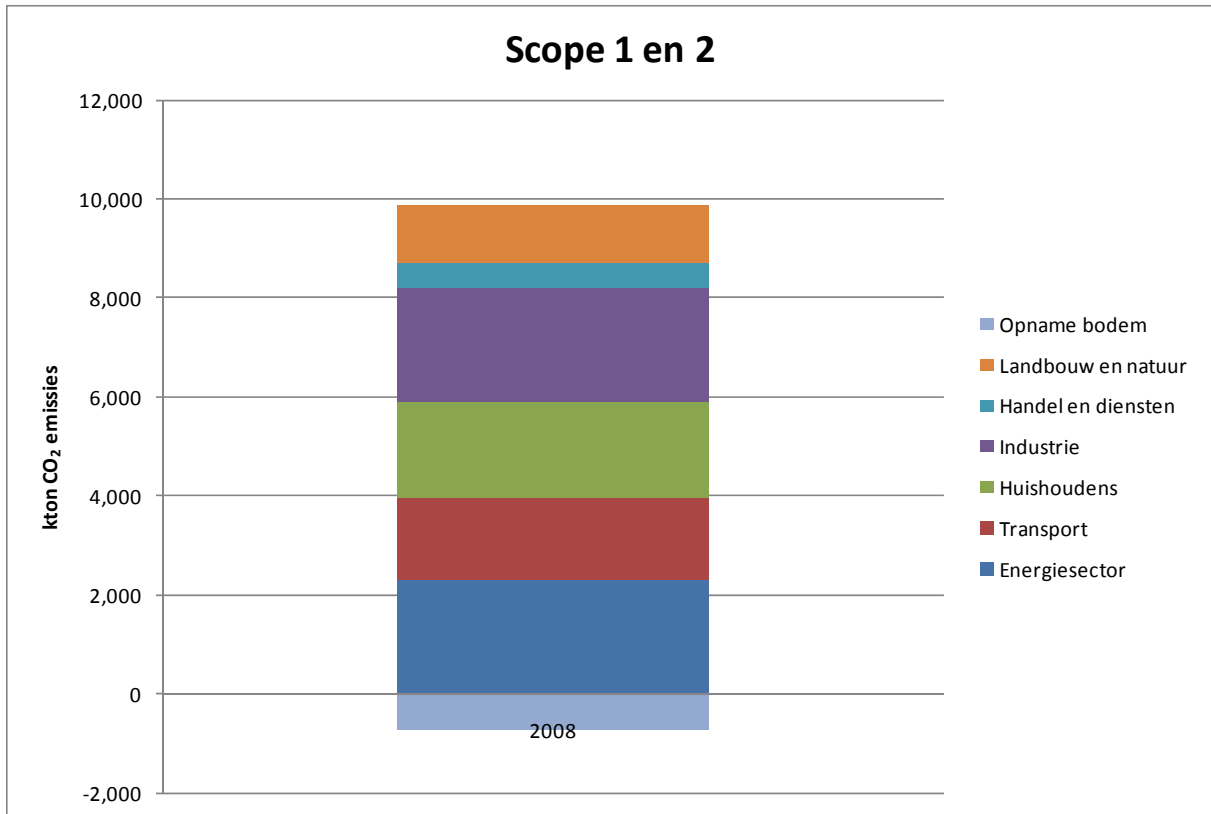
In dit hoofdstuk kalibreren we de studie, zowel op 'CO₂'- als op economisch gebied. Dit is verre van eenvoudig voor een regio waarvoor niet altijd specifieke data beschikbaar zijn. Uiteraard maken we een zo wetenschappelijk correct mogelijke nulmeting met de best beschikbare data en rekenmethodieken. Het resultaat daarvan moet ons toelaten de scenario's te voeden en de aanbevelingen te formuleren.

De CO₂-emissies worden zo gedetailleerd mogelijk berekend, toch zit in elke berekening onvermijdelijk een foutenmarge. Om de resultaten van de nulmeting op een wetenschappelijk correcte manier te interpreteren richt men de aandacht best op 'grote ordes' in plaats van op specifieke emissiewaarden. Dit omwille van de aannames en assumpties die voortvloeien uit het soort berekeningen dat nodig is wanneer we niet over specifieke data beschikken. Om deze reden werden de cijfers in dit rapport vaak afgerond. Dergelijke afrondingen kunnen de eindtotalen lichtjes beïnvloeden. In het verdere rapport spreken we vaak over ramingen en schattingen.

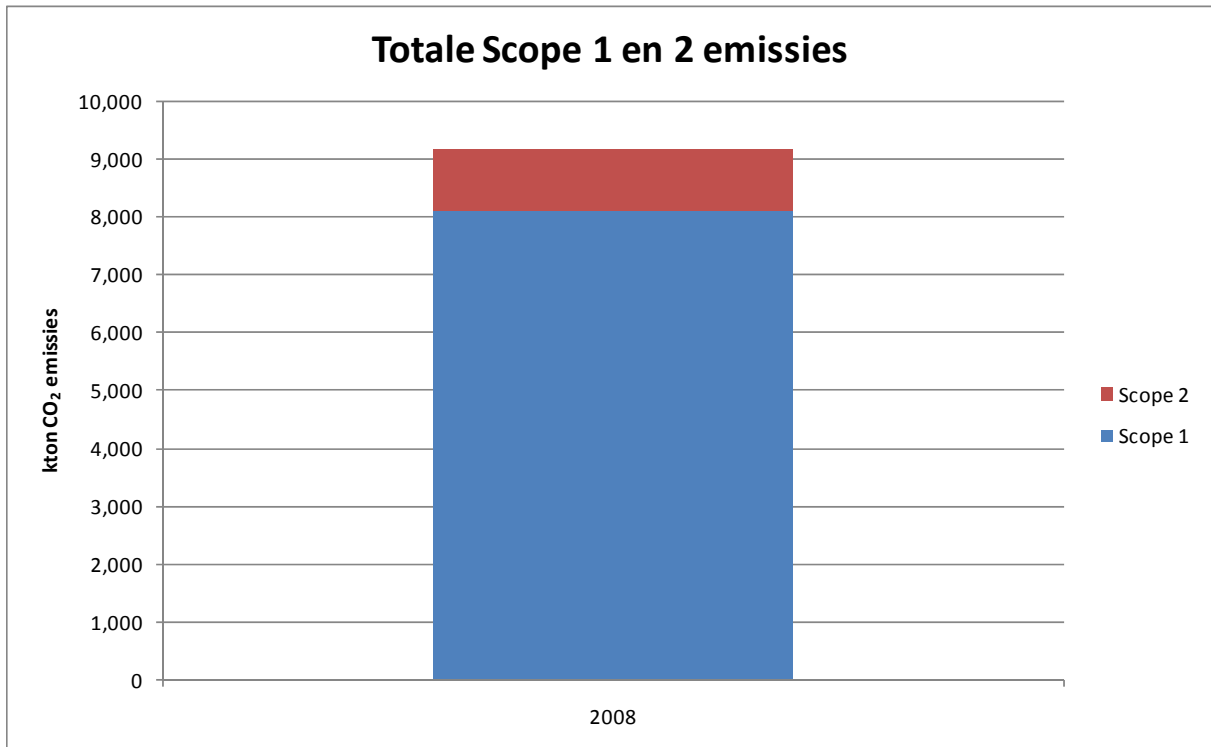
3.1 De Limburgse voetafdruk in 2008

3.1.1 Overzicht van de resultaten

In de onderstaande figuren worden de resultaten van de nulmeting samengevat. In het jaar 2008 worden de directe emissies uit bronnen op het grondgebied (scope 1) en de indirecte emissies die voortvloeien uit het gebruik van elektriciteit, warmte en stoom (scope 2) voor de provincie Limburg op ca. 9.140 kton CO₂ equivalenten geschat. Het aandeel van scope 2 in het totaal is noemenswaardig kleiner in vergelijking met dit van scope 1.



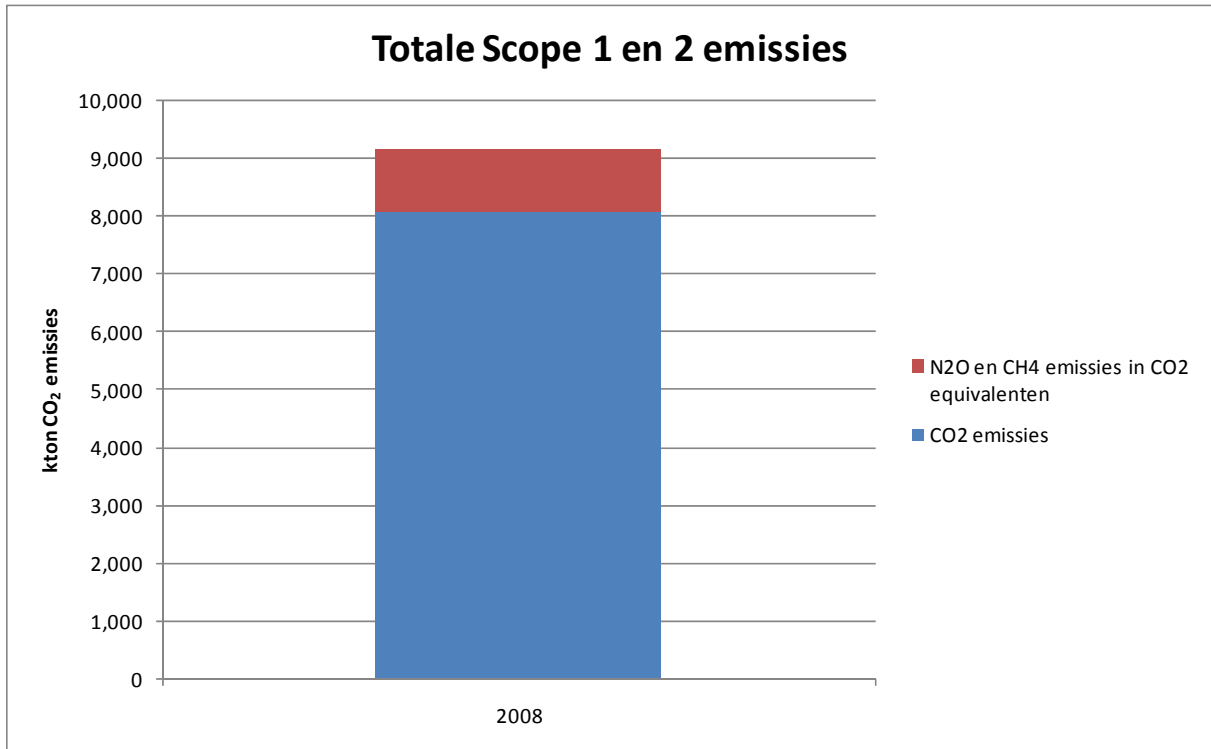
Figuur 3: Scope 1 en 2 emissies in kton CO₂ eq per sector voor het jaar 2008⁷



Figuur 4: Totale scope 1 en 2 emissies in kton CO₂-eq voor het jaar 2008

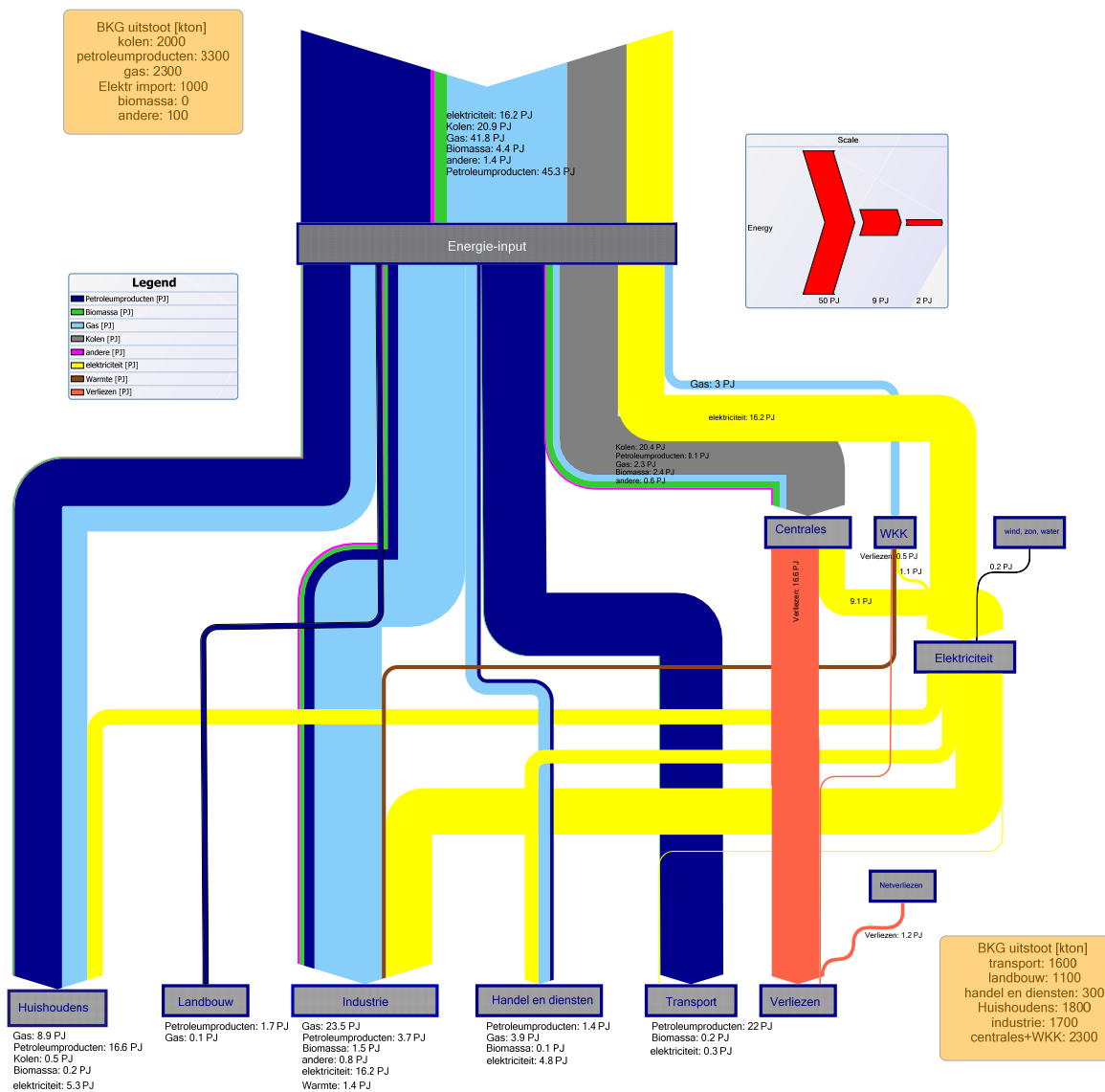
⁷ De totale uitstoot is het geheel van emissies en sequestratie (negatieve gedeelte).

Wanneer we CO₂ met N₂O en CH₄ (beiden uitgedrukt in CO₂equivalenten) vergelijken, blijkt de impact van deze laatste twee broeikasgassen op de totale uitstoot ook klein te zijn.



Figuur 5: De verhouding CO₂, N₂O en CH₄ emissies

Meer gedetailleerde informatie wordt weergegeven in het Sankey diagram. De omvang van de emissies wordt weerspiegeld in de dikte van de pijlen. Ook de belangrijkste verliezen worden in dit diagram weergegeven.



Figuur 6: Sankey diagramma scope 1 en 2 emissies

3.1.2 Scope 1 en 2 emissies per sector: dubbeltelling vermeden

Zoals in vorig hoofdstuk werd beschreven, bekijken we in deze studie de scope 1 en 2 emissies in detail voor de provincie Limburg. Dit houdt in dat niet enkel rekening gehouden wordt met de directe emissies (d.w.z. scope 1 emissies uit bronnen die zich binnen het grondgebied van de provincie Limburg bevinden), maar ook met de scope 2 emissies die buiten Limburg veroorzaakt worden als gevolg van elektriciteit- en stoomverbruik door economische activiteiten binnen Limburg.

Dit betekent echter dat er een dubbeltelling in de berekeningen sluipt: enerzijds worden de emissies als gevolg van de productie van elektriciteit in de provincie volledig meegenomen in scope 1, anderzijds worden ook de emissies als gevolg van het elektriciteitsverbruik als scope 2 meegenomen.

Om deze dubbeltelling te vermijden volgen we deze aanpak:

- De elektriciteitsproductie op Limburgs grondgebied wordt volledig aan Limburg toegerekend (= scope 1 emissie van energiesector);
- Het deel van het verbruik dat niet door deze productie gedekt wordt (de 'import') rekenen we door aan wat de emissiefactor van het Belgische productiepark zou zijn zonder de Limburgse productie. Deze emissiefactor bedraagt 0,231 kton CO₂/GWh.

Het totale elektriciteitsverbruik in Limburg bedroeg 7.396 GWh in 2008; de Limburgse elektriciteitsproductie bedroeg 2.896 GWh. Dit betekent dat 4.500 GWh 'geïmporteerd' werd van buiten de Limburgse grenzen; doorgerekend aan de emissiefactor van 0,231 kton CO₂/GWh geeft dit een totale scope 2 emissie van 1.030 kton CO₂⁸. Deze totale scope 2 emissie wordt in onderstaande tabel over de verschillende sectoren verdeeld met het aandeel in het totale elektriciteitsverbruik als verdeelsleutel.

Sector	Electriciteits- verbruik (PJ/GWh)	Scope 1	Scope 2	Totaal (kton CO ₂ eq. emissies)
Energie	-10.4/-2.896	2.320	0	2.320
Transport	0.3/83	1.620	10	1.630
Huishoudens	5.3/1.472	1.770	200	1.970
Industrie	16.2/4.500	1.640	630	2.270
Handel en diensten	4.8/1.333	320	190	510
Landbouw ⁹		870	0	870
natuur ¹⁰		-430	0	-430
Totaal	16.2/4.500	8.110	1.030	9.140

Tabel 2: Samenvattende tabel van scope 1 en scope 2 emissies per sector in Limburg voor het jaar 2008

⁸ Het aandeel groene stroomcontracten van de provincie zit niet in de emissiefactor vervat o.w.v. de volgende beperkingen: (1) de onzekerheid omtrent het exacte aandeel groene stroom in de provincie; (2) de scheeftrekking die optreedt bij de veronderstelling dat grijze stroom afkomstig is van binnen België en groene stroom van buiten de landsgrenzen; (3) de onzekerheid van het werkelijk groen karakter van groene stroom opgewekt buiten België en (4) het feit dat energieleveranciers hun groene stroom vrij toekennen aan bepaalde regio's en 'garanties van oorsprong' bijgevolg de hoeveelheid 'gecontracteerde' groene stroom via groenestroomcontracten (ruim) overstijgt.

⁹ Het elektriciteitsverbruik binnen deze sector is verwaarloosbaar klein ten aanzien van het globale energieverbruik in de provincie.

¹⁰ Dit is de som van emissies en opname

3.1.3 Scope 1 en 2 emissies per sector

Energieproductie

Methode en data

De sector energieproductie omvat de elektriciteitsproductie in de provincie Limburg, zowel centraal (Langerlo en nieuwe centrales) als decentraal (WKK, wind, zonnepanelen, ...), op basis van fossiele brandstoffen of hernieuwbare bronnen.

De productiedata en de brandstofverbruiken werden gehaald uit de databronnen van VMM, VREG en Energiebalans Vlaanderen. Deze zijn voor de grotere installaties (Langerlo, Bionerga) uit de Integrale Milieujaarverslagen (IMJVs) beschikbaar. Data van kleinere installaties (motoren ed.) zijn beschikbaar in de WKK-inventaris en de energiebalans. Wat betreft zon, wind en waterkrachtcentrales kunnen de data van de uitgereikte groenestroomcertificaten van de VREG worden gebruikt als inschatting voor de productie (hier zitten echter geen brandstofverbruiken in vervat). Bedrijven die elektriciteit produceren in eigen beheer (zelfproducenten) worden in de energiebalans geteld bij de eindsectoren waartoe ze behoren.

Resultaten

De totale CO₂-emissies die voortvloeien uit de sector energieproductie worden voor de provincie Limburg geraamd op 2.300 CO₂ of 2.320 kton CO₂ eq, dus inclusief CH₄ en N₂O. Langerlo draagt het sterkst bij in de totale emissies van de energiesector. Kolencentrales zijn basislastcentrales met een gebruiksduur die gemiddeld 7.000 uur per jaar bedraagt. Omwille van de Milieubeleidsovereenkomst, die de luchtemissies van NO_x en SO₂ limiteert en die de Vlaamse Overheid heeft afgesloten met de elektriciteitsproducenten is de effectieve gebruiksduur van Langerlo in 2008 ongeveer 5.000 uur geweest.

Emissies Energieproductie Limburg: scope 1 (kton CO ₂ emissies)		
Centrales fossiel ¹¹	Langerlo, Remo, Bionerga, ...	2.070
Decentraal fossiel	WKK	230
Decentraal hernieuwbaar	Wind, zon, waterkracht, biomassa	0
Totaal scope 1		2.300

Tabel 3: Raming van de scope 1 (CO₂) emissies van de energiesector in Limburg in het jaar 2008

Emissies Energieproductie Limburg (kton CO ₂ eq emissies)	
Scope 1	2.320
Scope 2	0
Totaal	2.320

Tabel 4: Globale raming van de emissies (CO₂ eq, dus inclusief N₂O en CH₄) van de energiesector in Limburg in het jaar 2008

¹¹ inclusief bijgestookte biomassa

Transport

Methode en data

Voor de sector transport werden volgende 4 modi in kaart gebracht: weg, spoor, binnenvaart en niet-voor-de-weg-bestemde mobiele machines (*offroad* voertuigen). De berekeningsmethode voor de emissies houdt rekening met de specifieke situatie in Limburg en baseert zich o.a. op doorrekeningen van het VITO in-house model E-motion om de emissies per transportmodus in te schatten. Dit model berekent transportemissies o.b.v. mobiliteits/activiteitsgegevens en emissiefactoren en houdt hierbij rekening met de kenmerken van de voertuigvloot (technologie, brandstof, bouwjaar,...) en de verkeerssituatie (wegtypes, snelheden, vaarwegklassen...) in Limburg.

- **Wegverkeer:** Voor het wegverkeer zijn gedetailleerde mobiliteitsgegevens beschikbaar voor het jaar 2007, afkomstig uit het multimodaal verkeersmodel Vlaanderen (Vlaams Verkeerscentrum). Deze cijfers geven geografische informatie over de verdeling van de afgelegde kilometers per voertuigtype (licht en zwaar verkeer) en worden door het E-motion ROAD model verder doorvertaald naar emissies en emissiefactoren voor licht verkeer (auto, moto, bestelwagen) en zwaar verkeer (bus, autocar, vrachtwagen). De algemene verdeling van emissies bedraagt 80% door personenvervoer en 20% door vrachtvervoer. Door de trends in mobiliteitscijfers te bekijken tussen 2007 en 2008 (zie ook 'Jaarlijks rapport Verkeerstellingen', VI) en de berekende emissiefactoren toe te passen, werden de emissies voor wegverkeer in Limburg berekend voor 2008.
- **Spoorverkeer:** De geografische module van E-motion RAIL voor het berekenen van emissies van het spoorverkeer is nog niet operationeel. Cijfers over de broeikasgasemissies in Vlaanderen¹² tonen echter aan dat doorgaans minder dan 1% van de transportemissies veroorzaakt wordt door het spoorverkeer. We hebben daarom besloten om ook voor Limburg voorlopig met dit percentage te rekenen.
- **Binnenvaart:** De emissies voor binnenvaart werden berekend op basis van het aantal tonkilometers dat in Limburg afgelegd wordt via de binnenwateren. Het E-motion INAV model (INland NAVigation) houdt bij deze emissieberekening o.a. rekening met de CEMT-classes van de waterwegen in Limburg en de kenmerken van de vaartuigen. De activiteitsgegevens zijn afkomstig van statistieken van waterwegbeheerder 'NV De Scheepvaart'.
- **Offroad:** Voor de emissies van offroad voertuigen werd beroep gedaan op de resultaten van de 'Offrem-studie' van VITO en ILVO¹³ waarbij men o.a. rekening houdt met het landgebruik in het studiegebied om de activiteiten van deze voertuigen en de resulterende emissies in te schatten. Om een duidelijk beeld te krijgen voor het jaar 2008 voor Limburg werd een extrapolatie gemaakt van de cijfers van 2006 en 2010 uit de hierboven vermelde studie.

Resultaten

De resultaten van de berekening van de transportemissies in Limburg staan vermeld in de volgende tabellen. We komen hierbij op een totaal van ongeveer 1.630 kton CO₂ equivalenten voor scope 1 en 2 (cf. tabel 8) die in 2008 uitgestoten werden door weg, spoor, binnenvaart en offroad in Limburg, waarvan 1620 kton Scope 1 emissies zijn. Het grootste aandeel hiervan wordt veroorzaakt door het wegverkeer dat verantwoordelijk is voor ongeveer 90% van de transportemissies in Limburg. De voertuigkilometers op de weg zullen dus voor een groot deel bepalen hoe de transportemissies in Limburg verlopen. De verdeling van deze kilometers in 2008 wordt voorgesteld in Tabel 6. Hierbij wordt ook aangegeven wat het aandeel is van de voertuigkilometers t.o.v. de activiteiten in Vlaanderen.

¹² <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/>

¹³ Zie: <http://www.ine.be/themas/milieu-en-mobiliteit/downloads/studie-en-onderzoek/eindrapport-offrem.pdf>

Emissies Transport: scope 1 (kton CO ₂ eq emissies)	
Weg	1.450
Spoor	10
Binnenvaart	50
Offroad	110
Totaal scope 1	1.620

Tabel 5: Raming van de scope 1 emissies van de transport in Limburg in het jaar 2008

	Voertuigkilometers in 2008 in Limburg (miljard vkm)	% van Vlaanderen
Licht verkeer	6.02	12.10
Zwaar verkeer	0.60	10.16
Totaal voertuigkilometers	6.62	11.89

Tabel 6: Voertuigkilometers (vkm) in Limburg in 2008. Cijfers gebaseerd op berekeningen van MultiModaalModel Vlaanderen en statistieken van FOD mobiliteit

In Tabel 7 worden de scope 1 transportemissies verder opgesplitst per brandstoftype. Hierbij wordt duidelijk dat het grootste aandeel terug te vinden is bij diesel wat voornamelijk resulteert uit het grote aandeel dieselveertuigen op de weg (d.i. 'verdieselijking' die we in België observeren).

Scope 1 Emissies transportsector Limburg per brandstoftype (kton CO ₂ eq emissies)	
Diesel-olie	1384
Benzine	223
LPG	9

Tabel 7: Scope 1 transportemissies in Limburg per brandstoftype

Emissies transportsector Limburg (kton CO ₂ eq emissies)	
Scope 1	1.620
Scope 2	10
Totaal	1.630

Tabel 8: Globale raming van de Scope 1 en 2 transportemissies in Limburg in het jaar 2008

Huishoudens

Methode en data

Infrax beschikt over statistieken met betrekking tot het huishoudelijk verbruik van aardgas en elektriciteit. Wegens het gebruik van energie voor verwarming van de woningen, wordt het aardgasverbruik en het elektriciteitsverbruik omgerekend naar een standaard klimaat, in ons geval 1900 graaddagen. Slechts een klein deel van de elektriciteit wordt gebruikt voor verwarming. Enkel dit deel wordt gecorrigeerd voor het klimaat. Het finale energieverbruik voor en na klimaatcorrectie staat in Tabel 9.

	Verbruik 2008 volgens Infrac	Gecorrigeerd verbruik 2008	Gecorrigeerd verbruik 2008
	GWh	GWh	PJ
Aardgasverbruik	2.409	2.475	8,91
Elektriciteitsverbruik	1.473	1.478	5,32

Tabel 9: Huishoudelijk aardgas- en elektriciteitsverbruik in Limburg in 2008 op basis van Infrac

Het verbruik van stookolie, LPG, steenkool en hout wordt berekend via een gedetailleerd model voor het energieverbruik van woningen. Eerst wordt het woningpark in het jaar 2001 in kaart gebracht. Vervolgens worden jaarlijkse veranderingen in rekening gebracht, zoals nieuwbouw, sloop, brandstofswitch, ketelvervanging en isolatie-ingrepen en vervanging van beglazing. Op deze manier brengen we uiteindelijk het Limburgs woningpark in het jaar 2008 in kaart. Hiervoor doen we beroep op alle mogelijke statistische bronnen over het Vlaams en liefst over het Limburgs woningpark.

Het model start van de Limburgse resultaten van de socio-economische enquête 2001 met betrekking tot de woning van de geënquêteerden:

- type woning: appartement, open, halfopen en gesloten woning;
- type verwarming: centraal (voor appartementen een onderscheid tussen individuele of collectieve installaties) of decentraal;
- energiedrager voor verwarming: aardgas, stookolie, steenkool, LPG, elektriciteit en hout;
- bouwperiode: <1946, 1946-1970, 1971-1990 en >1990.

Op basis van deze karakteristieken wordt het woningpark van Limburg ingedeeld in 216 woningcategorieën. Het finale energieverbruik voor verwarming en sanitair warm water (en het aardgasverbruik voor koken) worden berekend voor elk van deze categorieën.

De socio-economische enquête geeft ook informatie over de aanwezigheid van:

- dakisolatie;
- muurisolatie;
- (gedeeltelijk) dubbel glas;
- geïsoleerde verwarmingsbuizen;
- zonnepanelen voor energieproductie.

Deze informatie, gecombineerd met specifieke expertise van VITO en gegevens van andere statistische bronnen en uit verkoopsstatistieken, laat toe om het woningpark van Limburg te karakteriseren wat betreft de energiegerelateerde eigenschappen:

- gemiddelde verliesoppervlakte en beschermd volume per categorie;
- gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt per categorie voor de bepaling van de transmissieverliezen;
- gemiddeld ventilatievoud voor de bepaling van de ventilatieverliezen;
- gemiddeld rendement voor verwarming per woningcategorie.

Uitgaande van ondermeer de statistieken van de bouwvergunningen (nieuwbouw), van het kadaster (stand van het woningpark op 1 januari), Vlaamse inschattingen over het aantal woningen (aan de hand van het statistieken over het aantal huishoudens en het aantal woningen per huishouden), Limburgse data over uitgereikte REG-premies en over het aantal Limburgse huishoudelijke aardgasklanten in de periode 2002-2008, wordt het woningpark van Limburg in kaart gebracht voor het jaar 2008.

Omdat afstemming gewenst is van de modelresultaten op het huishoudelijk energieverbruik in Limburg volgens de energiebalans, wordt de gemiddelde grootte van

de woningen aangepast zodanig dat het berekende aardgasverbruik overeenstemt met het aardgasverbruik uit Tabel 9. Deze afmetingen worden gebruikt voor de inschatting van het finaal energieverbruik van de 4 overige energiedragers. Het gaat enkel om het verbruik voor verwarming en sanitair warm water (en het aardgasverbruik voor koken). Voor elektriciteit wordt uiteraard het totale verbruik uit Tabel 9 overgenomen.

De modelresultaten voor verwarming en sanitair warm water worden weergegeven in volgende tabel. Enkel het totale elektriciteitsverbruik en het aardgasverbruik kunnen jaarlijks opgevolgd worden via de netbeheerder. De andere verbruiken moeten berekend worden.

	Gecorrigeerd verbruik 2008	Gecorrigeerd verbruik 2008
	GWh	PJ
Aardgas	2.475	8,91
Stookolie	4.558	16,41
Kolen	145	0,52
LPG¹⁴	44	0,16
Elektriciteit	1.478	5,32
Hout	68	0,25

Tabel 10: Huishoudelijk energieverbruik verwarming en sanitair warm water in Limburg in 2008 op basis van modelresultaten.

Resultaten

De scope 1 emissies voor de huishoudens van de provincie Limburg worden geraamd op 1.760 kton CO₂. Inclusie van N₂O en CH₄ brengt dit totaal op 1.770 CO₂ eq. Samen met de scope 2 emissies komt het totaal voor de sector huishoudens neer op 1.970 kton CO₂ eq. Onderstaande tabel geeft de opsplitsing per energiedrager.

Emissies Huishoudens Limburg: scope 1 (kton CO ₂ emissies)	
Petroleumproducten	1.210
Gas	500
Kolen	50
Totaal scope 1	1.760

Tabel 11: Raming van de scope 1 emissies (CO₂) van de huishoudens in Limburg in het jaar 2008

¹⁴ Liquefied Petroleum Gas

Emissies Huishoudens Limburg (kton CO ₂ eq emissies)	
Scope 1	1.770
Scope 2	200
Totaal	1.970

Tabel 12: Globale raming van de emissies (CO₂ eq) van de huishoudens in Limburg in het jaar 2008

Industrie

Methode en data

De industriesector omvat 9 deelsectoren: ijzer- en staal, non-ferro, chemie, voeding, dranken en tabak, metaalverwerking, textiel, papier en uitgeverijen, minerale niet-metaalproducten, andere industrie. De indeling is gebaseerd op NACE codes van de deelsectoren. Ook hier zijn de data voor aardgas- en elektriciteitslevering afkomstig van de netbeheerders (Infrax, Fluxys, Elia). Meer specifiek:

- het elektriciteitsverbruik per deelsector werd bepaald op basis van het elektriciteitsverbruik van Infrax en de informatie vanuit Elia, aangevuld met de elektriciteitsverbruiken van de individuele bedrijven uit de IMJV's (voor indeling in sectoren);
- het aardgasverbruik per deelsector werd bepaald aan de hand van de aardgasverbruiken van Infrax en de informatie van Fluxys, aangevuld met de aardgasverbruiken van de individuele bedrijven uit de IMJV's (voor indeling in sectoren);
- brandstoffen zoals petroleumproducten en biomassa (in Limburg bevinden zich geen bedrijven die vaste brandstoffen gebruiken) werden ingeschat op basis van de verhouding per sector van het elektriciteitsverbruik in Limburg t.o.v. Vlaanderen;
- andere brandstoffen worden op basis van individuele data bepaald om een overschatting te vermijden. Dit zijn vnl. brandstoffen in de chemische sector.

Resultaten

Voor scope 1 en 2 in het referentiejaar 2008 heeft de Limburgse industrie in totaal 2.270 kton CO₂ eq uitgestoten. Het grootste deel hiervan is afkomstig van de chemische nijverheid. Het aandeel van non-ferro en textiel, leder en kleding is relatief klein in vergelijking met de andere deelsectoren. Het aandeel 'Andere industrieën' is relatief hoog, doordat volgens hun NACE-code een aantal grotere chemische bedrijven hier deel van uitmaken.

Emissies Industrie Limburg¹⁵: scope 1 (kton CO ₂ eq .emissies)	
Chemie	600
Minerale niet-metaalprodukten	270
Metaalverwerkende nijverheid	180
Papier en uitgeverijen	90
Ijzer en staal	40
Voeding, dranken en tabak	150
Non-ferro	20
Textiel, leder en kleding	10
Andere industrieën	280
Totaal scope 1	1.640

Tabel 13: Raming van de scope 1 emissies (CO₂) van de industrie in Limburg in het jaar 2008

Per energiedrager opgesplitst, komt dit neer op:

Emissies Industrie Limburg	kton CO₂ emissies	Energiegebruik [PJ]
Petroleumproducten	280	3,7
Gas	1.310	23,5
Andere brandstoffen	50	0,8
Totaal scope 1	1.640	28

Tabel 14: Scope 1 emissies per energiedrager van industrie in Limburg in het jaar 2008

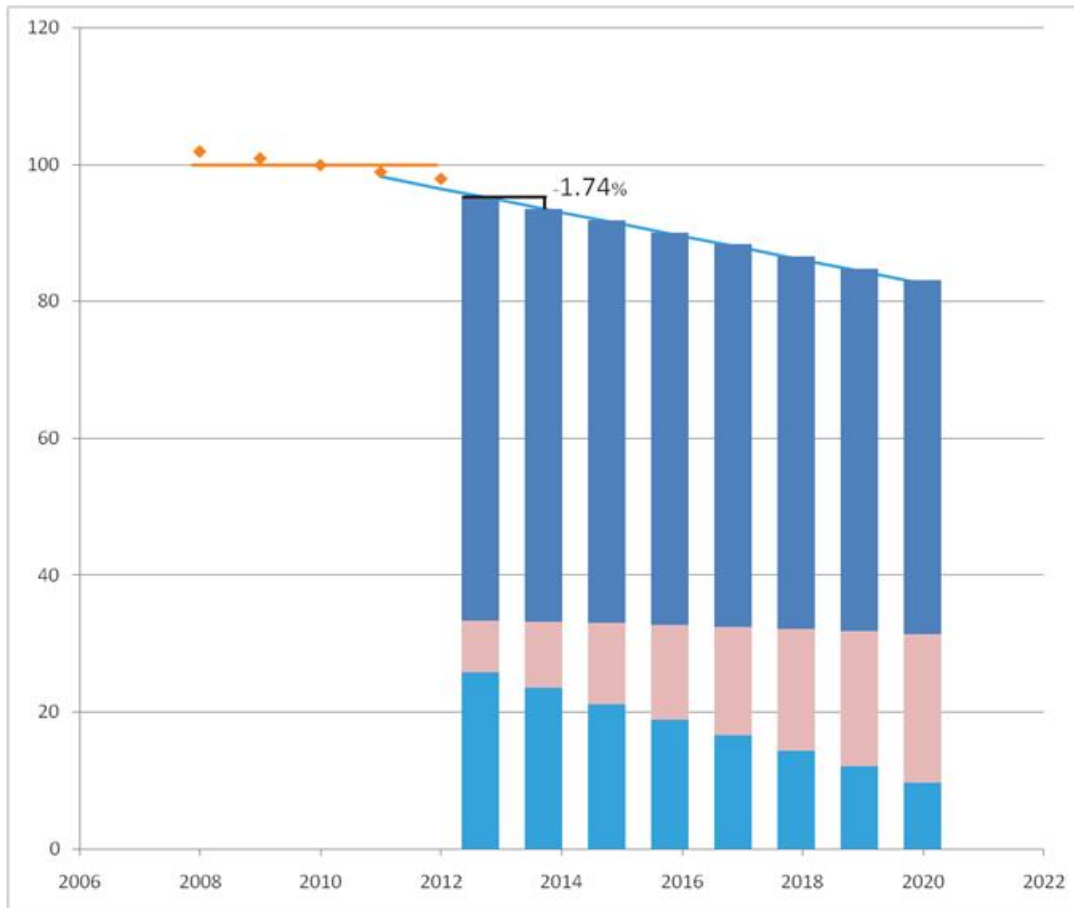
Emissies industrie Limburg (kton CO ₂ eq. Emissies)	
Scope 1	1.640
Scope 2	630
Totaal	2.270

Tabel 15: Globale raming van de emissies (CO₂eq) van de industrie in Limburg in het jaar 2008

Als we wat meer in detail kijken naar de emissies van de industrie, kunnen we besluiten dat 23 Limburgse ETS-bedrijven instaan voor meer dan 87% van de Limburgse Scope 1 CO₂ emissies. De goedgekeurde CO₂ emissies voor 2008 binnen het ETS systeem bedragen 1.433 kton, terwijl de gratis verleende emissierechten voor 2008 1.764 kton bedroeg. Slechts 3 bedrijven hadden een marginaal tekort in de verleende emissierechten, de andere 20 bedrijven een ruim overschot.

Voor de periode na 2012, heeft de Europese Raad van maart 2007 beslist om de Europese emissies in 2020 met ten minste 20 % te verminderen ten opzichte van 1990 (en een reductie met 30 % indien een mondiaal post-2012 akkoord zou worden bereikt). De ETS-bedrijven moeten in hun geheel in 2020 21 % minder uitstoten in vergelijking met 2005. In deze derde handelsperiode (2013-2020) komt er een sterkere centralisering van het ETS op Europees niveau. De hoeveelheid emissierechten neemt af met een lineaire factor van 1,74 % van de gemiddelde jaarlijkse totale hoeveelheid emissierechten die door de lidstaten voor de periode van 2008 tot 2012 worden verleend zoals weergegeven in Figuur 7 (Cuypers et al., 2010).

¹⁵ Data over verbruiken kunnen niet worden gerapporteerd o.w.v. vertrouwelijkheid van de gegevens



Figuur 7: Bepaling van de cap voor emissierechten in de EU ETS. Ter illustratie werd een opdeling gemaakt tussen enerzijds de elektriciteitsproductie (in blauw) en de industrie (in rood) en anderzijds tussen emissierechten die gratis verdeeld zullen worden (in donker rood) en rechten die geveild zullen worden voor de emissies van de elektriciteitsproducenten (in blauw) en de industrie (in licht rood).
Bron: (Cuypers et al., 2010)

Handel en diensten

Methode en data

De sector Handel en Diensten omvat 6 deelsectoren: onderwijs, hotels en restaurants, andere diensten, gezondheidszorg, handel, kantoren en administraties.

De data van de aardgas- en elektriciteitslevering voor de sector handel en diensten zijn afkomstig van Infrac. Voor de andere energiedragers (vaste brandstoffen, petroleumproducten, biomassa en andere) werd voor Limburg een inschatting gemaakt op basis van de verhouding van het aantal inwoners van de provincie ten opzichte van het totaal van Vlaanderen.

Resultaten

De emissies van handel en diensten worden in het referentiejaar 2008 geraamd op 320 kton CO₂ voor scope 1 en 510 kton CO₂ eq voor scope 1 en 2.

Handel en diensten Limburg: scope 1	PJ	kton CO ₂ emissies
Petroleumproducten	1	100
Gas	4	220
Totaal scope 1	5	320

Tabel 16: Raming van de scope 1 verbruiken en emissies (CO₂) van de sector handel en diensten in Limburg in het jaar 2008

Emissies Handel en diensten Limburg (kton CO ₂ eq. Emissies)	
Scope 1	320
Scope 2	190
Totaal	510

Tabel 17: Globale raming van de emissies (CO₂ eq.) van de sector handel en diensten in Limburg in het jaar 2008

Landbouw en natuur

Methode en data

Zowel de sector landbouw als de sector natuur spelen een erg belangrijke rol in de koolstofcyclus. CO₂ is namelijk een belangrijke voedingsbron van planten; planten nemen de CO₂ op uit de lucht en slaan deze op in hun biomassa en in de bodem. Natuurlijke ontbindingsprocessen, het omploegen van bodems en het oogsten en verbranden van biomassa brengt de opgeslagen CO₂ terug in de atmosfeer. Omwille van dit gegeven nemen werden deze twee sectoren samengenomen in deze studie. Binnen de sector landbouw en natuur kunnen de emissies toegeschreven worden aan 6 specifieke bronnen: veeteelt, bosbouw, landbouwbodems, zoetwater, vochtige bodems en brandstofverbruik. In onderstaande paragrafen worden per bron beknopt de rekenmethode en de gebruikte data besproken. Voor meer details i.v.m rekenmethodiek en inputdata wordt verwezen naar de bijlage.

Veeteelt

De methaanemissies door vertering en de methaan- en lachgasemissies door mestmanagement worden berekend op basis van de VMM-methodologie. Deze methodologie is op haar beurt gebaseerd op die van de IPCC.

Bosbouw

Deze bron omvat CO₂-opnames afkomstig van de verandering in de bodemkoolstofvoorraad van bossen en van de verandering in de groei van de bovengrondse biomassa van de bossen. Tevens worden de emissies van het kappen van bomen in rekening gebracht. Men gaat er hierbij van uit dat de volledige koolstofinhoud van het gekapte volume in hetzelfde jaar vrijkomt. In de praktijk is dit enkel het geval voor natuurlijke rottingsprocessen en hout dat onmiddellijk verbrand wordt. Voor andere houttoepassingen (meubels, timmerhout, spaanderplaat,...) spreidt die uitstoot zich gemiddeld over een periode van enkele tientallen jaren maar het in rekening brengen daarvan gebeurt momenteel nog niet. De studie volgt daarmee de VMM-rekenmethode voor Vlaamse bossen. Concrete gegevens over de hoeveelheid boskap op Provinciaal niveau zijn niet beschikbaar. Inschattingen, uitgaande van verschillende basisgegevens leiden tot emissies tussen een range van 120 en 360 kton CO₂. Ook internationale literatuur (bv. Centre for Alternative Technology (2010), VROM (2010) en Alterra (2003)

wijst op een mogelijke onzekerheidsmarge bij de inschatting van emissies door boskap tussen 20 en 70%. Als gevolg hiervan moet de inschatting, opgenomen in het onderliggende rapport, geïnterpreteerd worden als een ruwe inschatting en met de nodige voorzichtigheid bekeken worden.

Landbouwbodems

Deze bron omvat CO₂-emissie cijfers afkomstig van verandering in bodemkoolstofvoorraad van permanente graslanden en akkerlanden, N₂O-emissies door directe en indirecte N-verliezen uit landbouwbodems en methaanopname door gras- en akkerland. Inputdata betreffen hier oppervlakten bekomen uit de interactieve indicatorenatlas (INBO, 2010) en uit de BWK en emissiefactoren die de VMM gebruikt in zijn jaarrapportage voor Vlaanderen (VMM, 2009).

Zoetwater en vochtige bodems

Deze bronnen betreffen de emissie van methaan en worden bepaald op basis van oppervlakten bekomen uit de interactieve indicatorenatlas en uit de BWK en emissiefactoren die de VMM gebruikt in zijn jaarrapportage voor Vlaanderen. Er kan worden gesteld dat hoe slechter de drainering, hoe meer CH₄ gevormd wordt.

Brandstofverbruik

De CH₄, N₂O en CO₂-emissies door brandstofverbruik in de land- en tuinbouw kunnen overgenomen worden uit de VMM rapportage (bijlage 4A en 4B).

Resultaten

De scope 1 emissies van deze sector worden in het referentiejaar 2008 geraamd op 440 kton CO₂. De scope 2 emissies zitten grotendeels vervat in de andere sectoren en worden hier dan ook als nul aangenomen.

Emissies natuur en landbouw Limburg		Scope 1			Totaal
	Aantal dieren (d)/ hectare (ha)	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)	CO ₂ (ton)	CO ₂ eq. (kton)
Veeteelt	3.347.171 d				
Vertering		8.450			180
Mestmanagement		5.670	120		160
Bosbouw	45.052 ha				
groei bovengrondse biomassa				-589.030	-590
boskap				274.540	270
bosbodem		-160		-132.210	-130
Landbouwbodem					0
Akker	79.515 ha	-100		133.680	130
Grasland	45.783 ha	-100		67.530	70
Indirect N-verlies uit landbouwbodems			190		60
Direct N-verlies uit landbouwbodems			440		140
Zoetwater	4.392 ha	570			10
Vochtige bodem	1.753 ha	320			10
Brandstofverbruik				130.800	130
Totaal (kton)					440

Tabel 18: Raming van de scope 1 emissies van landbouw en natuur in Limburg in het jaar 2008

Aanwezige koolstofvoorraden

Naast de in de tabel vermelde jaarlijkse opnames en emissies voor het jaar 2008 zijn ook de historische koolstofvoorraden in de sector landbouw en natuur belangrijk. Voor bosbouw varieert de historische koolstofvoorraad tussen 420 en 540 ton CO₂ per hectare, afhankelijk van het type bos en de leeftijd ervan. Rekening houdend met deze waarden, kunnen de koolstofvoorraden in bossen in Limburg worden geschat op 19-24 Mton. Voor akkerbouw en grasland worden cijfers weergegeven van respectievelijk 191 ton CO₂/ha en 315 ton CO₂/ha (VMM, 2009) en dus totale koolstofvoorraden in Limburg van respectievelijk 15 en 14 Mton. Wanneer bossen gekapt worden of akkerland of grasland verdwijnt, dan komen deze historische voorraden vrij.

Op wereldniveau zijn veengronden de belangrijkste koolstofvoorraden of C-stocks. De C-voorraad in veengronden kan geschat worden op gemiddeld 1000 ton C/ha (Wetlands International, 2010). In Limburg vinden we ongeveer 3700 ha veengebied, 700 ha daarvan verliest zijn eigenschap als C-sink door verkeerd bodemgebruik (akkerbouw, bebouwing, infrastructuur, ...). De totale C-voorraad in de veengronden in Limburg kunnen dus op ongeveer 3 Mton C (of dus 11 Mton CO₂) geschat worden. Dit is uiteraard een ruwe schatting gezien de C-voorraad afhankelijk is van de diepte van de veenlaag, de hoogte van de grondwatertafel en de C-inhoud van het veen. Deze gegevens zijn nog niet in detail bekend voor Limburg.

Toerisme

Methode en data

De sector toerisme wordt in het kader van deze studie niet als afzonderlijke sector beschouwd. De emissies als gevolg van toerisme in Limburg zitten verweven in twee andere sectoren: transport en handel en diensten. Emissies van toerisme worden ingeschat op basis van een inschatting van het aantal overnachtingen¹⁶ en een gemiddelde EF per overnachting. Transportemissies ten gevolge van toerisme worden ingeschat op basis van een inschatting van het aantal verplaatsingen naar Limburg, een gemiddelde afstand afgelegd op het grondgebied van Limburg per verplaatsing en de aanname dat 74,6% zich verplaatst met de wagen, 6,9% met touringcar, 8,1% met de trein en 10,7% met overige transportmiddelen¹⁷. Emissies gelinkt aan het transport in kader van toerisme blijken voor Limburg verwaarloosbaar te zijn.

Het feit dat CO₂-emissies van de sector "Toerisme" als significant worden weergegeven op Europees of wereldniveau is het gevolg van het feit dat binnen de sector toerisme vooral verre verplaatsingen doorwegen in de CO₂-emissies. Op wereldniveau schat men het aandeel van de toeristische sector op 5% van de totale CO₂-emissie en daarvan is 40% door vliegwezen en 35% door ander transport). Toerisme wordt verwaarloosbaar ten opzichte van andere sectoren indien de evaluatie gebeurt op kleine schaal (Limburg) omdat hier geen vluchten noch lange auto-/busritten in rekening worden gebracht. Deze laatste zitten namelijk niet vervat in de scope 1 en 2 bronnen.

Emissies Toerisme Limburg (kton CO ₂ eq. Emissies)	
Overnachtingen	22
Transport	verwaarloosbaar
Totaal scope 1	22

Tabel 14: Raming van de scope 1 emissies (CO₂ eq) van toerisme in Limburg in het jaar 2008

¹⁶ FOD Economie, Algemene Directie Statistiek en Economische informatie en toerisme Vlaanderen, verwerking Toerisme Limburg vzw)

¹⁷ WES, reisgedrag van de Belgen, 2008

3.1.4 De Limburgse voetafdruk in vergelijking met de Vlaamse

In het voorgaande gedeelte hebben we een raming gemaakt van de broeikasgasemissies van het jaar 2008 van Limburg. Hoe situeert het resultaat van Limburg zich nu ten aanzien van Vlaanderen? Een correcte vergelijking maken tussen een provincie en een gewest veronderstelt dat de methodologie en aannames achter de berekeningen identiek zijn. Aangezien de Vlaamse voetafdruk geen deel van deze studie uitmaakt, moeten we voor deze vergelijking een beroep doen op bestaande statistieken van het jaar 2008. De gegevens voor Vlaanderen werden uit de MIRA kernset milieudata 2010 gehaald (MIRA op basis van EIL (VMM); zie Lucht – Broeikasgassen Excel file¹⁸). Deze gegevens laten een globale vergelijking tussen de provincie en het gewest toe voor het basisjaar. Bij interpretatie van deze globale vergelijking dient men in het achterhoofd te houden dat er verschillen in opdelingen, aannames en berekeningen kunnen zitten.

Op 1 januari 2008 telde Vlaanderen 6.161.600 inwoners waarvan 826.690 Limburgers (13,4%) op een oppervlakte van 1.352.225 ha Vlaams grondgebied waarvan 242.214 ha in Limburgs grondgebied (17,9%). De resultaten van de vergelijking worden samengevat in onderstaande tabel.

Sector	Totaal voor Limburg (kton CO ₂ eq. Emissies)	Voetafdruk per Limburger (ton CO ₂ eq. Emissies)	Totaal voor Vlaanderen (kton CO ₂ eq. Emissies)	Voetafdruk per Vlaming (ton CO ₂ eq. Emissies)
Energieproductie	2.320	2.8	22.050	3.6
Transport	1.630	2.0	13.590	2.2
Huishoudens	1.970	2.4	12.790	2.1
Industrie	2.270	2.7	18.760	3
Handel en diensten	510	0.6	3.930	0.6
Landbouw	870	1.1	6.650	1.0
Natuur emissie opname	290 -720	0.3 -0.9	1137 -2.260	0.2 -0.4
Totaal	9.140	11.0	76.650	12.4

Tabel 19: Situering van de broeikasgasemissies in Limburg ten aanzien van Vlaanderen

Algemeen kunnen we besluiten dat de uitstoot in Limburg gemiddeld lager ligt dan de Vlaamse. Het grootste verschil valt op te tekenen in de sector energieproductie. Een verklaring hiervoor is terug te vinden in het feit dat de emissies van de petroleumraffinaderijen ook meegeteld worden onder energieproductie en deze zich niet in Limburg bevinden. Enkel voor huishoudens scoort Limburg slechter dan Vlaanderen. Dit is te verklaren door het feit dat er minder huishoudens aangesloten zijn op het aardgasnet in Limburg dan in Vlaanderen. Qua koolstofopnamecapaciteit scoort Limburg in vergelijking met Vlaanderen beduidend beter.

3.1.5 Overzicht databeschikbaarheid op niveau gemeente

Niet alle data zijn beschikbaar op gemeenteniveau. Dit kan zijn omwille van vertrouwelijkheid (zoals bij de sector Industrie) of wanneer men niet over voldoende

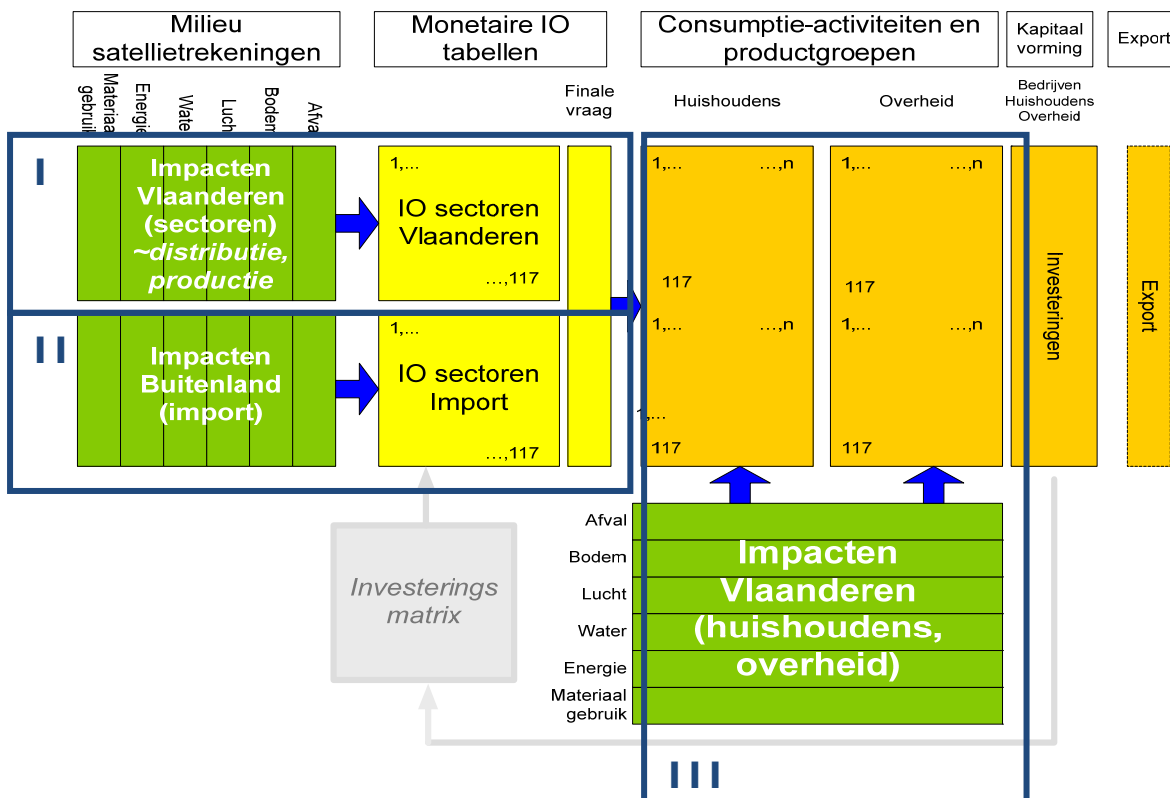
¹⁸ <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/>

gegevens beschikt (zoals bij de sector Handel en diensten). Voor transport zijn de data van wegtransport in principe wel beschikbaar voor elke gemeente maar dit vereist enige aanpassingen en omzettingen in het model. De data van de sector huishoudens kunnen gedeeltelijk per gemeente opgesplitst worden, maar dit vereist eveneens een grondige analyse. Ook de data van landbouw en natuur kunnen in principe op gemeentenniveau geraadpleegd worden. Ook hier vergt dit een grondige analyse. Gemeentelijke data voor energieproductie zijn gedeeltelijk openbaar. Voor WKK, wind en PV kan de website van de VREG geraadpleegd worden¹⁹. Hierop zijn adresbestanden te vinden van deze installaties samen met het geïnstalleerde vermogen, maar niet met de werkelijke productie in een bepaald jaar. Dit kan ingeschat worden op basis van gemiddeldes voor het aantal draaiuren. Voor de centrale productie kan voor de individuele installaties het IMJV (integraal milieujaarverslag) opgevraagd worden bij de VMM.

3.1.6 Scope 3

Methode en data: het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel

Voor de berekening van scope 3-emissies wordt beroep gedaan op het Vlaams milieu-input-outputmodel, dat in opdracht van OVAM werd opgemaakt en ingevuld door het Federaal Planbureau (economische gegevens) en VITO (milieugegevens). Het model koppelt milieugegevens aan de bestaande economische input-outputtabellen en vormt aldus het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel. De structuur van het model is best te begrijpen aan de hand van onderstaande figuur.



Figuur 8: Schematisch overzicht van de structuur van het model (BRON: Idea consult, VITO)

¹⁹ http://www.vreg.be/nl/03_algemeen/02_energiemarkt/03_statistieken/05_warmtekracht.asp, http://www.vreg.be/nl/03_algemeen/02_energiemarkt/03_statistieken/04_groenestroom.asp

Het model bestaat uit drie grote bouwstenen:

I: De binnenlandse Vlaamse monetaire input-outputtabel (intermediaire en finale vraag naar Vlaamse producten) en de corresponderende milieu-extensietabel, uitgebreid met socio-economische informatie (vb. tewerkstelling);

II: De monetaire tabel van de import van intermediaire producten in Vlaanderen en de corresponderende milieu-extensietabel;

III: De monetaire consumptietabel en de corresponderende milieu-extensietabel voor in Vlaanderen geproduceerde goederen en geïmporteerde finale producten.

Deze drie bouwstenen, met elk een monetaire en milieu-extensietabel, zijn telkens opgebouwd volgens eenzelfde indeling.

De *monetaire input-outputtabel* brengt de geldstromen tussen de verschillende economische sectoren en eindgebruikers in kaart. Ze beschrijft op gedetailleerde wijze de goederen- en dienstenstromen van een economische sector naar andere Vlaamse sectoren (intermediaire consumptie²⁰) en naar andere gebruikers (finale vraag²¹). Deze tabel geeft ook aan hoeveel grondstoffen, goederen, diensten... sectoren van andere sectoren in Vlaanderen en daarbuiten aankopen. De stromen zijn telkens in waarde-eenheden, euro's, uitgedrukt. De monetaire input-outputtabel toont met andere woorden hoe de verschillende economische sectoren in Vlaanderen met elkaar verbonden zijn via toelevering en afname (module I), alsook hoe de Vlaamse economie samenhangt met de rest van België en de wereld (module II).

Aan de inputzijde (rijen van de tabel) komen naast intermediaire inputs van grondstoffen, goederen en diensten ook lonen, winstmarges, het gebruik van vaste activa, productiegerelateerde belastingen en subsidies.

De outputzijde (kolommen van de tabel) geeft de bestemming van de productie weer:

- Finale vraag door Vlaamse eindgebruikers;
- Intermediaire leveringen die als input dienen voor andere productiesectoren;
- Export naar andere Belgische regio's of naar het buitenland.

De kracht en meerwaarde van het input-outputmodel zitten in de koppeling van de economische input-outputtabellen met de corresponderende milieu-extensietabellen. Deze laatste geven op bedrijfstakniveau de milieudruk weer die overeenstemt met de productie en consumptie. Voor alle bedrijfstakken (productie) en productgroepen (consumptie) wordt de milieudruk weergegeven voor een reeks milieudrukindicatoren, bv. emissies naar lucht, gebruik van water, afval,... Zo kan niet enkel nagegaan worden hoeveel de productie van bijvoorbeeld verfproducten aan milieudruk veroorzaakt (module I), maar ook wat de milieudruk is bij het gebruik van verf (module III). Daarnaast kan ook berekend worden wat de milieudruk is van producten uit het buitenland die voor productie en consumptie gebruikt worden (module II).

Voor meer informatie over de structuur en mogelijkheden van het Vlaams uitgebreid milieu-input-outputmodel verwijzen we naar het eindrapport (Het Vlaams uitgebreid milieu input-output model²², OVAM 2010;).

²⁰ Intermediaire consumptie duidt op het gebruik of de 'consumptie' van bedrijven voor de productie van hun goederen en diensten. Dus intermediaire consumptie betreft goederen en diensten die aangekocht of geproduceerd worden om andere goederen en diensten te maken en die volledig verbruikt worden tijdens dat productieproces. Indien ze niet meteen verbruikt worden, belanden ze in de finale vraag, hetzij in de voorraadvorming, hetzij bij de investeringen, indien het gaat om producten die meerdere jaren zullen ingezet worden in het productieproces. Hiernavolgend spreken we van de productietabel in plaats van de intermediaire consumptietabel.

²¹ De finale vraag bestaat enerzijds uit de Vlaamse finale vraag en anderzijds uit de export. De finale vraag door de Vlaamse gebruikers bestaat uit de finale consumptie door de gezinnen en de overheid, de investeringen door de bedrijven, de overheid en de gezinnen (deze laatste enkel voor wat betreft woningen), en de verandering in de voorraden. De uitvoer omvat producten die dienen voor het voldoen aan zowel de finale als de intermediaire vraag in het buitenland.

²² <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2010>

Werkwijze

Om de emissies van Limburg te bepalen, moet in eerste instantie de berekening op Vlaams niveau gebeuren. Het IO-model is immers opgebouwd voor Vlaanderen en laat dus enkel berekeningen toe voor de Vlaamse economie. Eens de cijfers voor Vlaanderen berekend zijn, worden ze verrekend voor Limburg op basis van enkele eenvoudige verdeelsleutels, zoals het BBP en inwoners.

Omdat de scope 1 en 2 emissies voor Limburg op een andere manier berekend worden dan de scope 3 emissies, zijn ter validatie ook de scope 1 en 2 emissies berekend op basis van het milieu-IO-model. De resultaten van deze berekeningen met het IO-model liggen in dezelfde grootteorde als de resultaten die in de voorgaande hoofdstukken zijn gerapporteerd. We kunnen er dus van uitgaan dat de berekeningen van de scope 3 emissies van Limburg met het IO-model een realistische inschatting geven.

Het belangrijkste in de vergelijking van scope 1 en 2 emissies is dat de resultaten van de twee berekeningsmethodes van dezelfde grootteorde zijn: verschillen zijn uiteraard niet uit te sluiten omwille van de verschillen in methodologie. Een absolute vergelijking van de waarden zou dan ook weinig of geen meerwaarde betekenen.

Voor Vlaanderen bestaan de emissies onder scope 3 in het IO-model uit drie grote blokken, namelijk:

- emissies ten gevolge van import uit Brussel en Wallonië (Rest of Belgium, ROB);
- emissies ten gevolge van import uit Europa;
- emissies ten gevolge van import uit de rest van de wereld (Rest of World, ROW).

Op zijn beurt is voor elk van deze blokken de import verder op te delen in:

- Import van **intermediaire goederen**: Vlaamse sectoren importeren goederen van sectoren buiten Vlaanderen om hun productie mogelijk te maken;
- Import van finale goederen: Vlaamse eindgebruikers, zoals huishoudens, importeren ook zelf goederen van buiten Vlaanderen. Deze rechtstreekse import door eindgebruikers dient als invulling van de finale vraag naar **niet-Vlaamse (finale) goederen**;
- Een laatste categorie is de import van goederen rechtstreeks bestemd voor export. Dit is de **doorvoer** van goederen door Vlaanderen.

Onder scope 3 zitten de emissies vervat gerelateerd aan import vanuit alle economische sectoren in het buitenland, met uitzondering van de sector 'Productie en distributie van elektriciteit, gas, stoom en warm water'. Emissies t.g.v. import uit deze sector vallen namelijk onder scope 2.

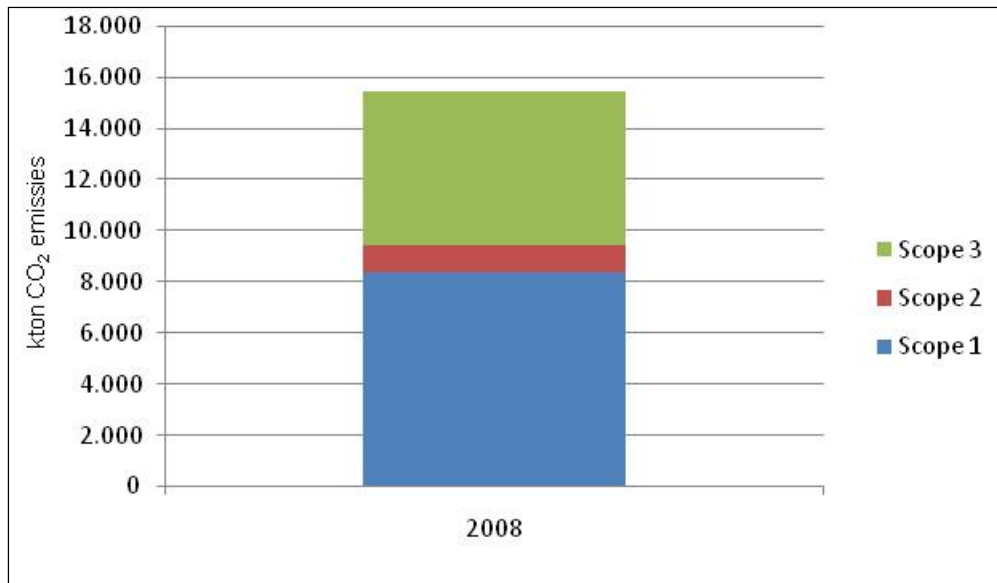
Kijken we op niveau van Limburg naar emissies onder scope 3, dan bestaan die in feite uit 4 grote blokken. Naast de drie blokken die ook voor Vlaanderen gelden, moeten voor Limburg daarnaast ook de emissies ten gevolge van import uit **de rest van Vlaanderen** in rekening worden gebracht. Hiervoor is een inschatting nodig van het totaal van goederen dat Limburg uit de andere Vlaamse provincies importeert, maar ook andersom, de goederen die Limburg produceert en exporteert naar andere Vlaamse provincies. Deze inschatting is echter niet eenvoudig. In de berekeningen hieronder werd met deze rest van Vlaanderen dan ook geen rekening gehouden.

Omdat we in scope 3 alle emissies van import toekennen aan Vlaanderen (en Limburg), moet eenzelfde redenering gevolgd worden voor emissies bestemd voor export. De emissies ten gevolge van productie in Vlaanderen die bestemd is voor export, worden in mindering gebracht onder scope 3, net als de emissies gerelateerd aan doorvoer.

Resultaten

Om de scope 3 emissies van Vlaanderen te vertalen naar scope 3 emissies van Limburg, maken we gebruik van 2 verdeelsleutels:

- cijfers gerelateerd aan de economische sectoren worden verdeeld op basis van de verhouding van het BBP van Limburg t.o.v. het totaal BBP van Vlaanderen, namelijk ca.11%;
- cijfers gerelateerd aan eindgebruikers (in hoofdzaak huishoudens) worden verdeeld op basis van de verhouding van het aantal inwoners in Limburg t.o.v. het totaal aantal inwoners in Vlaanderen, namelijk ca.13,4%.



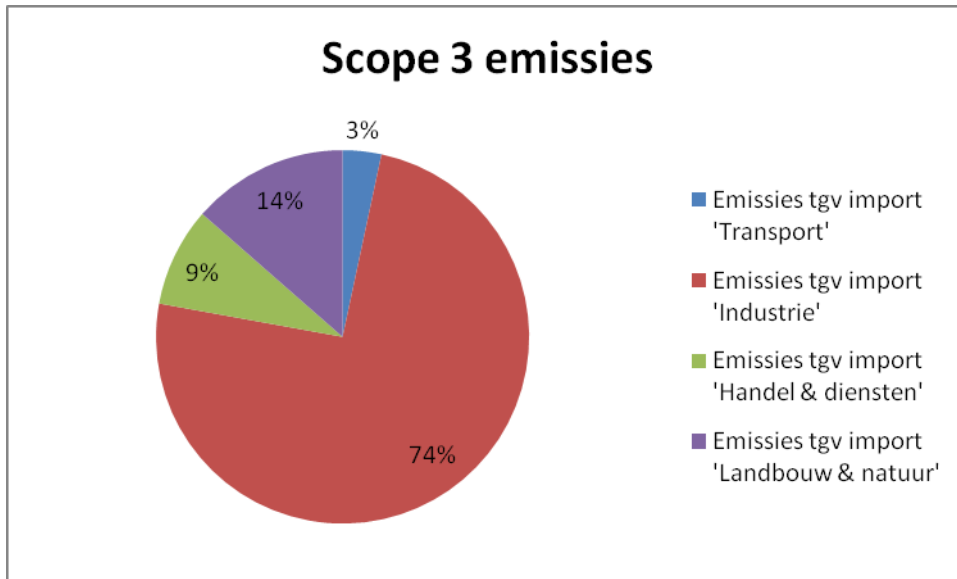
Figuur 9: Overzicht van de scope 1, 2 en 3 emissies (kton CO₂ eq.) in Limburg

De scope 3 emissies kunnen, naar analogie met scope 1, opgesplitst worden in de volgende sectoren:

- industrie;
- transport;
- handel & diensten;
- landbouw & natuur.

Op deze manier kunnen we de geïmporteerde emissies toewijzen aan de activiteiten die ze genereren in het buitenland en krijgen we meer info over welke bronnen een aandachtspunt vormen.

Figuur 9 toont het aandeel van elk van de 4 sectoren in de totale scope 3 emissies voor Limburg.



Figuur 10: Aandeel van sectoren in de scope 3 emissies (kton CO₂ eq.)

De indirecte emissies die het gevolg zijn van activiteiten in de provincie maar waarvan de bronnen zich niet in de provincie bevinden, nl. scope 3 emissies (bijvoorbeeld de emissies geassocieerd aan ingevoerde consumentenproducten) worden geraamd op een grootteorde van om en bij de 6.000 kton CO₂ eq. Het aandeel van deze scope 3 emissies is bijgevolg erg hoog in de provinciale CO₂ voetafdruk, maar wordt omwille van de redenen die in het begin van dit hoofdstuk aangehaald werden niet meegenomen in de scenarioberekeningen.

Economisch gezien wordt de provincie Limburg beschouwd als een exportprovincie: een groot gedeelte van goederen geproduceerd in Limburg geëxporteerd wordt. Het input-outputmodel toont echter aan dat er ecologisch gezien, veel CO₂ geïmporteerd wordt onder de vorm van grondstoffen en producten. Met andere woorden, een exportprovincie heeft ecologisch gezien dus niet altijd een kleinere voetafdruk dan een importprovincie als een groot deel van de grondstoffen van elders aangevoerd wordt.

Scope 3 Vlaanderen	Import uit de rest van België			Import uit Europa			Import uit de rest van de wereld			Totale emissies van import	Totale emissies ~ doorvoer	Emissies gerelateerd aan export van Vlaamse producten	Totaal emissies van import excl. doorvoer en export
	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer				
CH4 (ton)	27.914	19.989	0	366.492	112.452	196992	200.068	32.101	95.882	1.051.890	292.874	139.926	619.090
CO2 (kton)	3.625	2.751	0	36.370	10.617	20388	18.569	5.008	16.867	114.196	37.255	59.438	17.503
N20 (ton)	607	368	0	12.129	5.187	6928	21.986	23.221	33.021	103.446	39.949	16.596	46.901
TOTAAL (kton CO₂-eq.)	4.504	3.361	0	49.147	14.974	27.377	30.123	12.731	29.105	171.320	56.482	67.881	46.957

Tabel 20: Scope 3 emissies (kton CO₂ eq. emissies) voor Vlaanderen, zoals berekend met het Vlaams IO-model

Nulmeting Limburg 2008

Scope 3 Limburg	Import uit de rest van België			Import uit Europa			Import uit de rest van de wereld			Totale emissies van import	Totale emissies ~ doorvoer	Emissies gerelateerd aan export van Limburgse producten	Totaal emissies van import excl. doorvoer en export
	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer	Emissies tgv import door sectoren	Emissies tgv import door huishoudens	Emissies ~ doorvoer				
CH4 (ton)	3.071	2.682	0	40.314	15.087	21669	22.007	4.307	10547	119.685	32.216	15.392	72.077
CO2 (kton)	399	369	0	4.001	1.424	2243	2.043	672	1855	13.006	4.098	6.538	2.369
N2O (ton)	67	49	0	1.334	696	762	2.418	3.116	3632	12.075	4.394	1.826	5.855
TOTAAL (kton CO2-eq.)	495	451	0	5.406	2.009	3011	3.313	1.708	3202	19.596	6.213	7.467	5.916

Tabel 21: Scope 3 emissies voor Limburg, zoals berekend uit de Vlaamse emissies (IO-model) op basis van BBP en aantal inwoners

3.1.7 Het rekeninstrument

Op basis van de resultaten van de nulmeting (zie 3.1.3) werd een gebruiksvriendelijk, eenvoudig rekeninstrument opgesteld in Excel. Het doel van dit rekeninstrument is om de provincie in staat te stellen om de wijziging in emissies te monitoren met een beperkte hoeveelheid aan informatie en inspanningen. Hiertoe werden per deel(bron) een of meerdere indicatoren geselecteerd op basis waarvan de CO₂-emissies in de toekomst kunnen berekend worden. Indicatoren zijn emissieverklarende variabelen zoals het aantal gereden kilometer op hoofdwegen in Limburg, residentieel aardgasverbruik, het aantal dierequivalenten, het energieverbruik in Vlaanderen, ... Op basis van de emissies uit de nulmeting en de waarde van die indicatoren worden emissiefactoren berekend. Tenslotte wordt ook gebruik gemaakt van een aantal parameters, bijvoorbeeld het aandeel van de industrie in Limburg ten opzichte van Vlaanderen. Zowel de berekende basis-emissiefactoren als de parameters worden gedurende een korte periode (2-3 jaar) ongewijzigd verondersteld. Na deze periode dringt er zich een meer gedetailleerde analyse van de eventuele wijziging in parameters en emissiefactoren op.

Om een inschatting te kunnen maken van de betrouwbaarheid en de foutenmarges van de resultaten, wordt de kwaliteit van zowel de methode als de beschikbare gegevens geëvalueerd. De kwaliteitsevaluatie gebeurt op basis van een codering van A tot en met D, volgens dalende kwaliteit.

3.2 De socio-economische nulmeting voor Limburg in 2008

Het streven naar CO₂-neutraliteit kan uiteraard niet losgezien worden van de welvaart van de provincie en het welzijn van haar inwoners. Daarom is het van belang om tevens een vergelijking te kunnen maken van de sociaaleconomische gevolgen van een doorgedreven reductiebeleid ten aanzien van het referentiejaar 2008.

Voor de evaluatie van de sociaaleconomische impact van de verschillende scenario's starten we met een 'nulmeting' van de volgende parameters:

- Bruto Nationaal Product;
- Toegevoegde waarde en tewerkstelling (per sector);
- index voor economische welvaart of Index for Sustainable Economic Welfare (ISEW).

De eerste drie parameters worden besproken in de eerste sectie terwijl de index voor economische welvaart uitgebreid wordt behandeld in de tweede sectie.

3.2.1 Algemeen

Het nationaal product van een land of regio geeft de waarde weer van de economische activiteit van dat land of die regio. Dit aggregaat geeft een coherent beeld van de toestand en de evolutie van de nationale economie. Het kan op drie verschillende manieren bepaald worden, in functie van de gekozen benaderingswijze:

- De *objectieve* methode slaat op de beschrijving van de verwezenlijking van het *object*, d.w.z. van het product. Deze methode vertrekt van de som van de productieve prestaties van de productiefactoren binnen de grenzen van het land over een bepaalde periode - meestal één jaar - en laat toe over te gaan tot de schatting van het *binnenlands product*, het economisch basisaggregaat. Dit bevindt zich aan de basis van het *nationaal product*, oorsprong van het nationaal inkomen.
- De *subjectieve* methode, waarvan het centraal element gevormd wordt door de *subjecten*, d.w.z. de individuen die meegewerkt hebben aan de verwezenlijking van het product, en aan wie het nationaal inkomen toekomt. Deze benadering analyseert dus de *verdeling van het nationaal inkomen*, ten voordele van de eigenaars van de productiefactoren ontstaan.
- De derde methode bestudeert, vanuit het standpunt van de industrie, de manier waarop het nationaal inkomen wordt *uitgegeven*. Hier gaat het dus om de analyse van de *bestedingen van het nationaal inkomen*.

We gaan hier even bondig in op deze verschillende berekeningswijzen. We zetten ook uiteen hoe men de evolutie van het binnenlands en het nationaal product doorheen de tijd kan berekenen.

Binnen de Europese unie gebruikt men het Europees Stelsel van Economische Rekeningen (ESER). Deze werd het meest recent geactualiseerd in 1995 en is grotendeels consistent met de versie uit 1993 van het *United Nations System of National Accounts* (SNA). Momenteel wordt ESER95 herzien om te beantwoorden aan de meest recente update van het SNA²³.

3.2.2 Objectieve methode

Het binnenlands product heeft betrekking op de productieve prestaties in het binnenland verwezenlijkt, los van de nationaliteit of de woonplaats van de productiefactoren die eraan deelnemen.

²³ <http://circa.europa.eu/irc/dsis/nfaccount/info/data/ESA95/en/titelen.htm>

Aan de basis van de waardeschatting van het binnenlands product (in geld uitgedrukt) ligt het begrip *Bruto Toegevoegde Waarde*.

Bruto Toegevoegde Waarde

Elke onderneming vervaardigt goederen en diensten²⁴: de *output*. Dit is het resultaat van de combinatie, in de schoot van een productieproces, van:

(a) goederen en diensten die door andere productie-eenheden werden voortgebracht of uit het buitenland zijn ingevoerd (de *intermediaire input*):

- grondstoffen, halffabrikaten, hulpstoffen, energie,
- diensten van vervoer, publiciteit, verzekering, banken, telefoon en telegraaf, juridische diensten, enz.

(b) diensten van *primaire productiefactoren* die geleverd worden door:

- de ondernemer zelf,
- de werknemers,
- de eigenaars der gebruikte gronden, gebouwen, enz.
- de verstrekkers van roerend kapitaal: aandeelhouders, obligatiehouders en andere geldschietters.

Het verschil tussen de waarde van de output en deze van de intermediaire input, wordt de **bruto toegevoegde waarde** genoemd. Het gaat hier om de waarde die door de primaire productiefactoren in de beschouwde productie-eenheid aan de verbruikte intermediaire goederen en diensten werd toegevoegd. De bruto toegevoegde waarde is dus een maat voor de productieve activiteit van deze productiefactoren.

We nemen de bruto toegevoegde waarde als maatstaf omdat deze toelaat om dubbeltellingen te vermijden: aldus is de berekening van het binnenlands product onafhankelijk van de mate van verticale integratie²⁵ van de economie.

Stel dat de economie volledig is samengesteld uit één enkele autofabrikant en zijn toeleveranciers. De omzet van de autofabrikant is 2.5 € en de waarde van de productie van de toeleveranciers is 2 € (dus, de som geld beschikbaar voor de primaire productiefactoren van de autofabrikant is 0.5 €). Indien we voor de berekening van de binnenlandse productie de toegevoegde waarde als maatstaf nemen, is het duidelijk dat de binnenlandse productie gelijk is aan de omzet van de autofabrikant: 2.5 €. Stel nu dat we in plaats daarvan de som van de omzetten als maatstaf nemen. Dan is het binnenlands product gelijk aan 4.5 €. Indien de autofabrikant echter zijn toeleveranciers opkoopt, zou het binnenlands product ineens met 2 € zakken, hoewel de productie ongewijzigd is gebleven! De omzet gebruiken als indicator van de totale productie zou dus leiden tot belangrijke inconsistenties.

De **bruto toegevoegde waarde** wordt het gemakkelijkst geschat **tegen marktprijzen**: de gekochte en de verkochte goederen en diensten worden gewaardeerd tegen de door de koper betaalde prijs, dus inclusief alle indirecte belastingen die ter gelegenheid van de verkoop geheven worden (belasting op de toegevoegde waarde, toltarieven, accijnzen, enz.). Verder zijn deze marktprijzen ook nog beïnvloed door:

- een tweede reeks indirecte belastingen die de kostprijs hebben verhoogd, bijvoorbeeld de belasting op de motorvoertuigen, op de drijfkracht, enz.
- de subsidies die een prijsverlagend effect hebben.

²⁴ Moderne economen beschouwen elke activiteit die leidt tot het scheppen van nut als 'productie'. De nationale rekeningen beperken zich dus niet tot industriële productie. Ze beperken zich wel tot producten en diensten die op een markt worden verhandeld.

²⁵ De graad van verticale integratie geeft weer in hoeverre de opeenvolgende activiteiten die leiden tot de productie van een consumptiegoed geïntegreerd zijn in dezelfde onderneming.

Worden van de bruto toegevoegde waarde de totale indirecte belastingen afgetrokken en de subsidies bijgeteld, dan bekomt men de **bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen** die een meer getrouwe maatstaf is voor de productieve activiteit van de primaire productiefactoren.

Men kan aldus de volgende relatie opstellen:

$$(BrutoTW)_m = (BrutoTW)_b + T^{ind} - U$$

De aldus gecreëerde bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen moet de productie-eenheid in staat stellen om:

- de nodige afschrijvingen te verrichten, voor fysieke sleet en veroudering; m.a.w. sommen te voorzien om het productie-apparaat in stand te houden²⁶. Trekt men van de Bruto TW de totaliteit van deze sommen, voorzien voor de afschrijvingen af, verkrijgt men de *netto toegevoegde waarde* (tegen marktprijzen of tegen basisprijzen);
- de primaire productiefactoren te vergoeden voor de gepresteerde diensten (zie b hierboven), d.w.z:
 - lonen, inclusief de bijdragen voor sociale zekerheid,
 - te betalen huur en interesten,
 - ondernemingswinsten, al dan niet uitgekeerd aan de rechthebbenden.

Opmerkingen

- Alles wat werd geproduceerd in een gegeven jaar is niet noodzakelijk verkocht in de loop van het jaar of de omzet van het jaar is niet altijd geput uit de productie van dat jaar. Een toename (in waarde) van de voorraden moet dus bij de omzet worden bijgeteld en een afname (in waarde) van de voorraden moet dus van de omzet worden afgetrokken.
- De waarde van de productie van de overheidsdiensten kan niet worden berekend door de marktprijzen, vermits de geleverde goederen en diensten *gratis* ter beschikking van de andere sectoren en van de gezinnen worden gesteld. Men gaat dan ook over tot de schatting van deze productie langs haar kosten, d.w.z. de functioneringskosten van de overheidsdiensten om. Het gaat dan vooral om de door de overheid betaalde inkomens (met inbegrip van de bijdragen aan de Sociale Zekerheid), de economische kapitaalafschrijvingen van de Staat en de huren.
- Het BBP heeft alleen betrekking op goederen en diensten die tijdens het betrokken jaar geproduceerd zijn. Verkochte tweedehandsproducten maken er geen deel van uit.

²⁶ Boekhoudkundig zijn afschrijvingen sommen die elk bedrijf jaarlijks moet aftrekken van de winst. De som van de afschrijvingen over de verwachte levensduur van de machine moet gelijk zijn aan de aankoopprijs van de machine. Vermits deze som wordt afgetrokken van de winst, is ze niet beschikbaar voor de aandeelhouders of voor de belastingen en blijft ze in het bedrijf. Op deze manier wordt het kapitaal van het bedrijf in stand gehouden.

Het Bruto Binnenlands Product

Definitie: Het Bruto Binnenlands Product is de som van de bruto toegevoegde waarden, tegen marktprijzen bijvoorbeeld, van alle bedrijfstakken en dienstverlenende sectoren gedurende een gegeven periode (meestal ene jaar). Het binnenlands product vertegenwoordigt dus het in geld uitgedrukt resultaat van de binnenlandse productieve activiteit. Door het optellen van de toegevoegde waarden worden alle dubbeltellingen uitgeschakeld. Er wordt hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de bijdragen die geleverd worden door de ingezetenen en de bijdragen die geleverd worden door niet-ingezetenen.

Op basis hiervan kan men dan overgaan tot het berekenen van het nationaal product.

Definitie: Het **nationaal product** is het totaal van de gedurende één jaar geproduceerde goederen en diensten, na uitschakeling van alle dubbeltellingen, met de uitsluitende medewerking van de nationale productiefactoren²⁷, ongeacht of de productieve activiteit waaraan zij deelnemen in het binnenland dan wel in het buitenland plaatsgrijpt.

Om van het bruto binnenlands product tegen marktprijzen tot het **bruto nationaal product tegen marktprijzen**, $(BNP)_m$ over te gaan moet men dus:

- aftrekken, alle aan het buitenland betaalde factorinkomens: interesten en dividenden betaald aan buitenlandse beleggers en investeerders, lonen en waarden aan gastarbeiders, enz.;
- bijtellen, de van het buitenland ontvangen factorinkomens: opbrengst van beleggingen en investeringen in het buitenland, lonen en waarden van grensarbeiders die in de omliggende landen werken, enz.

Indien we uit het bruto nationaal product tegen marktprijzen het totaal van de indirecte, kostprijsverhogende belastingen halen en de subsidies bijtellen dan bekomt men het **bruto nationaal product tegen basisprijzen**: $(BNP)_b$.

We kunnen dus schrijven:

$$(BNP)_m = (BNP)_f + T^{ind} - U$$

Haalt men uit het $(BNP)_m$ of uit het $(BNP)_f$ het totaal van de sommen voorzien voor de afschrijvingen (A) dan bekomt men respectievelijk **het netto nationaal product tegen marktprijzen of tegen basisprijzen**.

$$(BNP)_m = (NNP)_m + A = (NNP)_b + T^{ind} - U + A$$

Het $(NNP)_b$ wordt meestal het **nationaal inkomen** genoemd.

Het onderscheid tussen binnenlands product en nationaal product is vooral belangrijk indien er veel pendelarbeid bestaat vanuit en/of naar de beschouwde regio, of wanneer er belangrijke kapitaalstromen bestaan vanuit en/of naar de beschouwde regio. Dit brengt met zich mee dat dit onderscheid relatief belangrijk kan zijn voor een relatief kleine regio, zoals een Belgische provincie. We zullen hier later nog op terugkomen.

²⁷ Dit wil zeggen de productiefactoren die in het land verblijven, onafhankelijk van de nationaliteit.

3.2.3 Subjectieve methode

Vermits de verwezenlijking van het nationaal product samengaat met het creëren van het nationaal inkomen, beschouwt de subjectieve methode de in monetaire eenheden uitgedrukte inkomens, die over een bepaalde periode - meestal een jaar -, uitbetaald worden aan degenen die in het land (regio) verblijven²⁸ en die dit inkomen verdienen hebben dank zij hun productieve prestaties, onafhankelijk van de plaats waar die productie plaats vond (in binnen- of in buitenland).

Het nationaal inkomen wordt dus bepaald door OPTELLING van:

- a) het inkomen uit bezoldigde arbeid (lonen en wedden), met inbegrip van de inkomens in natura in monetaire eenheden uitgedrukt, VOOR aftrekking van de directe belastingen, en met inbegrip van de door de werknemers, werkgevers en overheid betaalde bijdragen aan de Sociale Zekerheid.
- b) het ondernemersinkomen van de zelfstandigen en van de personenvennootschappen (zelfstandigen in land-, tuin en bosbouw, vrije beroepen, handelaars en ambachtslui);
- c) het inkomen uit vermogen toevloeiend aan particulieren (interesten, werkelijk betaalde of toegeschreven huurlonen, dividenden, tantièmes, giften); men trekt er de bedrijfslasten van af (afschrijvingen, onderhoud, hypothecaire interesten);
- d) de reserveringen van de vennootschappen met inbegrip van de directe belastingen van de vennootschappen van alle juridische vormen;
- e) het inkomen uit vermogen en het ondernemersinkomen toevloeiend aan de overheid (toegerekende netto-huur, interesten, dividenden, winsten);
- f) MINUS de interest van de overheidsschuld en op het krediet aan particulieren.

Het aldus bekomen totaal vertegenwoordigt de waarde van het geheel van de aan de in het land verblijvende productiefactoren toekomstige inkomens; dit wordt het **netto nationaal product tegen factorkosten** $(NNP)_f$ genoemd, of nog nationaal inkomen (Y) .

Hieruit kan eveneens het **(BNP)_m** afgeleid worden door rekening te houden met de voor de afschrijvingen voorziene bedragen, met de indirecte belastingen en met de subsidies:

$$(BNP)_m = \underbrace{Y + A}_{(NNP)_f} + T^{ind} - U$$

Zoals we het nationaal inkomen Y hierboven gedefinieerd hebben komt het overeen met het $(NNP)_f$.

Commentaar

- Merk op dat slechts rekening mag gehouden worden met de inkomens die werkelijk betaald worden als vergoeding voor een productieve prestatie. Transfers, zoals de directe belastingen en de uitkeringen aan de gezinnen (familiale toelagen, werkloosheidssteun, invaliditeitsuitkeringen, enz.) komen dus niet tussen in de berekeningen.
- Om dezelfde reden wordt de op de overheidsschuld betaalde interesten aan particulieren en bedrijven ook niet meegerekend omdat verondersteld wordt dat zij niet de betaling vormen voor een in de beschouwde periode verrichte *productieve* dienst- de overheid gebruikt immers in het algemeen het overheidsdeficit niet alleen voor de financiering van de investeringen van de overheid, maar ook gedeeltelijk voor de financiering van de lopende uitgaven. Dit bedrag moet afgetrokken worden van het nationaal inkomen omdat deze betaling reeds is begrepen in het inkomen uit vermogen toevloeiend aan particulieren. Interesten uitbetaald door ondernemingen

²⁸ Nogmaals, onafhankelijk van hun nationaliteit.

maken daar wel deel van uit, omdat verondersteld wordt dat ondernemingen leningen aangaan voor productieve doeleinden.

- Om dezelfde reden worden ook de interesten voor consumptiekrediet van de gezinnen afgetrokken van het nationaal inkomen.

3.2.4 Besteding van het nationaal inkomen

Bekeken vanuit het oogpunt van de nationale productiesectoren zullen de door hen verwezenlijkte finaalgoederen en diensten alsmede deze die ingevoerd worden ofwel in het binnenland, ofwel in het buitenland een bestemming vinden. We kunnen dus schrijven dat:

$$(BBP)_m + \text{Import} = (\text{Bruto Binnenlandse Bestedingen})_m + \text{Export}$$

of

$$(BBP)_m = (BBB)_m + \text{Export} - \text{Import}$$

Teneinde het $(BNP)_m$ te verkrijgen dient rekening gehouden te worden met de aan het buitenland betaalde factorinkomens en met de in het buitenland verdiende factorinkomens. De aggregaten "uitvoer + de in het buitenland verkregen factorinkomens" en "invoer + de aan het buitenland betaalde factorinkomens" worden respectievelijk weergegeven door X en M die op hun beurt de totale uitvoer en de totale invoer in de ruime betekenis van het woord voorstellen.

Hieruit volgt dan de volgende betrekking:

$$(BNP)_m = (BBB)_m + X - M$$

De bruto binnenlandse besteding kan in drie belangrijke categorieën ingedeeld worden:

- a) Een deel van het nationaal productievermogen wordt besteed aan de productie van goederen en diensten die bestemd zijn voor de **consumptie van de gezinnen: C**. Men trekt er echter de uitgaven van de niet-ingezetenen in België van af. Merk op dat in België de aankoop van duurzame goederen (wagen, eigen woning...) door particulieren niet wordt beschouwd als een investering, maar als een consumptieve uitgave. Strikt genomen is dit niet correct (een wagen wordt niet geconsumeerd in het jaar van de aankoop maar over de totale levensduur) en in sommige andere landen bestaan er andere conventies.
- b) Een belangrijk deel van de productieve inspanning van de nationale gemeenschap wordt bovendien geconsumeerd door de overheid: de **lopende overheidsbestedingen van goederen en diensten G** - de overheidsinvesteringen maken hier geen deel van uit!
- c) Een ander deel van de productiemogelijkheden is besteed aan de kapitaalvorming d.w.z. aan de productie van nieuwe kapitaalgoederen: gebouwen, machines en werktuigen. Het gaat hier om de **bruto besteding voor investeringsdoeleinden I_b**. Merk op dat zowel overheids- als de privé-investeringen hierbij worden gerekend. Bij de investeringen worden ook de schommelingen in de voorraden geteld.

De bruto investeringen I_b splitsen zich in twee gedeelten:

- de **vervangingsinvesteringen**, om het productieapparaat in stand te houden, en die dus gefinancierd worden door de afschrijvingen A. Men zal dus de waarde van de vervangingsinvesteringen schatten aan de hand van de geboekte afschrijvingen. Dit is echter niet volledig correct. Inderdaad, ten gevolge van de technologische vooruitgang, bestaan er geen « zuivere » vervangingsinvesteringen : een versleten machine zal in het algemeen vervangen worden door een meer performant model.

- de **netto-investeringen** I_n : creatie van nieuwe duurzame kapitaalgoederen.

Noteer dat, indien de bruto-investeringen kleiner zijn dan de afschrijvingen, we te maken hebben met een "desinvestering":

$$I_b = A + I_n (+\Delta\text{Stocks})$$

De methode van de besteding van het nationaal inkomen wordt dan uiteindelijk voorgesteld door de betrekking:

$$(\text{BNP})_m = C + G + I_b + (X - M)$$

3.2.5 Beschikbaar inkomen van de gezinnen

Nu kunnen we het begrip beschikbaar inkomen van de gezinnen invoeren. Een deel van het inkomen van de gezinnen vloeit terug naar de staat onder de vorm van directe belastingen (in de brede zin, dus met inbegrip van de bijdragen aan de Sociale Zekerheid) - TA - en een deel van de inkomsten van de gezinnen is samengesteld uit transfers - TR - van de overheid. Het **beschikbare inkomen van de gezinnen**- YD - is dus gelijk aan het inkomen plus de transfers min de belastingen.

$$YD = Y + TR - TA$$

Dat beschikbare inkomen wordt aan de consumptie en aan het sparen besteed.

3.2.6 Vergelijkbaarheid door de tijd

In de socio-economische evaluatie dienen we kosten en baten met elkaar te vergelijken die plaatsvinden op verschillende tijdstippen. Aangezien het algemeen prijspeil binnen een land de neiging heeft om doorheen de tijd te veranderen, moeten we hier een correctie uitvoeren.

Dit zal gebeuren aan de hand van de **deflator van het binnenlands product**.

Deze deflator wordt bekomen door het nominaal Bruto binnenlands product (dit wil zeggen, het BBP uitgedrukt in lopende prijzen) te delen door het reëel BBP (dit wil zeggen, het BBP uitgedrukt in de constante prijzen van een gegeven basisjaar).

De groei van de deflator van het BBP geeft dus een idee van de "gemiddelde" prijswijzingen van de goederen en diensten die binnen een bepaald grondgebied worden geproduceerd – dit is niet hetzelfde als de index van de consumptieprijzen, die alleen kijkt naar de prijzenevolutie van de "gemiddelde" korf aan goederen en diensten die door de gezinnen wordt geconsumeerd.

Omdat de kosten in het MilieuKostenModel worden uitgedrukt in prijzen van 2007, zullen we, in wat volgt, alle prijzen omzetten in constante prijzen van 2007. Voor de groeicijfers van de BBP deflator tot 2007 maken we gebruik van gegevens van BelgoStat Online²⁹. Voor de groeicijfers vanaf 2007 tot 2015 maken we gebruik van de schattingen en de projecties van het Federaal Planbureau (2010).

Voor de periode 2016-2020 gaan we er (indien nodig) van uit dat de gemiddelde groei van de BBP deflator tussen 2009-2015 zich ook zal doorzetten in de periode 2016-2020.

²⁹ <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=221000058%7C910000082&Lang=N>

Dit alles wordt samengevat in Tabel 22.

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010-2020
2	2	2,2	2,3	2,2	2,3	1,8	1,1	1,6

Tabel 22: Aangenomen groeicijfers van de BBP deflator

Tenslotte gaan we er van uit dat de deflator van het BBP tussen 2000 en 2005 is gegroeid met 10,2%³⁰.

3.2.7 Tewerkstelling en toegevoegde waarde

Op 22 juni 2010 heeft het Federaal Planbureau ons de macro-economische projecties voor Limburg overgemaakt die zij hadden opgesteld in het kader van MIRA-S 2009. Deze hadden betrekking op volgende reeksen: werkgelegenheid, toegevoegde waarde en productie.

Zoals uitgelegd in sectie 3.2.2, is de “**productie**” van een sector geen betekenisvolle macro-economische indicator – het aggregeren van deze grootheid leidt immers tot dubbeltellingen. Daarom wordt deze indicator *niet* verder beschouwd in de analyse.

De cijfers met betrekking tot de **werkgelegenheidsprojecties** en **toegevoegde waarde** worden hernomen in Tabel 23.

³⁰ http://stabilityprogramme.be/nl/Environment_outlook.htm

	Werkgelegenheid	Toegevoegde waarde (miljoen EUR tegen constante prijzen van 2000)	Toegevoegde waarde (miljoen EUR tegen constante prijzen van 2007)
Landbouw	8.108	241	271
Energie	1.334	210	237
Intermediaire goederen	21.934	1532	1729
Uitrustingsgoederen	14.686	1365	1541
Verbruiksgoederen	20.713	1357	1531
Bouw	23.682	1251	1412
Vervoer en communicatie	17.604	924	1043
Handel en horeca	55.284	1999	2256
Krediet en verzekeringen	4.535	445	502
Overige marktdiensten	59.369	3751	4233
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	35.248	1229	1388
Niet-marktdiensten	54.110	2169	2448
Totaal	316.607	16472	18591

Tabel 23: Limburgse werkgelegenheid (aantal personen) en bruto toegevoegde waarde per HERMES-bedrijfstak zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties³¹;

Merk op dat de cijfers van het Federaal Planbureau uitgedrukt zijn in EUR van 2000 - om consistent te blijven met de rest van de analyse hebben we deze omgerekend in EUR van 2007.

3.2.8 SISEW

De berekeningswijze van de traditionele indicator van economische welvaart en sociale vooruitgang, het Bruto Binnenlands Product, wordt gekenmerkt door een aantal limieten en beperkingen waardoor economische welvaart niet altijd gepaard gaat met een toename in maatschappelijk welzijn. Toonaangevende economen en sociologen geven daarom aan dat de tijd is aangebroken om een shift door te voeren van het meten van productie naar het meten van het maatschappelijk welzijn en welbevinden (Stiglitz et al. 2009). De ISEW vormt een van de alternatieven voor het Bruto Binnenlands Product (BBP) als indicator voor het maatschappelijk welzijn. Aangezien de maatschappelijke impact van een transitie naar een koolstofarme provincie significant is, werd er in deze studie geopteerd om de ISEW te berekenen voor de provincie Limburg. De beschikbaarheid van relevante data is op dit moment een knelpunt. Hierdoor kon er enkel gewerkt worden met een vereenvoudigde vorm van de ISEW, de simplified ISEW of SISEW waardoor de meerwaarde ervan nog niet ten volle benut kon worden.

ISEW staat voor Index for Sustainable Economic Welfare (Index voor Duurzame Economische Welvaart) en vormt een van de mogelijke alternatieven voor het Bruto

³¹ Bron: persoonlijke communicatie van het Federaal Planbureau

Binnenlands Product (BBP) als indicator voor het maatschappelijk welzijn³². Alle samenstellende delen van de ISEW worden in monetaire waarden uitgedrukt en worden geaggregeerd tot een enkele numerieke waarde (in dit geval in miljoen Euro).

Recent werd de ISEW berekend voor België voor de periode 1970-2006. Daarbij werd uitgegaan van de volgende definitie (Bleys, 2009):

ISEW = Persoonlijke consumptieve uitgaven (1) - Welvaartsverlies door inkomensongelijkheid (2) + Waarde van huishoudelijke arbeid (3) + Niet - defensieve openbare uitgaven (4) - Defensieve privé-uitgaven (5) ± Kapitaalaanpassingen (6) - Kosten van milieu degradatie (7) - Waardevermindering van milieukapitaal (8) - indicator natuurwaarden (9)

Het valt hierbij op dat deze definitie meerdere componenten herneemt van de vraagzijde van het BBP (zie sectie 3.2.4), maar ook een reeks termen aftrekt van het 'conventioneel' BBP.

Voor we overgaan tot een detailbespreking van de ISEW wensen we te wijzen op een aantal belangrijke beperkingen van deze indicator:

- er bestaat nog geen internationaal standaardmethodologie voor de berekening van de ISEW;
- de ISEW is niet gebaseerd op een allesomvattend theoretisch kader;
- kleine veranderingen in de waarderingsmethodes kunnen een significante impact hebben op de waarde van de index;
- de methodologie bevat op dit moment een aantal subjectieve elementen. Voor een toepassing op provinciaal niveau hebben we bovendien meerdere lacunes in de data moeten opvullen aan de hand van aannames;
- de datavereisten voor de berekening van de ISEW zijn zeer hoog. Zelfs voor de berekening van een ISEW op Belgisch niveau heeft men vaak gebruik moeten maken van extrapolaties van internationale studies.

Om het probleem van de grote datavereisten op te vangen, wordt er gewerkt met een vereenvoudigde (Simplified) index voor economische welvaart (SISEW).

Bij de berekening van een SISEW worden bepaalde termen weggelaten uit de ISEW. Ook hier bestaat geen algemeen aanvaarde werkwijze, maar berekeningen die reeds werden gemaakt voor België toonden aan dat de SISEW in de periode 1970-2006 een gelijke trend volgde dan de ISEW. Onder zeker voorbehoud kan daarom worden aangenomen dat de SISEW een instrument is dat nog voldoende de richting aangeeft van evoluties die de ISEW volgt. Voor de keuze van indicatoren die worden weerhouden in de SISEW, werd uitgegaan van drie varianten die voor de berekening van een SISEW voor Nederland werden berekend . We geven voor elke variante van de SISEW de termen waarmee geen rekening wordt gehouden:

- **SISEW1**: de persoonlijke uitgaven om vervuiling terug te dringen, auto-ongelukken, de kosten verbonden aan geluidsoverlast, de correcties voor duurzame consumptiegoederen en het verlies aan landbouwgrond.
- **SISEW2**: alle termen waar in SISEW1 geen rekening mee wordt gehouden PLUS de privé-uitgaven voor gezondheidszorg en onderwijs; de kosten van watervervuiling
- **SISEW3**: alle termen waar in SISEW2 geen rekening mee wordt gehouden PLUS de kosten verbonden aan het pendelen en de veranderingen in de netto buitenlandse schulden.

³² Zie bijvoorbeeld Sjak Smulders (2008), "Green National Accounting" in: S. Durlauf and L. Blume (eds) The New Palgrave Dictionary of Economics, 2nd edition

Zelfs voor de berekening van de SISEW blijkt dat de datavereisten relatief hoog blijven. Voor deze studie werd voornamelijk op basis van de beschikbaarheid en relevantie van cijfers voor Limburg een 'hybride' SISEW berekend. Tabel 24 vat samen welke termen uit de ISEW in deze studie werden berekend. Verderop wordt in detail uitgelegd waarom bepaalde termen niet berekend zijn en hoe de berekeningen zijn uitgevoerd voor de termen die wel meegenomen zijn.

ISEW	SISEW 3 (gekozen voor deze studie)
Persoonlijke consumptieve uitgaven	Ja
- Welvaartsverlies door inkomensongelijkheid	Neen
+ Waarde van huishoudelijke arbeid	Ja
+ Niet –defensieve openbare uitgaven	Ja
- Defensieve privé-uitgaven	Neen
± Kapitaalaanpassingen	Ja
– Kosten van milieu degradatie	Alleen lucht en klimaat
– Waardevermindering van milieukapitaal	Neen
– Indicator natuurwaarden	Neen

Tabel 24: ISEW en SISEW3

3.2.9 Persoonlijke consumptieve uitgaven

Gegevens met betrekking tot de consumptieve bestedingen van de gezinnen zijn beschikbaar op nationaal vlak. De consumptieve bestedingen van de gezinnen worden momenteel echter nog niet regionaal verdeeld. Onderzoek hieromtrent werd recent opgestart, maar resultaten dienen niet verwacht te worden vóór 2011³³.

Voor deze term zullen we dus moeten werken met aannames met betrekking tot de regionale verdeling over de provincies. We gebruiken daarvoor de volgende macro-economische consumptiefunctie die Heylen voor België heeft geschat (Heylen, 2004):

Beschouwde periode	Geschatte relatie	R ²
1970-2002	$C = -4.91 + 0.57 * Y_D + 0.037 * NGDEBT + 0.065 * KAP$	0.992

waarbij:

- C: de reële private consumptie
- Y_D: het reëel beschikbaar gezinsinkomen (zie sectie 3.2.5)
- NGDEBT: uitstaande reële netto-overheidsschuld
- KAP: de reële kapitaalvoorraad van de bedrijven

NGDEBT en KAP worden gebruikt als proxy voor het financieel vermogen aangehouden door de gezinnen, welke volgens de macro-economische theorie een van de determinanten is van de consumptie.

We kunnen deze vergelijking uitdrukken in per capita termen, waarbij N de totale bevolking is:

$$\text{Limburgs: } C_{\text{Prov}}/N_{\text{Prov}} = -4.91/N_{\text{Prov}} + 0.57 * Y_{D\text{Prov}}/N_{\text{Prov}} + 0.037 * NGDEBT_{\text{Prov}}/N_{\text{Prov}} + 0.065 * KAP_{\text{Prov}}/N_{\text{Prov}}$$

$$\text{Nationaal: } C_{\text{Nat}}/N_{\text{Nat}} = -4.91/N_{\text{Nat}} + 0.57 * Y_{D\text{Nat}}/N_{\text{Nat}} + 0.037 * NGDEBT_{\text{Nat}}/N_{\text{Nat}} + 0.065 * KAP_{\text{Nat}}/N_{\text{Nat}}$$

³³ Persoonlijke communicatie van de Nationale Bank.

Aangezien we geen provinciale gegevens hebben over het vermogen aangehouden door de gezinnen, gaan we uit van de hypothese: $NGDEBT_{Prov}/N_{Prov} = NGDEBT_{Nat}/N_{Nat}$ en KAP_{Prov}/N_{Prov} en KAP_{Nat}/N_{Nat} .

Hieruit volgt dat:

$$C_{Prov}/N_{Prov} - C_{Nat}/N_{Nat} = -4.91/N_{Prov} + 4.91/N_{Nat} + 0.57*Y_{DProv}/N_{Prov} - 0.57*Y_{DNat}/N_{Nat}$$

en dus:

$$C_{Prov} - C_{Nat} * N_{Prov}/N_{Nat} = -4.91 + 4.91 * N_{Prov}/N_{Nat} + 0.57*Y_{DProv} - 0.57*Y_{DNat} * N_{Prov}/N_{Nat}$$

of nog:

$$C_{Prov} = C_{Nat} * N_{Prov}/N_{Nat} + 4.91 * (N_{Prov} - N_{Nat})/N_{Nat} + 0.57*(Y_{DProv} * N_{Nat} - Y_{DNat} * N_{Prov})/N_{Nat}$$

De consumptieve bestedingen van de gezinnen op provinciaal niveau kunnen dus voor het basisjaar geschat worden als we beschikken over volgende gegevens:

- de consumptieve bestedingen op nationaal (of gewestelijk) niveau – (zie Tabel 25).
- Het aantal inwoners op nationaal (of gewestelijk) en provinciaal vlak - zie Tabel 26.
- Het beschikbaar inkomen per inwoner op nationaal (of gewestelijk) en provinciaal vlak – zie Tabel 27.

31/12/2008	168847,1
-------------------	----------

31/12/2007	167110,4
-------------------	----------

Tabel 25 : Consumptieve bestedingen van de huishoudens (P.3) op nationaal vlak, ramingen in volume 1 (miljoenen euro's, kettingeuro's, referentiejaar 2007)³⁴

	Limburg	België	Vlaanderen
2007	820272	10584534	6117440
2008	825681	10655423	6153716
2009	831237	10730029	6191638
2010	836916	10807396	6230774
2011	842589	10886032	6270418
2012	848241	10965473	6310317
2013	853796	11044878	6350044
2014	859203	11123330	6389141
2015	864398	11199756	6426844
2016	869297	11273037	6462352
2017	873900	11342907	6495556
2018	878252	11410523	6527374
2019	882355	11475668	6557758
2020	886199	11538332	6586713

Tabel 26 : Bevolking op 1 januari, Bron : Federaal Planbureau³⁵

³⁴ <http://www.nbb.be/belqostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=82000025|910000082&Lang=N>

³⁵ http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=46&IS=79&ID=26&DB=DEMOG

	Vlaams Gewest	Limburg	Het Rijk
31/12/2007	18563,6	16982,6	17518,6

Tabel 27 : Beschikbaar inkomen per inwoner in EUR, in lopende prijzen. Bron: BelgoStatOnline³⁶

Aangezien de meest recente gegevens met betrekking tot het beschikbaar inkomen per inwoner betrekking hebben op 2007, zullen we 2007 als basisjaar nemen.

Voor 2007 bekomen we dan:

$$C_{\text{Prov}} = (167110,4 * 820272/10584534 * 10^6 + 4,91 * (820272 - 10584534) / 10584534 + 0,57 * (16982,6 * 10584534 - 17518,6 * 820272) / 10584534) / 10^6 \text{ miljoen EUR}$$

$$= 12.700 \text{ miljoen EUR}$$

Voor 2008 gaan we uit van een jaarlijkse toename van de reële consumptieve bestedingen met 1,2% ten opzichte van 2007 (Tabel 2), welke overeenkomt met het nationaal gemiddelde.

Dit wordt weergegeven in Tabel 28, in EUR van 2007.

jaar	Cprov (miljoen EUR2007)
2007	12.700
2008	12.852

Tabel 28 : Consumptieve uitgaven gezinnen in Limburg 2007-2008 (EUR van 2007)

3.2.10 Correctie voor inkomensongelijkheid

In de standaardberekeningen van de (S)ISEW wordt de term "persoonlijke consumptieve uitgaven" gecorrigeerd voor **inkomensongelijkheid** teneinde er rekening mee te houden dat een zelfde hoeveelheid geld meer bijdraagt aan het welzijn van een arm huishouden dan aan het welzijn van een rijk huishouden. Voor de Belgische ISEW wordt daarbij gebruik gemaakt van de zogenaamde Atkinson index. In deze studie wordt deze correctie niet gebruikt, om volgende redenen:

- Bij de berekening van deze index moeten de voorkeuren met betrekking tot inkomens(her)verdelingen expliciet geformuleerd worden. Dit betekent dat de berekening van deze index een expliciet politiek waarde-oordeel inhoudt.
- Voor de meest recente jaren werd gebruik gemaakt van de data van OASeS37. Qua geografische differentiatie gaan deze gegevens niet verder dan het niveau van de Gewesten. Het is niet duidelijk in welke mate gegevens beschikbaar zijn die zouden toelaten om rekening te houden met de specifieke Limburgse situatie. Hetzelfde probleem stelt zich met betrekking tot de toekomstprojecties.
- De inkomensongelijkheid binnen een land of regio is weliswaar een relevant macro-economisch gegeven, maar deze moet apart geëvalueerd worden, en niet op dezelfde noemer gebracht worden als het gemiddeld inkomen: beide grootheden meten fundamenteel andere zaken.

³⁶ <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=793000088|910000082&Lang=N>

³⁷ http://www.ua.ac.be/main.aspx?c=*OASES

3.2.11 Waarde van de goederen en diensten geproduceerd door huishoudens:

Third man criterion

Bij de berekening van de waarde van de goederen en diensten geproduceerd door huishoudens gaat men in de ISEW voor België uit van het "third man criterion": huishoudelijke arbeid heeft betrekking op deze activiteiten die door een derde kunnen uitgevoerd worden (bezoldigd of onbezoldigd) zonder de resultaten te veranderen (Bleys, 2009). Deze werkwijze wordt ook in deze studie gevolgd.

Deze arbeid wordt daarom gewaardeerd:

- op basis van de geleverde inputs (uren gepresteerde arbeid), en niet op basis van de (niet waargenomen) productie (zoals aantal klaargemaakte maaltijden).
- tegen de marktprijzen van huishoudelijke arbeid

Voor het gepresteerd aantal uren huishoudelijke arbeid maken we gebruik van het Tijdsbestedingsonderzoek van Glorieux et al. (2004).

We hebben deze opgesplitst naar gelang de arbeidssituatie van de betrokkene, teneinde er rekening mee te houden dat deze in Limburg kan afwijken van het Belgische gemiddelde.

We gaan er van uit dat alleen activiteit 2 "huishoudelijk werk" uit Tabel 11 beantwoordt aan het "third man criterion".

Arbeidssituatie	studerend, schoolgaand	deeltijds werkend	voltijds werkend	niet- werkend	gepensioneerd
1 Werk	163	1438	2287	92	42
2 Huishoudelijk werk	314	1354	798	1676	1574
3 Kinderzorg	38	236	144	235	69
4 Opleiding	1485	39	48	105	44
5 Slapen en rusten	3770	3611	3515	3898	3832
6 Persoonlijke verzorging	902	916	860	1021	1051
7 Sociale participatie	858	556	493	769	707
8 Vrije tijd	1839	1302	1360	1864	2328
9 wachten	41	9	9	13	5
10 onderweg	595	531	487	307	323
11 overige	69	80	73	94	100

Tabel 29 : Tijdbesteding in minuten per week per respondent volgens Glorieux; referentiejaar 2004³⁸

³⁸ <http://www.tijdsonderzoek.be/flash/index.html>

Onderverdeling op basis van arbeidssituatie

De gegevens in Tabel 29 moeten dan gecombineerd worden met volgende gegevens:

- In 2006-2007 waren er 164.355 Limburgers ingeschreven in het voltijds onderwijs (ERSV-Limburg). Deze cijfers verwijzen naar de woonplaats van de betrokkene, niet de plaats waar hij/zij studeerde.
- In 2008 waren er 361.934 werkenden in Limburg. 24.459 mensen waren niet-werkende werkzoekenden en 177.548 mensen tussen de 16 en de 64 jaar waren niet beroepsactief. Deze cijfers verwijzen naar de woonplaats van de betrokkene, niet de plaats van tewerkstelling³⁹.
- Het aantal "werkenden" kan verder worden opgesplitst. In 2008 waren er volgens het steunpunt WSE 309.857 loontrekkenden in Limburg, waarvan 196.359 voltijds, 100.321 deeltijds en 13.177 in een "speciaal" regime⁴⁰: Daarnaast waren er 45.619 zelfstandigen en 6457 helpers van zelfstandigen⁴¹.
- In wat volgt, gaan we ervan uit dat voltijds loontrekkenden, zelfstandigen en helpers van zelfstandigen voltijds werken. Deeltijds loontrekkenden en loontrekkenden in een speciaal regime⁴² werken deeltijds.

Niet-werkenden en gepensioneerden

Het is echter niet evident om te zien welk deel van de Limburgse bevolking ouder dan 16 jaar moet beschouwd worden als "niet-werkend", en welk deel als "gepensioneerd" (volgens de terminologie gebruikt in Tabel 29). Dit leidde tot de volgende gedachtegang:

- Op 01 januari 2009 waren er 119.124 pensioengerechtigden in Limburg⁴³.
- Een deel van de 64 plussers zijn echter niet pensioengerechtigd (bijvoorbeeld, omdat ze nooit bijdragen hebben betaald en (nog) geen overlevingspensioen genieten).
- Omdat het aantal niet-pensioengerechtigde 65-plussers niet gekend is, is het ook niet mogelijk om, op basis van het totaal aantal pensioengerechtigden, te berekenen welk het aantal Limburgers jonger dan 65 is dat pensioengerechtigd is.
- Voor de leeftijdscategorie 16-64 jaar is het bijgevolg niet mogelijk om de cijfers met betrekking tot het aantal "niet beroepsactieve" Limburgers op te splitsen in "niet werkenden" en "gepensioneerden"
- Aangezien uit Tabel 29 blijkt dat het aantal uren huishoudelijk werk verricht door niet-werkenden niet erg verschilt van het aantal uren gepresteerd door gepensioneerden, zullen we bij gebrek aan verdere informatie beide categorieën groeperen en het gemiddelde nemen voor de gepresteerde huishoudelijke arbeid.

³⁹ Steunpunt WSE, Bevolking (15-64 jaar) naar socio-economische positie, activiteitsgraad, werkzaamheidsgraad en werkloosheidsgraad naar geslacht en leeftijd (Belgische gemeenten; jaargemiddelde 2003-2008), <http://www.steunpuntwse.be/view/nl/18767>

⁴⁰ Steunpunt WSE, Loontrekkenden naar geslacht, leeftijd, WSE-sector en regime (Belgische gewesten, provincies en RESOC's; jaargemiddelde 2006-2008), <http://www.steunpuntwse.be/view/nl/18767>.

⁴¹ Steunpunt WSE, Werkenden naar geslacht, leeftijd, statuut, WSE-sector (Belgische gewesten, provincies en RESOC's; jaargemiddelde 2006-2008), <http://www.steunpuntwse.be/view/nl/18767>

⁴² Het speciaal arbeidsregime omvat de prestaties als seizoensarbeider, interim-werknemer of werknemer met gelimiteerde prestaties (met contract van korte duur en voor een tewerkstelling die per dag niet de gewoonlijke dagduur bereikt, of gelegenheidsarbeid in de land- en tuinbouw of in de horeca).

⁴³ http://www.onprvp.fgov.be/RVPONPPublications/NL/publications/Statistiek_2009.pdf

Marktwaaarde huishoudelijke arbeid

Voor de marktwaaarde van huishoudelijke arbeid werken we met de prijs van de dienstencheques. Aangezien het de gebruiker is die de keuze dient te maken tussen meer vrije tijd enerzijds, en het uitsparen van dienstencheques anderzijds, lijkt het ons aangewezen om te werken met de huidige kostprijs voor de gebruiker. Na fiscale aftrek is dit 5,25 EUR per dienstencheque (en dus per gepresteerd arbeidsuur)⁴⁴.

Aandeel voltijds studerenden in de leeftijdscategorie boven de 18 jaar

Om het initieel aandeel voltijds studerenden in de leeftijdscategorie boven de 18 jaar te schatten, gaan we als volgt te werk:

- Op basis van data van het Federaal Planbureau⁴⁵, berekenen we dat er momenteel 150.032 Limburgers onder de 16 jaar zijn.
- We gaan er van uit dat alle leden van deze leeftijdscategorie voltijds onderwijs volgen, en trekken dus dit totaal af van het totaal aantal ingeschrevenen in het voltijds onderwijs (164.355). Hierdoor bekomen we dat er 14.323 Limburgers tussen de 16 en de 64 jaar ingeschreven zijn in het voltijds onderwijs^{46, 47}.
- Op basis van data van het Federaal Planbureau⁴⁸, berekenen we dat er momenteel 542.897 Limburgers tussen de 16 en de 64 jaar zijn. Het aandeel van de Limburgers in de categorie 16-64 jaar die ingeschreven zijn in het voltijds onderwijs is dus 2,64 %.

Het resultaat van deze berekeningen wordt weergegeven in tabellen 18 en 19..

⁴⁴ Voor een gedetailleerde beschrijving, zie; Pacolet, J, De Wispelaere F., en Cabus S. (juni 2010), Bomen groeien niet tot in de hemel. De werkelijke kostprijs van de dienstencheques. HIVA.

⁴⁵ Federaal Planbureau, Bevolking per provincie en leeftijd, op 1 januari , http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=46&IS=79&ID=26&DB=DEMOG

⁴⁶ We gaan er dus van uit dat er geen 64-plussers voltijds onderwijs volgens. In realiteit zal het aantal in elk geval klein genoeg zijn om geen significante impact op de resultaten te hebben.

⁴⁷ Volgens data van ERSV-Limburg waren er in het academiejaar 2006-2007 11.824 Limburgers ingeschreven in het hogescholeonderwijs en 1.916 in het universitair onderwijs. Onze berekeningswijze ligt dus niet ver van de gerapporteerde cijfers.

⁴⁸ Federaal Planbureau, Bevolking per provincie en leeftijd, op 1 januari , http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=46&IS=79&ID=26&DB=DEMOG

2008	
Arbeidssituatie	
S	164.355
D	113.498
V	248.435
N	299.393
Totaal	825.681

Tabel 30 : Verdeling van de Limburgse bevolking naar gelang arbeidssituatie

2008	
Aantal uren (miljoenen)	
S	45
D	133
V	172
N	422
Totaal	771
Kostprijs (miljoenen EUR2009)	4.050
Kostprijs (miljoenen EUR 2007)	3.935

Tabel 31 : Aantal uren huishoudelijke arbeid in Limburg naar gelang arbeidssituatie; kostprijs in miljoenen EUR

waarbij

S	studerend, schoolgaand
D	deeltijds werkend
V	voltijds werkend
N	niet-werkend + gepensioneerd

3.2.12 Niet-defensieve openbare uitgaven: onderwijs en gezondheidszorg

SISEW3 vs BBP

In de berekening van het BBP worden alle openbare uitgaven meegerekend. Bij de berekening van de ISEW gaat men er van uit dat een groot deel van deze uitgaven defensief van natuur zijn⁴⁹ en niet bijdragen tot de welvaart.

De enige categorieën die wel worden opgenomen in de berekening van de ISEW zijn (gedeeltelijk) de uitgaven met betrekking tot gezondheidszorg en onderwijs. Bleys wijst er echter op dat ook in deze domeinen de uitgaven uit twee componenten bestaan:

- De consumptie-term komt overeen met een reële toename in de welvaart en dient meegenomen te worden in de berekening van de ISEW (bijvoorbeeld, volwassenenonderwijs in het kader van vrijetijdsbesteding);
- De tweede term komt overeen met investeringen in menselijk kapitaal: deze term wordt omwille van meetproblemen niet mee opgenomen in de berekening van de ISEW.

⁴⁹ Dit wil zeggen: als doelstelling hebben om de huidige welvaart in stand te houden. Bijvoorbeeld: defensie, justitie, enz.

Niet-defensief deel van de uitgaven onderwijs en gezondheidszorg

Bleys neemt aan dat de niet-defensieve openbare uitgaven overeenkomen met 50% van de totale uitgaven verbonden aan de gezondheidszorg en alle onderwijsgerelateerde uitgaven.

We gaan hier dezelfde logica volgens als Bleys, en de helft hernemen van alle openbare uitgaven in het domein van gezondheidszorg en onderwijs.

Gezondheidszorg

Bekijken we eerst de uitgaven in het domein van de gezondheidszorg.

De Belgische overheidsuitgaven kunnen opgesplitst per uitgaven categorie gevonden worden op BelgoStat⁵⁰. We hebben echter belangrijke afwijkingen vastgesteld tussen de cijfers met betrekking tot de gezondheidsuitgaven in BelgoStat en de cijfers die gerapporteerd werden in een recente studie van ASSURALIA (Maselis, 2010)⁵¹.

Op basis van een mondelinge discussie met de auteurs van de ASSURALIA studie hebben we besloten dat deze cijfers representatiever zijn voor de behoeften van deze studie.

	2007	2008
groei		
projecties België	24.375	26.095
projecties Limburg	1.889	2.022
gezondheid in SISEW Limburg (50%)	944	1.011

Tabel 32 : Niet-defensieve uitgaven gezondheidszorg (miljoenen EUR 2007)

Onderwijs

Voor de totale onderwijsgerelateerde uitgaven tot en met 2009 hebben we ons gebaseerd op de "Vlaams Onderwijs in Cijfers"⁵². Voor de projecties tot en met 2014 hebben we gebruik gemaakt van de meest recent beschikbare meerjarenbegroting van de Vlaamse Gemeenschap (Vlaams Parlement, 2010). Deze cijfers worden omgezet in prijzen van het jaar 2007 aan de hand van de deflator van het BBP.

Om deze cijfers om te zetten naar het niveau van de Provincie Limburg berekenen we de Limburgse schoolpopulatie in het schooljaar 2009-2010. In de categorie tot en met het secundair onderwijs komt de Limburgse schoolpopulatie overeen met 13% van het Vlaams gemiddelde; voor de categorie "hoger onderwijs" is dat 8%. We gaan er van uit dat deze verhouding constant blijft in de periode 2008-2020⁵³.

De geschatte Limburgse schoolpopulatie wordt dan vermenigvuldigd met de Vlaamse onderwijsuitgaven per capita.

⁵⁰ <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=972000049|910000082&Lang=N>

⁵¹ www.assuralia.be/.../Nationale_uitgaven_gezondheidszorg/.../Gezondheidszorg.pdf

⁵² <http://www.ond.vlaanderen.be/onderwijsstatistieken/>

⁵³ Merk op dat het geen zin heeft om op provinciaal niveau uit te gaan van demografische projecties op het niveau van de provincie, vermits een niet verwaarloosbaar aandeel van de Limburgers buiten de provincie onderwijs volgt (met name in het geval van het hoger onderwijs is het aantal ingeschrevenen niet proportioneel met de bevolking).

	2008
Milj EUR	9.801
milj EUR2007	9.628

Tabel 33: Vlaamse onderwijsuitgaven in 2008

	2005	2006	2007	2008	2009
Kleuter	234.963	234.530	235.251	239.480	245.459
Lager	420.678	415.726	413.951	411.697	409.425
Secundair onderwijs	452.441	457.351	457.527	456.578	454.694
Totaal t.e.m. secundair	1.108.082	1.107.607	1.106.729	1.107.755	1.109.578
Hogeschool	104.995	105.615	105.825	107.187	110.349
Universiteit	66.341	67.971	69.268	70.745	76.766
Totaal hoger onderwijs	171.336	173.586	175.093	177.932	187.115
Algemeen totaal	1.279.418	1.281.193	1.281.822	1.285.687	1.296.693

Tabel 34: Geobserveerde Vlaamse onderwijspopulatie

Schoolbevolking Limburg	Totaal	Aandeel in Vlaanderen
Kleuter	31.425	13%
Lager	53.220	13%
Secundair	63.761	14%
Totaal t.e.m. secundair	148.406	13%
Hogeschool	13.754	12%
Universiteit	1.486	2%
Hoger	15.240	8%

Tabel 35: Schoolpopulatie Limburg in 2009-2010

Jaar	2005	2006	2007	2008	2009
Aantal Vlaamse kinderen 3- 18 jaar	1.158.569	1.159.918	1.159.356	1.161.279	1.163.625
#schoolgaanden/#3-18 jarigen	95,64%	95,49%	95,46%	95,39%	95,36%
Aantal Vlaamse jongeren (19 tot 22)	290.405	285.194	283.814	283.836	286.919
#hoger onderwijs/(19 tot 22 jarigen)	59,00%	60,87%	61,69%	62,69%	65,22%

Tabel 36: verhouding jeugd schoolgaande leeftijd en ingeschrevenen (Vlaams niveau)

Jaar	2008	2009
Projectie onderwijsbudget per capita (EUR2007)	7.489	6.959
Projectie totaal onderwijsbudget Limburg (miljoenen EUR2007)	1.218	1.139
Aandeel onderwijs in SISEW (50%)	609	569

Tabel 37: Geprojecteerde uitgaven

3.2.13 Defensieve privé-uitgaven

Op basis van dezelfde redenering worden defensieve privé-uitgaven afgetrokken van de persoonlijke consumptieve uitgaven. Er werd besloten om deze categorie *niet* te behandelen in het kader van deze studie.

3.2.14 Kapitaalaanpassingen

Bleys heeft drie types van **kapitaalaanpassingen** uitgevoerd op het Belgisch niveau: duurzame consumptiegoederen, internationale netto schulden en de netto groei van de kapitaalvoorraad.

Duurzame consumptiegoederen

Duurzame consumptiegoederen worden beschouwd als deel uitmakende van de kapitaalvoorraad. Daarom worden de *uitgaven* voor dit type goederen *afgetrokken* van de ISEW, terwijl de *diensten* verschaft door deze goederen worden *bijgeteld*. Bleys heeft dit toegepast op huishoudtoestellen, privé-voertuigen en duurzame goederen voor ontspanningsdoeleinden. Data werden bekomen van BelgoStat. Bleys heeft veronderstelt dat al deze goederen lineair worden afgeschreven over 8 jaar. Zoals hierboven reeds aangegeven bestaan er geen regionaal gedifferentieerde gegevens over deze grootheid. Aangezien deze correctie niet wordt uitgevoerd in SISEW1 (en dus a fortiori niet in SISEW 3) gaan we hier niet verder op in.

Internationale netto schulden

De berekening van de ISEW gaat er van uit dat het aangaan van internationale netto schulden geen duurzame consumptie inhoudt. Daarom worden de veranderingen in de internationale netto schulden afgetrokken van de ISEW. Voor de berekening van de Belgische ISEW heeft Bleys gebruik gemaakt EconStats. Wij hebben in de offerte om twee redenen geadviseerd om deze term niet mee te nemen in de berekening van de

ISEW. Ten eerste is het ons niet duidelijk waarom het aangaan van leningen geen basis kan vormen van duurzame consumptie – dit standpunt lijkt ons extreem af te wijken van het mainstream economisch denken. In elk geval biedt Bleys geen duidelijke uitleg voor het gebruik van deze hypothese. Ten tweede denken we dat in elk geval de nodige publiek beschikbare gegevens ontbreken om deze correctie te kunnen uitvoeren binnen het bestek van deze studie. De internationale schulden worden dus niet verder meegenomen.

Netto groei van de kapitaalvoorraad

Berekening

De berekening van de ISEW gaat er van uit dat natuurlijk kapitaal en door de mens geproduceerd kapitaal complementair zijn, en dus dat duurzaamheid vereist dat beide types kapitaal niet-dalend zijn. De productiecapaciteit van een land neemt dan toe indien de toevoegingen aan de voorraad van door de mens geproduceerde kapitaalgoederen groter is dan wat minimum vereist.

De **netto groei van de kapitaalvoorraad** wordt berekend als het verschil tussen de verandering in de waarde van de kapitaalvoorraad en de *minimale* groei van de kapitaalvoorraad die nodig is om het kapitaal per werker in stand te houden.

Dus:

$$\text{Netto groei van de kapitaalvoorraad} = C_t - D_t$$

waarbij

- $D_t = B_{t-1} * A_t$
- A is het 5-jaar voortschrijdend gemiddelde van de *verandering* in de tewerkstelling
- B is het 5-jaar voortschrijdend gemiddelde van de netto kapitaalvoorraad (enkel privé kapitaal)
- C_t is de verandering in B
- D_t is de "kapitaalvereiste" (de groei in de kapitaalvoorraad die nodig is om het kapitaal per werker in stand te houden)

Ook hiervoor wordt gebruik gemaakt van BelgoStat gegevens. Er bestaan echter geen geografisch gedifferentieerde gegevens van de Belgische kapitaalvoorraad⁶⁴.

We gebruiken daarom hier de conventionele berekeningen van de netto- investeringen als indicator voor de groei van de kapitaalvoorraad.

BelgoStat publiceert gegevens tot op het provinciaal niveau met betrekking tot de bruto-investeringen, maar niet met betrekking tot de waardevermindering van de vaste activa⁵⁵.

Voor de berekening van de netto-investeringen in de basisjaren hebben we ons dus moeten baseren op extrapolaties van nationale gegevens.

BelgoStat publiceert volgende cijfers per bedrijfstak (A31)⁵⁶.

- bruto-investeringen in vaste activa ⁵⁷
- afschrijvingen ("verbruik van vaste activa")⁵⁸

We berekenen de netto-investeringen per bedrijfstak als het verschil tussen de bruto-investeringen en de afschrijvingen.

⁵⁴ Persoonlijke communicatie van de Nationale Bank.

⁵⁵ <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=556000010|910000082&Lang=N>

⁵⁶ We nemen de ramingen in volume (miljoenen euro's, kettingeuro's, referentiejaar 2007)

⁵⁷ Bron: <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=602000048|910000082&Lang=N>

⁵⁸ Bron: <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=422000076|910000082&Lang=N>

De sectorale investeringen op provinciaal niveau worden gerapporteerd op een hoger niveau van aggregatie dan op nationaal vlak – daarom hergroeperen we telkens de nationale gegevens zodat ze vergelijkbaar zijn met de Limburgse gegevens.

Projecties

We schatten de netto-investeringen op provinciaal niveau op basis van de hypothese dat de verhouding netto/bruto investering dezelfde is als voor heel België. Uit onze berekeningen blijkt dat voor de periode 1999-2007, het (ongewogen) gemiddelde van de verhouding tussen netto-investeringen en bruto-investeringen op nationaal vlak 0,24 bedroeg. Hoewel de variabiliteit rond dit gemiddelde hoog was, zullen we deze verhouding verder gebruiken.

De data met betrekking tot de investeringen hebben zowel betrekking op de investeringen door de privé-sector als op de investeringen door de openbare sector. Volgens de conventies van de SISEW moeten openbare uitgaven ten minste ten dele beschouwd worden als defensieve uitgaven die geen bijdrage leveren aan de welvaart (zie sectie 3.2.12).

We gaan er van uit dat volgende sectoren tot de openbare sector behoren:

- Openbaar bestuur en defensie; verplichte sociale verzekeringen
- Onderwijs
- Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening
- Overige gemeenschapsvoorzieningen en sociaal-culturele en persoonlijke diensten

We gaan er verder van uit dat alle andere bedrijven integraal tot de privé-sector horen. Voor de berekening van de SISEW houden we alleen rekening met de investeringen door bedrijven die behoren tot de privé-sector⁵⁹ - dit betekent waarschijnlijk een overschatting van de omvang van de investeringen in de privé-sector, vermits sommige bedrijven ook openbare aandeelhouders hebben.

⁵⁹ Merk wel op dat de investeringen door de gezondheidszorg en het onderwijs al voor de helft meegenomen zijn in een andere term van de SISEW.

	2007	2008
A+B	102	103
C	9	9
D	939	952
E	48	49
F	242	246
G	441	447
H	81	82
I	421	427
J	39	39
K	2.536	2.572
L	209	212
M	59	60
N	183	186
O	134	136
P	0	0
Totaal	5.443	5.519
Totaal privé	4.858	4.926

Tabel 38: Bruto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2008 (miljoenen EURO2007)

	2008
A+B	25
C	2
D	229
E	12
F	59
G	107
H	20
I	103
J	9
K	617
L	51
M	14
N	45
O	33
P	0
Totaal	1.325
Totaal privé	1.183

Tabel 39 : Netto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2008 (miljoenen EURO2007) bedragen 24% van de bruto-investeringen (tabel 26)

3.2.15 Kosten van milieudegradatie

De kosten van milieudegradatie houden zowel rekening met de directe effecten van lucht- en watervervuiling, als met lange-termijn problemen zoals klimaatverandering en de verdunning van de ozonlaag.

Algemeen

De kost van watervervuiling wordt niet behandeld in SISEW2 (en dus a fortiori niet in de berekening van SISEW3).

CFK's

Voor de berekening van de ozonimpact heeft Bleys rekening gehouden met alle CFKs die inbegrepen zijn in het Montreal protocol. Om de Belgische consumptie te schatten, werden Europese per capita consumptiecijfers gebruikt. Bleys past de correctie toe op de gecumuleerde (in plaats van de jaarlijkse) uitstoot van CFKs, wat ons een dubbeltelling lijkt, aangezien men in de vorige jaren bij de berekening van de ISEW al rekening moet gehouden hebben met de CFKs die toen waren uitgestoten: de schade wordt weliswaar veroorzaakt door de gecumuleerde hoeveelheid, maar deze dient wel toegeschreven te worden aan het jaar van uitstoot. Volgens ons dient deze correctie dus alleen betrekking te hebben op de uitstoot tijdens het lopende jaar. Aangezien deze in 2010 quasi tot nul zijn herleid, hebben we voorgesteld deze term niet mee te nemen in verdere analyse. De opdrachtgever heeft dit voorstel aanvaard.

Luchtvervuiling

Voor de berekening van de kost van luchtvervuiling beschouwen we dus enkel de emissies van volgende pollutanten: NO_x, SO₂, PM2.5 en NMVOS (van verbrandingsprocessen). We gebruiken ook de totale uitstoot van CO₂-eq. Alle sectoren worden hierin gedekt.

We leggen hieronder verder uit hoe de emissies van deze pollutanten werden berekend en welke eenheidswaarden we hebben genomen voor de externe kosten.

Emissieberekeningen transportsector

Voor de berekening van de emissies van de transportsector hanteren we twee methodes. De eerste methode wordt gebruikt bij het berekenen van brandstofafhankelijke emissies en omvat het gebruik van emissiefactoren per brandstof (in g/Gj). Door het vermenigvuldigen van het brandstofverbruik (per brandstoftype) met deze emissiefactoren kunnen deze emissies berekend worden.

Voor het berekenen van de andere emissies worden technologie-afhankelijke emissiefactoren gebruikt die gerelateerd worden aan activiteitsgegevens (bijv. per afgelegde km). Deze emissiefactoren verschillen per transportmodus en per voertuigtechnologie. Bij wegtransport zijn deze emissiefactoren gebaseerd op de Copert-emissiefactoren."

Emissieberekeningen tertiaire sector

De luchtemissies voor de tertiaire sector leiden we af door het brandstofverbruik te vermenigvuldigen met emissiefactoren per brandstof (g/GJ). Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op de Emissie-inventaris Lucht (VMM), aangevuld door LNE. Dit is een conservatieve aanname, aangezien nieuwe verbrandingsketels lagere NO_x en PM2.5

uitstoot kennen dan bestaande ketels. De SO₂-emissiefactor voor verbranding van lichte stookolie houdt rekening met de daling van het zwavelgehalte van lichtste stookolie vanaf 2008 (volgens de Europese Richtlijn 1999/32/EG).

Emissieberekeningen energieproductie

Voor 2008 werden de emissies van NO_x, SO₂ en TSP voor centrale elektriciteitsproductie overgenomen uit de integrale milieujaarverslagen van de Electrabel Centrale Langerlo en Bionerga. Door Remo worden sinds 2006 geen emissies van luchtverontreinigende polluenten gerapporteerd. De emissies van laatstgenoemd bedrijf worden als verwaarloosbaar beschouwd. De emissies van PM2.5 werden afgeleid uitgaande van een fractie van 100% (Fijn stof inventaris VMM, 2006).

De huidige emissies van NO_x en SO₂ van WKK's werden afgeleid van het referentiescenario voor 2006, zoals beschreven in het wetenschappelijk rapport 'Energie- en Klimaatscenario's voor de sectoren Energie en Industrie' (Lodewijks et al., juli 2010). Er werd uitgegaan van de MIRA-cijfers omdat de afbakening van de subsector WKK's dan ook consistent is met het Europa scenario (cf. referentiescenario CO₂). De emissies van WKK's in Limburg werden afgeleid op basis van het aandeel van WKK's in Limburg in totaal energieverbruik van WKK's in Vlaanderen i.e. 3,5%.

Omdat in Lodewijks et al. (juli 2010) geen fijn stof emissies voor WKK's gerapporteerd worden (er werd aangegeven dat deze verwaarloosbaar zijn), werden de PM2.5 emissies berekend uitgaande van de emissiefactor die door de VMM gebruikt worden in de Fijn stof inventaris (VMM, 2006). Aangezien de meerderheid van de WKK's in Limburg in 2008 gasmotoren zijn, werd het verbruik in de nulmeting voor 2008 vermenigvuldigd met een emissiefactor van 0,2 ton per PJ.

De NMVOS-emissies werden ingeschat op basis van het brandstofverbruik (cf. nulmeting en referentiescenario) en een emissiefactor.

	Kolen	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Aard- en mijngas	Afval	Recup. brandstof	Stortgas biogas
Stookinstallaties NMVOS (ton per PJ)	15	2.1	7.5	5.7	1.6	10	2	10
WKK (motoren) NMVOS (ton per PJ)	/	/	50	50	120	/	/	120

Tabel 40: emissiefactoren NMVOS verbranding

Emissieberekeningen in de industrie

Emissies van luchtpolluenten NO_x, SO₂ en TSP kunnen niet zoals de broeikasgassen d.m.v. emissiefactoren bepaald worden uitgaande van de brandstofverbruiken en worden ook niet uitsluitend veroorzaakt door verbrandingsprocessen. Bij verbrandingsprocessen hangen de emissies van NO_x en TSP af van de omstandigheden van de verbranding. Temperatuur, luchtoverschot en type brander spelen hierbij een belangrijke rol. Voor SO₂ emissies van verbrandingsprocessen hangt de emissie af van het zwavelgehalte van de gebruikte brandstof.

Daarnaast komen SO₂ en TSP ook vrij bij een aantal productieprocessen.

Het is bijgevolg niet zinvol en niet correct om de luchtemissies met emissiefactoren trachten te omvatten.

IMJV⁶⁰-plichtige bedrijven

Voor een inschatting van de emissies van NO_x, SO₂ en TSP voor 2008 werd uitgegaan van de gegevens in de IMJV's van bedrijven die gevestigd zijn in Limburg (selectie op postcode). De bedrijven werden op basis van hun NACE code toegekend aan een deelsector.

Niet IMJV-plichtige bedrijven

De emissies van bedrijven in Vlaanderen die niet IMJV-plichtig zijn, worden door de VMM bijgeschat in de zogenaamde 'collectieve bijschatting' (Lozingen in de Lucht (1990-2008)). De 'collectieve bijschatting' voor de industrie in Limburg werd per deelsector afgeleid uitgaande van het aandeel het brandstofverbruik in Limburg in het verbruik in Vlaanderen. Voor een inschatting van de emissies van PM2.5 werd uitgegaan van de fracties die de VMM toepast voor de opmaak van de Fijn stof inventaris (VMM, 2006).

Eenheidswaarden van de externe kosten

Voor de berekening van de eenheids-externe kosten doen we beroep op de recente studie naar externe kosten die VITO voor MIRA heeft afgerond (De Nocker et al. 2010).

De cijfers die we gebruiken worden samengevat in Tabel 41. We maken alleen onderscheid naar de bron van de emissies voor de berekening van de emissies van PM2.5: in de andere gevallen zijn de verschillen naar gelang de bron te klein.

⁶⁰ IMJV= Integraal MilieuJaarVerslag

	2010
PM2.5	
<i>hoge schouwen</i>	22,36
<i>lage schouwen</i>	140,88
<i>wegtransport stad</i>	389,20
<i>wegtransportsnelweg</i>	115,90
<i>wegtransport platteland</i>	119,40
<i>binnenvaart</i>	115,90
<i>spoor</i>	140,90
CO₂eq	0,020
SO₂	10,06
VOS	7,57
NO_x	0,58

Tabel 41: Eenheidswaarden externe kosten (kEUR van 2009 per ton)

Aangezien deze kosten worden uitgedrukt in kEUR van 2009, dienen ze nog omgezet naar kEUR van 2007 aan de hand van de deflatoren uit Tabel 22.

Resultaten

Voor de eenheidswaarden van de externe kosten beschikken we over cijfers voor 2010. De emissiecijfers hebben betrekking op 2008.

Om resultaten te bekomen voor elk jaar hebben we volgende aannames gebruikt:

- Voor de eenheidskosten in 2008 zijn we er van uit gegaan dat deze dezelfde zijn als in 2010.
- Voor de verdeling van het wegtransport over stad, snelweg en platteland, zijn we uitgegaan van volgende (constante) aandelen: 20,53%, 37,35% en 42,11%.
- We zijn er van uitgegaan dat alle emissies van fijn stof door de sectoren huishoudens, landbouw en handel en diensten komen uit lage schouwen. Voor de emissies in de sectoren energie en industrie zijn we er van uitgegaan dat het aandeel "lage schouwen" 67,5% is.

De resultaten van deze berekeningen worden weergegeven in tabel 30?. We hebben de totalen weergegeven, zowel met de uitstoot van BKG als zonder.

2008	
PM2.5	
<i>hoge schouwen</i>	3
<i>lage schouwen</i>	58
<i>wegtransport stad</i>	22
<i>wegtransportsnelweg</i>	12
<i>wegtransport platteland</i>	14
<i>binnenvaart</i>	2
<i>spoor</i>	3
CO₂eq	180
SO₂	46
VOS	36
NO_x	8
Totaal met BKG	384
Totaal zonder BKG	203

Tabel 42: Totale externe kosten van emissies naar de lucht (miljoenen EUR 2007)

3.2.16 Waardevermindering van het milieukapitaal

Volgens de oorspronkelijke ISEW methodologie bestaat de **waardevermindering van het milieukapitaal** uit drie termen: het verlies van watergebieden, het verlies van landbouwgronden en de uitputting van niet-hernieuwbare grondstoffen.

Verlies van watergebieden

In zijn berekeningen heeft Bleys geen rekening gehouden met het verlies van watergebieden.

Verlies van landbouwgronden

Hiermee heeft Bleys wel rekening gehouden. Deze term houdt zowel rekening met het landbouwgebied dat werd omgezet in woongebieden, als met het verlies te wijten aan erosie. Voor de berekening van deze term heeft Bleys grotendeels buitenlandse resultaten geëxtrapoleerd.

We stellen voor om deze term niet mee te nemen in de schatting van de SISEW:

- Er bestaat geen concrete informatie die zou toelaten om een betekenisvol referentiescenario tot 2020 op te stellen, noch voor de omzetting van landbouwgronden in industrie- of woongebieden, noch voor het verlies te wijten aan bodemerosie.
- Er bestaat geen specifieke reden om aan te nemen dat deze twee grootheden (= verlies te wijten aan herziening van de bestemming en verlies te wijten aan erosie) zullen veranderen tussen het referentiescenario en de TACO21 en TACO22 scenario's.

Uitputting niet-hernieuwbare grondstoffen

De correctie te wijten aan de uitputting van de niet-hernieuwbare grondstoffen wordt berekend als de hoeveelheid geld die zou moeten worden opzij gezet in een permanente inkomensstroom om toekomstige generaties te compenseren voor het verlies van diensten geleverd door niet-hernieuwbare energiebronnen.

Aanpak Bleys

Bleys heeft gebruik gemaakt van Amerikaanse schattingen van de eenheidskosten. Voor de berekening van de extractie van niet-hernieuwbare energie op Belgisch niveau heeft hij gebruik gemaakt van de GeoData portal van UNEP.

In het kader van deze studie wordt een enigszins andere methode gevolgd voor de correctie te wijten aan de uitputting van de niet-hernieuwbare grondstoffen.

Uit de energiestatistieken van het NIS blijkt dat er in België geen niet-hernieuwbare energiebronnen worden geproduceerd.⁶¹ Vanuit het standpunt van *nationale* rekeningen lijkt het ons echter irrelevant om het verbruik mee te rekenen van geïmporteerde niet-hernieuwbare energiebronnen – dit dient te gebeuren in de nationale rekeningen van het land van herkomst. Indien deze correctie in België ook wordt berekend, vindt er een dubbeltelling plaats. Bijgevolg dient hier geen correctie plaats te vinden.

Daar tegenover staat dat er sommige niet-energiegerelateerde, niet-hernieuwbare grondstoffen (zoals leem, zand en grind) wel relevant zijn voor de provincie Limburg.

Voor de berekening van de correctieterm hebben we hier echter gebruik gemaakt van een andere methode dan Bleys.

Publicaties Neumayer

We hebben ons hiervoor voornamelijk gebaseerd op een aantal publicaties van Neumayer.

In een eerste paper wijst Neumayer er op dat de conventionele methode die wordt gebruikt bij de berekening van de correctieterm gebaseerd is op arbitraire hypothesen met betrekking tot de kostprijs van het substituuat voor de niet-hernieuwbare grondstof⁶². In het concreet geval dat wij hier bestuderen (leem, zand en grind), is het hoogst waarschijnlijk dat het volgen van de "conventionele" SISEW methode ook dergelijke arbitraire aannames zal vereisen.

In een andere paper heeft Neumayer dan de voor- en nadelen besproken van een aantal andere mogelijke alternatieve correctietermen (Neumayer, 2000)⁶³.

Eerste methode: Hotelling Rents

Zijn uitgangspunt is een bespreking van de methode die door de Wereldbank wordt gebruikt voor de berekening van "groene" nationale boekhouding. Het uitgangspunt van de Wereldbank is dat de "rente" op het verbruik van niet-hernieuwbare grondstoffen niet mag beschouwd worden als een deel van het nationaal inkomen. Hier wordt rente gedefinieerd als het verschil tussen de verkoopprijs en alle extractie- en productiekosten van de grondstof, met inbegrip van de "normale" vergoeding van het kapitaal – met andere woorden, de rente komt overeen met de "bovennormale" winsten, die in dit geval voortvloeien uit het niet-hernieuwbare karakter van de

⁶¹ http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/energie/statistieken/globale_balans/index.jsp

⁶² Bijvoorbeeld, er wordt er a priori van uitgegaan dat de kost van hernieuwbare energie zal stijgen door te tijd in plaats van te dalen. Voor meer details, zie Eric Neumayer, *The ISEW -- not an Index of Sustainable Economic Welfare, Social Indicators Research*, 48: 77-101, 1999. <http://www.springerlink.com/content/t47n62164t3523u4/>

⁶³ <http://www.springerlink.com/content/v0422751v50758t4/>

beschouwde grondstof. Omwille van dit niet-hernieuwbaar karakter dienen echter alle rentes terug geïnvesteerd te worden om een toekomstige daling van het nationaal inkomen te vermijden. Daarom moeten ze afgetrokken worden van de bruto-investeringen.

In de benadering die wordt gebruikt door de Wereldbank wordt dus volgende waarde afgetrokken van de waarde van de investeringen:

$$(P - GK).R$$

Vergelijking 1 Hotelling rents

Deze vergelijking dient als volgt geïnterpreteerd te worden:

- P is de marktprijs van de beschouwde niet-hernieuwbare grondstof
- GK is de gemiddelde extractiekost, met inbegrip van de "normale" vergoeding van het kapitaal⁶⁴
- R is de jaarlijkse extractie

Indien de mijneigenaars hun winsten doorheen de tijd maximaliseren, kan men aantonen dat deze rente stijgt met een jaarlijks percentage dat gelijk is aan de interestvoet – de zogenoemde "Hotelling regel" (Hotelling, Harold 1931).

De Wereldbank voert geen correctie uit voor exploratiekosten, die al hernomen zijn in de conventionele nationale boekhouding.

Tweede methode: Repetto

Een andere mogelijke methode die Neumayer bespreekt is afkomstig van Repetto et al. Repetto et al. gebruiken volgende correctieterm:

$$(P - GK).(R-O)$$

Vergelijking 2 correctieterm volgens Repetto et al.

Waarbij O nieuwe ontdekkingen van mijnen zijn. Een consistent gebruik van deze methode vereist dat men dubbeltellingen vermijdt met de exploratiekosten in de conventionele nationale boekhouding.

Derde methode: El Serafy

De derde besproken methode is afkomstig van El Serafy.

$$(P - GK).R. \frac{1}{(1 + r)^{n+1}}$$

Vergelijking 3 correctieterm volgens El Serafy

Waarbij r de rentevoet is en n de resterende levensduur is van de bestaande voorraad van de grondstof. In de praktijk wordt n berekend als de verhouding tussen de (geschatte) voorraad van de grondstof en de (constant veronderstelde) jaarlijkse extractie. Deze correctieterm is kleiner dan de Hotelling rente. Indien nieuwe voorraden worden ontdekt wordt dit onmiddellijk weerspiegeld in nieuwe waarden voor n .

⁶⁴ In feite vereist theoretische consistentie dat men werkt met marginale kosten in plaats van met gemiddelde kosten. In de praktijk werkt men met gemiddelde kosten omdat deze gegevens vaker publiek beschikbaar zijn dan de marginale kosten.

De redenering die aan de basis ligt van de El Serafy methode kan als volgt worden samengevat. Definieer eerst de netto jaarlijkse opbrengsten van de niet hernieuwbare hulpbron als $JO = (P - GK) \cdot R$. De "duurzame opbrengst" van een niet-hernieuwbare grondstof is volgens El Serafy dat deel van de opbrengsten van deze grondstof die, indien ze oneindig lang zouden worden ontvangen, een netto huidige waarde zouden hebben dat precies gelijk is aan de netto huidige waarde van alle netto jaarlijkse opbrengsten tot uitputting van de niet-hernieuwbare grondstof.

We kunnen dit formeel berekenen.

De netto huidige waarde van de (constant veronderstelde) netto jaarlijkse opbrengsten van een niet-hernieuwbare grondstof is dan:

$$\sum_{i=0}^n \frac{JO}{(1+r)^i} = \frac{JO \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+r)^{n+1}}\right]}{1 - \frac{1}{1+r}}$$

Dit kunnen we dan vergelijken met de netto huidige waarde van de jaarlijkse netto opbrengsten van een fictieve "duurzame" grondstof, DJO , waarvan de levensduur oneindig lang is:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \frac{DJO}{(1+r)^i} = \frac{DJO}{1 - \frac{1}{1+r}}$$

Door deze twee uitdrukkingen gelijk te stellen bekomen we dat:

$$DJO = JO \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+r)^{n+1}}\right]$$

De correctieterm is dan:

$$JO - DJO = JO \cdot \frac{1}{(1+r)^{n+1}}$$

Het grote verschil tussen de benadering van El Serafy en de benadering van Hotelling is dat de benadering van Hotelling uitgaat van winstmaximaliserend gedrag van de grondstofproducenten, en El Serafy niet. Aangezien er weinig empirische ondersteuning bestaat voor het model van Hotelling, zou de "El Serafy" correctie volgens Neumayer praktisch relevanter zijn. Daar tegenover staat dan weer dat de normatieve implicaties van de Hotelling regel duidelijker zijn, en de databehoeften lager – er is geen schatting nodig van de overblijvende voorraad.

Gegevens voor de Provincie Limburg

De Belgische federatie van grind en zand (BELBAG) heeft ons laten weten dat de verkoopprijs van niet-hernieuwbare grondstoffen meestal vertrouwelijke informatie is. De prijzen die hernomen zijn in Tabel 43 zijn bekomen aan de hand van een recente studie van ARCADIS (De Smet et al. 2009) - voor kwartzand en leem hebben we geen prijsgegevens teruggevonden.

	verkoopprijs (EUR per ton)
grind	14,5
bouwzand	5,25
bouwzand uit grind	7,25

Tabel 43: Prijzen van niet-hernieuwbare grondstoffen

Van de Dienst Natuurlijke Rijkdommen (buitendienst Antwerpen en Limburg) hebben we ook informatie ontvangen met betrekking tot de jaarlijkse extractie in Limburg.

	2007	2008	2009	gemiddelde
grind (ton)	4.860.141	3.594.653	2.381.221	3.612.005
kwartzand (m3)	2.809.575	2.977.253	2.122.710	2.636.512
bouwzand (m3)	1.351.855	1.433.760	1.068.241	1.284.619
bouwzand uit grind (m3)	1.508.493	1.131.585	1.135.493	1.258.524
leem (m3)	275.748	144.864	177.685	199.432

Tabel 44: extractie van niet-hernieuwbare grondstoffen

BELBAG gaat er van uit dat geschatte resterende voorraad 3 à 4 miljard ton bedraagt. Dit is een globaal cijfer, gebaseerd op geologische gegevens.

De belangrijkste bron van onzekerheid ligt in de gemiddelde extractiekost: deze bevindt zich volgens BELBAG binnen een zeer ruime bandbreedte, afhankelijk van dikte van het grindpakket, stoorlagen, kleilagen, aanwezigheid van tussenzanden, grondwaterniveau, ... Dit levert prijzen van 0,5 tot 5€/ton op.

In totaal worden dus jaarlijks ongeveer 9 miljoen ton delfstoffen in Limburg opgegraven. Op basis van de hierboven aangehaalde gegevens, zien we dat de maximale marge op deze delfstoffen 14 EUR per ton bedraagt, terwijl de minimale marge ergens rond de 0,5 EUR per ton ligt. We beschikken niet over gegevens met betrekking tot de reële verdeling van deze marges.

Dit betekent dat de "Hotelling rents" in Limburg maximaal rond de 126 miljoen per jaar liggen.

Ter vergelijking: de totale SISEW bedraagt rond de 19 miljard EUR (zie Sectie 0), en de jaarlijkse kost van luchtvervuiling varieert tussen de 400 en 800 miljoen EUR per jaar.

We zouden dus willen voorstellen om deze term te laten vallen uit onze berekeningen omdat (a) de onzekerheidsmarges bijzonder groot zijn (b) de relatieve bijdrage van deze term in de SISEW sowieso klein is.

3.2.17 Indicator natuurwaarden: wordt niet meegenomen in SISEW 3

De waarde van natuur, meestal uitgedrukt onder de vorm van ecosysteemdiensten en biodiversiteit wint steeds meer aan belang en stilaan wordt een dergelijke waardering ook wetenschappelijk getoetst (TEEB, 2009)⁶⁵. De mogelijkheid om indicatoren voor natuurwaarden mee te nemen in de studie werd grondig bekeken door interne experts op dit vlak.

De belangrijkste ecosysteemdiensten in Vlaanderen zijn ondermeer *productverstrekking* van biomassa (voedsel, vezels en hout) en water; de *ondersteunende diensten* zoals bodemvorming, nutriëntencycli en pollinatie; de recreatieve waarde van natuur, de regulerende diensten zoals waterzuivering, afvang van fijn stof, vermindering van geluid via buffering door bossen, pestcontrole, waterretentie, overstromingscontrole en erosiebeperking. VITO ontwikkelde een economische waarderingstool om veranderingen in een deel van deze ecosysteemdiensten te waarderen. De tool die momenteel binnen VITO beschikbaar is, is echter meer geschikt voor projectgebonden veranderingen. Om beleidsmaatregelen op grote schaal door te rekenen, zijn er methodologisch en technisch nog een aantal missing links.

⁶⁵ <http://www.teebweb.org/>

3.2.18 Samenvatting

De informatie uit de voorafgaande paragrafen wordt samengevat in Tabel 45.

Hieruit blijkt dat, althans in 2008, de waarde van de gecreëerde toegevoegde waarde in Limburg dicht bij de waarde van de SISEW lag. Deze cijfers kunnen echter niet zomaar met elkaar worden vergeleken:

- De bruto toegevoegde waarde is een indicator van wat er binnen de provinciegrenzen wordt geproduceerd; dit is niet het geval met de SISEW. De consumptie hangt bijvoorbeeld af van het beschikbaar inkomen van de gezinnen die in Limburg wonen – dit inkomen wordt voor een deel buiten de provinciegrenzen gecreëerd (arbeidsinkomen van pendelaars, pensioenen, werkloosheidsuitkeringen).
- De bijdrage van de huishoudelijke arbeid binnen de SISEW is relatief groot (21%).
- Omwille van de beperkte beschikbaarheid van data, hebben we niet alle termen van de SISEW kunnen berekenen. Aangezien de ontbrekende termen vooral aftrekposten zijn, houdt onze berekening dus een overschatting in van de SISEW.

Bruto Toegevoegde Waarde (miljoenen EUR 2007)	18.591
Consumptie	12.852
Huishoudelijke arbeid	3.935
Niet defensieve gezondheidsuitgaven	1.011
Niet_defensieve onderwijsuitgaven	535
Kapitaalaanpassingen	1.183
Kosten milieudegradatie	-384
Totaal SISEW	19.132

Tabel 45: Bruto toegevoegde waarde en SISEW voor 2008

II. DE SCENARIO'S

HOOFDSTUK 4 HET REFERENTIE SCENARIO

4.1 Situering

In MIRA-S 2009 'Milieuverkenning' wordt aan de hand van drie beleidsscenario's een toekomstverkenning gemaakt van het milieu in Vlaanderen en dit voor de periode 2006-2030. Elk scenario bestaat uit een pakket beleidsmaatregelen waarvan het gezamenlijk effect wordt berekend. In het referentiescenario (REF) wordt verondersteld dat het beleid per 1 april 2008 ongewijzigd verder gezet wordt. In het Europa-scenario (EU) en visionair (VIS) scenario wordt verondersteld dat bijkomende maatregelen genomen worden om, respectievelijk, de Europese milieudoelstellingen 2020-2030 te halen en klimaatverandering sterk af te remmen met het oog op een duurzame toekomst. De toekomstverkenningen voor de diverse sectoren en milieuthema's baseren zich op dezelfde socio-economische en klimatologische vooruitzichten.

Het eerste scenario dat we berekenen is gebaseerd op reeds uitgestippeld beleid in Europa. Dit scenario wordt het 'referentie' of 'Business as usual' scenario genoemd. Het Europa scenario uit de Milieuverkenning 2030 wordt in dit rapport als BAU-scenario berekend. Dit scenario gaat ervan uit dat volgende doelstelling gerealiseerd zijn tegen 2020:

- de 20-20-20 doelstellingen van het energie- en klimaatpakket (20% minder energiegebruik + 20% hernieuwbare energie + 20% minder broeikasgassen);
- de verscherpte emissieplafonds voor luchtpolluenten;
- de doelstellingen geformuleerd in de Europese Kaderrichtlijn Water.

Het BAU-scenario omvat dus al een relatief ambitieus pakket aan maatregelen binnen de provincie Limburg.

4.1.1 Algemene aanpak

Sectoroverschrijdend

Om de MIRA-S scenario's te kunnen doorrekenen werden met sectorexperten een hele set van aannames vastgelegd. Een aantal van deze aannames zijn sectoroverschrijdend, andere zijn eerder sectorspecifiek:

- demografische evolutie;
- aantal graaddagen;
- CO₂-emissiefactoren;
- CH₄- en N₂O-emissies en global warming potential (GWP);
- economische groei;
- energieprijzen;
- import elektriciteit uit buitenland;
- time-slices;
- WKK certificaten;
- groenestroomcertificaten;
- hernieuwbare energie;
- wind offshore;

- MBO elektriciteitssector;
- beschikbaarheid nucleair park;
- Carbon Capturing and Storage (CCS);
- productnormering zwavelgehalte zware stookolie;
- discontovoet;
- leercurves.

Onderstaande tabel geeft zeer beknopt weer welke aannames werden gebruikt voor de doorrekening van het MIRA-S Europa-scenario. Voor meer informatie verwijzen we naar de wetenschappelijke rapporten achter MIRA-S⁶⁶.

<i>Exogene aannames</i>
Demografische evolutie: voor de huishoudelijke sector is de demografische evolutie van belang voor de evolutie van het aantal woningen. In de praktijk is vertrokken van de MIRA-S prognoses omtrent het totaal aantal woningen en het aandeel van Limburg in het totale Vlaamse woningpark.
Aantal graaddagen: 1900
CO ₂ -emissiefactoren: ~ Energiebalans Vlaanderen
CH ₄ - en N ₂ O-emissies en global warming potential (GWP): <ul style="list-style-type: none"> • emissiefactoren uit (Lodewijks et al., 2005) + Belgium's greenhouse gas inventory (1990-2006) (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2008) • GWP-waarden overeenkomstig internationale rapporteringsverplichtingen UNFCCC
Economische groei: Federaal Planbureau (FPB), behalve voor ijzer- en staalproductie en raffinaderijen (aannames VITO)
Energieprijzen: gebaseerd op de door het FPB voor MIRA-S aangeleverde evolutie van brandstofprijzen, dewelke afgestemd zijn met de PRIMES-baseline maar tevens rekening houden met de prijsevoluties in de eerste maanden van 2008. Op die brandstofprijzen voor ruwe aardolie, aardgas en steenkool aan de grens werden nog de brandstofspectifieke distributiekosten binnen Vlaanderen/België toegepast zoals ingeschat door (Van Regemorter et al., 2007)
Elektriciteitsvraag ⁶⁷ : <ul style="list-style-type: none"> • endogeen voor vraag in Vlaanderen voor sectoren Industrie en Energie, • exogeen voor Vlaanderen huishoudens, handel & diensten, landbouw en transport: overgenomen uit de afzonderlijke MIRA-S scenariostudies voor die sectoren, • exogeen voor Wallonië + Brussel: ~ CAFE-programma. Elektriciteitsvraag overgenomen uit prognoses van Wallonië en Brussel zelf.
Import elektriciteit uit buitenland: constant op import in 2005, nl. 24 981 TJ (Capros et al., 2008)
Evenwicht vraag/aanbod elektriciteit gemodelleerd aan de hand van 6 time-slices in een jaar: zomer dag/nacht, winter dag/nacht, intermediair dag/nacht
WKK-certificaten: marktprijs van 40 €/MWh in de drie scenario's, met jaarlijkse inflatie van 2% vanaf 2010
Groenestroomcertificaten: Rekening houdend met <i>decreet tot wijziging van het decreet van 17 juli 2000 houdende de organisatie van de elektriciteitsmarkt</i> van 30 april 2009

⁶⁶ <http://www.milieurapport.be/nl/publicaties/milieuverkenning-2030/>

⁶⁷ Endogeen betekent dat het model (MKM) zelf de vraag naar elektriciteit bepaalt op basis van kosteneffectiviteit. Exogeen betekent dat de vraag naar elektriciteit door de modelleerder wordt vastgeprikt op basis van andere bronnen. Het model bepaalt dus niet zelf de vraag.

en <i>Besluit tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 5 maart 2004 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen</i> van 5 juni 2009. Deze twee decreten zorgen voor een verhoogde gewaarborgde steun voor onshore windenergie en biomassa (met uitzondering van biomassa bijstook in kolencentrales), terwijl de opbrengststeun voor PV gradueel daalt naar 2020 toe.
Hernieuwbare energie: maximum potentiëlen verschillend per het scenario, afgeleid uit studies beschikbaar medio 2008 o.a. (Devriendt et al., 2005), (De Ruyck, 2006), (Neyens & Jacquet, 2008), (Neyens & Jacquet, 2007) en afgestemd op de actuele stand van zaken (VREG; VEA),
Wind offshore: verdeelsleutel Vlaanderen/Wallonië = 60/40, minimumprijs van 109 €/MWh in de drie scenario's, met jaarlijkse inflatie van 2% vanaf 2010
MBO elektriciteitssector: <ul style="list-style-type: none">• EU scenario: MBO met NO_x 2010 = 11 kton en SO₂ 2010 = 4,3 kton
Beschikbaarheid nucleair park: kernuitstap uitgevoerd zoals vastgelegd in de wetgeving tussen 2015 en 2025
Carbon Capturing and Storage (CCS): beschikbaar vanaf 2025 in het EU-scenario op bestaande en nieuwe kolen- en gascentrales binnen de elektriciteitssector, met een maximaal potentieel (cumulatief over de jaren heen) van 100 Mton in België tot 2030.
Productnormering zwavelgehalte zware stookolie in het EU-scenario: <ul style="list-style-type: none">• binnenvaart verlaging van SO₂-gehalte van 1 000 ppm naar 10 ppm• zeevaart verlaging van SO₂-gehalte van 15 000 ppm naar 1 000 à 1 500 ppm afhankelijk van de zone waarin de schepen varen.
Discontovoet: 4 %
Leercurves: <ul style="list-style-type: none">• leercurves uit Markal/Times (Van Regemorter et al., 2007) en Green-X (European Commission, 2007)

Aannames

Verwarming gebouwen

Het energieverbruik voor verwarming in de gebouwen is sterk temperatuursafhankelijk. De verwarmingsbehoefte in een jaar wordt uitgedrukt aan de hand van het aantal graaddagen, waarbij meestal wordt uitgegaan van een grenswaarde van 15°C voor het aanslaan van de verwarming.

In de MIRA-S scenario's gaat men uit van 1714 graaddagen, wat overeenkomt met het aantal graaddagen van het warme jaar 2000. In deze studie rekenen we in alle scenario's en voor alle zichtjaren in de toekomst met 1900 graaddagen. Dit komt overeen met het gemiddeld aantal graaddagen uit de periode 1990-2003 en vormt bijgevolg een meer representatief cijfer dan 1714 graaddagen.

Emissiefactoren

De *broeikasgas emissiefactoren* die we hanteren voor de verschillende brandstoffen zijn net als voor de nulmeting afgeleid van IPCC emissiefactoren en deze worden gebruikt in de "Energiebalans Vlaanderen" (zie § 0).

Uitzondering zijn de emissiefactoren die we hanteren voor het berekenen van de Scope 2 emissies van elektriciteitsgebruik. In het MIRA-S Europa scenario verandert het elektriciteitspark in België grondig, onder andere omwille van de graduele sluiting van de nucleaire centrales die vanaf 2015 zal plaatsvinden (aanneme die in alle MIRA-S scenario's is opgenomen). De nucleaire capaciteit die afneemt wordt voornamelijk vervangen door nieuwe superkritische kolencentrales inclusief 20% biomassa bijstook.

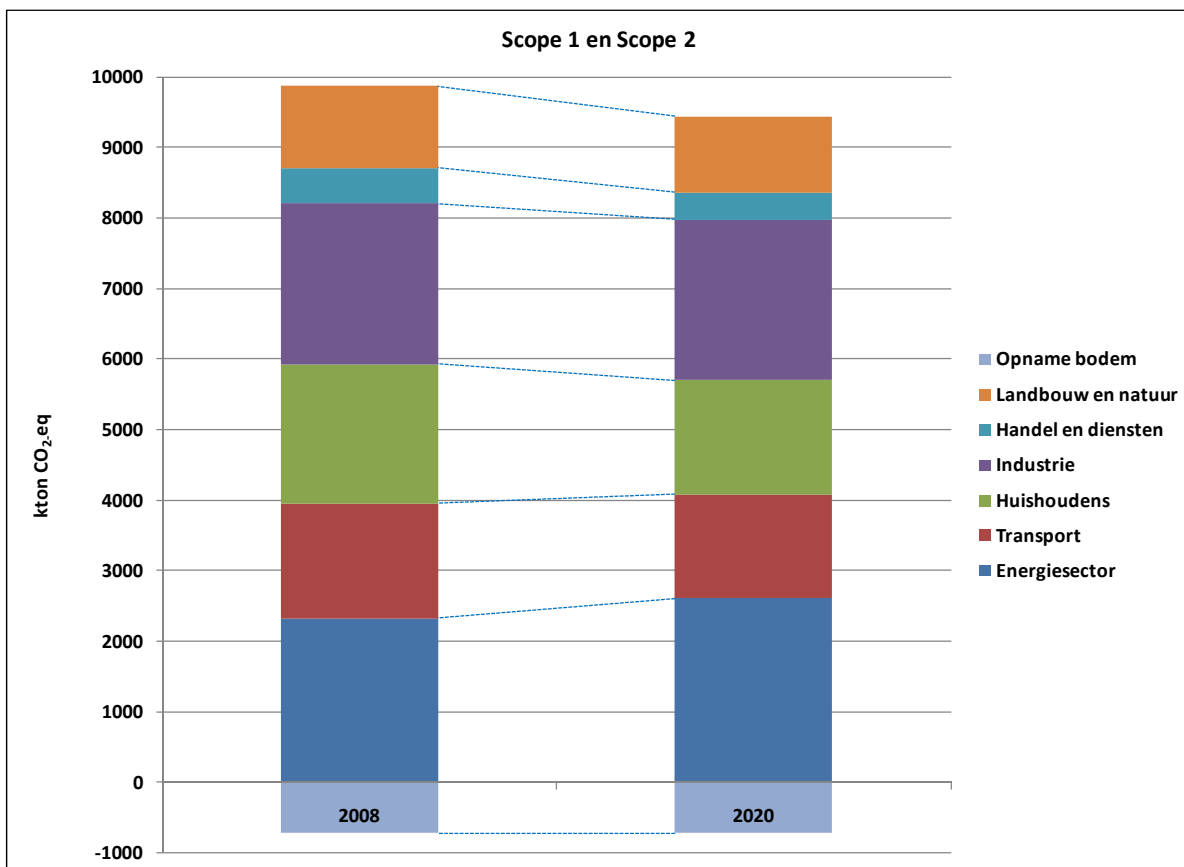
Door deze wijzigingen in elektriciteitsproductie wijzigt ook de emissiefactor die we voor de Scope 2 emissieberekeningen moeten hanteren.

[kton CO ₂ /GWh]	2008	2020
Emissiefactor Belgische elektriciteitsproductie	0,25	0,33

4.1.2 Overzicht van de resultaten

In de projecties voor 2020 van het BAU scenario dalen de emissies van de meeste sectoren, behalve deze van industrie waarbij er een status quo optreedt, terwijl deze van de energiesector stijgen. Voor de industriële sectoren en bedrijven die onder het Europese emissiehandelsysteem vallen is de verwachte CO₂ prijs niet van die orde dat de broeikasgasreducties groter zijn dan de toename in emissies omwille van de economische groei. De stijging in de energiesector is te wijten aan de STEG van Tessenderlo Chemie (T-Power) die normaal gezien in 2011 operationeel zal zijn.

De daling in de andere sectoren is ook eerder beperkt zoals in onderstaande figuur weerspiegeld wordt. Sectorspecifieke berekeningswijzen en resultaten worden op de volgende bladzijden meer in detail toegelicht.



Figuur 11: Emissies (kton CO₂ eq.) in referentiescenario voor het jaar 2020 per sector

Sector	Maatregel	Reductie/toename 2008-2020 [kton]
Energieproductie	Bijstook biomassa Langerlo tot 20%	
	Inzet groene WKK in industrie neemt toe	
	Windenergie neemt toe tot bijna 128 000 MWhe	
	PV neemt toe tot bijna 23 000 MWhe	
Totale reductie CO₂ eq. emissies		+290
Transport	Wegverkeer: invoeren van rekeningrijden (vanaf 2012 voor vrachtverkeer, vanaf 2017 voor personenverkeer)	
	Wegverkeer: sterke daling in marktaandeel van diesel-voertuigen, ten voordele van benzine hybride voertuigen en diesel hybride voertuigen	
	Wegverkeer: langetermijndoelstelling van 95 g CO ₂ /km tegen 2020 gehaald	
	Wegverkeer: biobrandstoffen, 90% van de dieselmkt zal tanken aan 10 vol% bijmenging (rest tankt nog 5 vol%) / bio-ethanol iedereen tankt aan 10 vol%.	
	Spoor: rekeningrijden → verschuiving naar spoor	
Totale reductie CO₂ eq. emissies		-160
Huishoudens	Aardgas vertegenwoordigt 67% van de woningverwarming	
	Doelstelling Limburg isoleert jaarlijks verdergezet	
	Vervanging oude ketels door hoogrendements- en condensatieketels	
	Nieuwbouw E80 tot in 2020	
	100% energiezuinige lampen, vermindering standby gebruik, aanpassen gedrag, koken op aardgas i.p.v. elektriciteit	
	Zonneboilers jaarlijks dezelfde toename	
Totale reductie CO₂ eq. emissies		-350
Industrie	Subsector afhankelijk implementatie van energiebesparende maatregelen met kost minder dan ETS CO ₂ -prijs van 30€/ton in 2020	
	Inzet van WKK	
Totale reductie CO₂ eq. emissies		0
Handel en diensten	Brandstofverbruik: Toename isolatiemaatregelen, verhoogde inzet efficiëntere verwarming, verhoogde inzet hernieuwbare brandstoffen	
	Elektriciteitsverbruik: Efficiëntere koeling, ventilatie, verlichting en kantoorapparatuur	
	Totale reductie CO₂ eq. emissies	
Landbouw en natuur	Autonome afname van het landbouwareaal: tussen 2008 tot 2030 wordt uitgegaan van een afname van 0,2% landbouwgrond per jaar	
	Autonome afname van de melk- en de rundveestapel	
Totale reductie CO₂ eq. emissies		-90
TOTALE REDUCTIE SOM SECTOREN CO₂ eq. emissies		-430

Tabel 46: Overzicht van de geïmplementeerde veronderstelde maatregelen in het referentiescenario met de totale reductie in kton CO₂ equivalenten.

4.1.3 Energieproductie

Methoden en data

Centrale productie

Wat de centrale elektriciteitsproductie in Langerlo betreft, wordt verondersteld dat deze constant blijft tussen 2008 en 2020. Wel is er een wijziging in de mix van brandstoffen die verbruikt worden. Bijstook van biomassa in centrale van Langerlo neemt toe van 8% (op energie-inhoud) in 2008 tot 20% (maximaal technisch potentieel bestaande branders) in 2020. Dit zorgt voor een daling in de CO₂ emissies van 2070 naar 1770 kton.

De ingebruikname van de STEG centrale bij Tessenderlo Chemie, T-Power van 410 MWe, zal zorgen voor een toename van het aardgasverbruik en bijgevolg van de Scope 1 emissies (+ 640 kton CO₂ eq.). Doordat de Limburgse elektriciteitsproductie toeneemt neemt de import van buiten de provincie af en dalen de Scope 2 emissies.

WKK

De brandstofverbruiken en energieproductie van WKK's werd afgeleid uitgaande van het aandeel van WKK's in Limburg in het totaal energieverbruik van WKK's in Vlaanderen i.e. 3,5%. Uit de nulmeting voor 2008, konden we afleiden dat de WKK's in Limburg ca. 3,3 PJ vertegenwoordigden. In de Energiebalans Vlaanderen van 2008 vonden we voor de WKK's in Vlaanderen ca. 95,4 PJ terug. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er geen onderscheid gemaakt werd tussen zelfproducenten en WKK's in samenwerking met de energiesector omdat dit onderscheid ook niet in het Europa scenario kon gemaakt worden. De inzet van fossiele WKK's in de industrie daalt in het MIRA-S Europa-scenario, gegeven een met inflatie mee dalende WKK-certificaatwaarde. De inzet van groene WKK's in industrie neemt echter toe.

Water

De energieproductie door waterkrachtcentrales blijft in 2020 constant ten opzichte van de nulmeting voor 2008.

Wind

Voor windenergie waren resultaten op provinciaal niveau beschikbaar, i.e. 130 GWh in 2020.

Zon

Zonne-energie in Limburg werd afgeleid uitgaande van het aandeel van de productie van zonne-energie in Limburg in de Vlaamse productie (=25%). Dit brengt de totale productie van elektriciteit door middel van fotovoltaïsche panelen op 20 GWh in 2020. In de nulmeting voor 2008 vonden we voor Limburg 8 GWh terug.

Resultaten

Netto elektriciteitsproductie in Limburg (GWh)		2008	2020
Centrales fossiel incl. biomassa bijstook + biogas/afval	Langerlo, Remo, Bionerga, T-Power	2.530	4.260
Decentraal fossiel	WKK	310	180
Decentraal hernieuwbaar	Water	0	0
	Wind	50	130
	Zon	8	20
	Groene WKK	0	60
Totaal		2.898	4.650

Tabel 47 Overzicht netto elektriciteitsproductie in 2008 en 2020 in Limburg in [GWh]

Emissies Energieproductie Limburg: scope 1 en scope 2 (kton CO ₂ eq. emissies)		2008	2020
Centrales fossiel	Langerlo, Remo, Bionerga, T-Power	2.080	2.420
Decentraal fossiel	WKK	180	130
Decentraal hernieuwbaar	Wind, zon, Waterkracht Biogas en afval	60 ⁶⁸	60
Totaal scope 1		2.320	2.610
Scope 2		0	0
Totaal scope 1+2		2.320	2.610

Tabel 48: Raming van de scope 1 en scope 2 emissies (kton CO₂ eq.) van de energiesector in 2020 voor het referentiescenario

4.1.4 Transport

Methode en data

De belangrijkste aannames en implicaties van het Europa-scenario voor transport in Vlaanderen (en dus ook in Limburg) worden hieronder samengevat voor de verschillende modi. Dit scenario is immers al erg ambitieus en omvat reeds een aanzienlijk pakket aan maatregelen. Meer informatie over het Europa-scenario voor transport is te vinden in het Wetenschappelijk rapport voor de Sector Transport in MIRA-S (VMM, 2009).

Activiteitsdata wegverkeer

Wat betreft de activiteitsdata voor het wegverkeer baseert het Europa-scenario zich op mobiliteitsdata van het multimodaal model Vlaanderen (Vlaams Verkeerscentrum). Hierbij houdt men o.a. rekening met het invoeren van rekeningrijden (vanaf 2012 voor vrachtverkeer, vanaf 2017 voor personenverkeer). Doordat deze mobiliteitsgegevens geografisch beschikbaar zijn, kon ingezoomd worden op de provincie Limburg, en dit voor verschillende zichtjaren. In de periode 2008-2020 zal het wegverkeer in Limburg volgens dit scenario stijgen met ongeveer 18%.

⁶⁸ Deze CO₂ eq. emissies zijn afkomstig van afvalverbranding.

Voertuigenpark

De technologische evoluties van het voertuigenpark omvatten reeds een sterke daling in marktaandeel van diesel-voertuigen, ten voordele van benzine hybride voertuigen en diesel hybride voertuigen. In 2020 zal volgens het Europa-scenario ongeveer 10% van de nieuw verkochte personenwagens elektrisch of plug-in hybride elektrisch rijden. Dit is een vrij ambitieus cijfer, maar dit is nodig om bijv. de Europese 20-20-20 doelstellingen te kunnen halen en is verder ook het gevolg van een aantal maatregelen zoals de richtlijnen voor publieke vloten en de uniforme Europese autofiscaliteit. Dit cijfer werd zo dan ook goedgekeurd door het expertenpanel uit de stuurgroep van MIRA. Echter, 'slechts' een klein percentage van de nieuwe vloot zal volledig kunnen elektrisch rijden (2.5% van de nieuw verkochte voertuigen) en ongeveer 7.5% van de nieuw verkochte personenwagens wordt verondersteld PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) te zijn. Verder zal nog ongeveer 12% van de nieuw verkochte personenwagens 'charge sustaining' hybride zijn (zoals bijv. Toyota Prius). Een groot deel van deze nieuwe voertuigen zal dus nog niet elektrisch kunnen rijden (waardoor het energiegebruik door elektriciteit dus nog vrij laag zal liggen in 2020). Ook voor zwaar vrachtverkeer veronderstelt men een doorgedreven hybridisatie. Verder wordt aangenomen dat de voorgestelde langetermijndoelstelling van 95 g CO₂/km tegen 2020 gehaald wordt, waarvan 105 g/km door motortechnische maatregelen en de resulterende vermindering door flankerende maatregelen. Verder veronderstelt dit scenario in 2020 reeds het gebruik van milieuvriendelijke banden, een verbetering van de aerodynamica voor vrachtwagens en een milieuvriendelijk rijgedrag. Wat het gehalte aan biobrandstoffen betreft, wordt aangenomen dat 90% van de dieselmkt zal tanken aan 10 vol% bijmenging (rest tankt nog 5 vol%) en bio-ethanol zal door iedereen aan 10 vol% getankt worden.

Spoor/binnenvaart

Wat het transport over het spoor betreft, wordt rekening gehouden met de invoering van rekeningrijden en de effecten hiervan op het wegverkeer. Deze maatregel zorgt voor een modale verschuiving van weg naar spoor waardoor de activiteit op spoor, voor zowel passagiers als goederen, toeneemt. Men gaat ervan dat dit geen verschuiving naar binnenvaart teweeg brengt, al zal binnenvaart ook groeien. De groeivoeten voor zowel spoor als binnenvaart worden bepaald door het Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen. Impacts op Offroad werden niet berekend en daarom constant gehouden in de gerapporteerde cijfers. De belangrijkste modus om in kaart te brengen blijft het wegverkeer.

Goederenverkeer

Het goederenverkeer zal volgens het Europa-scenario voor alle modi toenemen, maar het minst voor het vervoer over de weg. Gezien de absolute waarden, zullen de verschillende groeivoeten echter maar weinig impact hebben op de modal split. In 2008 werd bijv. ongeveer 67% vervoerd over de weg, 5% over het spoor en 28% via binnenvaart. In 2020 zijn deze cijfers nagenoeg hetzelfde gebleven.

Resultaten

Het verloop van het energiegebruik en de CO₂-emissies voor transport in Limburg in de periode 2008-2010 wordt voorgesteld in de volgende tabellen en figuren. Het energiegebruik door personen-en goederenvervoer voor alle modi samen stijgt in het Europa-scenario enkel nog van 2008 tot 2010, om vervolgens continu te dalen tot 2020 tot een niveau dat vergelijkbaar is met dat van 2008. De CO₂-emissies liggen in 2020 lager t.o.v. 2008, dit door de maatregelen die in het Europa-scenario vervat zijn.

Uit de figuren wordt verder meteen duidelijk dat het wegverkeer steeds het grootste deel van het energieverbruik en de CO₂-emissies van transport vertegenwoordigt (bijna 90 %) en dat dit aandeel min of meer ongewijzigd blijft in de toekomst (ook al neemt het energiegebruik van niet-weg modi toe).

Emissies Transportsector: scope 1 (kton CO ₂ eq emissies)	
Weg	1.270
Spoor	10
Binnenvaart	50
Offroad	110
Totaal scope 1	1.440

Tabel 49: Raming van de scope 1 emissies van de transport in Limburg per modus in 2020 voor het referentiescenario

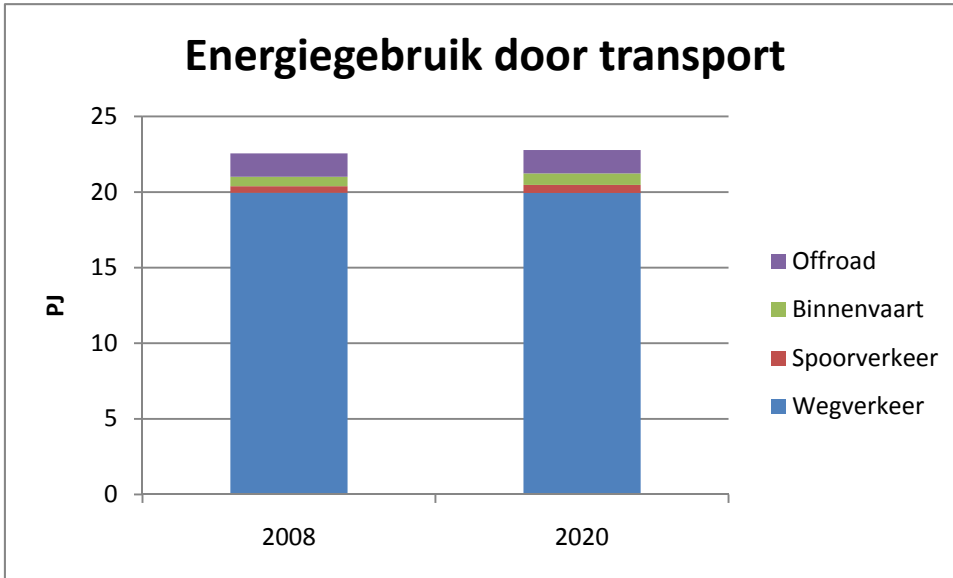
Emissies Transportsector Limburg BAU 2020 (kton CO ₂ eq. emissies)	
Scope 1	1.440
Scope 2	30
TOTAAL	1.470

Tabel 50: Globale raming van de transportemissies in Limburg in het jaar 2020

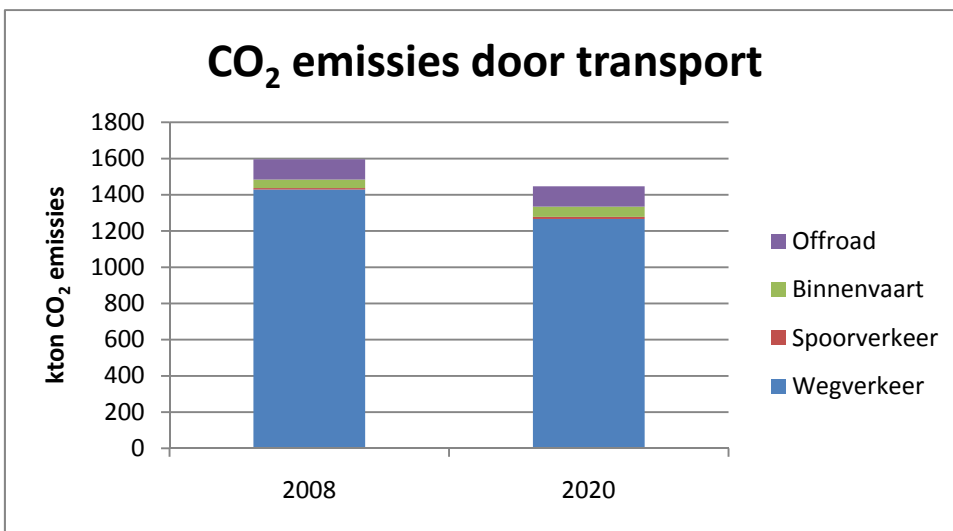
Wat het verschil in emissies tussen 2008 en 2020 betreft (zie Tabel 51), kunnen we stellen dat de uitstoot van broeikasgassen daalt van 1630 kton CO₂-eq in 2008 tot 1470 kton in 2020, wat dus 10% lager ligt dan het niveau in 2008. Het wegverkeer is hierbij verantwoordelijk voor de grootste veranderingen. Het aandeel van het personenvervoer in de CO₂-uitstoot vermindert gestaag, vooral dankzij de realisatie van de verstrengde ACEA-wetgeving en de verschuiving naar meer alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. Verder worden de CO₂-emissies van het personenwagenpark ook nog wat gedrukt door het introduceren van energiezuinige banden en maatregelen inzake milieuvriendelijk rijgedrag. Voor zware voertuigen is de CO₂-uitstoot ook beperkt omwille van de efficiëntieverbetering van Euro VI voertuigen, het lagere aantal voertuigkilometer en de flankerende maatregelen inzake verbetering van de aerodynamica van trekkers met oplegger. Bovendien is er nog een kleine winst door maatregelen inzake rijgedrag.

	Emissies 2008	Emissies 2020
Scope 1	1.620	1.440
Scope 2	10	30
Totaal	1.630	1.470

Tabel 51: Vergelijking van de transportemissies in Limburg in 2008 en 2020



Figuur 12: Energiegebruik door transport in REF scenario



Figuur 13: Scope 1 CO₂-emissies (kton CO₂ eq.) door transport in REF scenario

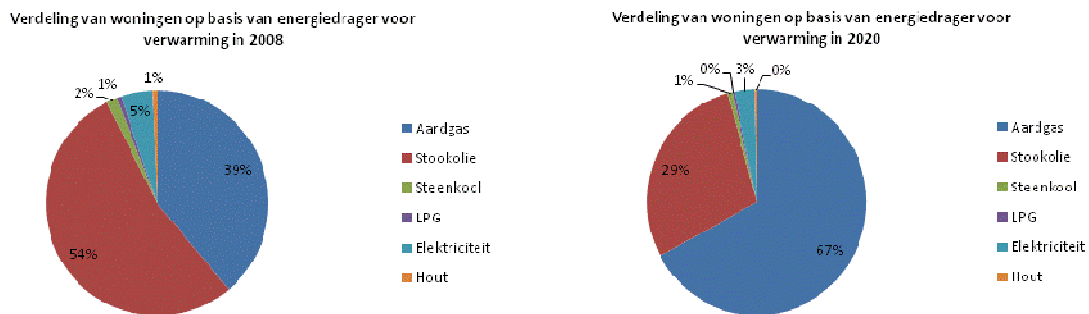
4.1.5 Huishoudens

Methoden en data

Voor huishoudens is niet uitgegaan van het Europa scenario van MIRA-S. Ten eerste zijn de aannames voor drie MIRA S scenario's zeer verregaand, ook de aannames voor het referentie scenario. Ten tweede zijn de concrete aannames niet gekend. Met andere woorden, het is niet mogelijk om de scenario's te vertalen naar concrete aannames die kunnen doorgerekend worden met het bottom up berekeningsmodel dat gebruikt wordt voor deze studie. Ondanks het feit dat we afwijken van MIRA-S, is er op toegekeken dat berekeningen voor de andere sectoren consistent zijn met de berekeningen voor de huishoudelijke sector.

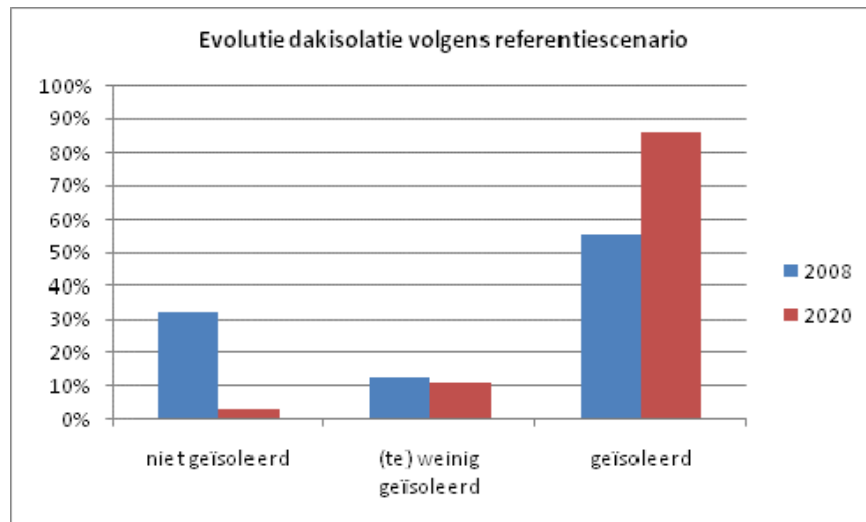
Momenteel is een *business as usual* scenario doorgerekend, met als uitgangspunten:

- Brandstofoverschakeling naar aardgas: er wordt uitgegaan van het aantal woningen dat in 2008 overschakelt op aardgas. Dit aantal wordt gebruikt voor de volledige prognoseperiode. Hierdoor zal aardgas in 2020 de belangrijkste energiedrager zijn voor verwarming en niet langer stookolie. De evolutie van 2008 naar 2020 wordt geïllustreerd in onderstaande figuren:

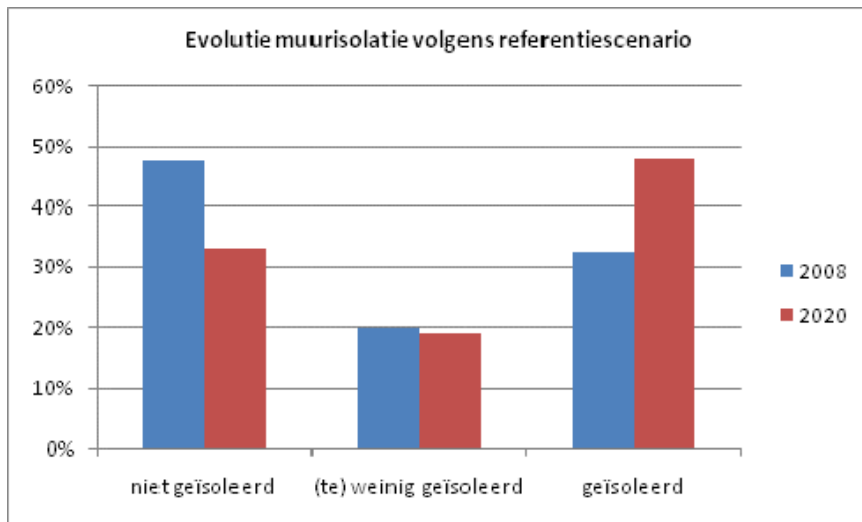


Figuur 14: Het aandeel van energiedragers in de Limburgse huishoudens in 2008 en 2020

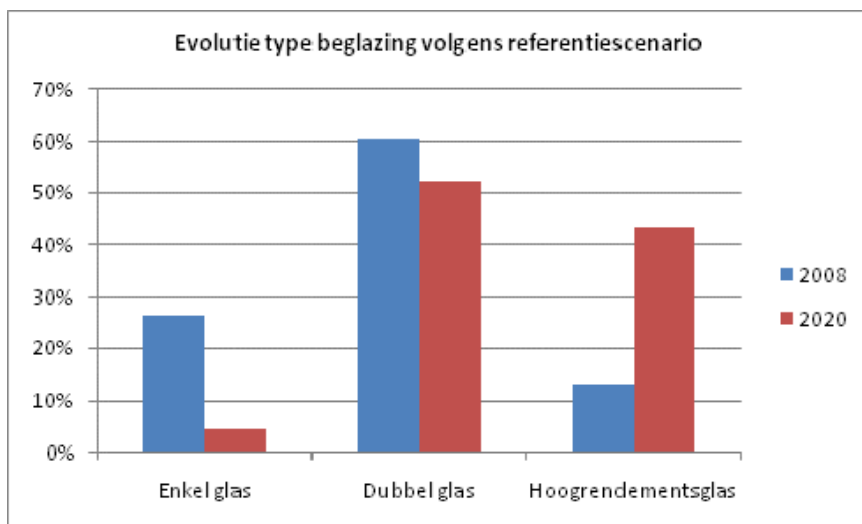
- Isolatie en vervanging van enkel glas: tot en met 2010 zijn historische aantallen doorgerekend en vanaf 2011 is uitgegaan van de jaarlijkse doelstellingen van het beleidsprogramma "Limburg isoleert". De gemiddelde isolatiedikte is overgenomen van de toegekende REG-premies in Vlaanderen in de periode 2004-2008. Het effect van deze ingrepen op het Limburgse woningpark (het totale woningpark, dat dus in 2020 ook een deel nieuwe woningen omvat die goed geïsoleerd zijn) is weergegeven in onderstaande tabellen.



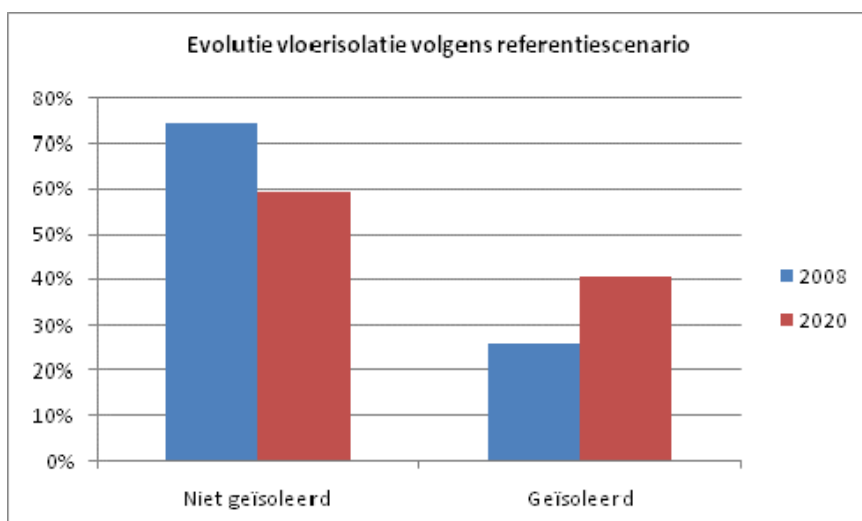
Figuur 15: De evolutie van dakisolatie volgens het referentiescenario



Figuur 16: De evolutie van muurisolatie volgens het referentiescenario



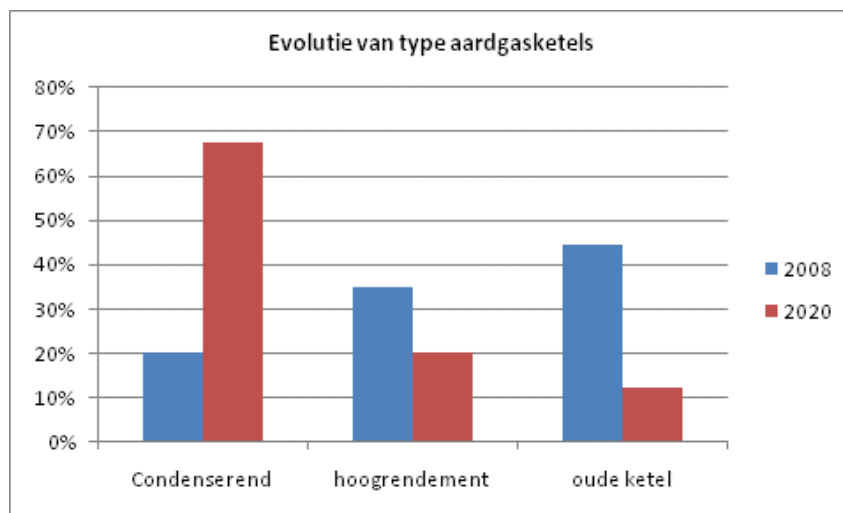
Figuur 17: De evolutie van het type beglazing volgens het referentiescenario



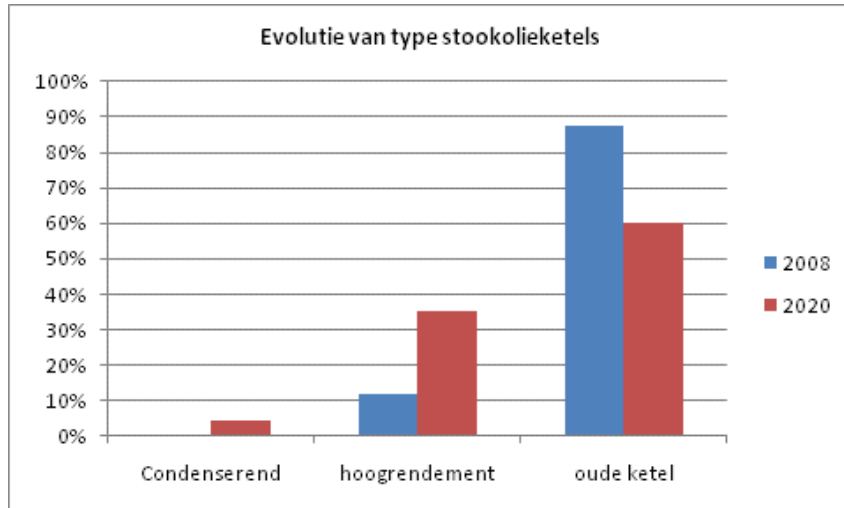
Figuur 18: De evolutie van vloerisolatie volgens het referentiescenario

Bij isolatie van dak, muur en vloer is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat slechts een deel van het dak, van de muur of de vloer wordt geïsoleerd. Bij de karakterisering van het woningpark is evenmin rekening gehouden dat -indien een woning isolatie heeft- de mogelijkheid bestaat dat slechts een deel van het gebouwschilonderdeel geïsoleerd is. Dit kan zorgen voor een overschatting van het aandeel geïsoleerde daken, muren of vloeren. In geval van beglazing is bij de karakterisering van het woningpark wel rekening gehouden met het feit dat woningen met dubbel glas ook nog enkel glas hebben. Ook bij de vertaling van het aantal glasvervangingen per jaar, is een factor toegepast om rekening te houden met het feit dat niet alle beglazing van een woning wordt vervangen.

- **Ketelvervanging:** er wordt uitgegaan van de Belgische trendlijn met betrekking tot het aandeel hoogrendementsketels en condenserende ketels, op basis van Belgische verkoopsstatistieken voor installaties op aardgas en stookolie. Verder is uitgegaan van het vervangingspercentage van bestaande ketels in 2008. Het aandeel bestaande ketels dat jaarlijks vervangen wordt, wordt constant gehouden. Omdat de overblijvende pool van bestaande ketels geleidelijk afneemt, neemt ook het aantal ketelvervangingen af. Het resultaat van deze aannames op het totale woningpark, waarbij de nieuwe woningen ook gebruik maken van een condenserende ketel of een hoogrendementsketel, is weergegeven in onderstaande figuren.



Figuur 19: De evolutie van het type aardgasketels volgens het referentiescenario



Figuur 20: De evolutie van het type stookolieketels volgens het referentiescenario

Vermits het Limburgse woningpark de afgelopen periode sterk aan het omschakelen is van (hoofdzakelijk stookolie) andere energiedragers naar aardgas, zijn er in 2008 al relatief veel hoogrendementsketels en condenserende aardgasketels. In 2020 blijven er hierdoor relatief weinig oude ketels over in het totale woningpark. De stookolieketels zijn een heel ander verhaal. De laatste jaren worden relatief weinig nieuwe stookolieketels verkocht in België en dus bij uitbreiding in Limburg. In 2008 bestaat het grootste deel van het ketelpark daarom uit oude ketels (ketels van de jaren 70, 80 en 90). Stookolieketels hebben gemiddeld gezien ook een langere levensduur dan aardgasketels. In 2020 bestaat nog steeds 60% van het ketelpark uit oude ketels. De relatief lage verkoopcijfers worden immers doorgetrokken tot in 2020. In beleidstermen kan dit verklaard worden doordat de focus van het beleid de afgelopen periode gegaan is naar aardgasketels en niet naar stookolieketels, hoewel de federale belastingvermindering ook van toepassing is op stookolieketels. In het jaar 2008 bestond 0,5% van de stookolieketels uit een condenserende ketel. Dergelijk laag aandeel is echter niet zichtbaar op de figuur.

- Nieuwbouw: er is uitgegaan van de aannames over het totale woningpark in Vlaanderen volgens MIRA-S. Dit is omgerekend naar Limburgse aantallen op basis van het aandeel van Limburgse vergunningen nieuwbouw ten opzichte van Vlaamse vergunningen nieuwbouw. Voor dit scenario zijn we vertrokken vanuit het scenario waarbij de E-peil eis verlaagt naar E80, maar niet verder. Momenteel heeft Vlaanderen nog geen beslissing genomen over een verdere verlaging van de eis voor nieuwbouw. Wij houden enkel rekening met beleid dat reeds vast staat en daarom houden we het E-peil op E80 tot in het jaar 2020.
- Zonneboilers: het aantal premies voor zonneboilers wordt gebruikt als aanname voor het jaarlijks aantal extra zonneboilers. Het aantal in 2008 wordt gebruikt voor de volledige periode;
- Elektriciteit voor apparaten en verlichting: dit zit niet in het gedetailleerde bottom up model. Omwille van consistentie met de cijfers voor de sector energieproductie is er voor gekozen om de resultaten voor het Europa scenario van MIRA-S over te nemen, of toch de groeipercentages. Wellicht is het elektriciteitsverbruik voor verwarming volgens onze berekeningen hoger dan volgens het Europa scenario. In dat geval zal het totale elektriciteitsverbruik (lichtjes) onderschat zijn. MIRA-S geeft echter onvoldoende details om hier concrete uitspraken over te doen. Volgende

maatregelen met betrekking tot apparaten en verlichting zijn opgenomen in het Europa scenario: 100% energiezuinige lampen (spaarlampen), 100% energiezuinige apparaten, verminderen van het stand by verbruik van apparaten (stand by verklekkers), aanpassen gedrag (bv. deksel op pot bij koken), overschakeling van elektrisch koken naar koken op aardgas (in onze berekeningen blijft het aandeel aardgasklanten die koken op aardgas echter gelijk tijdens de volledige periode). Het verbruik houdt ook rekening met de opwekking van groene stroom: 5% van de renovaties en 10% van de nieuwbouwwoningen gaan gepaard met de plaatsing van PV-panelen. Concrete cijfers over het aantal renovaties zijn echter niet voorhanden, zodat we geen beeld hebben van het totale aantal PV-installaties in 2020.

De aannames met betrekking tot ruimteverwarming en SWW zijn conservatief in vergelijking met de uitgangspunten van de drie MIRA S scenario's voor huishoudens. Deze aannames liggen echter dichter bij de reële referentiesituatie/*business as usual* dan de MIRA S scenario's. De resultaten van onze berekeningen zijn daarom indicatief voor de impact van het huidige beleid, in tegenstelling tot de resultaten volgens de MIRA S scenario's.

Resultaten

Het totale finale energieverbruik van de huishoudens vermindert met 12% in de periode 2008-2020. Het finale energieverbruik voor verwarming en SWW (en aardgas voor koken) neemt af met 10% in de periode 2008-2020. Kijken we naar het gemiddelde verbruik per woning (voor deze toepassingen), dan krijgen we een grotere daling. Het gemiddelde verbruik per woning voor verwarming en SWW (en aardgas voor koken) daalt met 22% van 82 GJ naar 64 GJ. De absolute vermindering is lager dan deze 22% omdat het aantal Limburgse woningen in deze periode toeneemt. Dit blijkt uit volgende berekening:

	Aantal woningen	Gemiddeld verbruik woning	Totaal verbruik per
2008	330.669	82 GJ	27 PJ
2020	380.463	64 GJ	24 PJ
			Daling van 10,2%

Omdat er een belangrijke verschuiving is naar aardgas (voornamelijk vanuit stookolie) en omdat de nieuwe woningen ook voornamelijk kiezen voor aardgas, is de CO₂-besparing in deze periode een stuk groter dan de finale energiebesparing: 16%.

Emissies Huishoudens Limburg BAU (kton CO ₂ eq. emissies)	
Scope 1	1.490
Scope 2	130
Totaal	1.620

Tabel 52: Globale raming van de emissies van de huishoudens in Limburg in het jaar 2020

		Emissies 2008	Emissies 2020
Scope 1	Petroleumproductien	1.213	624
	Gas	497	839
	Kolen	49	20
Scope 2		208	126
Totaal		1.967	1.609

Figuur 21: Overzicht van emissies van de sector huishoudens in 2008 en 2020

De CO₂-emissies van de huishoudens nemen af met 16% (met 14% als scope 2 elektriciteit in rekening wordt genomen. Deze afname is het resultaat van 3 veranderingen:

- Een verbetering van de energieprestaties van de woningen, waardoor het gemiddelde finale energieverbruik per woning afneemt met 22%;
- Een toename van het woningpark, waardoor de absolute finale energiebesparing voor het volledige woningpark lager is dan de gemiddelde besparing per woning, namelijk 10%;
- Een verschuiving in de keuze van energiedrager voor verwarming naar aardgas vanuit de andere energiedragers. Aardgas geeft minder CO₂-emissies per eenheid energie. Hierdoor is de besparing in termen van CO₂ groter dan de 10% finale energiebesparing, namelijk 16% voor de brandstoffen alleen en 14% voor de brandstoffen en de scope 2 elektriciteitsemissies samen.

4.1.6 Industrie

Methode en data

Zoals eerder aangegeven, werd voor industrie en energieproductie uitgegaan van het Europa scenario zoals beschreven in Lodewijks et al. (2010).

Het elektriciteits- en aardgasverbruik per deelsector in 2020 werd afgeleid uitgaande van het aandeel van Limburg in het verbruik in Vlaanderen in 2008 (cf. nulmeting).

Sector	Aardgasverbruik	Elektriciteitsverbruik
IJzer en staal	7%	34%
Non-ferro	8%	3%
Chemie	22%	13%
Voeding, dranken en tabak	14%	7%
Papier en uitgeverijen	61%	36%
Minerale niet-metaalprodukten	41%	29%
Metaalverwerkende nijverheid	45%	21%
Textiel, leder en kleding	4%	2%
Andere industrieën	46%	18%

Tabel 53: Afleiding van het aandeel van het Limburgs elektriciteits- en aardgasverbruik voor industrie ten opzichte van het Vlaamse verbruik voor het jaar 2008 en overgenomen voor 2020

Voor brandstoffen zoals petroleumproducten, andere brandstoffen (recuperatiebrandstoffen chemie) en biomassa werden de verbruiken per deelsector ingeschat op basis van de verhouding van het elektriciteitsverbruik in Limburg ten opzichte van Vlaanderen in 2008 (cf. nulmeting).

Resultaten

Emissies Industrie Limburg: scope 1 (kton CO ₂ eq. emissies)	2008	2020
Chemie	600	620
Minerale niet-metaalprodukten	270	290
Metaalverwerkende nijverheid	180	240
Papier en uitgeverijen	90	16
IJzer en staal	40	88
Voeding, dranken en tabak	150	150
Non-ferro	20	18
Textiel, leder en kleding	10	18
Andere industrieën	280	210
Totaal scope 1	1.640	1.650

Tabel 54: Raming van de scope 1 emissies van industrie in 2008 en 2020 voor het referentiescenario

Emissies Industrie Limburg BAU (kton CO ₂ eq. emissies)	2008	2020
Scope 1	1.640	1.650
Scope 2	630	620
Totaal	2.270	2.270

Tabel 55: Globale raming van de emissies van de industrie in Limburg in het jaar 2008 en 2020

De Scope 2 emissies blijven tussen 2008 en 2020 ongeveer constant. Dit ondanks een stijging van de elektriciteitsvraag van de industrie (van bijna 15%) en een sterk gestegen emissiefactor voor elektriciteitsproductie door het Belgische park. De sluiting

van de oudste nucleaire eenheden (Doel 1, Doel 2 en Tihange 1) leidt in het MIRA-S Europa-scenario tot de bouw van voornamelijk nieuwe superkritische kolencentrales met hogere emissies (zie ook § 4.1.1). De Scope 2 emissies blijven nagenoeg constant omwille van de ingebruikname van de T-Power STEG op aardgas (Scope 1) met een lagere emissiefactor dan de superkritische kolencentrales.

4.1.7 Handel en diensten

Methoden en data

In een eerste stap bepalen we het toekomstig energieverbruik. Zowel voor het energieverbruik voor verwarming (en warm water) als het elektriciteitsverbruik voor toestellen en verlichting, baseren we het referentiescenario op het MIRA-S 2009 Europa Scenario.

In het Europa scenario veronderstelt men diverse maatregelen. De voornaamste maatregelen kunnen we echter als volgt groeperen:

- Toename van isolatiemaatregelen voor bestaande woningen en nieuwbouw;
- Verhoogde inzet van efficiënte verwarmingsinstallaties;
- Verhoogde inzet van hernieuwbare energie o.v.v. zonneboilers, warmtepompen en biomassa-ketels;
- Efficiëntere koeling;
- Efficiëntere ventilatie;
- Efficiëntere verlichting en kantoorapparatuur.

Het vertalen van dit Vlaamse scenario naar de provincie Limburg voeren we uit a.h.v. dezelfde verdeelsleutels als in de nulmeting. We gaan dus uit van een constante bijdrage van de provincie Limburg in het totaal Vlaamse energieverbruik van de tertiaire sector. Naast deze extrapolatie, corrigeren we het resulterende energieverbruik naar 1900 graaddagen (dit betreft enkel het luik brandstofverbruik voor verwarming en warm water).

In een tweede stap zetten we de toekomstige brandstofverbruiken om naar CO₂-emissies d.m.v. emissiefactoren per brandstof. Voor de emissies van elektriciteitsconsumptie verwijzen we naar de energiesector. De inzet van WKK's en PV-installaties in tertiaire gebouwen kennen we eveneens toe aan de energiesector.

Resultaten

De scope 1 en 2 CO₂-emissies van de tertiaire sector door brandstofverbruik dalen tegen 2020 met 24% (120 kton CO₂ eq) t.o.v. 2008. Deze grote reductie treedt op door de sterke doorvoering van energiebesparende maatregelen, ondanks een verwachte stijging van de economische groei.

De vraag naar elektriciteit daalt minder sterk, nl. met 6% in 2020 t.o.v. 2008. De CO₂-emissiefactor van het elektriciteitspark buiten Limburg neemt toe, maar de nieuwe T-Power STEG met lagere emissiefactor maakt dat import van elektriciteit van buiten Limburg afneemt ten opzichte van 2008. Dit verklaart de daling van de Scope 2 emissies (-40 kton CO₂ tussen 2008 en 2020).

Emissies Handel en diensten Limburg: scope 1 (kton CO ₂ eq. emissies)	
Petroleumproducten	74
Gas	165
Totaal scope 1	240

Tabel 56: Raming van de scope 1 emissies van de sector handel en diensten in Limburg voor het referentiescenario in 2020

Emissies Handel en diensten (kton CO ₂ eq. emissies)	2008	2020
Petroleumproducten	100	74
Gas	220	165
Totaal scope 1	320	240
Totaal scope 2	190	150
TOTAAL	510	390

Tabel 57: Globale raming van de emissies van handel en diensten in het jaar 2020

4.1.8 Landbouw en natuur

Methode en data

Gebaseerd op het wetenschappelijk rapport MIRA (2009) en NARA (2009) – landbouw (waarin het Europa scenario uit MIRA 2009 wordt beschreven), wordt voor het BAU scenario voor de sector landbouw en natuur rekening gehouden met een autonome afname van het landbouwareaal. Deze afname is het gevolg van de verkavelingsdruk uit de sectoren huishoudens, industrie, handel & diensten en het aanleggen van missing links in het wegennet. Van 2008 tot 2030 wordt uitgegaan van een **afname van 0,2% landbouwgrond per jaar** (VMM, 2009; INBO, 2009). Daarnaast wordt rekening gehouden met de autonome ontwikkeling van dierenaantallen en arealen zoals weergegeven in Tabel 58. Hieruit blijkt dat rekening wordt gehouden met een autonome afname van de melk- en de rundveestapel.

Activiteit	Cummulatieve aangroei 2008-2020 (%)	Activiteit	Cummulatieve aangroei 2008-2020 (%)
melkkoe	-16,5	grasland	0
stieren	-36,3	snijmais	0
vleeskoe	-36,3	granen	14,3
zoogkoe	-36,3	consumptie-aardappelen	7,7
vleeskalveren	9,9	suikerbieten	-7,7
vleesvarkens	-1,1	peulvruchten	-34,1
zeugen	-1,1		
leghennen	-1,1		
vleespluimvee	-1,1		

Tabel 58: Autonome ontwikkeling van dieren aantallen en arealen⁶⁹

Naast bovenvermelde autonome ontwikkelingen wordt in het BAU scenario voor natuur en landbouw ook rekening gehouden met de 20-20 doelstellingen rond klimaat en energie. Als gevolg van deze doelstellingen zal het **energiegebruik** in het BAU scenario **in 2020 4,8% lager zijn dan in 2008**⁷⁰. Deze evolutie is het gevolg van een sterk dalend energiegebruik in de glastuinbouw en een licht stijgend energiegebruik in de veeteelt en de akker- en tuinbouw. De evolutie in de veeteelt en de akker- en tuinbouw is het gevolg van een dalende runderveestapel tegenover een stijgend areaal aan energie-intensievere teelten in de tuinbouw. Hierbij werd geen rekening gehouden met de introductie van hernieuwbare energie in de veeteelt sector. Enkel voor de glastuinbouw wordt rekening gehouden met energiebesparing door uitfasering van steenkool en stookolie en door de bouw van energie zuinigere kassen met gebruik van industriële restwarmte.

De totale methaanemissie daalt in het BAU scenario door een afbouw van de rundveestapel en door een verstrengd mestbeleid (met het oog op het behalen van waterkwaliteitsnormen). Verder dalen de N₂O emissies omwille van de afname van het landbouwareaal en omwille van de afbouw van de vleesrundstapel en de melkveestapel. De wijzigingen emissies voor CO₂ worden voornamelijk bepaald door het energiegebruik.

Voor natuur en bos werd in het BAU scenario met dezelfde verhouding boskap/groei bovengrondse biomassa gerekend als in het nulscenario. Ook de oppervlakten permanent grasland, zoetwater en vochtige bodem werden constant gehouden.

⁶⁹ Eigen berekeningen gebaseerd op het wetenschappelijk rapport MIRA 2009 & NARA 2009 – landbouw

⁷⁰ Op basis van eigen berekeningen gebaseerd op het wetenschappelijk rapport MIRA 2009 & NARA 2009 – landbouw

Resultaten

Emissies natuur en landbouw Limburg								
	Emissies 2008				Emissies 2020			
	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)	CO ₂ (ton)	CO ₂ eq. (kton)	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)	CO ₂ (ton)	CO ₂ eq. (kton)
Veeteelt								
Vertering	8.450			180	6.580			140
Mestmanagement	5.670	120		160	5.370	100		140
Bosbouw	-160							
groei bovengrondse biomassa			-589.030	-590			-589.030	-590
boskap			274.540	270			274.540	270
bosbodem			-132.220	-130	-160		-132.220	-130
Landbouwbodem				0				
Akker	-100		133.680	130	-100		130.510	130
Grasland	-100		67.530	70	-100		67.530	70
Indirect N-verlies uit landbouwbodems		190		60		190		60
Direct N-verlies uit landbouwbodems		440		140		370		120
Zoetwater	570			10	570			10
Vochtige bodems	320			10	320			10
Brandstofverbruik			130.800	130			124.520	130
Totaal (kton)				440				350

Figuur 22: Globale raming van de emissies van landbouw en natuur in Limburg in 2008 en 2020

4.1.9 Scope 1 en 2 emissies per sector voor het BAU scenario 2020

De broeikasgasuitstoot in het referentie (BAU) scenario is lager dan de nulmeting voor het jaar 2008. We zien duidelijke dalingen in de emissies van transport, huishoudens, handel en diensten, landbouw en natuur. Daarnaast zien we een status quo voor industrie en een stijging van de emissies van de energiesector omwille van de T-Power STEG.

Sector	Scope 1	Scope 2	Totaal (kton CO ₂ eq. emissies)
Energie	2.610	0	2.610
Transport	1.440	30	1.470
Huishoudens	1.490	130	1.620
Industrie	1.650	620	2.270
Handel en diensten	240	150	390
Landbouw en natuur	350	0	350
Totaal	7.780	930	8.710

Tabel 59: Globale raming van de scope 1 en 2 emissies van de sectoren in het BAU scenario voor het jaar 2020

4.2 Socio-economische prognose tot 2020

4.2.1 Tewerkstelling en toegevoegde waarde

Zoals uiteengezet in Sectie 3.2.7, hebben wij voor 2008 gebruik gemaakt van de macro-economische projecties die het Federaal Planbureau had opgesteld voor Limburg in het kader van MIRA-S 2009. De projecties tot 2020 met betrekking tot de **werkgelegenheidprojecties** worden hernomen in Tabel 60, en deze met betrekking tot de **toegevoegde waarde** in Tabel 61. Deze projecties dateren van midden 2008, en houden dus geen rekening met de gevolgen van de financieel-economische crisis op middellange en lange termijn.

In eerste instantie hebben we nagegaan of het mogelijk was om de prognoses te corrigeren aan de hand van een methodologie die volledig consistent is met de benadering die gebruikt was voor MIRA-S 2009. Zoals uiteengezet in Bijlage, is dit niet mogelijk gebleken omdat de nodige data voor deze berekeningen niet publiek beschikbaar zijn.

We stellen daarom volgende pragmatische benadering voor:

- De geactualiseerde regionale projecties van het Federaal Planbureau (2010) bieden per Gewest verwachte groeicijfers van de toegevoegde waarde (zie Tabel 62), alsook projecties met betrekking tot de verwachte werkgelegenheid (zie Tabel 64) per HERMES bedrijfstak tot 2015. Op basis van Tabel 64 kunnen we dan ook Vlaamse groeicijfers voor de werkgelegenheid berekenen per HERMES sector. We gaan er van uit dat de sectorale groeicijfers van de toegevoegde waarde en de werkgelegenheid in Limburg dezelfde zijn als de Vlaamse gemiddeldes.
- Voor de periode 2015-2020 gaan we er van uit dat de groeicijfers dezelfde zijn als in het scenario van het PLANET model – weliswaar zal dan vertrokken worden van een lager startniveau. Deze groeicijfers kunnen rechtstreeks berekend worden op basis van de gegevens in Tabel 60 en Tabel 61.

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landbouw	8108	7934	7733	7543	7405	7275	7152	7037	6927	6822	6722	6627	6536
Energie	1334	1318	1306	1292	1277	1257	1242	1225	1206	1185	1165	1143	1121
Intermediaire goederen	21934	21770	21649	21529	21424	21290	21189	21049	20918	20791	20649	20516	20395
Uitrustingsgoederen	14686	14555	14480	14370	14266	14107	13901	13704	13504	13311	13101	12864	12615
Verbruiksgoederen	20713	20469	20232	20096	19956	19797	19584	19293	18996	18690	18403	18107	17811
Bouw	23682	23821	24122	24484	24771	24922	25116	25333	25532	25788	25997	26050	26162
Vervoer en communicatie	17604	17745	17970	18212	18451	18671	18867	19038	19183	19327	19463	19585	19704
Handel en horeca	55284	55576	56011	56336	56659	57077	57538	57887	58232	58584	58953	59266	59503
Krediet en verzekeringen	4535	4528	4510	4506	4514	4529	4544	4558	4574	4590	4608	4628	4648
Overige marktdiensten	59369	61368	63058	64828	66626	68353	69870	71193	72333	73453	74532	75556	76523
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	35248	36223	37184	38135	39019	39912	40724	41506	42204	42891	43580	44257	44905
Niet-marktdiensten	54110	54470	54985	55462	55931	56403	56715	57018	57303	57570	57817	58044	58253
Totaal	31660	31977	32324	32679	33029	33359	33644	33884	34091	34300	34499	34664	34817
	7	7	0	3	9	3	2	1	2	2	0	3	6

Tabel 60: Limburgse werkgelegenheid (aantal personen) per HERMES-bedrijfstak zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties. Bron: persoonlijke communicatie van het Federaal Planbureau

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landbouw	241	246	255	262	268	273	280	285	288	292	296	299	303
Energie	210	205	201	199	197	197	197	197	197	197	198	199	200
Verwerkende nijverheid - intermediaire goederen	1532	1534	1579	1610	1637	1661	1692	1716	1738	1761	1787	1815	1843
Verwerkende nijverheid - uitrustingsgoederen	1365	1399	1444	1478	1515	1548	1581	1613	1644	1675	1704	1727	1749
Verwerkende nijverheid - verbruiksgoederen	1357	1371	1394	1416	1440	1461	1484	1507	1529	1552	1573	1592	1610
Bouw	1251	1294	1344	1395	1442	1479	1520	1564	1607	1655	1700	1734	1776
Vervoer en communicatie	924	934	955	980	1007	1035	1064	1090	1115	1142	1169	1201	1235
Handel en horeca	1999	2031	2071	2102	2128	2151	2180	2205	2232	2261	2288	2317	2346
Krediet en verzekeringen	445	457	474	491	508	526	542	558	574	591	607	624	642
Overige marktdiensten	3751	3835	3950	4065	4184	4304	4420	4534	4646	4764	4885	5002	5126
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	1229	1270	1314	1355	1391	1433	1476	1518	1557	1597	1641	1685	1727
Niet-marktdiensten	2169	2207	2249	2292	2338	2385	2432	2480	2528	2577	2627	2677	2729
	16472	16782	17227	17645	18055	18452	18868	19267	19656	20063	20475	20873	21285

Tabel 61 : Limburgse bruto toegevoegde waarde in basisprijzen per HERMES-bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2000 (zoals gebruikt in MIRA-S2009 projecties). Bron: persoonlijke communicatie van het Federaal Planbureau

	2010/2009	2011/2010	2012/2011	2013/2012	2014/2013	2015/2014
1. Landbouw	1,8	1,1	2,5	1,6	2,2	1,4
2. Energie	-1,3	-0,3	0	0,8	0,4	0,1
3. Verwerkende nijverheid	0,8	1,2	1,4	1,7	1,8	1,8
a. Intermediaire goederen	0,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6
b. Uitrustingsgoederen	1,5	0,9	0,9	2	2,1	1,9
c. Verbruiksgoederen	1,1	1	1,5	1,6	1,9	1,9
4. Bouw	0,8	1,9	2,9	2,4	2,7	2,6
5. Marktdiensten	2,2	2,4	2,9	2,9	2,9	2,9
a. Vervoer en communicatie	1,3	2,9	3,2	3,3	2,7	2,8
b. Handel en horeca	3,1	1,6	1,9	2	2,1	2,2
c. Krediet en verzekeringen	-0,6	2	1,8	2,4	2,4	2,8
d. Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	3,8	2,2	3,1	3,4	3,2	3,1
e. Overige marktdiensten	1,8	2,8	3,5	3,1	3,3	3,2
6. Niet-verhandelbare diensten	0,7	0,8	1,4	1,3	1,3	1,3
a. Overheid en onderwijs	0,7	0,8	1,5	1,4	1,4	1,3
b. Huishoudelijke diensten	-2,4	-2,7	-3,4	-3,9	-4,3	1,3
7. Totaal	1,6	1,9	2,4	2,4	2,4	2,4

Tabel 62 : Jaarlijkse Vlaamse groeivoeten van de bruto toegevoegde waarde in volume (in procent)⁷¹. Bron: Federaal Planbureau, Regionale economische vooruitzichten 2009-2015 – Statistische bijlage

⁷¹ http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=30&IS=79&ID=27&DB=HERMREG

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Landbouw	55.209	55.296	54.268	53.506	52.970	52.555	52.184
2. Energie	17.790	18.422	18.360	18.298	18.158	18.035	17.892
3. Verwerkende nijverheid	391.887	371.488	359.621	354.323	350.932	347.330	342.297
a. Intermediaire goederen	128.068	120.260	116.142	114.605	113.639	112.860	111.953
b. Uitrustingsgoederen	92.246	87.115	83.514	81.632	79.972	78.354	76.638
c. Verbruiksgoederen	171.573	164.112	159.965	158.087	157.321	156.116	153.706
4. Bouw	160.822	159.224	160.519	162.736	162.981	163.953	165.221
5. Marktdiensten	1.546.419	1.548.637	1.564.972	1.592.500	1.623.555	1.654.111	1.683.005
a. Vervoer en communicatie	170.064	167.420	168.816	171.491	173.851	176.413	178.326
b. Handel en horeca	454.061	452.232	450.465	450.736	453.182	455.484	457.920
c. Krediet en verzekeringen	49.847	48.729	47.925	47.641	47.593	47.690	47.786
d. Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	294.134	302.840	310.950	320.115	330.428	339.967	349.384
e. Overige marktdiensten	578.313	577.415	586.817	602.518	618.499	634.556	649.589
6. Niet-verhandelbare diensten	397.370	397.395	397.994	399.219	400.478	401.976	404.800
a. Overheid en onderwijs	372.505	372.846	374.093	376.131	378.277	380.713	383.243
b. Huishoudelijke diensten	24.865	24.549	23.901	23.088	22.201	21.263	21.557
7. Totaal	2.569.495	2.550.462	2.555.735	2.580.581	2.609.075	2.637.960	2.665.399

Tabel 63 : Totale binnenlandse werkgelegenheid: Vlaams Gewest (in personen)⁷², Federaal Planbureau, Regionale economische vooruitzichten 2009-2015 – Statistische bijlage

⁷² http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=30&IS=79&ID=27&DB=HERMREG

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landbouw	241	237	241	244	250	254	260	263	266	270	274	277	280
Energie	210	217	214	213	213	215	216	216	216	217	218	219	220
Intermediaire goederen	1532	1397	1400	1421	1443	1466	1490	1514	1533	1554	1576	1601	1626
Uitrustingsgoederen	1365	1234	1253	1264	1275	1301	1328	1353	1380	1405	1430	1449	1468
Verbruiksgoederen	1357	1275	1289	1302	1322	1343	1368	1394	1415	1436	1455	1473	1490
Bouw	1251	1218	1227	1251	1287	1318	1353	1389	1427	1469	1510	1540	1577
Vervoer en communicatie	924	867	878	904	933	964	990	1017	1040	1066	1091	1121	1152
Handel en horeca	1999	1873	1931	1962	1999	2039	2082	2127	2153	2181	2208	2235	2263
Krediet en verzekeringen	445	443	441	450	458	469	480	493	507	522	537	551	567
Overige marktdiensten	3751	3653	3719	3823	3957	4080	4214	4349	4457	4570	4685	4798	4917
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	1229	1296	1345	1375	1417	1465	1512	1559	1599	1640	1686	1731	1773
Niet-marktdiensten	2169	2171	2186	2204	2237	2268	2300	2330	2375	2421	2468	2515	2563
Totaal	16472	15912	16167	16474	16870	17274	17689	18114	18479	18862	19250	19623	20011

Tabel 64 : Nieuwe projecties Limburgse bruto toegevoegde waarde in basisprijzen per HERMES-bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2000

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landbouw	8108	7934	7947	7799	7689	7612	7553	7499	7382	7270	7164	7062	6965
Energie	1334	1318	1365	1360	1356	1345	1336	1326	1305	1282	1261	1237	1213
Intermediaire goederen	21934	21770	20443	19743	19481	19317	19185	19031	18912	18797	18669	18549	18439
Uitrustingsgoederen	14686	14555	13745	13177	12880	12618	12363	12092	11916	11746	11560	11351	11131
Verbruiksgoederen	20713	20469	19579	19084	18860	18769	18625	18337	18055	17764	17492	17210	16929
Bouw	23682	23821	23584	23776	24105	24141	24285	24473	24665	24912	25114	25165	25273
Vervoer en communicatie	17604	17745	17469	17615	17894	18140	18407	18607	18749	18890	19022	19142	19258
Handel en horeca	55284	55576	55352	55136	55169	55468	55750	56048	56382	56723	57080	57384	57613
Krediet en verzekeringen	4535	4528	4426	4353	4328	4323	4332	4341	4356	4371	4388	4407	4426
Overige marktdiensten	59369	61368	61273	62270	63937	65632	67336	68931	70035	71120	72164	73156	74092
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	35248	36223	37295	38294	39423	40693	41867	43027	43751	44463	45177	45879	46551
Niet-verhandelbare diensten	54110	54470	54473	54556	54723	54896	55101	55488	55766	56026	56266	56487	56690
Totaal	316607	319777	317408	318065	321157	324702	328297	331712	333740	335786	337732	339350	340851

Tabel 65 : Nieuwe projecties Limburgse tewerkstelling per HERMES-bedrijfstak

Volgende punten zijn vermeldenswaard:

- Ten opzichte van het MIRA-S scenario ligt het verwacht bruto binnenlands product in 2020 bijna 6% lager dan de verwachting ten tijde van het MIRA-S rapport. De verwachte werkgelegenheid ligt slechts een goede 2% lager.
- De verschillen zijn echter zeer sterk sectorspecifiek. Zo zien we dat in het herziene scenario de sector energie bijna 10% sneller groeit dan in het MIRA-S rapport; de sector "gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening" groeit bijna 3% sneller.
- De groeivertraging is vooral uitgesproken in de sectoren: verwerkende nijverheid – uitrusting; verwerkende nijverheid – intermediaire goederen; bouw; krediet en verzekeringen (volgens het criterium toegevoegde waarde). De impact op de werkgelegenheid is vooral uitgesproken in de sectoren : verwerkende nijverheid – uitrusting; verwerkende nijverheid – intermediaire goederen.

We moeten echter voorzichtig zijn in de interpretatie van deze cijfers. Bij gebrek aan specifieke provinciale economische modellen hebben we immers gebruik gemaakt van de resultaten van nationale modelsimulaties die uitgevoerd zijn zonder specifieke focus op de Provincie Limburg. De methode die in het PLANET model gebruikt werd om de economische activiteit toe te wijzen aan specifieke arrondissementen wordt meer in detail uitgelegd in bijlage.

Merk op dat de cijfers in Tabel 64 uitgedrukt zijn in EUR van 2000.

Om consistent te blijven met de rest van de analyse hebben we deze omgerekend in EUR van 2007 – zie Tabel 66.

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landbouw	271	268	272	275	282	287	293	297	300	305	309	312	316
Energie	237	244	241	241	241	243	243	244	244	244	246	247	248
Intermediaire goederen	1729	1576	1580	1603	1629	1655	1682	1708	1730	1753	1779	1807	1835
Uitrustingsgoederen	1541	1393	1414	1427	1439	1468	1499	1527	1557	1586	1614	1635	1656
Verbruiksgoederen	1531	1439	1455	1470	1492	1516	1544	1574	1597	1620	1642	1662	1681
Bouw	1412	1374	1385	1412	1452	1487	1527	1567	1610	1658	1704	1738	1779
Vervoer en communicatie	1043	979	991	1020	1053	1087	1117	1148	1174	1203	1231	1265	1300
Handel en horeca	2256	2113	2179	2214	2256	2301	2349	2401	2430	2461	2491	2522	2554
Krediet en verzekeringen	502	501	498	507	517	529	542	557	573	589	606	622	640
Overige marktdiensten	4233	4123	4197	4315	4466	4604	4756	4908	5030	5157	5288	5415	5549
Gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	1388	1462	1518	1551	1600	1654	1707	1760	1805	1851	1903	1954	2002
Niet-marktdiensten	2448	2450	2467	2487	2524	2560	2595	2629	2681	2732	2785	2839	2893
Totaal	18591	17923	18198	18522	18950	19391	19855	20321	20731	21161	21597	22018	22455

Tabel 66 : Nieuwe projecties Limburgse bruto toegevoegde waarde per HERMES-bedrijfstak, miljoen EUR tegen constante prijzen van 2007

4.2.2 SISEW

We verwijzen naar sectie 3.2.8 voor een uitgebreide beschrijving van het begrip (Simplified) Index for Sustainable Economic Welfare (S)ISEW. In die sectie beschrijven we ook welke termen we al dan niet hebben meegenomen in de analyse, en hoe we de schattingen hebben uitgevoerd voor het basisjaar 2008. In wat volgt, beperken we de discussie tot de toekomstprojecties voor de termen die effectief worden meegenomen in de berekeningen.

4.2.3 Persoonlijke consumptieve uitgaven

Voor het geheel van de periode 2009-2020 volgen we de regionale economische vooruitzichten van het Federaal Planbureau, en gaan we uit van een jaarlijkse toename van de reële consumptieve bestedingen met 1,2% per jaar (Tabel 2), welke sowieso de waargenomen toename is in de periode 2002-2008, dus voor het uitbreken van de financieel-economische crisis.

Dit wordt weergegeven in Tabel 28, in EUR van 2007.

Jaar	Cprov (miljoen EUR2007)
2007	12.700
2008	12.852
2009	13.007
2010	13.163
2011	13.321
2012	13.480
2013	13.642
2014	13.806
2015	13.972
2016	14.139
2017	14.309
2018	14.481
2019	14.654
2020	14.830

Tabel 67 : Consumptieve uitgaven gezinnen in Limburg 2007-2020 (EUR van 2007)

4.2.4 Waarde van de goederen en diensten geproduceerd door huishoudens

Voor de toekomstprojectie zullen we gebruik maken van volgende hypothesen:

- De totale Limburgse bevolking evolueert zoals voorspeld door het Federaal Planbureau⁷³,
- Het aantal werkenden evolueert zoals in Tabel 65; we gaan er van uit dat de verhouding tussen het aantal voltijds en deeltijds werkenden constant blijft.

⁷³ Federaal Planbureau, Bevolking per provincie en leeftijd, op 1 januari, http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=46&IS=79&ID=26&DB=DEMOG

- De evolutie van het totaal aantal Limburgers tussen 0 en 16 jaar bekomen we op basis van data van het Federaal Planbureau⁷⁴. We gaan er van uit dat deze allen voltijds onderwijs volgen.
- We gaan er van uit dat het aandeel Limburgers in de leeftijdscategorie 15-64 jaar die ingeschreven is in het voltijds onderwijs constant blijft tot 2020.
- De som van het aantal niet-werkenden en gepensioneerden wordt berekend als restcategorie.

Aangezien de kostprijs van dienstencheques voor de gebruiker reglementair is vastgelegd, gaan we er van uit dat deze ongewijzigd blijft over de beschouwde periode⁷⁵.

Het resultaat van deze berekeningen wordt weergegeven in Tabel 68 en Tabel 69.

⁷⁴ Federaal Planbureau, Bevolking per provincie en leeftijd, op 1 januari, http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&TM=46&IS=79&ID=26&DB=DEMOG

⁷⁵ Alternatief zouden we er van uit kunnen gaan dat deze de verwachte evolutie volgt van de reële loonkosten, zoals gerapporteerd in de meest recente regionale economische vooruitzichten van het Federaal Planbureau.

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Arbeidssituatie													
S	164.355	163.690	163.225	163.165	163.819	164.466	165.179	165.581	166.294	166.856	167.440	168.072	168.767
D	113.498	100.278	99.535	99.741	100.711	101.823	102.950	104.021	104.657	105.299	105.909	106.416	106.887
V	248.435	219.499	217.873	218.323	220.446	222.879	225.347	227.691	229.083	230.487	231.823	232.934	233.964
N	299.393	347.770	356.283	361.360	363.265	364.628	365.727	367.104	369.263	371.258	373.080	374.933	376.581
Totaal	825.681	831.237	836.916	842.589	848.241	853.796	859.203	864.398	869.297	873.900	878.252	882.355	886.199

Tabel 68 : Geprojecteerde verdeling van de Limburgse bevolking naar gelang arbeidssituatie

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aantal uren (miljoenen)													
S	45	45	44	44	45	45	45	45	45	45	46	46	46
D	133	118	117	117	118	119	121	122	123	124	124	125	125
V	172	152	151	151	152	154	156	157	158	159	160	161	162
N	422	490	502	509	512	514	515	517	520	523	525	528	530
Totaal	771	804	814	821	827	832	837	842	847	851	856	860	864
Kostprijs (miljoenen EUR2009)	4.050	4.220	4.272	4.312	4.341	4.367	4.393	4.418	4.444	4.469	4.492	4.514	4.533
Kostprijs (miljoenen EUR 2007)	3.935	4.108	4.138	4.177	4.205	4.231	4.255	4.280	4.305	4.329	4.352	4.373	4.462

Tabel 69 : Geprojecteerd aantal uren huishoudelijke arbeid in Limburg naar gelang arbeidssituatie; kostprijs in miljoenen EUR

waarbij

S	studerend, schoolgaand
D	deeltijds werkend
V	voltijds werkend
N	niet-werkend + gepensioneerden

4.2.5 Niet-defensieve openbare uitgaven: onderwijs en gezondheidszorg

Gezondheidszorg

Voor de extrapolatie van de ASSURALIA cijfers tot 2020 voor de Provincie Limburg gaan we als volgt te werk:

- Ten eerste extrapoleren we de Belgische cijfers tot 2020. De maximale jaarlijkse stijging van de openbare gezondheidsuitgaven was in 2003 vastgelegd op 4,5 % in reële termen⁷⁶. In de praktijk lagen de recente stijgingen meestal onder deze doelstelling. In een recente paper van het Federaal Planbureau werd uitgegaan van een toename in reële termen van 3% in 2010, en 3,5% in 2011-2014 (Festjens, 2009). We stellen voor om deze aanname te behouden voor de periode 2015-2020.
- Ten tweede wijzen we de Belgische totalen toe aan de Provincie Limburg op basis van het aantal inwoners als verdeelsleutel.

Onderwijs

In eerste stap hebben we projecties opgesteld voor de Vlaamse onderwijsuitgaven per capita tot 2020:

- Voor de totale onderwijsgerelateerde uitgaven tot en met 2009 hebben we ons gebaseerd op de "Vlaams Onderwijs in Cijfers"⁷⁷. Voor de projecties tot en met 2014 hebben we gebruik gemaakt van de meest recent beschikbare meerjarenbegroting van de Vlaamse Gemeenschap (Vlaams Parlement, 2010). Deze cijfers worden omgezet in prijzen van het jaar 2007 aan de hand van de deflator van het BBP.
- Aan de hand van Vlaamse onderwijsstatistieken bekomen we de Vlaamse schoolpopulatie voor de jaren 2005 tot 2009⁷⁸. We berekenen enerzijds het totaal van de populatie tot en met het secundair onderwijs (kleuter, lager en secundair) en anderzijds het totaal voor de populatie in het hoger onderwijs (hogeschool en universiteit).
- Om de Vlaamse schoolpopulatie te schatten tot en met 2020 vertrekken we eerst van de demografische projecties van het Federaal Planbureau⁷⁹. We berekenen voor elk jaar in deze periode de totalen in de volgende leeftijdscategorieën: 3-18 jaar, en 19-22 jaar. Voor de periode 2005 tot en met 2009 kunnen we dan voor elk jaar de verhouding berekenen tussen:
 - Het aantal kinderen dat naar school (kleuter, lager en secundair) gaat en het aantal kinderen in de categorie 3-18 jaar
 - Het aantal jongeren dat ingeschreven is in het hoger onderwijs en het totaal aantal jongeren in de categorie 19-22 jaar.
- We berekenen het gemiddelde van deze verhoudingen over de periode 2005-2009 (95% tot 18 jaar en 62% voor de categorie 19-22 jaar), en veronderstellen dat deze constant blijft tot 2020.
- Op basis van de demografische projecties berekenen we dan het totaal aantal ingeschrevenen in het Vlaams onderwijs tot 2020.
- Op basis van bovenstaande berekeningen bekomen we dan de reële onderwijsuitgaven per capita, voor alle jaren van 2005 tot en met 2009 (reëel), en voor 2010 tot en met 2014 (op basis van de meerjarenbegroting en demografische projecties). Op basis hiervan berekenen we de gemiddelde groei van de onderwijsuitgaven in die periode (1,1%). We gaan er van uit dat deze gemiddelde groei constant blijft tot 2020, en extrapoleren op basis daarvan de Vlaamse onderwijsuitgaven per capita tot 2020.

⁷⁶ http://www.be2010.eu/html_docs/nhp_2007/nl/1_2007_nl3.html

⁷⁷ <http://www.ond.vlaanderen.be/onderwijsstatistieken/>

⁷⁸ <http://www.ond.vlaanderen.be/onderwijsstatistieken/2008-2009/default.htm>

⁷⁹ Bevolkingsvooruitzichten 2007-2060, FPB-ADSEI

Om deze cijfers om te zetten naar het niveau van de Provincie Limburg berekenen we de Limburgse schoolpopulatie in het schooljaar 2009-2010. In de categorie tot en met het secundair onderwijs komt de Limburgse schoolpopulatie overeen met 13% van het Vlaams gemiddelde; voor de categorie "hoger onderwijs" is dat 8%. We gaan er van uit dat deze verhouding constant blijft tot 2020⁸⁰.

De geprojecteerde Limburgse schoolpopulatie wordt dan vermenigvuldigd met de geprojecteerde Vlaamse onderwijsuitgaven per capita.

⁸⁰ Merk op dat het geen zin heeft om uit te gaan van demografische projecties op het niveau van de provincie, vermits een niet verwaarloosbaar aandeel van de Limburgers buiten de provincie onderwijs volgt (met name in het geval van het hoger onderwijs is het aantal ingeschrevenen niet proportioneel met de bevolking).

Het referentiescenario

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
groei			0,03	0,03	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
projecties België	24.375	26.095	26.878	27.684	28.653	29.656	30.694	31.768	32.880	34.031	35.222	36.455	37.731	39.051
projecties Limburg	1.889	2.022	2.082	2.144	2.218	2.294	2.373	2.454	2.538	2.624	2.714	2.806	2.901	2.999
gezondheid in SISEW Limburg (50%)	944	1.011	1.041	1.072	1.109	1.147	1.186	1.227	1.269	1.312	1.357	1.403	1.451	1.500

Tabel 70 : Niet-defensieve uitgaven gezondheidszorg (miljoenen EUR 2007)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Milj EUR	8.068	8.470	8.859	9.801	9.287	9.853	9.992	10.160	10.361	10.588
Milj EUR2007	8.435	8.665	8.859	9.628	9.023	9.423	9.405	9.413	9.448	9.503

Tabel 71: Vlaamse onderwijsuitgaven tot en met 2014

	2005	2006	2007	2008	2009
Kleuter	234.963	234.530	235.251	239.480	245.459
Lager	420.678	415.726	413.951	411.697	409.425
Secundair onderwijs	452.441	457.351	457.527	456.578	454.694
Totaal t.e.m. secundair	1.108.082	1.107.607	1.106.729	1.107.755	1.109.578
Hogeschool	104.995	105.615	105.825	107.187	110.349
Universiteit	66.341	67.971	69.268	70.745	76.766
Totaal hoger onderwijs	171.336	173.586	175.093	177.932	187.115
Algemeen totaal	1.279.418	1.281.193	1.281.822	1.285.687	1.296.693

Tabel 72: Geobserveerde Vlaamse onderwijspopulatie

Het referentiescenario

Schoolbevolking Limburg	Totaal	Aandeel in Vlaanderen
Kleuter	31.425	13%
Lager	53.220	13%
Secundair	63.761	14%
Totaal t.e.m. secundair	148.406	13%
Hogeschool	13.754	12%
Universiteit	1.486	2%
Hoger	15.240	8%

Tabel 73: Schoolpopulatie Limburg in 2009-2010

Jaar	2005	2006	2007	2008	2009
Aantal Vlaamse kinderen 3- 18 jaar	1.158.569	1.159.918	1.159.356	1.161.279	1.163.625
#schoolgaanden/#3-18 jarigen	95,64%	95,49%	95,46%	95,39%	95,36%
Aantal Vlaamse jongeren (19 tot 22)	290.405	285.194	283.814	283.836	286.919
#hoger onderwijs/(19 tot 22 jarigen)	59,00%	60,87%	61,69%	62,69%	65,22%

Tabel 74: Verhouding jeugd schoolgaande leeftijd en ingeschrevenen (Vlaams niveau)

Jaar	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Projectie onderwijsbudget per capita (EUR2007)	7.489	6.959	7.278	7.238	7.216	7.215	7.226	7.306	7.387	7.468	7.551	7.634	7.718
Projectie totaal onderwijsbudget Limburg (miljoenen EUR2007)	1.218	1.139	1.192	1.188	1.188	1.192	1.198	1.217	1.236	1.255	1.274	1.295	1.315
Aandeel onderwijs in SISEW (50%)	609	569	596	594	594	596	599	609	618	628	637	647	657

Tabel 75: Geprojecteerde uitgaven

4.2.6 Netto groei van de kapitaalvoorraad

Voor onze projecties op provinciaal niveau gaan we als volgt te werk:

- In een eerste stap schatten we de toekomstige bruto-investeringen op provinciaal niveau op basis van de regionaal gedifferentieerde economische vooruitzichten van het Federaal Planbureau (2010). In deze vooruitzichten wordt per bedrijfstak een schatting gemaakt van de toekomstige bruto investeringen. De gebruikte sectoriële indeling is echter niet compatibel met de indeling die we gebruikt hebben voor de schatting van de netto-investeringen in het basisjaar. We gebruiken daarom de globale Vlaamse cijfers. Op Vlaams vlak (Tabel 5 van de regionale vooruitzichten) zouden de bruto-investeringen in reële termen met 1,4% toenemen over de periode 2009-2015. Voor de periode 2016-2020 gaan we uit van de groeicijfers van de periode 2002-2008 (4,2% in reële termen).
- We schatten de netto-investeringen op provinciaal niveau op basis van de hypothese dat de verhouding netto/bruto investering dezelfde is als voor heel België. Uit onze berekeningen blijkt dat voor de periode 1999-2007, het (ongewogen) gemiddelde van de verhouding tussen netto-investeringen en bruto-investeringen op nationaal vlak 0,24 bedroeg. Hoewel de variabiliteit rond dit gemiddelde hoog was, zullen we van deze verhouding uitgaan voor onze toekomstprojecties.

Zoals reeds uiteengezet in sectie 3.2.14 betekent deze benadering waarschijnlijk een overschatting van de omvang van de investeringen in de privé-sector.

De laatste beschikbare cijfers op nationaal vlak zijn berekend voor 2007, zodat de toekomstprojecties ook uitgedrukt zijn in prijzen van 2007.

Het referentiescenario

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A+B	102	103	105	106	108	109	111	112	114	119	124	129	134	140
C	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12
D	939	952	966	979	993	1.007	1.021	1.035	1.050	1.094	1.140	1.188	1.237	1.289
E	48	49	50	50	51	52	53	53	54	56	59	61	64	66
F	242	246	249	253	256	260	263	267	271	282	294	306	319	333
G	441	447	453	460	466	473	479	486	493	513	535	557	581	605
H	81	82	83	84	86	87	88	89	91	94	98	102	107	111
I	421	427	433	439	445	451	458	464	471	490	511	532	555	578
J	39	39	40	40	41	41	42	43	43	45	47	49	51	53
K	2.536	2.572	2.608	2.644	2.681	2.719	2.757	2.795	2.834	2.953	3.077	3.207	3.341	3.482
L	209	212	214	217	221	224	227	230	233	243	253	264	275	286
M	59	60	61	62	63	64	65	65	66	69	72	75	78	82
N	183	186	188	191	194	196	199	202	205	213	222	232	241	251
O	134	136	137	139	141	143	145	147	149	156	162	169	176	184
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	5.443	5.519	5.596	5.674	5.754	5.834	5.916	5.999	6.083	6.338	6.605	6.882	7.171	7.472
Totaal privé	4.858	4.926	4.995	5.065	5.136	5.208	5.280	5.354	5.429	5.657	5.895	6.143	6.401	6.669

Tabel 76: Bruto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2020 (miljoenen EURO2007)

Het referentiescenario

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A+B	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	30	31	32	34
C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
D	226	229	232	235	238	242	245	249	252	263	274	285	297	310
E	12	12	12	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16
F	58	59	60	61	61	62	63	64	65	68	71	74	77	80
G	106	107	109	110	112	113	115	117	118	123	128	134	139	145
H	19	20	20	20	21	21	21	21	22	23	24	25	26	27
I	101	103	104	105	107	108	110	111	113	118	123	128	133	139
J	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13
K	609	617	626	635	644	653	662	671	681	709	739	770	802	836
L	50	51	52	52	53	54	54	55	56	58	61	63	66	69
M	14	14	15	15	15	15	16	16	16	17	17	18	19	20
N	44	45	45	46	46	47	48	48	49	51	53	56	58	60
O	32	33	33	33	34	34	35	35	36	37	39	41	42	44
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	5.443	1.325	1.344	1.363	1.382	1.401	1.421	1.440	1.461	1.522	1.586	1.653	1.722	1.794
Totaal privé	1.166	1.183	1.199	1.216	1.233	1.250	1.268	1.286	1.304	1.358	1.415	1.475	1.537	1.601

Tabel 77 : Netto-investeringen in vaste activa in Limburg 2007-2020 (miljoenen EURO2007) (24% van de bruto-investeringen)

4.2.7 Kosten van milieudegradatie: wordt deels meegenomen in SISEW 3

Zoals uiteengezet in Sectie 3.2.15 beschouwen we enkel de emissies van volgende pollutanten: NO_x, SO₂, PM2.5 en NMVOS (van verbrandingsprocessen). We gebruiken ook de totale uitstoot van CO₂-eq. Alle sectoren worden hierin gedekt.

We leggen hieronder verder uit hoe de emissies van deze pollutanten werden berekend en welke eenheidswaarden we hebben genomen voor de externe kosten.

Emissieberekeningen tertiaire sector

Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op de Emissie-inventaris Lucht (VMM), aangevuld door LNE, en we passen deze zowel voor 2008 als voor de toekomst toe. Dit is een conservatieve aanname, aangezien nieuwe verbrandingsketels lagere NO_x en PM2.5 uitstoot kennen dan bestaande ketels. De SO₂-emissiefactor voor verbranding van lichte stookolie houdt rekening met de daling van het zwavelgehalte van lichtste stookolie vanaf 2008 (volgens de Europese Richtlijn 1999/32/EG).

Emissieberekeningen energieproductie

Voor centrale elektriciteitsproductie werd verondersteld dat de emissies van luchtverontreinigende stoffen constant blijven in 2020 ten opzichte van 2008. Bijstook van biomassa zal de SO₂ emissies reduceren maar de impact op NO_x is verwaarloosbaar (IEA ETSAP, Technology Brief E01, april 2010). Bovendien is reeds rookgasreiniging aanwezig voor reductie van SO₂ en PM emissies zodat impact van bijstook van biomassa op emissies van deze pollutanten minimaal is.

Voor WKK's werd voor het referentiescenario 2020 uitgegaan van dezelfde benadering als voor de nulmeting.

	Kolen	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Aard- en mijngas	Afval	Recup. brandstof	Stortgas biogas
Stookinstallaties	15	2.1	7.5	5.7	1.6	10	2	10
NMVOS (ton per PJ)								
WKK (motoren)	/	/	50	50	120	/	/	120
NMVOS (ton per PJ)								

Tabel 78: Emissiefactoren NMVOS verbranding

Emissieberekeningen in de industrie

Voor een inschatting van de emissies van NO_x, SO₂ en PM_{2.5} voor 2020 werd afgestemd op de relatieve (%) evolutie van deze emissies per deelsector in het Europa-scenario, zoals beschreven in Lodewijks et al. (juli 2010). Uitzondering zijn de emissies van SO₂ in de deelsector chemie en de emissies van SO₂, NO_x en TSP in de deelsector minerale niet-metaalproductie.

In de deelsector chemie gaat het om de procesgerelateerde emissies uit de zwavelproductie. In 2008 werd reeds een conversie van 99,8% met dubbelcontact procédé bereikt, zodat de SO₂ emissies reeds sterk teruggedrongen zijn en in het 'business-as-usual' geen bekomende reducties tegen 2020 verwacht worden.

De deelsector 'minerale niet-metaalproductie' (kleiverwerkende en glasverwerkende bedrijven) maakt in het Europa-scenario deel uit van 'andere industrie'. Emissies van 'andere industrie' nemen in het Europa-scenario toe tussen 2008 en 2020. Echter, gegeven het huidige en toekomstige beleid kan gesteld worden dat deze procesgerelateerde emissies onder controle zijn (droge rookgasreiniging) en de emissies in 2020 constant zijn ten opzichte van 2008.

De NMVOS-emissies werden ingeschat op basis van het brandstofverbruik (cf. nulmeting en referentiescenario CO₂) en een emissiefactor.

Eenheidswaarden van de externe kosten

De cijfers die we gebruiken worden samengevat in Tabel 41 (De Nocker et al., 2010). We maken alleen onderscheid naar de bron van de emissies voor de berekening van de emissies van PM_{2.5}: in de andere gevallen zijn de verschillen naar gelang de bron te klein.

	2010	2020
PM2.5		
<i>hoge schouwen</i>	22,36	27,62
<i>lage schouwen</i>	140,88	174,33
<i>wegtransport stad</i>	389,20	481,67
<i>wegtransportsnelweg</i>	115,90	143,38
<i>wegtransport platteland</i>	119,40	147,79
<i>binnenvaart</i>	115,90	143,38
<i>spoor</i>	140,90	174,33
CO ₂ eq	0,020	0,060
SO ₂	10,06	13,91
VOS	7,57	8,58
NO _x	0,58	8,40

Tabel 79: Eenheidswaarden externe kosten (kEUR van 2009 per ton)

Aangezien deze kosten worden uitgedrukt in miljoenen EUR van 2009, dienen ze nog omgezet naar miljoenen EUR van 2007 aan de hand van de deflatoren uit Tabel 22.

Resultaten

Voor de eenheidswaarden van de externe kosten beschikken we over cijfers voor 2010 en 2020. De emissiecijfers hebben betrekking op 2008 en 2020.

Om resultaten te bekomen voor elk jaar hebben we volgende aannames gebruikt:

- Zowel voor de eenheidskosten als voor de emissies hebben we lineair geïnterpoleerd tussen de jaren waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Voor de eenheidskosten in 2008 en 2009 zijn we er van uit gegaan dat deze dezelfde zijn als in 2010.
- Voor de verdeling van het wegtransport over stad, snelweg en platteland, zijn we uitgegaan van volgende (constante) aandelen: 20,53%, 37,35% en 42,11%.
- We zijn er van uitgegaan dat alle emissies van fijn stof door de sectoren huishoudens, landbouw en handel en diensten komen uit lage schouwen. Voor de emissies in de sectoren energie en industrie zijn we er van uitgegaan dat het aandeel "lage schouwen" 67,5% is. Dit aandeel werd ingeschat op basis van schouwhoogtes die in de IMJV's van de IMJV-plichtige bedrijven gerapporteerd worden.

De resultaten van deze berekeningen worden weergegeven in Tabel 80. We hebben de totalen weergegeven, zowel met de uitstoot van BKG als zonder.

We stellen daarbij vast dat de externe kosten van lokale luchtvervuiling stijgen tussen 2008 en 2020 (van 203 miljoen EUR naar 245 miljoen EUR): dit is vooral te wijten aan de toename van de externe kosten van NO_x, wat dan weer kan toegeschreven worden aan de belangrijke toename van de eenheidskost van de NO_x uitstoot (van 0,58 EUR per kg in 2008 naar 8,40 EUR per kg tegen 2020).

De externe kost van de uitstoot van BKG neemt ook toe, maar ook hier speelt de toename van de eenheidswaarde van de externe kost een belangrijke rol (van 0,020 EUR per kg in 2008 tot 0,060 EUR per kg in 2020).

Het referentiescenario

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PM2.5													
<i>hoge schouwen</i>	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
<i>lage schouwen</i>	58	58	57	58	59	61	62	63	64	65	66	67	68
<i>wegtransport stad</i>	22	20	19	18	17	16	15	14	12	11	10	8	7
<i>wegtransport snelweg</i>	12	11	10	10	9	9	8	7	7	6	5	4	4
<i>wegtransport platteland</i>	14	13	12	11	11	10	9	9	8	7	6	5	4
<i>binnenvaart</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>spoor</i>	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7
CO2eq	175	174	173	207	241	274	307	340	372	404	436	468	499
SO2	46	46	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
VOS	36	34	32	31	30	28	27	25	24	22	21	19	17
Nox	8	8	8	18	27	36	44	51	58	64	69	74	78
Totaal met BKG	378	372	366	409	451	491	531	569	607	643	678	712	745
Totaal zonder BKG	203	198	192	201	210	217	224	230	235	238	242	244	245

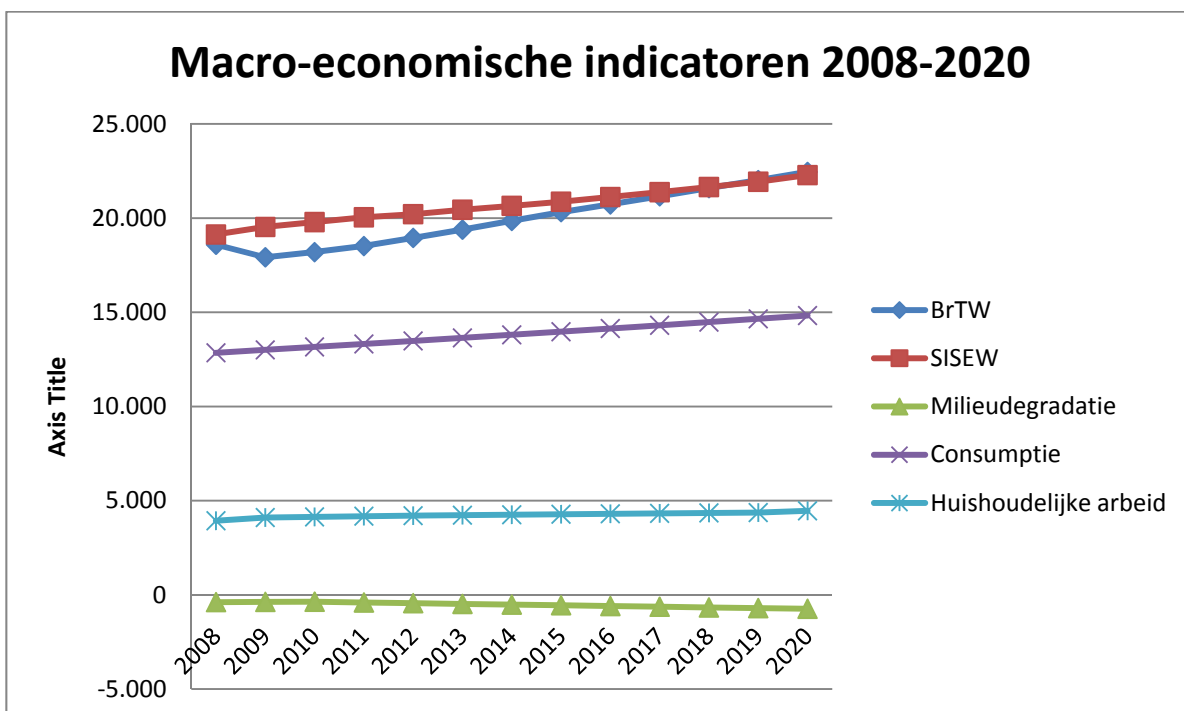
Tabel 80: Totale externe kosten van emissies naar de lucht (miljoenen EUR 2007)

4.2.8 Samenvatting

De socio-economische prognoses worden samengevat in Figuur 23 en Tabel 81.

Volgende punten zijn vermeldenswaardig:

- Ten gevolge van de financiële crisis is er een duidelijke afname van de totale Bruto Toegevoegde Waarde (BrTW) in de periode 2008-2010. Dit is niet het geval met de consumptie van de gezinnen: zoals reeds uiteengezet in sectie 4.2.3, hangt deze variabele af van het beschikbaar inkomen van de gezinnen, en deze grootheid is ietsje minder conjunctuurgevoelig.
- Zowel de BrTW als de SISEW blijven in waarde toenemen door de tijd.
- Door de demografische verschuivingen is er een gestage toename van de waarde van de huishoudelijke arbeid.
- De correctie voor de luchtverontreiniging neemt toe doorheen de tijd, maar blijft een relatief kleine term – we moeten hier wel voor ogen houden dat we geen correctie hebben uitgevoerd voor andere vormen van milieuvervuiling (waterverontreiniging bijvoorbeeld).



Figuur 23: Macro-economische indicatoren 2008-2020 (milj EUR)

Tenslotte een paar beschouwingen over de relatie tussen onze resultaten en de resultaten die Bleys voor België heeft bekomen.

Bleys besluit zijn studie met:

“The results of this effort reveal a trend over time of the level of economic welfare in Belgium that is in stark contrast to the levels of Gross Domestic Product and Net Domestic Product. Whereas the latter both indicate a continuous increase in economic welfare, the ISEW reveals a different pattern: two relatively long periods of steady increases are ended by shorter periods of sharp decreases. The

first period of declining levels of economic welfare (mid 1980s) was largely caused by a decrease in net capital growth, while the second (early 2000s) was mainly driven by a fall in Belgium's net international investment position."

Dit resultaat wordt niet bevestigd in onze studie voor Limburg, waar beide grootheden grotendeels samen stijgen. Dit hoeft ons niet te verwonderen - zoals hierboven reeds opgemerkt hebben we wegens beperkingen in de beschikbaarheid van data op provinciaal niveau niet alle termen in de ISEW kunnen berekenen voor Limburg, en de termen die we hebben weggelaten zijn aftrekposten. Bovendien is de tweede daling in de Belgische ISEW grotendeels het gevolg van veranderingen in de netto internationale schulden positie van België (zie § 3.2.14).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bruto Toegevoegde Waarde	18.591	17.923	18.198	18.522	18.950	19.391	19.855	20.321	20.731	21.161	21.597	22.018	22.455
Consumptie	12.852	13.007	13.163	13.321	13.480	13.642	13.806	13.972	14.139	14.309	14.481	14.654	14.830
Huishoudelijke arbeid	3.935	4.108	4.138	4.177	4.205	4.231	4.255	4.280	4.305	4.329	4.352	4.373	4.462
Niet_defensieve gezondheidsuitgaven	1.011	1.041	1.072	1.109	1.147	1.186	1.227	1.269	1.312	1.357	1.403	1.451	1.500
Niet_defensieve onderwijsuitgaven	535	549	561	609	569	596	594	594	596	599	609	618	628
Kapitaalaanpassingen	1.183	1.199	1.216	1.233	1.250	1.268	1.286	1.304	1.358	1.415	1.475	1.537	1.601
Kosten milieudegradatie	-384	-373	-362	-403	-442	-480	-516	-551	-591	-629	-667	-702	-737
Totaal SISEW	19.132	19.531	19.788	20.046	20.210	20.443	20.652	20.867	21.120	21.380	21.652	21.930	22.284

Tabel 81: Bruto toegevoegde waarde en SISEW voor Limburg, 2008-2020 (miljoenen EUR 2007)

HOOFDSTUK 5 TACO2 SCENARIO'S

In het voorgaande hoofdstuk werd het emissieverloop voor de provincie Limburg volgens het BAU scenario beschreven. Aangezien de provincie de expliciete keuze heeft gemaakt om versneld CO₂ neutraal te worden, belichten we in dit hoofdstuk twee TACO2 scenario's die verder gaan dan het BAU scenario: TACO21 en TACO22. Voor het scenario TACO21 geldt dat zowel de opbouw als de doorrekening ervan wordt beschreven aan de hand van maatregelen die op vlak van kosten en broeikasgasreducties kwantificeerbaar zijn. Voor het visionaire scenario TACO22 nemen we een langere tijdshorizon waardoor doorrekeningen op vlak van emissiereducties en kosten niet meer mogelijk zijn.

We beschrijven eerst per sector de geïnventariseerde maatregelen die in Limburg kunnen ingezet worden in de transitie naar een CO₂-neutraal 2020 en die verder gaan dan het referentiescenario. De focus ligt hierbij op maatregelen die technologisch haalbaar zijn tegen 2020. Deze maatregelenlijst is niet limitatief. Verder dient ook opgemerkt te worden dat de individuele sectormaatregelen elkaar binnen een sector kunnen uitsluiten. Ze kunnen dus niet allemaal worden ingezet om een bepaalde sector CO₂-neutraal te maken. Zo zal de volledige omschakeling van fossiele naar 'groene ketels' niet samen kunnen ingezet worden met de omschakeling naar 'groene WKK's'. De sectormaatregelen kunnen daarnaast ook implicaties hebben op andere sectoren, zo zal de omschakeling van gas- of stookolieketels naar warmtepompen een hoger elektriciteitsverbruik met zich meebrengen. Deze effecten nemen we op in de beschrijving van de maatregelen.

Voor het opstellen van de twee scenario's maken we selecties uit de lijst van technische maatregelen. We brengen de volgende kosten in rekening: investeringskosten, operationele kosten en brandstofkosten. Door middel van energie-efficiëntie maatregelen of omschakeling naar andere brandstoffen wordt vaak veel op brandstofkosten bespaard. Ook deze besparingen zijn in rekening gebracht.

De kosten van de scenario's worden ingeschat zonder bestaande of aannames rond toekomstige subsidiesystemen. Bestaande groenestroomcertificaten, renovatiepremies, ... worden bijgevolg *niet* in rekening gebracht, we rekenen met maatschappelijke kosten.

5.1 De link met ruimtelijke ordening

Veel van de voorgestelde maatregelen hebben een ruimtelijke neerslag. Ruimtelijke ordening dient enerzijds de verschillende beleidsopties te integreren tot een eenduidige gebiedsontwikkeling en anderzijds actief te zoeken naar een duurzame inzet van de schaarse ruimte.

Om een verregaande CO₂-reductie te kunnen realiseren, moet men dan ook in elke stap van een proces de vraag naar duurzaamheid stellen. In ruwe lijnen kan men dan volgende fases herkennen:

FASE	Belang voor CO ₂ -REDUCTIE
1 Opstart van het project. Indien mogelijk is het nuttig om het ambitieniveau reeds te bepalen (CO ₂ -neutraal, Energie +, ...)	Start enkel indien de noodzaak of de behoefte aan het project duidelijk aangetoond is! Stel hoge eisen mbt duurzaamheid en CO ₂ -reductie. Het geformuleerde ambitieniveau moet gedurende het volledige project meegenomen worden (ook tijdens beheerfase).
2 Locatieonderzoek: Durf de locatie in vraag te stellen.	In deze fase zal in grote mate bepaald worden wat de CO ₂ -uitstoot door verplaatsingen en omgevingsparameters zal inhouden. Het schaalniveau overstijgt het project.
3 Analyse plangebied: bepalen van o.a. de ecologische draagkracht	Deze analyse is van cruciaal belang als input voor de volgende fase en is uiteraard in belangrijke mate afhankelijk van het plangebied. Het is belangrijk om een wisselwerking te verkrijgen tussen de omgevingsanalyse en de analyse van het plangebied.
4 Integraal ontwerp: CO ₂ -meting als een van de parameters integreren in beslissingen omtrent ontwerp en proces	In deze fase kan men maatregelen voor CO ₂ -reductie opnemen die op het schaalniveau van het project
5 Vertaling naar de juiste producten, maatregelen en processen	Opvolgen dat de beoogde en behaalde CO ₂ -reductie uit vorige fases niet verloren gaat maar verder geoptimaliseerd wordt in de finale fases. Om hierover te kunnen waken bij de beheersfase wordt meer en meer vanuit beheer ontworpen.

Figuur 24: Overzicht van de belangrijkste fasen van ruimtelijke planning i.k.v. het streven naar een koolstofarme provincie

Elk van deze fases heeft dus haar eigen belang in het komen tot een CO₂-neutraal project. Hoe later men aan CO₂-reductie denkt binnen het proces, hoe duurder het wordt om maatregelen door te voeren. De oplossingsruimte is immers het grootst bij aanvang van het project.

Het type maatregelen gedurende de opstart, de analyse van het plangebied en de vertaling van het ontwerp naar onder andere producten, is zeer project gebonden. Het locatieonderzoek biedt een groot potentieel voor CO₂-reductie. Zo kan men bijvoorbeeld industriële sites plannen aan zogenaamde *energiehubs* waar het potentieel aan hernieuwbare energie hoog is, (nieuwe) woonwijken kunnen er de laagwaardige warmte van productie-industrieën inzetten voor het verwarmen van de woningen, etc. . De tijdsperiode om CO₂-neutraal te worden tegen 2020 is echter van korte duur. Voor deze planningstermijn zijn de locaties reeds grotendeels beslist, zodat op dit vlak tegen

2020 slechts een beperkte winst mogelijk is (door maatregelen van de provincie). Wel is het planningsniveau met behoeftestudies en locatieonderzoeken van cruciaal belang om na 2020 verder te kunnen inzetten op een CO₂-neutraal en milieuvriendelijk Limburg. Zo zal het belangrijk zijn om bij toekomstige locatiealternatieven zowel het verkeers- als energieprofiel van een site mee in overweging te nemen, zodat ook na 2020 de CO₂-neutraliteit behouden/ verkregen kan worden.

Als laatste aandachtspunt geldt dat CO₂-reductie geen losstaand doel op zich is. Om een veerkrachtige en klimaatresistente provincie te krijgen moet men zich de juiste doelen stellen, waarbij de relaties tussen milieuthema's niet uit het oog wordt verloren. Zo mag de CO₂-reductie bijvoorbeeld niet ten koste gaan van de biodiversiteit. Daarom moet men zich bij het uitvoeren van een maatregel steeds de vraag stellen naar de gevolgen. Specifieke reductiemaatregelen en hun link met of impact op ruimtelijke ordening wordt verder besproken in § 6.4.8.

5.2 Maatregelen per sector

In de volgende paragrafen beschrijven we de verschillende maatregelen die in de sectoren kunnen ingezet worden in de transitie naar een CO₂ neutraal Limburg tegen 2020.

5.2.1 Energieproductie

Voor de elektriciteitssector in Limburg onderscheiden we de centrale productie van de kolencentrale in Langerlo, STEG van T-Power, de stortplaats Remo en afvalverwerking Bionerga.

De inzet van decentrale WKK productie wordt bij de sectoren besproken die de warmte nuttig kunnen gebruiken. De investering in een WKK installatie wordt immers idealiter op basis van de benodigde warmtevraag afgewogen. Technische maatregelen voor decentrale hernieuwbare productie worden wel onder deze sector besproken.

MAATREGEL Energie-01: Ombouw Langerlo kolencentrale naar 100% biomassa centrale

Om de bestaande kolencentrale van Langerlo CO₂-neutraal te maken zal deze moeten omgebouwd worden tot een 100% biomassa centrale. Momenteel wordt reeds zo'n 8% biomassa bijgestookt en in het referentiescenario wordt de bijstook opgetrokken tot zo'n 20%. Dit kan zonder bijkomende grote investeringen gerealiseerd worden. De ombouw naar een 100% biomassa centrale vraagt echter wel bijkomende investeringen. Afgelopen jaar werd de oude kolencentrale van Rodenhuize door Electrabel bijvoorbeeld omgebouwd tot een biomassacentrale (Max Green project). De ombouw van de 180 MW grote 'Rodenhuize 4' eenheid zou 125 M€⁸¹ gekost hebben.

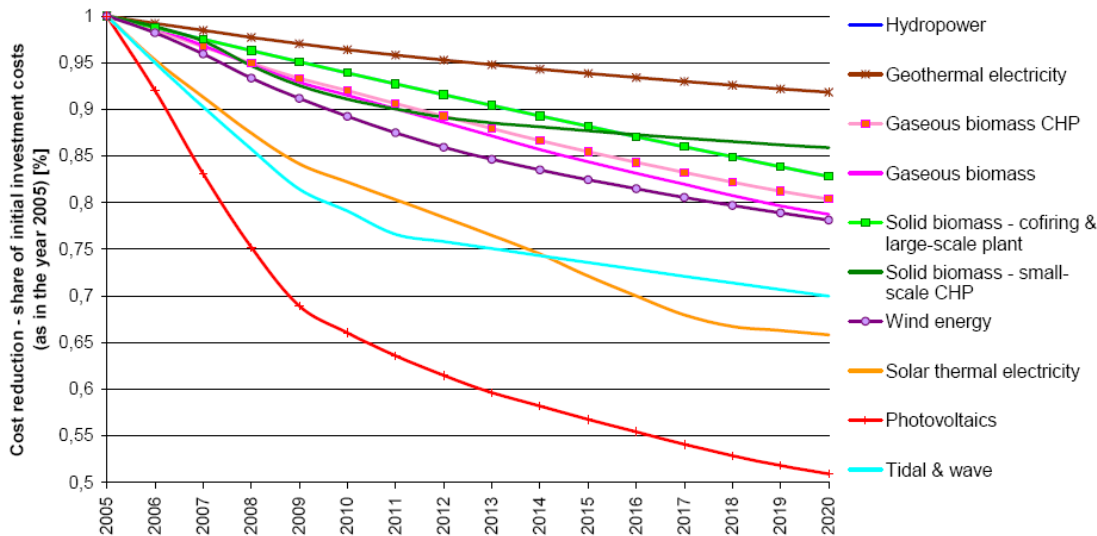
MAATREGEL Energie-02: Maximale invulling potentieel fotovoltaïsch

Op basis van het beschikbare dakoppervlak wordt een inschatting gemaakt van het maximale beschikbare potentieel aan fotovoltaïsche zonnepanelen dat kan geïnstalleerd worden. Op basis van het beschikbaar dakoppervlak zou in Vlaanderen zo'n 1.100 MWe kunnen geïnstalleerd worden. Het dakoppervlak in Limburg neemt ongeveer 13% van het totale Vlaamse dakoppervlak in, wat dus neerkomt op een maximaal potentieel van 140 MWe. In de modellering rekenen we met een 850 uren productie op 100%, wat neerkomt op een elektriciteitsproductie van 118.500 MWh per jaar.

Zoals reeds aangegeven rekenen we de scenario's door zonder subsidies, wat betekent dat vooral voor fotovoltaïsche panelen de investeringkosten sterk zullen doorwegen. Wel houden we in de berekeningen rekening met 'leereffecten'. Europese studies

⁸¹ http://electrabel.arofex.be/sd/pdf/Max_Green_NL.pdf, geraadpleegd op 2011-03-16

(European Commission, 2007) tonen een sterk leereffect aan voor fotovoltaïsche panelen. Verwacht wordt dat de investering tussen 2005 en 2020 met 50% zal dalen.



Figuur 25: Geschatte leerecurve voor hernieuwbare energieproductie door Green-X (European Commission, 2007)

MAATREGEL Energie-03: Maximale invulling potentieel onshore wind

In het Windplan Vlaanderen⁸² worden mogelijke inplantingsplaatsen voor windturbines in Vlaanderen weergegeven. Hierbij wordt rekening gehouden met ondermeer windaanbod, plaatsconfiguraties, landschappelijke inpassing, netinpassing, milieuvorwaarden en vogelbeschermingsgebieden. Voor Limburg werd een potentieel in kaart gebracht van 152 MWe. Libost voerde tijdens de uitvoering van voorliggende studie in opdracht van de Provincie Limburg een nieuwe potentieelstudie uit betreffende windenergie. Libost berekende het potentieel op 100-150 windmolens. We rekenen in deze studie met een potentieel van 125 windmolens van 2,5 MWe elk, dus 312,5 MWe in totaal. In de modellering rekenen we met een 1.200 uren productie op 100%, wat neerkomt op een elektriciteitsproductie van 182.000 MWh per jaar.

Ook voor windenergie verwacht de Green-X studie (European Commission, 2007) een daling in investeringskost van zo'n 30% tussen 2005 en 2020.

MAATREGEL Energie-04: Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt

De kolencentrale van Langerlo heeft een elektrische rendement van ongeveer 37%. Na ombouw tot een biomassacentrale daalt het elektrisch rendement zeer lichtjes tot 36%. Dit rendement wordt maar gerealiseerd indien de stoom die op 400°C de turbine aandrijft wordt gekoeld tot zo'n 40°C. Momenteel gaat alle warmte die de centrale produceert verloren. Door middel van warmtenetten kan de restwarmte van de centrale echter gebruikt worden voor het verwarmen en voor het sanitair warm water van huishoudens.

Getracht wordt om warm water te gebruiken voor huishoudelijke verwarming. Hoe lager de temperatuur 'kan' zijn in het warmtenet hoe minder de verliezen die onderweg optreden. Om een warmtenet van 50°C te kunnen inzetten moeten de installaties aan de kant van de afnemers ook worden aangepast. Vloerverwarming of overgedimensioneerde radiatoren zijn dan noodzakelijk. We gaan in deze studie echter

⁸² <http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/economie/energiesparen/doc/windplan.pdf>

uit van de bestaande situatie en veronderstellen dus dat een warmtenet wordt uitgerold met een temperatuur van 70-80°C. Warmtenetten bij deze temperatuur zijn vandaag eerder regel dan uitzondering.

Aangezien de starttemperatuur aan de centrale van Langerlo rond de 90-100°C zal liggen verlaagt ook het elektrisch rendement van de centrale tot zo'n 30%. Indien we veronderstellen dat elk huishouden dat kan aangesloten worden zo'n 10 kWth nodig heeft, zou het restwarmtenet zo'n 40.000 gezinnen kunnen voorzien. Genk telt ongeveer 20.000 huishoudens, Hasselt 29.000. Uiteraard zou ook de tertiaire sector kunnen aangesloten worden, maar om een zicht te krijgen op de energiebesparing en CO₂ reductie rekenen we met huishoudens. De besparingen zijn immers gelijk in beide gevallen.

Land	Warmtenet inzet (2000)
IJsland	95%
Denemarken	60% (2005)
Estland	52%
Polen	52%
Zweden	50%
Slovakije	40%
Finland	49%

Tabel 82: Landen en inzet van warmtenetten voor huishoudelijke verwarming in 2000. Bron: http://en.wikipedia.org/wiki/District_heating



Figuur 26: Geïsoleerde buizen voor een warmtenet

Aannames warmtenet:

- Langerlo – Genk: 3,3 km
- Langerlo – Hasselt: 11 km

We rekenen kosten door voor de aanleg van hoofdleidingen van Langerlo naar Genk en Hasselt. Daarnaast rekenen we met kosten voor de aanleg van distributieleidingen in Genk en Hasselt. Voor de aansluitingen zelf rekenen we met een kost per aansluiting. Ook wordt het elektrische rendementsverlies in rekening gebracht.

De brandstofbesparingen en daarmee gepaard gaande CO₂-reducties worden bij de huishoudelijke sector gerealiseerd. Deze techniek bespreken we hier in het rapport echter bij de energiesector omdat de warmte bij deze sector gegenereerd wordt.

[MAATREGEL Energie-05: Aankoop 'groene stroom' voor reductie Scope 2 emissies](#)

De Scope 2 emissies, te wijten aan de import van elektriciteit van buiten Limburg, kunnen slechts gereduceerd worden door het afsluiten van 'groene stroomcontracten'. De elektriciteitsproductie in Limburg kan echter sterk verhoogd worden door de inzet van fotovoltaïsche panelen, wind, groene WKK te maximaliseren. Voornamelijk groene WKK bij de industrie kan de Limburgse groene stroomproductie sterk doen stijgen (zie verder § 5.2.4).

Het tekort aan eigen groene elektriciteitsproductie dient ingevuld te worden met de aankoop van groene stroom buiten Limburg.

[MAATREGEL Energie-06: Bestaande fossiele WKK's ombouwen vervangen door groene WKK's](#)

De bestaande WKK's op fossiele brandstoffen zijn voor 99% aardgas installaties. Om CO₂-neutraal te worden stellen we voor deze te vervangen door groene WKK's op houtpellets.

[MAATREGEL Energie-07: T-Power op biogas](#)

De STEG van T-Power zal in 2011 in gebruik genomen worden en deze zal aardgas verbruiken. Om deze STEG CO₂-neutraal te maken zal biogas moeten geproduceerd. Biogasproductie kan plaatsvinden door vergisting van organisch afval of door gasificatie van vaste biomassa gevolgd door een methanisatie. Voor vergisting zal niet voldoende organische afval beschikbaar zijn om het volledige aardgasverbruik in te kunnen vullen. De biomassa naar biogas efficiëntie bedraagt maximum 70% bij deze processtappen. Indien het volledige aardgasgebruik van de T-Power STEG door biogas moet vervangen worden is daarvoor ruim 1000 kton biomassa nodig die kan vergast worden.

5.2.2 Transport

[MAATREGEL Transport-01: Een reductie van het aantal voertuigkilometers op de weg](#)

Het reduceren van het aantal (vervuilende gemotoriseerde) voertuigkilometers op de weg draagt bij tot een aanzienlijke reductie in de uitstoot van broeikasgassen. Een instrument om dit te realiseren is een 'slimme kilometerheffing'. Dergelijke slimme kilometerheffing (tijd, plaats, voertuigtype) speelt in op het aantal afgelegde kilometers op het grondgebied van de provincie, op de modale verschuiving en op de samenstelling van het voertuigenpark. We nemen aan dat dergelijk instrument kan leiden tot een daling van het aantal voertuigkilometers op de weg met 5%⁸³. Hierbij rekenen we nog een extra 5% emissiereductie doordat met groenere voertuigen gereden zal worden dus 10% daling van de emissies in totaal, verdeeld over alle

⁸³ zie ook <http://www.tmlleuven.be/project/kmhheffing/index.htm> voor cijfers over vrachtverkeer

fossiele fuel-types. Van de 5% daling in activiteit zal slechts een klein deel, 20%, naar spoor/water overgaan (niet zichtbaar dus in de resultaten), de rest wordt opgevangen door efficiëntie-verbeteringen, maar ook door 'afschaffen' van de verplaatsing of door overstap naar 'slow modes' die goedkoper zullen zijn dan een gemotoriseerde verplaatsing. Er worden voorlopig geen investeringskosten of operationele kosten verondersteld voor deze maatregel. Het zal immers enkel haalbaar zijn een dergelijk instrument te implementeren als 'uitbreiding' op reeds bestaande plannen naar kilometerheffing in Vlaanderen, niet binnen een aparte provincie. De effecten van de geplande kilometerheffing in Vlaanderen zijn reeds inbegrepen in het BAU-scenario. Een uitbreiding van deze maatregel zou dus kunnen inhouden dat Limburg nog een extra heffing of congestieheffing zou opleggen bij een verplaatsing op het Limburgse grondgebied. Kosten zoals datacommunicatie en voertuigtechnologische aanpassingen zijn in dat geval al gemaakt voor Vlaanderen en dus reeds inbegrepen in de kosten voor het BAU-scenario.

MAATREGEL Transport-02: Versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (nieuwe voertuigen)

Infrastructurele aanpassingen zoals laadpalen verspreid over het Limburgse grondgebied, kunnen de introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen versnellen. Volgens het BAU-scenario is nog maar 1% van energieverbruik elektrisch in 2020 aangezien de trend tot het aankopen van elektrische of plug-in hybride elektrische voertuigen enige tijd zal vergen en er in 2020 nog niet zoveel voertuigen elektrisch kunnen rijden (< 10% van de nieuwe voertuigen in 2020 zullen (PH)EV zijn). We veronderstellen daarom dat in de periode 2010 tot 2020 alle nieuwe personenvoertuigen, lichte vrachtwagens (voor distributie) en bussen in Limburg plug-in elektrisch (PHEV) of elektrisch zullen zijn. Dit is een vrij ingrijpende maatregel die technisch gezien wel mogelijk is (aangezien er momenteel reeds veel technologische vooruitgang op dit domein geboekt is), maar natuurlijk erg veel bijkomende inspanningen zal vergen om het sociaal-maatschappelijk gezien aanvaardbaar (en betaalbaar) te maken. Door dergelijke maatregel zal het aandeel van elektrische energie natuurlijk sterk verhogen. En deze energievraag dient dus best met groene energie ingevuld te worden. Verder zal ook de totale energievraag dalen aangezien het rendement van een elektrische wagen veel hoger (+/- 3x) ligt dan deze van een conventionele (diesel of benzine) wagen. De meerkosten van dergelijke plug-in hybrides en elektrische voertuigen t.o.v. de conventionele diesel en benzine voertuigen werden reeds berekend. Maar verder dienen ook de infrastructuurle aanpassingen bekostigd te worden om het elektrische rijden mogelijk te maken. Hierbij kan je stellen dat elke privé-laadpaal ongeveer 400 à 500 euro kost terwijl een publieke laadkast al gauw 10x meer zal kosten. Kosten voor bekabeling dienen hier ook nog bijgerekend te worden.

MAATREGEL Transport-03: Verhogen van aandeel biobrandstoffen naar 20% (volgens EUR 10 Vol% in 2020)

Het verhogen van het aandeel biobrandstoffen zorgt voor een verlaging van de CO₂-emissies voor transport aangezien biobrandstoffen aanzien worden als CO₂-neutraal voor transport. De Limburgse tankstations zouden dus bv. een hoger aandeel biobrandstoffen kunnen voorzien. Volgens het BAU-scenario is het volumepercentage aan biofuels ongeveer 10% in 2020. Limburg zou dit aandeel kunnen verdubbelen tot 20 Vol%. Het resultaat van deze maatregel is een verschuiving van de energievraag van fossiele brandstoffen naar bio-brandstoffen. Enkel de brandstofkost werd hierbij momenteel in rekening genomen. Echter, de voertuigen zelf dienen ook in staat te zijn om met deze hogere biobrandstofmengsels te rijden. Hiervoor kunnen speciale voertuigen gebruikt worden (zoals de flexfuel wagens) of dient afgestemd te worden met de autoconstructeurs voor het gebruik van conventionele voertuigen op dergelijke hogere aandelen biobrandstoffen.

5.2.3 Huishoudens

Het gamma maatregelen dat toegepast kan worden in de sector huishoudens is erg ruim. Voor iedere maatregel is een gemiddelde kostprijs afgeleid van case studies op websites⁸⁴, bestaande studies⁸⁵ en beschikbare factuurgegevens.

MAATREGEL Huishoudens-01: Passiefhuisrenovatie van minst energiezuinige woningen

Omschrijving maatregel: renovatie van woningen tot de passiefhuisstandaard. Dergelijke renovatie wordt in deze maatregel enkel uitgevoerd op woningen die nog geen isolatie hebben, die enkel of gewoon dubbel glas hebben en die nog geen efficiënte verwarmingsinstallatie hebben. We gaan er van uit dat er woningen zijn waar al deze eigenschappen samen in voorkomen⁸⁶. Hierdoor kan de toepasbaarheid van de maatregel overschat worden. Het is immers mogelijk dat een deel van de woningen bijvoorbeeld wel deels geïsoleerd is of niet geïsoleerd maar wel uitgerust is met een efficiënte ketel.

Keuze energiedrager: de passiefhuiswoningen zullen aardgas, elektriciteit of pellets gebruiken. De woningen die in 2011 aardgas gebruiken, zullen na renovatie ook nog aardgas verbruiken. Het gaat dan om een condenserende ketel. Tot op heden wordt immers sterk geïnvesteerd in het aardgasnetwerk. De andere woningen kiezen ofwel voor elektriciteit (een warmtepomptechnologie of weerstandverwarming) ofwel voor pellets (ketel of kachel). Een belangrijk deel ervan zal omschakelen van stookolie naar één van de twee mogelijke energiedragers.

Kostprijs: voor het geheel van renovatie is een gemiddelde kostprijs berekend op basis van alle beschikbare praktijkvoorbeelden. We hebben rekening gehouden met alle werken aan de gebouwschil en de installaties en ook met de kosten voor de architect. Op dit moment is de kostprijs per m² vloeroppervlakte voor een passiefhuisrenovatie hoger dan voor een niet passiefhuisrenovatie.

MAATREGEL Huishoudens -02: Vloerisolatie rest bestaande woningen

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal nog geen vloerisolatie hebben. Deze worden bijkomend uitgerust met vloerisolatie.

Kostprijs: Bij vloeren is een onderscheid gemaakt tussen vloeren op volle grond en vloeren boven een (kruip)kelder. Het aandeel van deze vloeren is ingeschat aan de hand van karakteristieken van een aantal bestaande Vlaamse woningen. In dit geval is het isoleren van een bestaande vloer op volle grond duurder dan het isoleren van het plafond van een (kruip)kelder. Het vraagt immers de afbraak van de bestaande vloer en het leggen van een nieuwe vloer. Ook zijn er meestal aanpassingen nodig aan de rest van de woning.

⁸⁴ <http://www.passiefhuisplatform.be>;
<http://www.passiefhuis.nl>

<http://www.passivhausprojekte.de/projekte.php>;

⁸⁵ Thesis van Sven Bruijn. Energierenovaties in de praktijk. ARTESIS Hogeschool, academiejaar 2009-2010, MKM huishoudens: kosten voor maatregelen in de huishoudelijke sector uit het Vlaamse milieukostenmodel, ontwikkeld door VITO

⁸⁶ We kennen enkel de geaggregeerde eigenschappen van elk van de 216 woningcategorieën die worden onderscheiden in ons model. We weten bijvoorbeeld dat er in categorie X 1000 woningen zijn die geen vloerisolatie hebben, 750 die geen muurisolatie hebben, 500 die gewoon dubbel of enkel glas hebben, 250 die geen dakisolatie hebben en 400 die nog geen efficiënte verwarmingsinstallatie hebben. In dat geval zullen we een passiefhuisrenovatie toepassen op 250 woningen van deze woningcategorie. We gaan er dus van uit dat de 250 woningen zonder dakisolatie ook voldoen aan de andere criteria (geen vloerisolatie tot en met geen efficiënte ketel). Dit kan een overschatting zijn, omdat er woningen kunnen zijn die slechts aan een deel van de criteria voldoen.

MAATREGEL Huishoudens-03: Muurisolatie rest bestaande woningen ZONDER muurisolatie

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal nog geen muurisolatie hebben. Deze worden bijkomend uitgerust met muurisolatie.

Kostprijs: Voor muren is onderscheid gemaakt tussen spouwmuren en volle muren (het type muur is functie van de ouderdom van de woning). Isolatie van spouwmuren is een stuk goedkoper, maar is dan wel beperkt door de dikte van de spouw. Het isoleren van volle muren wordt op dit moment beschouwd als een relatief dure ingreep.

MAATREGEL Huishoudens-04: Vervanging gewoon dubbel glas door driedubbel glas

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal nog deels uitgerust zijn met gewoon dubbel glas. Deze ramen worden vervangen door driedubbel glas.

Kostprijs: Het vervangen van bestaand schrijnwerk door schrijnwerk met 3 voudige beglazing. Hiervoor gaan we uit van de gemiddelde kost van schrijnwerk met HR glas, vermeerderd met 125 €/m², de meerprijs voor 3 voudig glas

MAATREGEL Huishoudens-05: Vervanging enkel glas door driedubbel glas

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal nog deels uitgerust zijn met enkel glas. Deze ramen worden vervangen door driedubbel glas.

Kostprijs: Het vervangen van bestaand schrijnwerk door schrijnwerk met 3 voudige beglazing. Hiervoor gaan we uit van de gemiddelde kost van schrijnwerk met HR glas, vermeerderd met 125 €/m², de meerprijs voor 3 voudig glas.

MAATREGEL Huishoudens-06: Muurisolatie rest bestaande woningen met ONVOLDOENDE muurisolatie

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal muurisolatie hebben. Het gaat echter om zeer weinig isolatie, onvoldoende naar de huidige normen. Deze worden bijkomend uitgerust met muurisolatie.

Kostprijs: Voor muren is onderscheid gemaakt tussen spouwmuren en volle muren (het type muur is functie van de ouderdom van de woning). Isolatie van spouwmuren is een stuk goedkoper, maar is dan wel beperkt door de dikte van de spouw. Het isoleren van volle muren wordt op dit moment beschouwd als een relatief dure ingreep.

MAATREGEL Huishoudens-07: Dakisolatie rest bestaande woningen ZONDER dakisolatie

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal nog geen dakisolatie hebben. Deze worden bijkomend uitgerust met dakisolatie.

Kostprijs: Voor dakisolatie hebben we een gemiddelde kost gemaakt voor platte en hellende daken. Indien nodig is ook rekening gehouden met de kosten die nodig zijn voor afwerking, niet enkel de kost van de isolatie zelf. Na de ingreep is de staat van de woning dezelfde als voor de ingreep. De gemiddelde prijs voor platte en hellende daken kwam hierdoor op ongeveer hetzelfde bedrag.

MAATREGEL Huishoudens-08: Dakisolatie rest bestaande woningen met ONVOLDOENDE dakisolatie

Omschrijving maatregel: Een deel van de bestaande woningen, die –volgens onze criteria- niet in aanmerking komen voor passiefhuisrenovatie, zal dakisolatie hebben. Het gaat echter om zeer weinig isolatie, onvoldoende naar de huidige normen. Deze worden bijkomend uitgerust met dakisolatie.

Kostprijs: Voor dakisolatie hebben we een gemiddelde kost gemaakt voor platte en hellende daken. Indien nodig is ook rekening gehouden met de kosten die nodig zijn voor afwerking, niet enkel de kost van de isolatie zelf. Na de ingreep is de staat van de woning dezelfde als voor de ingreep. De gemiddelde prijs voor platte en hellende daken kwam hierdoor op ongeveer hetzelfde bedrag.

MAATREGEL Huishoudens-09: Vervangen van bestaande installatie op aardgas, LPG, steenkool en hout door een nieuwe efficiënte installatie

Omschrijving maatregel: Woningen op aardgas die nog niet uitgerust zijn met een modulerende of condenserende ketel OF met hoogrendementskachels, zullen hun installatie vervangen tegen 2020. Er zijn nog enkele woningen op LPG, steenkool, elektriciteit of hout. We nemen hier aan dat deze woningen op dezelfde energiedrager blijven tot in 2020. De bestaande installaties worden wel vervangen door nieuwe en efficiënte exemplaren. In geval van LPG gaat het om dezelfde installaties als aardgas.

Kostprijs: De kostprijs voor installaties is overgenomen van het MKM voor huishoudens (condenserende ketels, pelletketels en de verschillende types kachels, zonneboilers).

MAATREGEL Huishoudens-10: Vervangen bestaande installatie op stookolie door warmtepomp

Omschrijving maatregel: Woningen op stookolie omschakelen naar een andere energiedrager voor verwarming. In geval van bestaande woningen is het technisch meer haalbaar (vooral voor grondwater warmtepompen) om een warmtepomp te installeren in vrijstaande woningen of in appartementsgebouwen. We gaan er van uit dat 50% van deze woningen overschakelt van een installatie op stookolie naar een warmtepomp.

Kostprijs: De kostprijs voor installaties is overgenomen van het MKM voor huishoudens (condenserende ketels, pelletketels en de verschillende types kachels, zonneboilers). Voor warmtepompen is berekend hoe groot het gemiddeld vermogen is voor de geplaatste warmtepompen (eigen berekeningstool VITO). Op basis van kostendata is een kostprijs berekend voor dit vermogen. In geval van een warmtepomp is de kostprijs sterk afhankelijk van het benodigde vermogen.

MAATREGEL Huishoudens-11: Vervangen bestaande installatie op stookolie door pelletinstallatie

Omschrijving maatregel: Woningen op stookolie omschakelen naar een andere energiedrager voor verwarming. Woningen die niet omschakelen naar een warmtepompinstallatie, kiezen voor een installatie op pellets.

Kostprijs: De kostprijs voor installaties is overgenomen van het MKM voor huishoudens (condenserende ketels, pelletketels en de verschillende types kachels, zonneboilers).

MAATREGEL Huishoudens-12: Installatie van zonneboilers in 50% van de rest bestaande woningen

Omschrijving maatregel: Bestaande woningen kunnen een deel van hun sanitair warm water produceren via een zonneboiler. Niet alle woningen hebben een dak met de juiste oriëntatie of ligging (beschaduwning kan ook een probleem vormen). We gaan er van uit dat grofweg 50% van de bestaande woningen een zonneboiler zullen installeren.

Kostprijs: De kostprijs voor installaties is overgenomen van het MKM voor huishoudens (condenserende ketels, pelletketels en de verschillende types kachels, zonneboilers).

MAATREGEL Huishoudens-13: Alle nieuwbouw vanaf 2012 (aanvraag bouwvergunning) volgens de passiefhuisstandaard

Omschrijving maatregel: er wordt verondersteld dat nieuwe woningen vanaf 2012 moeten voldoen aan E30, een waarde die representatief zou zijn voor passiefhuizen. Hierbij wordt abstractie gemaakt van PV-panelen. Indien de woningen uitgerust zijn met PV-panelen, dan zal hun E-peil nog lager liggen. De productie van elektriciteit via PV wordt echter behandeld binnen de sector Energieproductie;

Keuze energiedrager: de nieuwe woningen zullen gebruik maken van aardgas, elektriciteit of pellets. De aandelen zijn gebaseerd op het voorkomen van deze energiedragers in voorbeelden van Vlaamse passiefhuiswoningen (zie www.passiefhuisplatform.be en presentatie tijdens Passive House 2009, een congres over passiefhuizen in Brussel).

Kostprijs maatregel: Voor de nieuwe woningen is uitgegaan van een meerkost in functie van het bereikte E-peil, een meerprijs ten opzichte van een E80 woning. In het referentiescenario wordt immers aangenomen dat alle woningen E80 zijn. Deze meerkost is overgenomen uit het milieukostenmodel voor de huishoudens.

MAATREGEL Huishoudens-14: 50% bijmenging biogas

Omschrijving maatregel: in deze studie blijft het belang van aardgas onveranderd ten opzichte van 2011 (2011 volgens het referentiescenario wordt bedoeld). Momenteel wordt de keuze voor aardgas sterk ondersteund door het beleid, omdat het een properdere brandstof is dan bijvoorbeeld stookolie. Aardgas is echter geen hernieuwbare energiebron. Een hypothetische oplossing hiervoor is het bijmengen van biogas (vb. Bij vergisting van organisch materiaal komt biogas vrij) in het bestaande aardgasnetwerk. Op dit moment is nog niet voldoende informatie beschikbaar over het potentieel van deze techniek. Hoewel ze technisch haalbaar is, zijn er mogelijk nog barrières die overwonnen dienen te worden (bv. huidige leidingen zijn mogelijk niet bestand tegen de karakteristieken van biogas). Voor deze maatregel veronderstellen we dat 50% bijmenging mogelijk moet zijn tegen 2020.

Kostprijs maatregel: voor de huishoudens verandert er in se niets. Ze blijven aardgas gebruiken van het bestaande netwerk. Investerings- en operationele kosten voor een biogas installatie werden berekend op basis van een haalbaarheidsstudie die in de UK is uitgevoerd (Phillip Cozens & Chris Manson-Whitton, 2010).

MAATREGEL Huishoudens-15: Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting naar 2.000 kWh per woning

Omschrijving maatregel: volgens het referentiescenario wordt in 2020 ongeveer 2400 kWh per woning verbruikt. In dit scenario gaan we uit van 2000 kWh per woning.

Kostprijs maatregel: de vermindering van het verbruik zal het gevolg zijn van verbeteringen in de efficiëntie van verlichting en apparaten, zonder dat dit resulteert in een kostenverhoging voor de huishoudens. Door de vervanging van oude door de efficiëntere nieuwe apparaten en verlichting zal de verlaging van het elektriciteitsverbruik gerealiseerd worden. Er wordt daarom geen meerkost doorgerekend worden. Ook een energiezuinig gedrag kan hiertoe bijdragen. Dit heeft evenmin een kostprijs.

MAATREGEL Huishoudens-16: Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40.000 woningen

De maatregel warmtenet werd besproken bij de elektriciteitssector aangezien de warmte daar geproduceerd wordt. De energiebesparingen en CO₂-reducties worden echter bij de huishoudelijke sector gerealiseerd omdat we aannemen dat de warmte in deze sector wordt gebruikt.

De kosten van deze maatregel worden in de scenario's bijgevolg ook volledig aan de huishoudens toegekend.

Tot slot dient er voor de sector huishoudens nog opgemerkt te worden dat:

- het inschatten van de kostprijs van deze verschillende ingrepen is zeer moeilijk. Bijvoorbeeld, de kostprijs voor het vervangen van schrijnwerk kan grofweg

gesitueerd worden tussen 350 € per m² en meer dan 1000 € per m². We baseren ons hier op facturen van uitgevoerde investeringen, zonder een uitspraak te doen over de juistheid of van de kwaliteit van het geleverde werk. Voor andere ingrepen stelt zich een zelfde probleem. Een deel van de kostprijzen gelden daarenboven voor het jaar 2008, bijvoorbeeld de kost van vervanging van schrijnwerk. In 2008 waren de energieprijzen een stuk hoger en daardoor ook de prijzen van glas, aluminium en PVC. Dit kan ervoor zorgen dat de gebruikte kostprijzen relatief hoog zijn. Anderzijds geven we in opmerking 2 aan dat de ingrepen in de verregaande TACO-scenario's gemiddeld duurder zullen zijn dan de ingrepen die nu reeds zijn uitgevoerd, omdat ook de – technisch gezien- moeilijkste gevallen zullen uitgevoerd worden.

- Er ook een isolatiekost is bepaald voor het referentiescenario. Voor deze ingrepen wordt een gemiddeld lagere prijs aangenomen dan voor de maatregelen hierboven omdat slechts een deel van de woningen de ingrepen uitvoeren. In principe zullen deze ingrepen eerder uitgevoerd worden in woningen die zich ertoe lenen. Bijvoorbeeld, een dak zal geïsoleerd worden vooraleer de zolder wordt afgewerkt tot extra woonruimte, het plafond van kelders of de vloer die toch wordt uitgekloofd in het kader van een verbouwing zullen bij voorkeur geïsoleerd worden. In de verregaande scenario's (TACO scenario's) zullen ook de moeilijkere en de moeilijkste gevallen deze ingrepen uitvoeren, hetgeen meer zal kosten.

5.2.4 Industrie

Het in kaart brengen van technische maatregelen voor energiebesparing in de industrie is niet eenvoudig. De verschillende subsectoren binnen de industrie hebben allen specifieke proceseigenschappen, zodat het generiek maken van reductietechnieken vaak niet realistische resultaten oplevert. Om echter CO₂ neutraal te worden zijn zeer vergaande implementaties van de onderstaande technieken noodzakelijk.

MAATREGEL Industrie-01: Stookinstallaties op biomassa

De eerste technische maatregel is de omschakeling van de bestaande fossiele stookinstallaties naar stookinstallaties op biomassa. Deze biomassa kan bestaan uit vaste biomassa zoals stukhout, houtchips of houtpellets. De voorkeur gaat vaak uit naar houtpellets gezien de constante vorm en eigenschappen, wat de bedrijfszekerheid van het verbrandingsproces ten goede komt. Daarnaast kan ook biogas worden ingezet. Dit biogas moet echter geproduceerd worden door vergisting van organische afval. Organisch afval is binnen de industrie voornamelijk aanwezig bij de voedingssector, maar beperkt in hoeveelheid. Het potentieel van biogas is hierdoor eerder beperkt.

Het gebruik van 100% plantaardige olie is een derde mogelijkheid om het gebruik van fossiele brandstoffen te elimineren.

Vaste biomassa kan geproduceerd worden in Limburg, maar kan en zal ook geïmporteerd moeten worden. De inzet van biomassa ketels is momenteel zeer klein, nog geen 2 PJ gebruik in 2007 in Vlaanderen, of minder dan 1% van het gebruik van de fossiele en recuperatiebrandstoffen in 2007. De inzet van biomassa in de industrie is momenteel meestal terug te vinden bij die subsectoren die zelf biomassa afval voorhanden hebben, zoals de papier- en de voedingssector.

Om CO₂-neutraal te worden zullen ook industriële subsectoren die zelf niet over biomassastromen beschikken kunnen overschakelen op biomassa. Dit betekent bijgevolg het vervangen van de bestaande stookinstallaties. Daarnaast moet ook de infrastructuur worden aangepast zodat een voorraad aan biomassa kan worden

opgeslagen. Bij het gebruik van aardgas is uiteraard geen opslag vereist, bij het gebruik van (zware) stookolie wel.

De energie-inhoud van 1 ton stookolie bedraagt ruim 40 GJ, terwijl deze van houtpellets slechts 17,5 GJ bedraagt. Houtpellets scoren nog relatief goed omwille van het lage vochtgehalte. De energie-inhoud van houtchips en stukhout bedraagt minder dan 10 GJ/ton. Daarnaast speelt nog dat 1m³ opslagruimte ongeveer 650 kg aan houtpellets kan bevatten, tegen slechts 200-250 kg houtchips. Beide factoren maken dat de benodigde opslagruimte ruim 3,5 keer groter moet zijn voor houtpellets, tot 20 keer groter voor houtchips en stukhout in vergelijking met stookolie.

Indien de biomassa moet aangeleverd worden, heeft dit ook een grote impact op de transportsector, gezien de grote volumes die moeten vervoerd worden.

In de kosten die we meenemen voor de scenarioberekeningen houden we rekening met de brandstofkost van hout (we maken onderscheid tussen stukhout, houtchips en houtpellets) en plantaardige olie en de distributiekost. We maken een aanname rond het gebruik van vaste biomassa en plantaardige olie. Aangezien niet elk bedrijf de noodzakelijke opslagruimte heeft voor vaste biomassa, gaan we uit van een 50/50 verdeling tussen vaste biomassa/plantaardige olie.

We rekenen geen extra kost aan voor het voorzien van extra ruimte voor opslag van de biomassa. We kunnen dus stellen dat de kosten licht onderschat zijn.

MAATREGEL Industrie-02: Doorgedreven energie-efficiëntie verbeteringen

In het kader van het benchmark- en het auditconvenant onderzoeken en investeren bedrijven in maatregelen die de energie-efficiëntie verhogen.

Het Benchmarkingconvenant is opgesteld voor grote energie-intensieve bedrijven, uit alle industriële sectoren. De toetreding gebeurt per vestiging waarbij een ondergrens van 0,5 PJ per vestiging wordt gehanteerd. Het convenant loopt tot 2012. Door toe te treden tot het convenant gaan de bedrijven de verplichting aan om de energie-efficiëntie van hun procesinstallaties op wereldtopniveau te brengen en/of te behouden tegen 2012, er mee rekening houdend dat het wereldtopniveau ook zal verbeteren in de tussenliggende periode.

Het benchmarkconvenant stelt de invoering van de maatregelen voorop in drie fasen, naar gelang de rendabiliteit:

- investering rendabel: Volgens artikel 6 lid 2 van het convenant gedefinieerd op IRR \geq 15% (IRR=Internal Rate of Return). Onder deze categorie vallen ook de maatregelen in het kader van goed huisvaderschap of procesverbetering waarmee geen echte investering gemoeid is.
- investering minder rendabel: Volgens artikel 6 lid 3 van het convenant door de Commissie Benchmarking vastgesteld op IRR \geq 6%.
- investering anders: Investerings die niet (uitsluitend) op energiebesparing verantwoord zijn zoals bijvoorbeeld strategische projecten.

Het Auditconvenant is er op gericht dat zoveel mogelijk industriële eindgebruikers van energie (jaarverbruik tussen 0,1 en 0,5 PJ primair) vooraanstaand worden en blijven op gebied van energie-efficiëntie. De bedrijven die toetreden tot het convenant aanvaarden om vóór december 2013 maatregelen te implementeren met een IRR van eerst 15% en in latere fase (maar nog steeds vóór december 2013) 13,5% na belastingen.

Zowel voor de benchmark- als voor de auditbedrijven bestaan er echter maatregelen die de energie-efficiëntie verhogen, maar die grotere investeringen met zich meebrengen en dus een IRR hebben $<$ 6 % (benchmark) of $<$ 13,5 % (audit).

Om CO₂-neutraal te worden gaan we er vanuit dat ook deze maatregelen zullen genomen moeten worden. We veronderstellen een mogelijke jaarlijkse extra efficiëntieverbetering van 2%.

MAATREGEL Industrie-03: Groene WKK

Naast het investeren in fossiele WKK installaties bestaat de mogelijkheid om WKK's te plaatsen op bio-olie, biogas en op vaste biomassa.

Net als voor 'groene ketels' gelden ook hier beperkingen op het gebruik van biogas. Ook de extra opslagruimte voor vaste biomassa speelt hier een rol.

Idealiter worden WKK installaties berekend op de aanwezige warmtevraag van een bedrijf of op een bedrijventerrein. De geproduceerde elektriciteit kan aan het net geleverd worden en hoeft niet volledig zelf gebruikt te worden.

Voor de scenarioberekeningen maken we een inschatting van het aandeel WKK per subsector. Niet elk bedrijf zal op een kwalitatieve wijze een WKK kunnen plaatsen. Waar dit niet kan blijft de optie om te investeren in groene ketels. Ook voor WKK nemen we aan dat de verhouding plantaardige olie/vaste biomassa 50/50 bedraagt. Figuur 25 gaf reeds aan dat ook voor groene WKK verwacht wordt dat de investering zal dalen omwille van leereffecten tussen 2005 en 2020, echter in mindere mate dan PV en windenergie.

5.2.5 Handel en diensten

In de tertiaire sector veronderstellen we technische maatregelen met als doel het behalen van klimaatneutraliteit tegen 2020. De doorrekening van deze maatregelen in de scenario's is niet eenvoudig, gezien de beperkte gegevensbeschikbaarheid voor deze sector. Daarenboven ontbreekt een betrouwbare indeling in subsectoren op het niveau van de provincie Limburg.

CO₂-neutraliteit vraagt om een vergaande implementatie van de onderstaande technieken.

MAATREGEL H&D-01: Energiezuinige renovatie en nieuwbouw

In een eerste stap reduceren we het verbruik voor verwarming en elektriciteit door een doorgedreven renovatie van bestaande gebouwen en door het bouwen van zeer energiezuinige nieuwbouw. De focus ligt op het energieverbruik voor HVAC en verlichting. HVAC staat voor Heating, Ventilation en Air Conditioning. Zo goed als alle brandstofverbruik en een ruwe 70 à 90% van het elektriciteitsverbruik (JRC, 2009; FOD, 2004) vormt het aandeel van HVAC&Verlichting op de totale energieconsumptie van de tertiaire sector.

Als maatregel voor bestaande gebouwen gaan we uit van een verzameling van mogelijke ingrepen opdat de energievraag van alle subsectoren zou dalen. Deze renovatie kan volgende ingrepen omvatten: isolatie, zonwerende beglazing, mechanische extractieventilatie of natuurlijke ventilatie, een condenserende ketel, compressiekoelmachine en ventilo-convectoren voor verwarming en koeling, zonneboilers en energiezuinige verlichting met aanwezigheidsdetectie en daglichtsturing. Het energieverbruik voor HVAC en verlichting zal hierdoor met 50% afnemen t.o.v. het verbruik in 2008 (BIM, 2005).

Voor nieuwe gebouwen veronderstellen we dat alle nieuwbouw voldoet aan een zeer laag E-peil, nl. E45. Dit veronderstelt grote inspanningen op niveau van isolatie, ventilatie, koeling en verlichting. De bijhorende kosten kunnen eveneens hoog oplopen. Aangezien de definities van E-peil en passief gebouw niet volledig gelijklopen, kunnen we niet met zekerheid zeggen of een E45 gebouw ook een passief gebouw is. Wat wel zeker is, is dat zowel E45 (volgens onze aannames) als passief een zeer laag energieverbruik veronderstellen.

MAATREGEL H&D-02: Inzet warmtepompen (lucht en grondgekoppeld)

We veronderstellen een hoge inzet van warmtepompen, zowel van luchtwarmtepompen als van grondgekoppelde warmtepompen. Limburg vormt één van de provincies waar een hoge toepasbaarheid van grondgekoppelde warmtepompen mogelijk is, gezien de samenstelling van de ondergrond.

In de tertiaire sector neemt aardgas een groot deel in van de huidige brandstofmix. We veronderstellen bijgevolg in de scenario's dat de warmtepompen worden geplaatst ter vervanging van klassieke aardgasketels. Naast warmte leveren warmtepompen eveneens koeling op een energiezuinigere manier dan klassieke koelsystemen. Deze impact op koeling vormt een onontbeerlijk voordeel en vormt dan ook vaak een beslissende factor in het al dan niet plaatsen van warmtepompen. Gezien de grote koelvraag van kantoren, is deze subsector het meest interessant voor warmtepompen.

In TACO21 gaan we ervan uit dat 30% van de tertiaire gebouwen (bestaand en nieuw) op aardgas overschakelen naar deze hernieuwbare techniek. We willen er op wijzen dat 30% een ruwe aanname vormt. We veronderstellen eveneens ruwweg dat de meervraag aan elektriciteit voor verwarming wordt gecompenseerd door het minderverbruik aan elektriciteit voor koeling. De inzet van warmtepompen heeft bijgevolg enkel een impact op het aardgasverbruik.

MAATREGEL H&D-03: Inzet biomassaketels (houtchips en pellets)

Naast warmtepompen vormen biomassaketels (houtchips en pellets) een belangrijke technologie voor het bereiken van CO₂-neutraliteit. De impact op NO_x en TSP emissies mag hier uiteraard niet uit het oog worden verloren. Vandaag de dag worden dit type van ketels erg beperkt toegepast in de tertiaire sector. In de scenario's daarentegen nemen we aan dat deze ketels worden geïnstalleerd t.v.v. aardgas- en stookolieketels in alle subsectoren.

In het TACO21 gaan we er ruwweg van uit dat 50% van deze gebouwen de techniek zullen toepassen. We veronderstellen eenzelfde installatierendement voor de groene ketels en klassieke ketels. De installatie van ketels op houtchips of pellets leidt bijgevolg niet zozeer tot energiebesparingen, maar wel tot CO₂-besparingen.

MAATREGEL H&D-04: Inzet groene WKK's op bio-olie

Naast het investeren in groene ketels en warmtepompen, bestaat de mogelijkheid om WKK's te plaatsen op bio-olie, biogas of op vaste biomassa. Binnen de tertiaire sector kunnen groene WKK's op bio-olie interessant zijn. Aanlevering en opslag van bio-olie vergt dezelfde vereisten als opslag van fossiele stookolie en is bijgevolg eenvoudiger dan opslag van vaste biomassa. Idealiter worden WKK installaties berekend op de aanwezige warmtevraag van een gebouw. De relatief hoge en vrij constante warmtevraag van de welzijnssector, maakt dat deze subsector het meest geschikt is voor deze techniek.

In TACO21 nemen we aan dat 4MW aan groene WKK's binnen de welzijnssector worden geplaatst tegen 2020 (t.v.v. stookolie en aardgas). De productie aan elektriciteit brengen we eveneens in rekening.

5.2.6 Landbouw en natuur

5.2.7 Mogelijke emissiereductiemaatregelen

Emissies van de sector natuur en landbouw zijn onder te verdelen in een aantal categorieën: rechtstreekse emissies van dieren, emissies via bemesting, mestopslag en mestverwerking, energiegebruik en bodemmanagement. Mogelijke emissiereductiemaatregelen zijn dan ook terug te brengen tot deze categorieën. In onderstaande paragrafen worden maatregelen besproken die genomen kunnen worden bovenop deze die in het BAU scenario worden meegenomen.

MAATREGEL L&N-01: Inkrimping veestapel

Een inkrimping van de veestapel zal rechtstreeks aanleiding geven tot een daling van de emissies van lachgas en methaan. Hierbij dient vermeden te worden dat de vermindering in veeteelt resulteert in een toename van de scope 3 emissies. Daarom dienen in dit kader ook acties genomen te worden die de bevolking er toe aanzetten om minder vlees te consumeren. Verder kan ook minder jongvee houden een efficiënte maatregel zijn naar emissiereductie.

In het TACO 21 scenario werd gerekend met een reductie van een aantal (commerciële) diersoorten met 20%, met name runderen, varkens, paarden en pony's. Dit zijn de diersoorten die relatief gezien per dier verantwoordelijk zijn voor de hoogste emissies.

MAATREGEL L&N-02: Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven

Een variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven kan een rol spelen bij de broeikasgasemissiereductie. De methaanemissie die ontstaat bij fermentatie is immers afhankelijk van de samenstelling van het voeder en de voedingsadditieven. Fermentatie van suikers en celwanden geeft veel CH₄-emissie en fermentatie van zetmeel en eiwit levert weinig CH₄-emissie, terwijl vet geen CH₄-emissie geeft. Bij de melkkoe, wordt vet, fermentatiebestendig zetmeel (maïs) en eiwit (soja) niet in de pens gefermenteerd waardoor geen CH₄-emissie ontstaat. Anderzijds worden deze stoffen wel goed verteerd in de darm en leveren ze de melkkoe energie voor melkproductie. Door verandering van het rantsoen kan de methaanemissie dus worden verminderd. Hiertoe zijn er drie mogelijkheden: verbetering van de ruwvoerkwaliteit, aanpassing van de krachtvoersamenstelling en additieven in de voeding. De combinatie van deze maatregelen (waarvan de effecten niet geheel additief zijn) kan leiden tot een reductiepotentieel van 12% voor de methaanemissie door fermentatie van melkvee (Sebek & Schils, 2006). Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de interventies die de uitstoot van het ene broeikasgas verminderen (in dit geval CH₄) niet zelden tot gevolg hebben dat de emissies van een ander broeikasgas toenemen (in dit geval CO₂ en N₂O).

In het TACO 21 scenario werd aangenomen dat deze maatregel een reductie van methaanemissies van 10% van de verteringsemisies oplevert.

MAATREGEL L&N-03: Verminderen van de hoeveelheid toegevoegde stikstof

Het verminderen van de hoeveelheid toegevoerde stikstof via kunstmest en dierlijke mest (dus minder gebruik van dierlijke mest) kan leiden tot een reductie van lachgasemissies van respectievelijk 16 en 19 kg CO₂ eq. per ha per kg werkzame N minder. Anderzijds resulteert het verminderen van de toegevoerde stikstof ook in bedrijfseconomische effecten, zoals lagere gewasopbrengsten en daardoor minder inkomsten. Wanneer het gebruik van dierlijke mest verminderd wordt, dient ook een oplossing gezocht te worden voor 'mestoverschotten'. Verder resulteert deze maatregel ook in een besparing op kunstmestkosten. Uit een economische studie is gebleken dat deze maatregel op tuinbouwbedrijven een hoger effect heeft dan op akkerbouw- en boomteeltbedrijven. Voor akkerbouw- en tuinbouwbedrijven op zandbodems wordt

aangegeven dat een aanscherping van 10% van de N-gebruiksnorm in veel gevallen kan opgevangen worden door het nemen van extra maatregelen (VLM, 2009). In de berekeningen wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel leidt tot een emissiereductie van 3,3% ten opzichte van de directe N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-04: Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen

Het gebruik van anorganische meststoffen (N-houdende meststoffen) heeft een negatieve impact op de koolstofopslagcapaciteit van de bodem. Na vermindering van de hoeveelheid toegevoegde stikstof kan het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen de koolstofopslagcapaciteit van de bodem bevorderen (KUL, 2002). Hierbij dient opgemerkt te worden dat er moet afgestemd worden met de bepalingen in het nieuwe MAP (waarover momenteel wordt onderhandeld).

In de berekeningen wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 3,3% ten opzichte van de directe N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-05: Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen

Naast het vervangen van dierlijke meststoffen door synthetische meststoffen kan ook door het gebruik van nieuwe (organische) meststoffen op een efficiëntere manier gebruik gemaakt worden van nutriënten die in de meststoffen worden aangevoerd. Er worden drie soorten N-kunstmeststoffen beschouwd, die een vermindering geven in broeikasgasemissies, ten opzichte van de courante N-kunstmeststoffen: 1) meststoffen op basis van ammonium (alleen meststoffen op basis van 100% ammonium), 2) meststoffen die bij de productie relatief weinig emissies geven. Momenteel is dit enkel het geval voor ureum en urean. 3) Meststoffen die nitrificatieremmers bevatten. Net zoals bij voorgaande maatregel dient ook hier opgemerkt te worden dat er moet afgestemd worden met de bepalingen in het nieuwe MAP.

Er wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 3,3% ten opzichte van de directe N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-06: Geleide bemesting

Geleide bemesting omvat het in tijd en/of ruimte geleid toedienen van meststof, zodanig dat het stikstofaanbod zo goed mogelijk in overeenstemming is met de stikstofopname en -behoefte van het gewas. Hiertoe is het noodzakelijk om bemestingsadvies in te winnen op basis van actuele gemeten waarden of op basis van modelleringen. Uit proefstations is gebleken dat door toepassen van rijenbemesting 20 tot 30% lagere doseringen kunnen gehanteerd worden in vergelijking met vollegrondbemesting. Dit percentage is echter niet voor alle teelten haalbaar. Ook het splitsen van de N-gift in tijd kan leiden tot lagere lachgasemissies omdat de gewassen de stikstof sneller kunnen opnemen waardoor de periodes met veel uitspoeling (door neerslag) verminderd worden. Net zoals bij voorgaande maatregelen dient ook hier opgemerkt te worden dat er moet afgestemd worden met de bepalingen in het nieuwe MAP.

In de berekeningen wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 2,5% ten opzichte van de indirecte N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-07: LED verlichting i.p.v. assimilatieverlichting

Door het gebruik van LED verlichting daalt het energieverbruik voor assimilatieverlichting met 30%.

MAATREGEL L&N-08: WKK

Een achtste maatregel die toelaat om de broeikasgasemissies te doen dalen, is een wijziging in het gebruik van energiebronnen. Een voorbeeld daarvan is het niet meer gebruiken of sterk reduceren van het gebruik van zware stookolie en kolen. In de plaats daarvan kan dan overgeschakeld worden op het gebruik van

warmtekrachtkoppeling (WKK). Hierbij wordt gelijktijdig elektriciteit en warmte geproduceerd, wat kan leiden tot een energiebesparing tot 20%.

Bij het wijzigen van de energiebron dient wel een koppeling gemaakt te worden met de verschillende gewassoorten. Zo zijn sommige technieken zeer kapitaalsintensief, waardoor ze soms enkel rendabel zijn voor de energie-intensievere teelten. Een onderverdeling tussen technieken die eerder ingezet kunnen worden voor energie-intensieve teelten en minder energie-intensievere teelten kan als volgt gemaakt worden:

- Energie-intensieve teelten: WKK, warmtepomptechnologie (zie L&N-09), koude-warmteopslag, boorgat-energieopslag, geothermie/aardwarmte, hernieuwbare energie;
- Minder energie-intensieve teelten: kleine WKK, warmtepomptechnologie (zie L&N-09), hernieuwbare energie (Mira, 2009).

MAATREGEL L&N-09: Warmtepompen

Naast de implementatie van WKK's wordt binnen de sector N&L ook het gebruik van warmtepompen beschouwd. Hiermee kan 35 tot 50% minder CO₂-uistoot gerealiseerd worden, respectievelijk ten opzichte van gasinstallaties en stookolieinstallaties. Er werd gerekend met een reductie van 30% CO₂.

MAATREGEL L&N-10: Clustering glastuinbouwbedrijven en schaalvergroting

Voor glastuinbouwbedrijven zijn er reeds een aantal BBT's van toepassing, zoals bijvoorbeeld:

- Juiste oriëntatie van serres
- Optimale ventilatie van serres
- Tijdig onderhoud en professionele afstelling van verwarmingsinstallaties
- Professioneel afgestelde klimaatcomputers
- Optimaal gebruik van teeltruimten
- Het gebruik van energieschermen.

Naast deze reeds verplicht te implementeren maatregelen, zal in de TACO scenario's ook de clustering en schaalvergroting van glastuinbouwbedrijven in rekening gebracht worden. Deze clustering en schaalvergroting maakt dat het mogelijk is om onderling te profiteren van gezamenlijke energie-infrastructuur.

Er wordt aangenomen dat deze maatregel een energiebesparing van 5% oplevert.

MAATREGEL L&N-11: Semi-gesloten kassen

Binnen de sector natuur en landbouw is de glastuinbouw een belangrijke subsector op het gebied van energiegebruik. CO₂-reductie door verregaande energiebesparing en door een grotere inzet van hernieuwbare energie is daarom van groot belang voor deze subsector. Uit de literatuur blijkt dat de overschakeling naar semi-gesloten kassen een belangrijke bijdrage kan leveren aan de CO₂-reductie tot 2020. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende types kassen:

- De bio-optimaal kas: een kasconcept dat gericht is op de biologische teelt. In deze kas wordt de watervernevelling bestuurd op basis van gemeten plantreactie. Dit levert een lagere uitstoot van CO₂ op. Een uitgekiende ventilatie tijdens het donker, maakt gebruik van een dubbel energiescherm mogelijk, waardoor minder fossiele brandstof nodig is.
- De Elkas of de elektriciteitsleverende kas: doordat het nabij infrarode deel van het zonlicht door het cilindrische dak van deze kas naar zonnecellen wordt gereflecteerd, wekt de Elkas elektriciteit op en komt er minder warmte de kas binnen. De Elkas wordt dus minder warm, waardoor er minder gekoeld of gelucht moet worden. Dat scheelt niet alleen aan direct energiegebruik, maar zorgt ook dat de CO₂ die voor de plantengroei nodig is, in de kas kan blijven. Van het gehele spectrum van het zonlicht, laat de Elkas het licht dat nodig is voor de planten

gewoon de kas in komen. De Elkas gebruikt het nabij infrarode deel van het zonlicht voor de productie van elektriciteit.

- De Greenportkas: dit kasontwerp voor een belichte tomatenteelt resulteert in een 50 % lagere CO₂-uitstoot. De uitrusting bestaat uit een WKK die warm water levert aan een zorginstelling en een beperkte koeling bovenin de kas, waarmee zonnewarmte geogst kan worden, die vervolgens kan worden opgeslagen in een aquifer. De ventilatieverliezen aan CO₂ worden verder beperkt met een nevelleiding.
- De "Kas zonder gas", waarbij de warmtevoorziening wordt verzorgd door een elektrisch (groene stroom) aangedreven warmtepomp (Mira, 2009).

Bij de berekeningen werd aangenomen dat door de overschakeling naar semi-gesloten kassen een emissiereductie van 50% kan behaald worden.

MAATREGEL L&N-12: Vergisting

Methaanemissie uit mest vindt voor het overgrote deel plaats uit de opslag. Vanuit het oogpunt van methaanemissie dient de opslagduur daarom zo kort mogelijk te zijn. Tijdens de opslag dient de temperatuur laag te zijn (beneden 10 graden) en dient de mest niet gemixt te worden. Een langere duur van mestopslag en hogere temperaturen leiden tot hogere CH₄-emissies.

Sinds het einde van de jaren tachtig is de bijdrage van mestopslag toegenomen omdat dierlijk mest in de winterperiode niet meer op het land mag worden uitgereden. Door verkorting van de duur van de mestopslag kan de methaanvorming worden verminderd. Een van de maatregelen die hiervoor kan zorgen is mestvergisting. Door mestvergisting gecontroleerd te laten plaatsvinden in mestverwerkingsinstallaties, kan methaan gecapteerd worden als biogas en gebruikt worden als hernieuwbare brandstof. Met de huidige generatie vergistingsinstallaties is vergisting maar rendabel vanaf 4.500 m³ mest. Rekening houdende met een vergisting van de helft van alle varkensmest, wordt voor de berekeningen voor het jaar 2020 rekening gehouden met een reductie van broeikasgasemissies van 29,6 % ten opzichte van 2008 (Planbureau voor de Leefomgeving, 2010; VMM 2009).

Bij de berekeningen van de scenario's werd verondersteld dat door vergisting 10 % emissiereductie wordt bekomen bij de emissies die ontstaan als gevolg van mestmanagement.

MAATREGEL L&N-13: Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen

Een deel van de landbouwers past reeds teeltrotatie toe. Maar de (her)introductie van gemengde/roterende landbouwsystemen kan nog op tal van andere percelen in plaats komen van de huidige werking met permanente gewassen. Dit kan de koolstofopslag in de bodem ten goede komen. In dergelijke systemen is het van belang om naast gecultiveerde gewassen ook tijdelijke graslanden in het rotatiesysteem te incorporeren. Het zijn immers vooral de tijdelijke graslanden die de accumulatie van koolstof in de bodem bevorderen.

Er wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 2,5% ten opzichte van de indirecte N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-14: Toepassen van niet kerende grondbewerking (NKG)

Het toepassen van 'niet kerende grondbewerking' (NKG) houdt in dat de bodem niet dieper dan 12 cm wordt bewerkt. Gewasresten worden dan alleen oppervlakkig met de bodem vermengd, wat een positief effect heeft op de emissies van broeikasgassen uit de bodem. Verschillende landbouwers passen deze maatregel reeds toe. In de berekeningen wordt aangenomen dat de uitbreiding van de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 2,5% ten opzichte van de indirecte N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-15: Telen van een vanggewas

Het telen van een vanggewas of groenbemester speelt een rol in het mineralenmanagement, de bescherming van de bodem tegen ongunstige weersinvloeden en toevoer van organische stof (positief effect op bewerkbaarheid, vochtvoorziening, bodemstructuur en bodemleven). Vlinderbloemige groenbemers binden actief stikstof en het telen van vanggewassen heeft een reducerend effect op de lachgasemissies omwille van de lagere N-verliezen. Het effect van een N-vanggewas is het grootst bij voorgewassen die veel stikstof achterlaten en de volgende hoofdvruucht in het voorjaar daarop wordt gezaaid/geplant.

Er wordt aangenomen dat de implementatie van deze maatregel kan leiden tot een emissiereductie van 2,5% ten opzichte van de indirecte N₂O emissies.

MAATREGEL L&N-16: Overschakelen op biologische landbouw

Deze maatregel is eigenlijk een cluster van maatregelen, die bij gecombineerde toepassing resulteert in toepassing van biologische/organische landbouw. Omdat de maatregelen echter ook op zich kunnen geïmplementeerd worden, zonder werkelijk over te schakelen op volledig biologische landbouw, werden sommige van deze maatregelen reeds apart vermeld en berekend. De reeds vermelde maatregelen die deel uitmaken van de biologische landbouw zijn de volgende:

- 1) Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's (L&N-1)
- 2) Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven (L&N-2)
- 3) Verminderen van de hoeveelheid toegevoegde stikstof (L&N-3)
- 4) Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen (L&N-4)
- 5) Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen (L&N-5)
- 6) Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen (L&N-13)
- 7) Toepassen van niet kerende grondbewerking (NKG) (L&N-14)
- 8) Telen van een vanggewas (L&N-15)

De som van de CO₂-reductie van de bovenvermelde 7 maatregelen komt neer op 77 kton. Uit een recente studie van de 'soil association' (Soil Association, 2009) blijkt dat door over te schakelen van gewone landbouw op organische landbouw er tot 560 kg C (of 2 ton CO₂) per hectare per jaar kan opgevangen en opgeslagen worden en dit voor de komende 20 jaar. Voor de provincie Limburg komt dit neer op 131 kton. De resterende 54 kton wordt bepaald door tal van andere factoren/maatregelen die onderdeel zijn van de biologische landbouw. De belangrijkste factoren/maatregelen worden hier vermeld:

- 1) In biologische landbouw wordt meer gebruik gemaakt van strovoer, waardoor meer vaste mest ontstaat. Deze mest blijkt beter te zijn voor de opbouw van bodemhumus, in vergelijking met het gebruik van vloeibare mest, dat typisch is voor industriële veeteeltbedrijven. Stro wordt verder ook gebruikt als basis bij de kweek van champignons. Nadien wordt de compost die ontstaat door de biologische landbouwer terug gebruikt op het land.
- 2) In organische landbouw worden in vergelijking met niet-organische landbouw gewassen geteeld met diepere en grotere wortels. Als gevolg hiervan verbetert de bodemkwaliteit tot op grotere diepten. Verder worden in de biologische landbouw ook geen herbiciden en pesticiden gebruikt. Dit, samen met andere factoren die hierboven reeds vermeld werden, heeft een gunstige invloed op de aanwezigheid van bodem micro-organismen. De aanwezigheid

- van deze organismen (vb. aardwormen, bacteriën en fungi) heeft een grote invloed op de stabilisatie van de koolstofinput.
- 3) Bij biologische landbouw wordt er meer permanent grasland gebruikt dan bij gewone landbouw. In vergelijking met niet- biologische landbouw blijken organisch gemanagede graslanden een grotere koolstofopslagcapaciteit te hebben.
 - 4) In biologische landbouw wordt er meer gebruik gemaakt van compost. Dit biedt het voordeel dat groenafval zorgt voor een hogere koolstofopslag per hectare en dat de nutriëntencyclus meer evenwichtig is waardoor er minder bemesting nodig is.
 - 5) Verder is het gebruik van ontwormingsmiddelen in de biologische landbouw sterk gelimiteerd en worden andere middelen gebruikt dan in de niet-biologische landbouw, hetgeen ook een impact heeft op de samenstelling en de decompositiesnelheid van de uitwerpselen. Door de betere ontbinding bij de biologische landbouw, kan meer koolstof opgenomen worden door de bodem.

MAATREGEL L&N-17: Bebossen en efficiënter beheer van bossen

Ook het bebossen kan als een betekenisvolle broeikasgasreductiemaatregel beschouwd worden. Een toenemend bosareaal resulteert immers in een extra hoeveelheid CO₂ die uit de atmosfeer wordt verwijderd. Een deel van de CO₂ wordt gebruikt voor de groei van de bovengrondse biomassa en een deel wordt opgenomen in de bosbodem. Via tak- en bladval, oogstresten en natuurlijke sterfte komt de in de plant opgeslagen koolstof in de bodem terecht. Een deel van het gevormde strooisel verteert, waarbij de koolstof weer vrijkomt als CO₂. Een deel wordt langdurig in de bodem opgeslagen als humus. In een beheerd bos wordt periodiek geoogst, waarbij een deel van de in de plant opgeslagen koolstof verwijderd wordt in de vorm van houtproducten. In maatregel L&N-18 wordt ingegaan op het belang van een goed beheer van bossen omdat op lange termijn het effect van koolstofvastlegging groter is in een beheerd dan in een onbeheerd bos. Uiteindelijk komt via natuurlijke afbraak of verbranding de in de producten vastgelegde koolstof weer terug in de atmosfeer.

Daarom moet de verwijdering van CO₂ door aanplanten van bossen als éénmalig beschouwd worden. Uiteindelijk zal een evenwichtssituatie ontstaan waarin de vastlegging van koolstof door bijgroei en het vrijkomen van koolstof uit vertering van strooisel en producten elkaar opheffen. Het bebossen en de daaraan gekoppelde koolstofopslag in bos, bosbodem en producten dient daarom als tijdelijke reductiemaatregel beschouwd te worden, maar een bepaalde hoeveelheid koolstof is wel permanent aan de atmosfeer onttrokken. Het tijdelijke karakter wint in belang indien daarnaast niet ingezet wordt op het gebruik van geoogste biomassa ter vervanging van fossiele brandstoffen.

Berekeningen in Nederland rond de waardering van bossen als ecosysteemdiensten, laten zien dat extra koolstof opslaan door aanplant van nieuwe bossen weinig opbrengt naar CO₂-reductie, binnen een lokale context. Alternatief landgebruik levert economisch veel meer op dan de aanplant van bossen voor het vastleggen van koolstof. In de Nederlandse context is het reëler in te zetten op vermindering van de uitstoot van CO₂. Deze besluitvorming lijkt ook relevant voor de provincie Limburg.

Voor wat betreft de maatregel bebossen is de CO₂-opbrengst ook sterk afhankelijk van het bodemtype en het type bos dat wordt aangelegd. Als voorbeeld wordt in de bijlage 'details natuur en landbouw' verwezen naar een studie van de KUL, waarin de gemiddelde CO₂ opbrengsten voor een nieuw 'multifunctioneel' eiken-beukenbos' en een 'bio-energie-bos' worden aangegeven en dus beduidend verschillen.

Voor de berekeningen in het TACO21 scenario werd de maatregel bebossen in elk geval meegerekend. Er werd rekening gehouden met de omzetting van landbouwgrond in natuur volgens de structuurplannen (~1.200 ha) en het bebossen van de graslanden die zouden vrijkomen door de veestapel met 20% af te bouwen (~ 3.000 ha). In Limburg wordt ongeveer 67.000 ha landbouwgrond gebruikt voor productie van veevoeder, bij een theoretische aanname van 20% afbouw (in analogie met de veestapel) hiervan, en de omzetting van deze gronden in bos, werd de beschikbare grond voor het aanplanten van bossen op 20.000 ha geschat. Dit komt er op neer dat 27% van de provincie bebost zou zijn. Uit verschillende studies en rekening houdend met de beperkte beschikbare ruimte voor aanplanten van nieuwe bossen, blijkt ook dat naast 'bebossen' evenveel belang zal moeten gehecht worden aan een 'beter en efficiënter gebruik en beheer van bossen'.

MAATREGEL L&N-18: Bosareaal afname beperken

Het vastleggen van koolstof in bossen en andere begroeiing is een natuurlijk fenomeen, en valt als zodanig onder de regulerende ecosysteemdiensten. Het is een ecosysteemdienst die ervoor zorgt dat de netto-uitstoot van broeikasgassen en de toename van de concentraties ervan in de atmosfeer vermindert. Een natuurlijk bos houdt een grote hoeveelheid koolstof vast. Dit houdt in dat, door bossen om te kappen en deze boskap niet te compenseren door de aanleg van nieuwe bossen, belangrijke hoeveelheden CO₂ uitgestoten worden. Een maatregelen om deze CO₂-uitstoot te beperken is dus het beperken van de afname van het bosareaal. Dit betekent echter niet dat met deze maatregel de "boskap" in het kader van duurzaam bosbeheer beoogd wordt. Het effect van een beheerd bos op de vastlegging/voorkoming van CO₂-emissies is echter op lange termijn groter dan voor een onbeheerd bos. Een studie uitgevoerd door Alterra (2003) beschrijft dat in onbeheerd bos inderdaad gemiddeld meer koolstof aanwezig is dan in beheerd bos van vergelijkbare ouderdom. Beheerd bos neemt echter netto veel koolstof op, maar ook natuurlijke bossen blijken verrassenderwijs nog aanzienlijke hoeveelheden koolstof op te kunnen nemen. In beheerd bos wordt met de oogst een deel van de opgeslagen koolstof verwijderd, die uiteindelijk weer in de atmosfeer terecht komt. De verwerking van houtproducten vraagt vaak veel minder energie dan productie en verwerking van alternatieve grondstoffen, en levert daarmee een reductie van de CO₂ uitstoot op. Indien het geogoste materiaal gebruikt wordt voor de opwekking van energie, wordt gebruik van fossiele brandstoffen vermeden, wat meer voordeel oplevert dan dat de koolstof in het onbeheerde bos opgeslagen zou blijven. Beheerd bos heeft dus een lagere koolstofvoorraad, maar kan veel bijdragen door de vermindering van de CO₂ uitstoot.

Bij een vergelijking tussen het wel of niet beheren van bos waarbij ook het emissiereductie effect van de houtproducten is meegenomen, wordt aangegeven dat in het onbeheerde bos sneller een grotere biomassa in bomen en bodem wordt opgebouwd, maar dat daar door successie en natuurlijke sterfte de hoeveelheid koolstof ook weer afneemt. In het beheerde bos wordt door dunningen en eindkap de hoeveelheid koolstof in biomassa beperkt, maar op langere termijn levert het totaal effect een grotere hoeveelheid koolstof op.

Binnen het scenario TACO21 wordt gerekend met maar half zoveel areaalafname als in het BAU scenario.

5.3 Het 2020 scenario (TACO21)

Het streven naar CO₂-neutraliteit maakt dat in alle sectoren verregaande reductiemaatregelen zullen moeten ingezet worden. Voor het TACO21 scenario selecteren we uit bovenstaande paragraaf 5.1 zo goed als alle opgelijste maatregelen. Verschillende maatregelen interageren met andere sectoren, voornamelijk met betrekking tot het elektriciteitsgebruik. Daarnaast zorgt de sterke inzet van biomassa in dit scenario voor meer transport (wegtransport en binnenscheepvaart).

Naast interacties tussen sectoren beïnvloeden de maatregelen ook elkaar binnen een sector. Zo zal het installeren van een warmtepomp in de residentiële sector een andere CO₂-besparing veroorzaken als al dan niet eerst aanzienlijk geïsoleerd wordt. De gerapporteerde kosten en CO₂-reducties zijn bijgevolg maar geldig binnen dit doorgerekende scenario. Technieken hieruit lichten om andere combinaties te maken is bijgevolg niet correct.

5.3.1 Weerhouden maatregelen in het TACO21 scenario

Onderstaande Tabel 83 geeft per sector een overzicht van de in het TACO21 scenario opgenomen maatregelen. Naast de benaming van de maatregel wordt ook een raming opgenomen omtrent de jaarlijkse kost in 2020, de jaarlijkse CO₂-reductie en de kost per ton CO₂ reductie. De jaarlijkse kost voor 2020 omvat:

- de annuïteit van de investeringskost per maatregel, verrekend aan de levensduur van de maatregel met een maatschappelijke discontovoet van 4%;
- de jaarlijkse operationele kost;
- de jaarlijkse brandstofkost/-besparing.

De levensduur van de maatregelen verschilt per maatregel en varieert tussen 10 en 50 jaar.

De jaarlijkse kost, jaarlijkse CO₂ reductie en CO₂ kost zijn als volgt gerelateerd: de jaarlijkse kost (in M€) gedeeld door de jaarlijkse CO₂ reductie (in kton) geeft de CO₂ kost die we uitdrukken in €/ton. Als voorbeeld voor maatregel 'energie-01': 79 M€ / 1769 kton = 45 €/ton.

Maatregel 'energie-04', aanleg van warmtenet, heeft een effect op het rendement van de centrale, maar de CO₂ emissies stijgen niet. We gaan immers uit van het eerst implementeren van maatregel 'energie-01', waardoor de centrale reeds CO₂ neutraal is. De werkelijke reducties van deze maatregel vinden plaats in de huishoudelijke sector (HH16).

Sector	Code maatregel	Maatregel	Jaarlijkse kost in 2020 [M€]	Jaarlijkse CO ₂ reductie [kton]	CO ₂ kost [€/ton]
Energie	energie-01	Bestaande centrale Langerlo ombouwen naar biomassa-centrale	79	1.769	45
	energie-02	Overall zonneënergie opwekken waar het technisch mogelijk is = dakoppervlak, geen vrije ruimte	20	54	363
	energie-03	Overall windenergie opwekken waar het technisch mogelijk is, volgens windplan 2002	29	170	169

	energie-04	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40000 woningen → rendementsverlies centrale		-71	Resid
	energie-05	Tekort aan stroomproductie binnen Limburg compenseren met aankoop groene stroom	0	0	84
	energie-06	Bestaande fossiele WKK → groene WKK	7	118	59
	energie-07	T-Power op biogas	60	633	94
Industrie	industrie-01	50% van bestaande stookinstallaties laten overschakelen op biomassa	20	646	31
	industrie-02	Implementatie potentiële en minder rendabele maatregelen, zoals door Auditconvenant gedefinieerd	-9	860	-11
	industrie-03	50% van bestaande installaties overschakelen op WKK op biomassa	-21	646	-33
Huishoudens	HH 1	Passiefhuisrenovatie	358	433	826
	HH 2	Vloerisolatie rest bestaande woningen	39	46	841
	HH 3	Muurisolatie rest bestaande woningen zonder muurisolatie	11	72	154
	HH 4	Vervanging dubbel glas door 3-voudig glas	88	70	1.248
	HH 5	Vervanging enkel glas door 3-voudig glas	17	44	393
	HH 6	Muurisolatie rest bestaande woningen met weinig muurisolatie	1	41	29
	HH 7	Dakisolatie rest bestaande woningen zonder dakisolatie	-4	29	-130
	HH 8	Dakisolatie rest bestaande woningen met weinig dakisolatie	1	6	115
	HH 9	Ketelvervanging rest bestaande woningen excl. Woningen op stookolie	6	9	643
	HH 10	Switch stookolie -> warmtepomp: 50% open woningen en 50% appartementen	20	101	202
	HH 11	Switch stookolie -> pellets: rest van de rest bestaande woningen op stookolie	28	182	153
	HH 12	Zonneboilers: 50% van de rest bestaande woningen	28	24	1.134
	HH 13	Nieuwbouw vanaf 2012 (aanvraag bouwvergunning) passiefhuisstandaard	42	37	1.138
	HH 14	50% bijmenging biogas	29	146	196
	HH 15	Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting nr 2000 kWh per woning	-29	86	-333
	HH 16	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40000 woningen	13	156	85
Handel en diensten	Tert1a	Renovatie Kantoren (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw t.o.v. 2008)	101	208	486

	Tert1b	Renovatie Sectoren Gezondheidszorg, Handel, Onderwijs en Overige (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw t.o.v. 2008)			
	Tert 1c	Nieuwbouw E45 (vanaf 2010)			
	Tert 2	Inzet warmtepompen (lucht - en grondgekoppelde) grotendeels t.v.v. aardgasketels en klassieke koeling	7	27	258
	Tert 3	Inzet biomassaketels (houtchips en pellets) t.v.v. stookolie- en aardgasketels	112	77	1.445
	Tert 4	Inzet bio-WKK op bio-olie tvv aardgas en stookolie	3	13	243
Transport	T01	Reductie van voertuigkilometers op de weg	-49	143	-341
	T02	Versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (nieuwe voertuigen)	84	963	87
	T03	Verhogen van aandeel bio-brandstoffen naar 20% (volgens EUR 10Vol% in 2020)	1	31	36
	T04	Extra vervoer omwille van Langerlo 100% biomassa	0	-1	
	T05	Extra vrachtvervoer omwille van Industrie 100% biomassa	2	-6	
Landbouw en natuur	L&N 01	Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's	4	48	93
	L&N 02	Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven	0	14	0
	L&N 03	Verminderen van de hoeveelheid toegevoegde stikstof	2	4	604
	L&N 04	Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen	-4	4	-1.117
	L&N 05	Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen	0	4	0
	L&N 06	Geleide bemesting	1	1	857
	L&N 07	LED verlichting i.p.v. assimilatieverlichting	-1	15	-83
	L&N 08	WKK	-4	18	-213
	L&N 09	Warmtepompen	0	50	-1
	L&N 10	Clustering glastuinbouwbedrijven en schaalvergroting	0	4	0
	L&N 11	Semi-gesloten kassen	2	35	59
	L&N 12	Vergisting	6	11	493
	L&N 13	Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen	-1	1	-720
	L&N 14	Toepassen van niet kerende grondbewerking (NKG)	10	1	6.893
	L&N 15	Telen van een vanggewas	0	1	0
	L&N 16	Overschakelen van gewone landbouw op organische landbouw	7	54	127

L&N 17	Bebossen en efficiënter beheer van bossen	400	153	2.611
L&N 18	Bosareaal afname beperken	-29	114	-258
TOTAAL		1532	8285	

Tabel 83: Overzicht van de maatregelen opgenomen in het TaCO21 scenario, met een raming van jaarlijkse kost, CO₂-reductie en gemiddelde CO₂ kost.

In bijlage kunnen volgende versies van deze tabel worden teruggevonden:

- waarbij de maatregelen volgens stijgende marginale kost werden gerangschikt,
- waarbij de maatregelen volgens stijgende reductie werden gerangschikt.

In bovenstaande tabel wordt binnen de sector natuur en landbouw voor een aantal maatregelen gerekend met een jaarlijkse kost van 0 M€. Dit is het geval voor 1) de variatie van veevoeder en voedingsadditieven, 2) het gebruik van nieuwe (organische) meststoffen, 3) het telen van een vanggewas en 4) de clustering/ schaalvergroting van de glastuinbouw. Wat betreft de variatie van veevoeder wordt aangenomen dat andere voeding niet per se duurder hoeft te zijn.

Eenzelfde redenering wordt gevolgd voor het gebruik van nieuwe (organische) meststoffen: andere meststoffen hoeven niet per se duurder te zijn; een eventueel hogere prijs wordt gecompenseerd door een uniformere groei, een hogere opbrengst en minder gebruik. Voor het telen van een vanggewas wordt verondersteld dat de extra kosten voor het telen gecompenseerd worden door het positief effect op de bewerkbaarheid van de bodem, het vochtvoorziening, de bodemstructuur, het bodemleven, etc. Voor de clustering/schaalvergroting van glastuinbouwbedrijven wordt aangenomen dat de extra kosten voor 'clustering' gecompenseerd worden door winsten die volgen uit de voordelen van de clustering (bv. energiebesparing).

Ook voor de jaarlijkse kost van het gebruik van warmtepompen in de sector natuur en landbouw wordt in de tabel 0M€ genoteerd. Dit is echter een afronding van een jaarlijkse kost van -0,03M€.

5.3.2 Kostencurve TACO21 scenario

De opgelijste maatregelen kunnen we in een marginale kostencurve op grafiek uitzetten. De kostencurve is een getrapte curve omdat de concrete maatregelen uit vorige tabel hierin afzonderlijk zijn opgenomen. De maatregelen met de grootste reducties werden aangegeven op de curve. Op de X-as zijn de gereduceerde emissies terug te vinden, op de Y-as de marginale reductiekost. De marginale reductiekost geeft de kost weer die nodig is om een extra hoeveelheid (kton) CO₂-emissies te reduceren. Hoe sterker men wil reduceren, hoe hoger de marginale kost wordt.

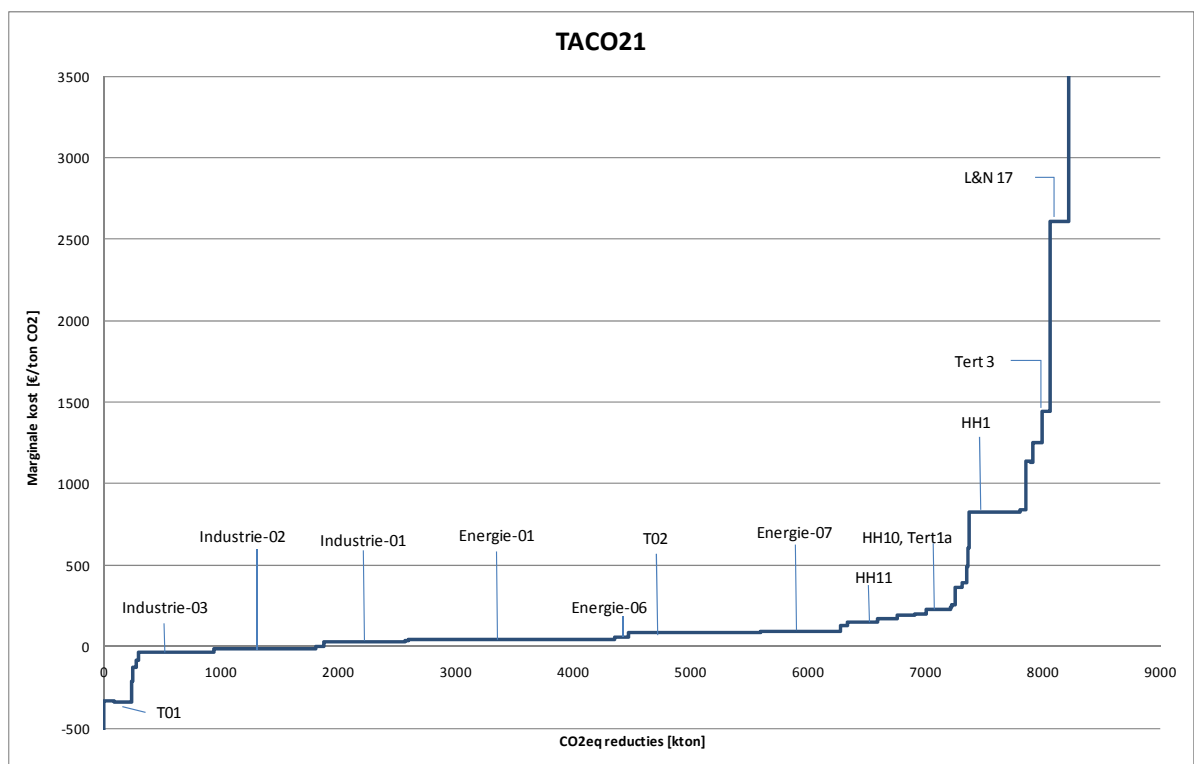
Zoals blijkt uit Tabel 83 zijn er een aantal maatregelen met negatieve kosten (opbrengsten), de zogenaamde 'no regret' maatregelen. Over de levensduur van de maatregel verdient deze zichzelf terug, omwille van besparingen op het energieverbruik en energiekosten. Daarnaast zijn er maatregelen die zich situeren tussen 0 en 100 €/ton CO₂, koolstofwaarden die ook kunnen teruggevonden worden in Europese studies m.b.t. reductiepaden voor de emissiehandel (ETS) sectoren. De actuele CO₂-prijs (EU Emission Allowance) bedraagt tussen 15 en 20 €/ton (februari-maart 2011).

Voor het MIRA-S Europa scenario gerekend met een CO₂ prijs van 30 €/ton in 2020, in het visionaire scenario met 77,6 €/ton. De EU-berekeningen met het GEM-E3 wereldmodel (Russ et al., 2007) met een 'carbon value' van 77,6 €/ton tonen een in de EU interne reductie van 31 % aan tegen 2020 t.o.v. 1990. Voor internationale

publicaties met betrekking tot het TIAM wereldenergiemodel wordt een afkapgrens van 700 €/ton gehanteerd tot waar nog resultaten/maatregelen gerapporteerd worden.

Bovenstaande Tabel 83 is opgebouwd vertrekkende van maatschappelijke kosten. Bestaande subsidiesystemen, zoals WKK- en groenestroomcertificaten, zijn hier *niet* in rekening gebracht. Dit verklaart ook waarom de marginale kosten van maatregelen zoals WKK, PV, windenergie en de ombouw van kolen- naar biomassa centrale tussen 45 en 363 €/ton bedragen. Indien de certificaten in rekening zouden gebracht worden, worden de marginale kosten van deze maatregelen negatief en zouden ze als 'no-regret' maatregel kunnen bestempeld worden. De volgorde van de maatregelen in de kostencurve verandert bijgevolg. Uiteraard betaalt de maatschappij de kost van deze certificaten.

Om CO₂ neutraliteit binnen de eigen provincie te realiseren, zullen ook maatregelen met erg hoge kosten per ton reductie moeten geïmplementeerd worden.

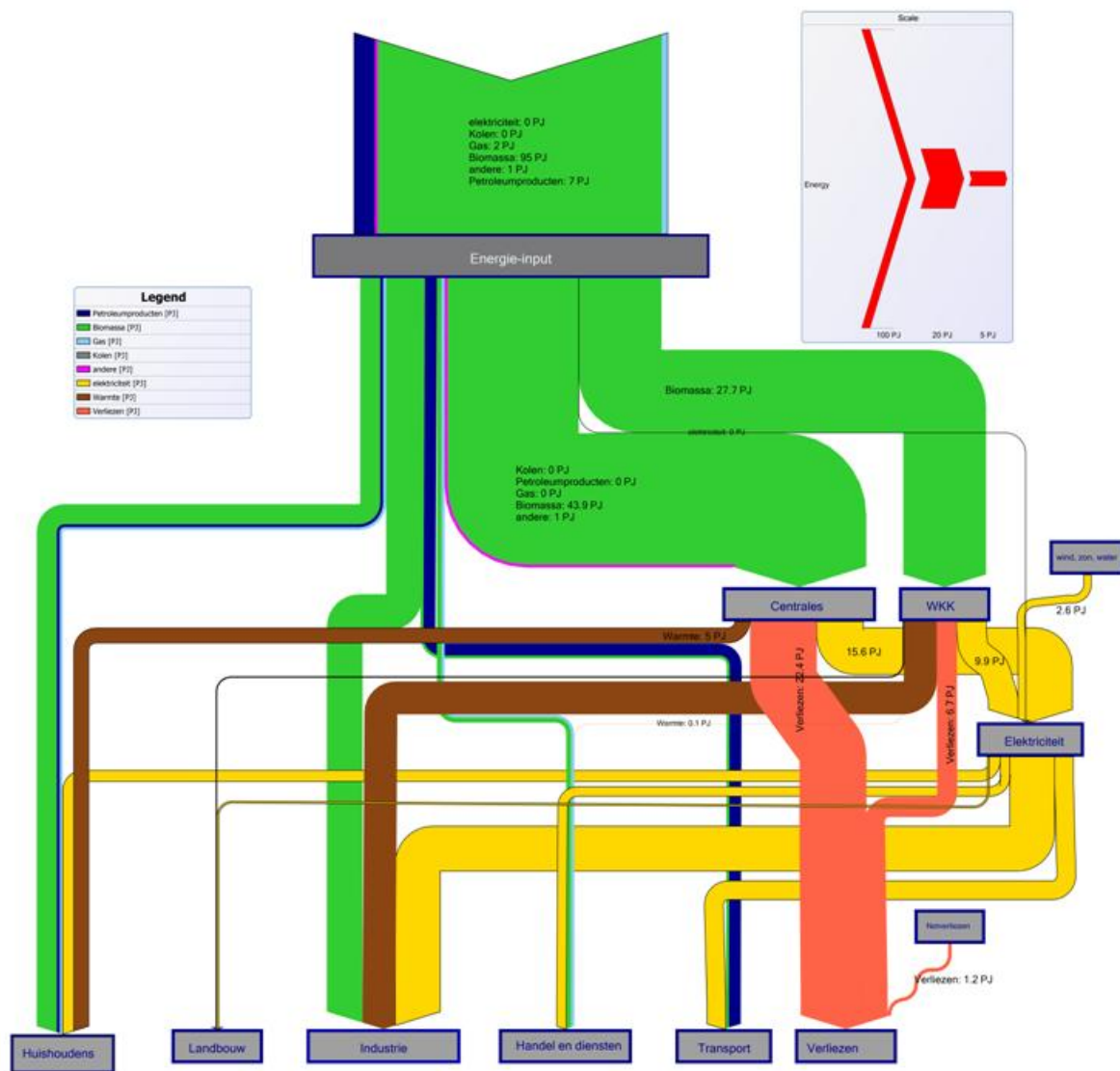


Figuur 27: Marginale kostencurve van het TACO21 scenario.

5.3.3 Sankey diagram TACO21 scenario

Het Sankey diagram van het TACO21 scenario geeft gedetailleerd weer welke energiestromen door de verschillende sectoren gebruikt worden.

Dit diagram toont duidelijk het belang van biomassa en elektriciteit in het TACO21 scenario.

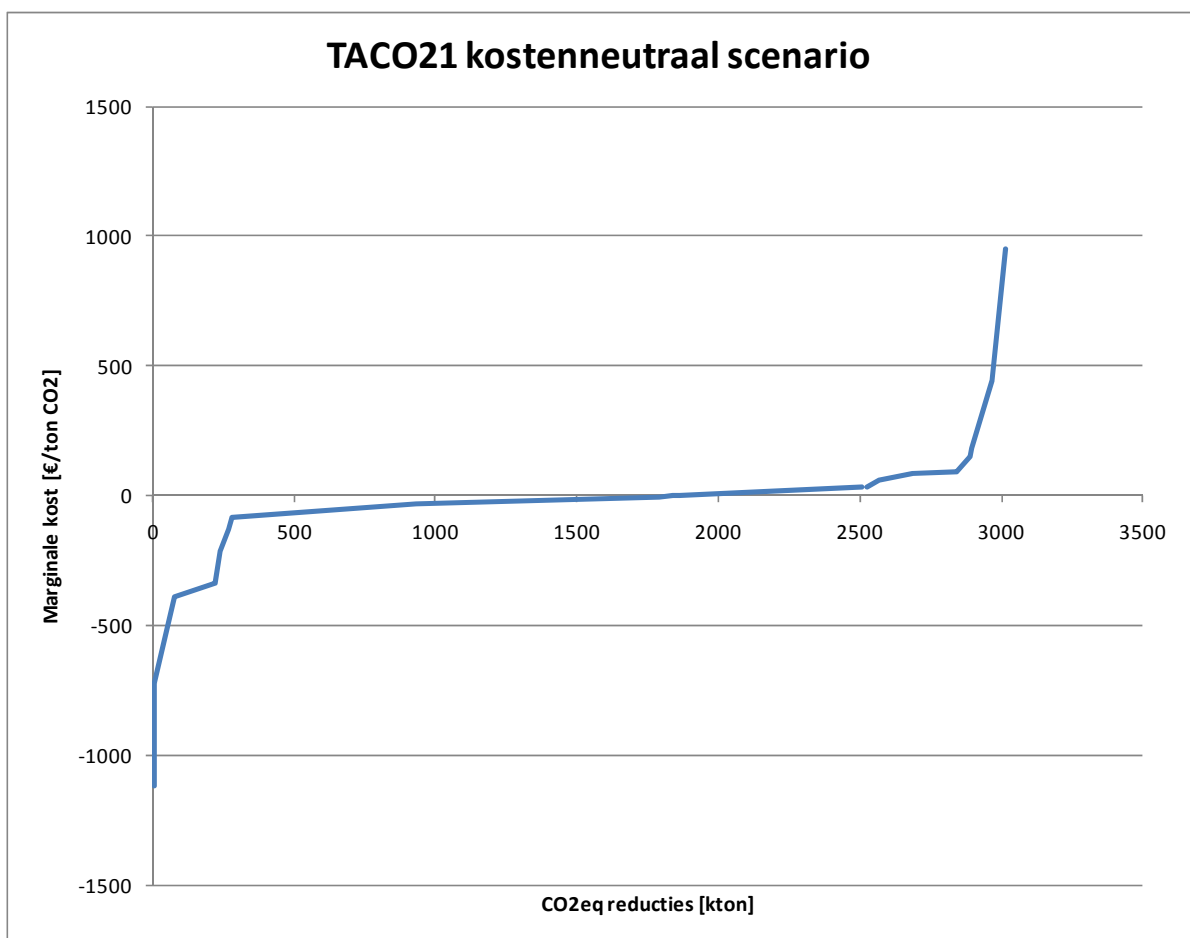


Figuur 28: Sankey diagram met energiestromen naar en tussen de verschillende sectoren.

5.3.4 TACO21 'Kostenneutraal'

Voor het kostenneutrale scenario selecteren we in elk geval de 'no regret' maatregelen, of de maatregelen met een negatieve marginale kost. De oppervlakte tot aan 0 €/ton boven de curve is de totale negatieve kost. Deze negatieve kost kunnen we compenseren met maatregelen uit het gedeelte van de kostencurve met positieve marginale kosten om zo tot een kostenneutraal scenario te komen. De oppervlakte onder de curve tot aan 0 €/ton is de totale positieve kost.

Het TACO21 scenario werd zo opgesteld dat een aantal maatregelen uit het negatieve gedeelte van de curve maar kunnen gerealiseerd worden door het nemen van een aantal maatregelen uit het positieve gedeelte. Het positieve gedeelte uit de curve is dus op maat samengesteld om als we de som van de kosten maken op een ongeveer neutraal scenario uitkomen.



Figuur 29: Kostenneutraal scenario afgeleid uit TACO21

Sector	Maatregel	Jaarlijkse kost in 2020 [M€]	Jaarlijkse CO ₂ reductie [kton]	CO ₂ kost [€/ton]
Energie	Bestaande fossiele WKK --> groene WKK	7	118	59
Industrie	50% van bestaande stookinstallaties laten overschakelen op biomassa	20	646	31
	Implementatie potentiële en minder rendabele maatregelen, zoals door Auditconvenant gedefinieerd	-9	860	-11
	50% van bestaande installaties overschakelen op WKK op biomassa	-21	646	-33
Huishoudens	Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting naar 2000 kWh per woning	-29	86	-333
	Dakisolatie rest bestaande woningen zonder dakisolatie	-4	29	-130
	Muurisolatie rest bestaande woningen met weinig muurisolatie	1	41	29
	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40.000 woningen	13	156	85
	Dakisolatie rest bestaande woningen met weinig dakisolatie	1	6	115
	Muurisolatie rest bestaande woningen zonder muurisolatie	13	71	154
	Vervanging enkel glas door 3 voudig glas	19	44	393
	Vloerisolatie rest bestaande woningen	42	46	841
Handel en diensten /				
Transport	Reductie van voertuigkilometers op de weg	-44	143	-341
	Verhogen van aandeel bio-brandstoffen naar 20% (volgens EUR 10Vol% in 2020)	0	31	36
	Extra vrachtovervoer omwille van Industrie 100% biomassa	2	-6	
Landbouw en natuur	Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen	-4	4	-1.117
	Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen	-1	1	-720
	Minder boskap	-29	114	-258
	WKK	-4	18	-213
	LED verlichting i.p.v. assimilatieverlichting	-1	15	-83
	Warmtepompen	0	50	-1
	Variatie van het veevoeder en de	0	14	0

voedingsadditieven			
Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen	0	4	0
Telen van een vanggewas	0	1	0
Clustering/schaalvergroting glastuinbouwbedrijven	0	4	0
Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's	4	48	93

Tabel 84: Overzicht van de maatregelen opgenomen in het TACO21 kostenneutrale scenario, met jaarlijkse kost, CO₂ reductie en gemiddelde CO₂ kost.

In dit kostenneutrale scenario is het vooral in de huishoudelijke sector belangrijk om een aantal doorgerekende technieken samen te houden. Dit zijn de technieken met positieve marginale kosten: dak- en muurisolatie van bestaande woningen die nu weinig isolatie hebben, vervanging van enkel door 3-dubbel glas, vloerisolatie van de bestaande woningen. Ook werd het extra vrachttransport veroorzaakt door de overschakeling naar biomassa in de industrie in rekening gebracht.

Omwille van deze 'verplichte combinaties' zijn volgende wijzigingen doorgevoerd:

- De ombouw van Langerlo naar een 100% biomassacentrale had met een marginale kost van 45 €/ton nog opgenomen kunnen worden. De totale jaarlijkse kost bedraagt echter 79 M€ wat verhindert om de 'verplichte combinaties' uit te voeren. Daarom werd deze maatregel uit het kostenneutrale scenario geweerd.
- De aanleg van een warmtenet vanuit Langerlo werd wel opgenomen, maar deze maatregel hangt uiteraard sterk samen met het voortbestaan van Langerlo als deze niet wordt omgebouwd.

De totale jaarlijkse kost van dit scenario is nog zo'n 7 M€ negatief. De totale reductie die kan gerealiseerd worden bedraagt iets meer dan 3 Mton.

Indien we zouden rekenen met de bestaande WKK- en groenestroom certificaten zou het kostenneutraal scenario er anders uitzien. Volgende maatregelen bekomen immers certificaten en de kosten worden in dat geval negatief (zoals ook besproken in 5.3.2): (bio-)WKK, PV, windenergie, ombouw kolencentrale naar 100% biomassacentrale.

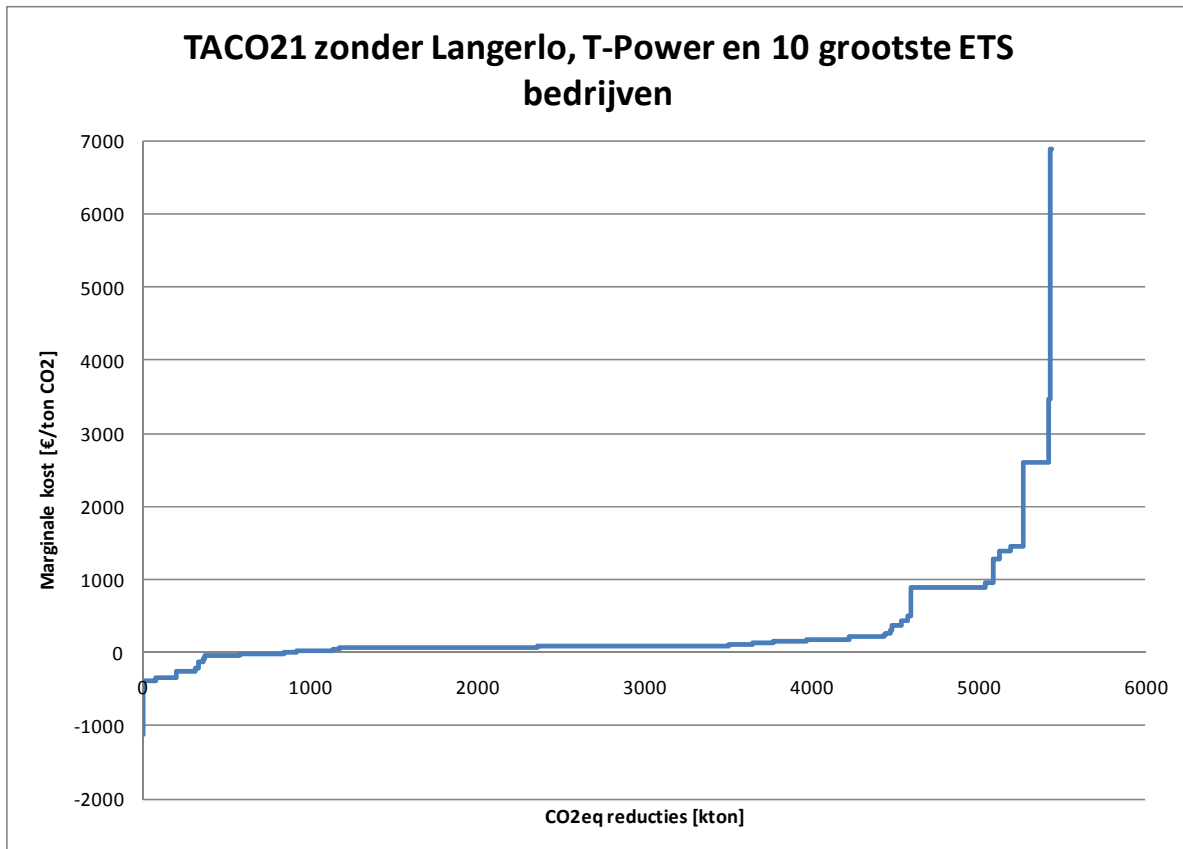
Deze maatregelen komen bijgevolg ook in het kostenneutrale scenario terecht, waardoor de totale reducties met meer dan 2 Mton zullen toenemen. Maatschappelijk gezien zijn echter dit geen 'no-regret' maatregelen, de elektriciteitsverbruiker betaalt voor de toegekende certificaten.

5.3.5 TACO21 'Zonder ETS'

In het burgemeestersconvenant worden de ETS bedrijven niet meegerekend voor het opstellen van de emissie-inventaris. Om een idee te krijgen hoe het TACO21 scenario zonder ETS bedrijven eruit ziet, wordt in deze paragraaf gerekend zonder de ETS bedrijven; met name zonder de ombouw van de kolencentrale van Langerlo naar een 100% biomassa centrale, zonder de overschakeling van T-Power naar biogas en zonder maatregelen voor de 10 grootste industriële bedrijven die onder de ETS (CO₂ emissiehandel) vallen. Deze 10 bedrijven stootten in 2008 ruim 68% van de totale CO₂-emissies van de industrie in Limburg uit. De resterende 32% van de emissies kunnen nog steeds door de voorgestelde maatregelen voor industrie teruggedrongen worden aan dezelfde marginale kost.

Dit scenario werd berekend zonder de ETS bedrijven, aangezien de impact vanuit de provincie op deze bedrijven klein is.

Zonder emissiereducties voor Langerlo en deze 10 grootste industriële ETS bedrijven kan de CO₂-uitstoot nog met 5400 kton teruggedrongen worden, wat de resterende emissies in 2020 op ruim 3500 kton brengt.



Figuur 30: TACO21 scenario zonder de ombouw van Langerlo en zonder maatregelen voor de 10 grootste industriële ETS bedrijven.

5.4 Het visionair scenario (TACO22)

Het ontwikkelen en optimaliseren van nieuwe energietechnologieën en het opzetten van een nieuwe energie-infrastructuur vraagt tijd. Bovendien wordt de levensduur van dergelijke energiesystemen vaak uitgedrukt in decennia. Koppelen we dit gegeven aan de waarschijnlijkheid dat de impact van verhoogde CO₂-concentraties in de atmosfeer over een lange periode (van decennia tot eeuwen) zullen doorwerken en dat de effecten van aangepast beleid mogelijk pas na vertraging zullen optreden, dan dienen studies die deze problemen trachten te tackelen eveneens een lange termijn perspectief van minstens 30 tot 50 jaar te beschouwen (OECD/IEA 2003).

Ook voor de provincie Limburg is dit van belang: het eerste scenario TACO21 toonde namelijk aan dat de korte tijdshorizon (2020) om CO₂-neutraal te worden de waaier aan opties (maatregelen) beperkt tot de in 2020 technisch haalbare. Het gegeven dat een maatregel technisch haalbaar is, wil niet zeggen dat ze in deze tijdspanne ook effectief kan geïmplementeerd worden. Niet technologische hindernissen (vergunningen, maatschappelijke weerstand, marktvraag, etc) kunnen de ontwikkeling, verspreiding en implementatie van technologische innovaties doen slagen of falen (Negro, 2007). De grote afhankelijkheid van biomassa uit het eerste scenario is een rechtstreeks gevolg van deze ambitieuze tijdshorizon.

Omwillen van deze reden wordt in het TACO22-scenario het 2020 objectief deels losgelaten en vervangen door de tijdshorizon **2050**⁸⁷. Dit verruimt het gezichtsveld en laat dus meer ruimte voor strategische keuzes. Met andere woorden, de meerwaarde voor de provincie is dat een dergelijk **visionair TACO22**:

- richting geeft (om tegen 2030 of 2050 een bepaalde technologie in te zetten, dienen er nu reeds acties ondernomen te worden);
- een koppeling toelaat tussen lange termijn objectieven en korte termijn acties;
- een ruimer spectrum aan opties aanbiedt;
- meer afwegingen toelaat;
- en technologische doorbraken niet uitsluit.

Tijdshorizonten van 30 tot 50 jaar gaan samen met nog grotere onzekerheden. De toekomst is bij definitie ongekend en kan dus niet voorspeld worden. Waar de inertie van het energie/economisch systeem weinig ruimte laat voor fundamentele verandering over tijdspannes van 10 jaar, geldt dit minder in een langetermijn horizon. Deze onzekerheden maken het onmogelijk om emissies en kosten op een onderbouwde wetenschappelijke manier te becijferen. Het TACO22 scenario bestaat dan ook eerder uit een beschrijving van state-of-the art wetenschappelijke inzichten omtrent duurzaamheid en combineert potentieel interessante technologische en niet-technologische maatregelen en inzichten, alle toegespitst op de waarde en baten voor Limburg.

De kern waarrond het TACO22 scenario is opgebouwd is een **drieledig streefdoel**: (1) **op korte termijn** wordt een **zo groot mogelijke emissiereductie nagestreefd**; (2) **op lange termijn** wordt er gestreefd naar een **optimale duurzame energie opwekking en maximale energie-efficiëntie** binnen de provincie en (3) dit alles wordt ingepast in een **overkoepelende strategie** om van Limburg een **veerkrachtige en weerbare provincie** te maken.

⁸⁷ De tijdshorizon 2050 wordt vaak gebruikt in prognoses van vooraanstaande instellingen zoals 'Re-thinking 2050. A 100% renewable energy vision for the European Union' van EREC (www.rethinking2050.eu); 'Energy to 2050. Scenarios for a sustainable future' van IEA en 'Roadmap 2050' van European Climate Foundation (ECF; www.roadmap2050.eu)

5.4.1 Elementen in TACO22

STREEFDOEL 1 Maximale reductie tegen 2020 door inzet van state-of-the-art technieken en technologieën tegen 2020**MAATREGEL visie-01: Realisatie van de kostenneutrale maatregelen uit TACO21**

Om tegen 2020 een zo groot mogelijke emissiereductie te bereiken wordt er maximaal ingezet op hetgeen dat volgens TACO21 realistisch/haalbaar is. Een eerste minimum vereiste hiervoor is de realisatie van de 'no regret' maatregelen uit TACO21. Beter nog is het om het kostenneutraal scenario als vertrekpunt te nemen, aangezien de combinaties van maatregelen hierin zijn afgestemd op elkaar. Zoals reeds aangegeven kunnen een aantal 'no-regret' maatregelen bij de huishoudens maar gerealiseerd worden indien ook een aantal maatregelen met positieve kosten genomen worden.

Sector	Maatregel	Jaarlijkse kost in 2020 [M€]	Jaarlijkse CO ₂ reductie [kton]	CO ₂ kost [€/ton]
Energie	Bestaande fossiele WKK --> groene WKK	7	118	59
Industrie	50% van bestaande stookinstallaties laten overschakelen op biomassa	20	646	31
	Implementatie potentiële en minder rendabele maatregelen, zoals door Auditconvenant gedefinieerd	-9	860	-11
	50% van bestaande installaties overschakelen op WKK op biomassa	-21	646	-33
Huishoudens	Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting naar 2000 kWh per woning	-29	86	-333
	Dakisolatie rest bestaande woningen zonder dakisolatie	-4	29	-130
	Muurisolatie rest bestaande woningen met weinig muurisolatie	1	41	29
	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40.000 woningen	13	156	85
	Dakisolatie rest bestaande woningen met weinig dakisolatie	1	6	115
	Muurisolatie rest bestaande woningen zonder muurisolatie	13	71	154
	Vervanging enkel glas door 3 voudig glas	19	44	393
	Vloerisolatie rest bestaande woningen	42	46	841
Handel en dienst	/			
Transport	Reductie van voertuigkilometers op de weg	-44	143	-341
	Verhogen van aandeel bio-brandstoffen naar 20% (volgens EUR 10Vol% in 2020)	0	31	36

	Extra vrachtvervoer omwille van Industrie 100% biomassa	2	-6	
Landbouw en natuur (L&N)	Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen	-4	4	-1.117
	Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen	-1	1	-720
	Minder boskap	-29	114	-258
	WKK	-4	18	-213
	LED verlichting i.p.v. assimilatieverlichting	-1	15	-83
	Warmtepompen	0	50	-1
	Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven	0	14	0
	Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen	0	4	0
	Telen van een vanggewas	0	1	0
	Clustering/schaalvergroting glastuinbouwbedrijven	0	4	0
	Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's	4	48	93

Tabel 85: Overzicht van een combinatie van maatregelen voor TACO22 i.k.v. streefdoel 1

MAATREGEL visie-02: Maximale inzet van andere essentiële maatregelen uit TACO21 die passen in de strategie van optimale zelfvoorziening en maximale energie efficiëntie

Het streefdoel om op de lange termijn zo veel mogelijk zelfvoorzienend te worden op vlak van energie gecombineerd met maximale energie-efficiëntie binnen de provincie vraagt bovendien om versnelde implementatie van bepaalde essentiële maatregelen die het fossiel energieverbruik drastisch doen dalen en die passen in een strategie die gericht is op zelfvoorziening. Hiervoor dient de provincie een open vizier te hanteren ten aanzien van beloftevolle maatregelen op langere termijn: via een adaptief beleid dat meerdere opties open houdt (in functie van het feit dat we nu nog niet weten welke doorbraken er na 2020 zullen zijn) en het creëren van condities die proeftuinen en pilootprojecten toelaten om zo een versnelde implementatie te kunnen bewerkstelligen en kennis op te bouwen omtrent toekomstige technologieën.

Concreet denken we hier aan maatregelen zoals het streven naar volledige inzet van windenergie en PV uit TACO21. Om dit te kunnen realiseren zal tevens het elektriciteitsnet moeten aangepast worden. Deze netaanpassingen zullen het later mogelijk maken om maatregelen die nu nog in de onderzoeksfase (zoals geothermie) zitten te kunnen implementeren. Decentrale elektriciteitsproductie kan in een aantal gevallen ook samengaan met warmteproductie en dus met kleinere warmtenetten. Bio-WKK's en zeker geothermie zouden moeten gekoppeld worden met een warmtenet om deze technieken zo efficiënt mogelijk in te kunnen zetten. De aanleg van warmtenetten moeten wel in een daglicht bekeken worden van passief- of energieneutrale nieuwbouw. Deze huizen zijn immers zo energie-efficiënt dat hun warmtevraag bijzonder laag tot nul is.

STREEFDOEL 2 Optimale duurzame energie opwekking en maximale energie-efficiëntie binnen de provincie tegen 2050

Visionaire technieken en technologieën met een redelijke kans op doorbraak voor 2050

MAATREGEL visie-03: Kleine geo-centrales op een termijn van 2020-2030

Berckmans en Vandenberghen stelden in 1998 een reeks temperatuurkaarten van de Belgische ondergrond op. Wanneer we de temperatuurkaarten en de verspreidingsgebieden van de mogelijke waterreservoirs combineren, zien we dat het grootste potentieel voor directe geothermie in de Noorderkempen en in het noordoosten van Limburg gelegen is. Op basis van de technologische kennis en expertise waarover men op dit moment beschikt ten aanzien van diepe geothermie en de bodemcondities in Limburg kan het potentieel aan diepe geothermie voor Limburg geschat worden op een 20-25 geo-centrales met een vermogen van +/- 3 a 3.5 MW en restwarmtecapaciteit van 7.5MW thermische energie ingeplant in functie van de bovengrondse vraag. Hierbij dient opgemerkt te worden dat we hier spreken over een loadfactor van 80 tot 90% of typisch meer dan 7.500 vollasturen per jaar.

Voor PV kan in het TACO21 scenario zo'n 140 MWe geïnstalleerd worden, voor wind ruim 300 MWe. PV is in Vlaanderen echter gemiddeld 850 uur operationeel, wind zo'n 1200 uur in Limburg. De loadfactor voor PV bedraagt dus slechts 10%, voor wind 14%. Omwille van deze lage beschikbaarheid van deze hernieuwbare bronnen moet altijd voldoende reservecapaciteit geïnstalleerd worden om de bedrijfszekerheid te kunnen garanderen. Met het volledige potentieel aan PV en wind zou jaarlijks voor ongeveer 130 000 gezinnen elektriciteit kunnen geproduceerd worden indien voldoende reservecapaciteit voorzien wordt.

Deze 80 MWe aan geo-centrales is bijgevolg significant. Bij een gemiddeld verbruik van 3500 kWh per gezin, zouden met 80 MWe aan geo-centrales ruim 170 000 gezinnen kunnen voorzien worden.

Daarnaast leveren de centrales een belangrijke hoeveelheid laagwaardige warmte die bruikbaar is voor gebouwenverwarming. Dit is zeker relevant in het kader van renovatie of grotere vastgoedprojecten. Verder voorspellen EREC en IEA (EREC, 2010; IEA, 2010) dat hybride geothermische systemen voor verwarming en koeling in de residentiële sector tegen 2050 volledig duurzaam ingevuld kunnen worden.

MAATREGEL visie-04: Duurzame primaire biomassa-productie in Limburg

Vrijmaken van grond voor duurzame biomassa-productie in Limburg

Het TACO21 scenario is zeer sterk gericht op het gebruik van biomassa voor energie-opwekking. Een belangrijk knelpunt is hierbij dat er niet zo maar kan van uitgegaan worden dat al deze biomassa op een duurzame wijze geproduceerd wordt, dus zonder probleemverschuivingen op geografische of temporele schaal. De toenemende bevolkingsgroei en de stijgende levensstandaard in de niet Westerse wereld die de vleesconsumptie in deze landen doet toenemen, zorgt ervoor dat er weinig ruimte over blijft voor duurzame productie van energiegewassen zonder dat dit ten koste gaat van waardevolle natuurgebieden en ecosystemen. Indien dit gegeven gekoppeld wordt aan de indicatoren van veerkracht en het uitgangspunt om niet af te wentelen in tijd en ruimte, dan kan er geopteerd worden om het landbouwareaal binnen de provincie op een andere manier in te vullen zodanig dat zowel de zelfvoorziening op vlak van voedsel als op vlak van duurzame biomassa-productie voor materiaal en energietoepassingen toeneemt. Dit gaat echter gepaard met een significante verandering van levensstijl: er is namelijk een verandering in eetpatroon nodig naar een lagere graad van vleesconsumptie. Dit idee is niet uniek en maakt deel uit van de

maatregelen beschreven in andere recente scenario studies zoals *Zero Carbon Britain 2030*⁸⁸ (2010) en *the Energy report: 100% renewable energy by 2050*⁸⁹ (2011). Een dergelijke wijziging in dieet kan bovendien aangestuurd worden vanuit het streven naar een optimale gezondheid (minder vlees eten dan het Westerse gemiddelde is beter voor de gezondheid) en kan geleidelijk aan plaatsvinden.

Ook plaatsbesparende initiatieven zoals verticale boerderijen en groentetuinen, algenkweek als vleesvervangers op Brownfields en landbouw in de stad kunnen bijdragen tot een meer efficiëntere invulling van grond en een verhoging van veerkracht. In het visionair scenario nemen we een halvering van de vleesconsumptie in de provincie tegen het jaar 2050 als uitgangspunt.

We nemen hiervoor aan dat zowel het aantal ha voor grazend vee als het aantal ha voor de teelt van veevoedergewassen lineair kan afgebouwd worden. Op deze manier kan er in Limburg ongeveer 40.000 ha landbouwgrond vrijkomen. Ongeveer 2.500 ha zou kunnen vrijkomen door het (al of niet tijdelijk) bebossen van woonuitbreidingsgebieden. Om de veerkracht van de provincie te vergroten dient de grond die vrijkomt dankzij een shift in dieet op een slimme manier ingevuld te worden. Het is dus aangewezen om deze grond in te zetten op meerdere gebieden: een deel als landbouwgrond om vleesvervangende producten te produceren (granen, groenten, fruit etc), een deel als extra natuurgebied (bv. permanent bos en weiland) om de ecologische draagkracht (ecosysteemdiensten, biodiversiteit) van de provincie te verhogen en een deel om de biomassaproductie voor materiaal en energietoepassingen binnen de provincie te verhogen.

Duurzame biomassaproductie

De 40.000 ha extra vrijgekomen landbouwgrond en 2.500 ha woonuitbreidingsgebieden, kunnen in het visionair scenario als volgt worden ingevuld:

- ongeveer 5.000 ha extra natuurgebied; hier grotendeels ingevuld als bos;
- ongeveer 10.000 ha voor voedselproductie (vleesvervangers);
- ongeveer 27.500 ha voor multifunctionele biomassaplantages.

Hoewel natuurgebied hoofdzakelijk instaat voor het leveren van diensten (waterhuishouding, nutriëntencyclusen, in stand houden van biodiversiteit, tegengaan van erosie, etc.) produceert het ook grondstoffen in de vorm van duurzame houtkap, maaisel en andere residuen. Omgekeerd, gaan we ervan uit dat de 37.500 ha landbouwgrond op de meest duurzame manier ingevuld wordt (beste beschikbare technieken van teelten en bodemverwerking). Op deze manier levert dit gebied naast voedsel en grondstoffen ook een hele waaier aan diensten. Dit nemen we niet mee in onderstaande potentieelberekening waardoor deze mogelijk onderschat wordt.

In het kader van optimale zelfvoorziening van energie (streefdoel 2) speelt biomassa een onvermijdelijke rol: biomassa afval- en reststromen kunnen significante emissiereducties bewerkstelligen wanneer ze worden ingezet in gesloten kringlopen (cradle to cradle); het is een energiebron die kan ingezet worden om de piek- en dalmomenten van wind- en zonne-energie op te vangen en het is voorlopig de enige energiebron die onder de vorm van biobrandstoffen kan ingezet worden voor transport over lange afstanden.

In het kader van duurzame bio-energie zijn er een aantal randvoorwaarden die dienen gevolgd te worden:

⁸⁸ <http://www.zerocarbonbritain.com/>

⁸⁹ Studie van Ecofys in opdracht van WWF, zie <http://www.ecofys.com/com/publications/The-Energy-Report-Ecofys.htm>

- (1) Het aandeel van bio-energie in het geheel van hernieuwbare energiebronnen wordt zo beperkt mogelijk gehouden door andere hernieuwbare energie opties eerst in te zetten. Het gebruik van afval en residuen primeert over het gebruik van energiegewassen.
- (2) Cascadering of stapsgewijs gebruik van materiaal en energie inhoud van biomassa. Dit principe spruit voort uit het *ecopyramide* concept (Derksen et al 2008)⁹⁰ en slaat op duurzame benutting van biomassa om het maximale rendement uit deze grondstoffen te halen. Het is gebaseerd op de volgende principes:
 - Ketens optimaliseren: voor biomassa is dat grondbewerking, zaaien, oogsten, transporteren, bewerken, verwerken, gebruiken en recycleren;
 - Materialen onttrekken;
 - Grondstoffen raffineren: het vergisten of vergassen van vezels en stengels om chemische grondstoffen te maken voor bijvoorbeeld kunststoffen en transportbrandstoffen;
 - Energie opwekken: energie wordt opgewekt tijdens deze processen (ketenintegratie) dan wel nadat deze processen hebben plaatsgevonden. De omzetting in elektriciteit moet bij voorkeur decentraal plaatsvinden, zodat de vrijkomende warmte en andere producten, zoals water en CO₂, lokaal benut kunnen worden;
 - Mineralen hergebruiken: het sluiten van de kringloop door de mineralen te recyclen, zodat nieuwe biomassa kan groeien en de toekomstige levering gewaarborgd is.

In het kader van het verhogen van de biomassaproductie voor materiaal en energietoepassingen in de provincie Limburg, zijn bepaalde energiegewassen erg interessant, zeker indien ze gecombineerd kunnen worden met andere gewassen (bv. agro-forestry, intercropping) en andere functies (bv. recreatieve plantages van korte omloophout die bijdragen aan het in stand houden van ecosysteemdiensten en biodiversiteit). Duurzame biomassaproductie houdt verder ook in dat er voornamelijk gewerkt wordt met inheemse, bij voorkeur meerjarige energiegewassen en dat men streeft naar optimale productie in plaats van maximale productie. Dit laatste betreft zo veel mogelijk inzetten op multiculturen in plaats van op monoculturen. Monoculturen brengen weliswaar de grootste opbrengsten voort, maar zijn eerder nadelig voor het in stand houden of verbeteren van de lokale ecosysteemdiensten (o.a. bodemvorming, bodemvruchtbaarheid, water- en nutriëntencyclusen). Qua duurzaamheid scoren vooral korte omloop houtsoorten zoals populieren en wilgen goed in Vlaanderen en Limburg. Energiegewassen zoals korte omloop hout hebben bovendien nog een ander voordeel: bepaalde soorten kunnen vervuilde bodems reinigen (fytoremediatie).

De potentiële energiewinst geassocieerd met een gebied van circa 27.500 ha voor multifunctionele biomassaplantages, kan worden ingeschat op 4,250 PJ. Volgens Garcia Ciudad et al. (2003) ligt de energiewaarde van 1 ha korte omloophout (wilg/populier) tussen de 170-195 GJ/ha in Vlaanderen. De bruto energie inhoud komt hiervan overeen met 18MJ/kg droge stof.

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat:

- Het gebied optimaal benut wordt (optimalisatie i.p.v. maximalisatie), hieronder verstaan we een zo groot mogelijk aandeel korte omloophout rekening houdend met de vereisten/noden van de plaatselijke biodiversiteit (bv open vlakten, specifieke waardplanten voor voedsel of schuilplaatsen, etc.) en ecosysteemdiensten (bv optimale nutriënten- en watercyclussen, etc).

⁹⁰ <http://www.innovatienetwerk.org/nl/bibliotheek/rapporten/342/DeEcopyramide>

- De energie wordt via de ecopyramidebenadering gewonnen. Dit is de som van de vrijgekomen energie en warmte door (1) materialen te onttrekken, (2) grondstoffen te raffineren en (3) het verbranden van het restafval.

Voor de ombouw van de kolencentrale van Langerlo naar een 100% biomassa-centrale is jaarlijks ongeveer 17,5 PJ aan biomassa nodig. 25% van deze hoeveelheid kan dus op een duurzame wijze binnen Limburg geproduceerd worden.

Ook **aquatische biomassaproductie** is potentieel erg interessant om in te zetten in Limburg. Allereerst omdat algenkweek een vorm van primaire biomassaproductie is waarvan de productiviteit hoger ligt dan de terrestrische biomassaproductie. Bovendien is er geen vruchtbare grond nodig om algen te kweken. Algenkweek dient dus bij voorkeur plaats te vinden op gronden van zo laag mogelijke kwaliteit (bv. Brownfields).

Tot slot gebruiken algen CO₂ als voedingsbron wat in de vakliteratuur Algae-based Carbon Capture technology genoemd wordt. Van de huidige kennis uitgaand kunnen opbrengsten voor de provincie Limburg geschat worden op (cf. Vlaams Algen Platform):

- 20-40 ton droge stof/ha in open systemen;
- 50-80 ton droge stof/ha in gesloten systemen;

en dit met een CO₂ captatie van 1.8 kg CO₂ per kg droge stof.

Hoewel deze technologie het vaakst vermeld wordt in het kader van biobrandstoffen, is deze omzetting op dit moment de minst voordelige. Aangezien de nutriële waarde van algen bijzonder hoog is, worden ze beter ingezet als vleesvervanger voor menselijke consumptie of als veevoeder (in plaats van vismeel). Verder zijn algen ook interessant om fossiele grondstoffen te vervangen in die takken van de chemie met een focus op stikstof en zuurstof (polymeer chemie). Ook in het kader van bioraffinaderij concepten spelen algen potentieel een veelbelovende rol.

MAATREGEL visie-05: CCS

CCS slaat op carbon capture and storage. Het is een proces waarin CO₂ gescheiden wordt van industriële en energiegerelateerde bronnen. Dit CO₂ wordt vervolgens voor lange tijd geïsoleerd van de atmosfeer via verschillende opslagmethoden (bijvoorbeeld opslag in geologische formaties of opslag via industriële fixatie in anorganische carbonaten).

Op 17 december 2008 werd het Europees energie- en klimaatpakket 2020 goedgekeurd, met onder andere de CCS-ontwerprichtlijn (Carbon Capture and Storage). Volgens het persbericht van het Europees Parlement (17/12/2008) biedt deze richtlijn een juridisch kader voor de opkomende technologie van koolstofafvang en -opslag. Om hun CO₂-uitstoot te beperken, kunnen industriële installaties en elektriciteitscentrales die technologie gebruiken om CO₂ af te vangen en 'permanent en veilig ondergronds' op te slaan. Een aantal grootschalige demonstratieprojecten die werken volgens het principe van het afvangen en de opslag van CO₂ zullen gefinancierd worden met 300 miljoen rechten uit het systeem voor emissiehandel. Om de omzetting van deze richtlijn voor te bereiden, werd in Vlaanderen het ontwerp van decreet betreffende diepe ondergrond goedgekeurd (persmededeling Vlaamse Regering 30/01/2009).

Algemeen wordt gesteld dat CCS methoden tot een CO₂ reductie van 80-90% netto kunnen leiden (IPCC, 2005) in de veronderstelling dat de opslag modus stabiel en veilig is. Het afvangen en de compressie van CO₂ vragen echter extra energie. Het absoluut rendementsverlies bedraagt zo'n 7,5 % punten voor superkritische kolencentrales en bijna 9% punt voor hoogrendements STEG centrales. Het afvangen van CO₂ (capture) gebeurt op dit moment reeds op commerciële schaal. In Limburg is deze technologie

het meest interessant voor Langerlo en voor de T-Power STEG. Volgens schattingen van IPCC (2005) gebaseerd op een range van scenario's wordt de cumulatieve emissiereductie via CCS tegen 2100 geschat op 220-2200 GtCO₂.

MAATREGEL visie-06: Slimme netwerken (smart grids) en slimme meters

De uitputting van fossiele grondstoffen en de opkomst van hernieuwbare energiebronnen impliceert dat het elektriciteitsnet van de toekomst er helemaal anders zal uitzien. Centraal hierin is een betere (smart) meting van het energiegebruik, en een verhoogde communicatie tussen de verschillende netelementen die een dynamisch netwerk toelaten - de zogenaamde *slimme netwerken* of *smart grids*. Het slaat op een flexibel systeem, analoog aan het internet waarin vermogen- en informatiestromen bidirectioneel zijn: de gebruiker kan bij voorbeeld ook producent worden als zijn zonnepanelen meer energie leveren dan hij verbruikt. Centrale productie, gedistribueerde opwekking en grootschalige hernieuwbare bronnen kunnen dankzij een intelligent netwerk verbonden worden zodanig dat het energienetwerk een meer efficiënte (zowel in energetische als economische zin), betrouwbare en milieuvriendelijke opwekking en distributie toelaat. Een dergelijk intelligent net kan zowel op gas als elektriciteit, alsook de combinatie van de twee, betrekking hebben.

Een intelligent net bevat naast een energienet ook intelligente meters en controllers die op afstand uitgelezen en aangestuurd kunnen worden en een communicatie- en verwerkingseenheid. Typisch voor een intelligent net is dat zowel de energie- als informatiestroom bidirectioneel is. Het doel van zo'n net is gas of elektriciteit zo efficiënt mogelijk te gebruiken en te produceren, waarbij de gebruikers energiediensten aangeboden krijgen tegen een zo laag mogelijke kost, met een hoge betrouwbaarheid en op milieuvriendelijke wijze. In het kader van het objectief van de voorliggende studie zijn de voordelen van slimme netwerken en slimme meters meervoudig: ze verhogen de energie-efficiëntie, ze integreren verschillende (fluctuerende) hernieuwbare energiebronnen volgens het principe van bevoorradingszekerheid (security of supply) en interactie met slimme meters informeert gebruikers over hun persoonlijk energiegebruik. Dit laatste is interessant om te koppelen aan een sensibiliseringscampagne om het energiegebruik in huishoudens te doen afnemen.

Visionaire technieken en technologieën met een ongekende kans op doorbraak voor 2050

MAATREGEL visie-07: Grote geo-centrales en hybride geothermische systemen op een termijn van 2030-2050

Doorbraken in boortecnologie die toelaten om dieper te boren kunnen in de toekomst grote geo-centrales met een vermogen van 7 a 7.5 MW, of in het beste geval 9MW toelaten. Naar analogie met de kleinere centrales, kan de restwarmte worden toegepast voor verwarming van gebouwen.

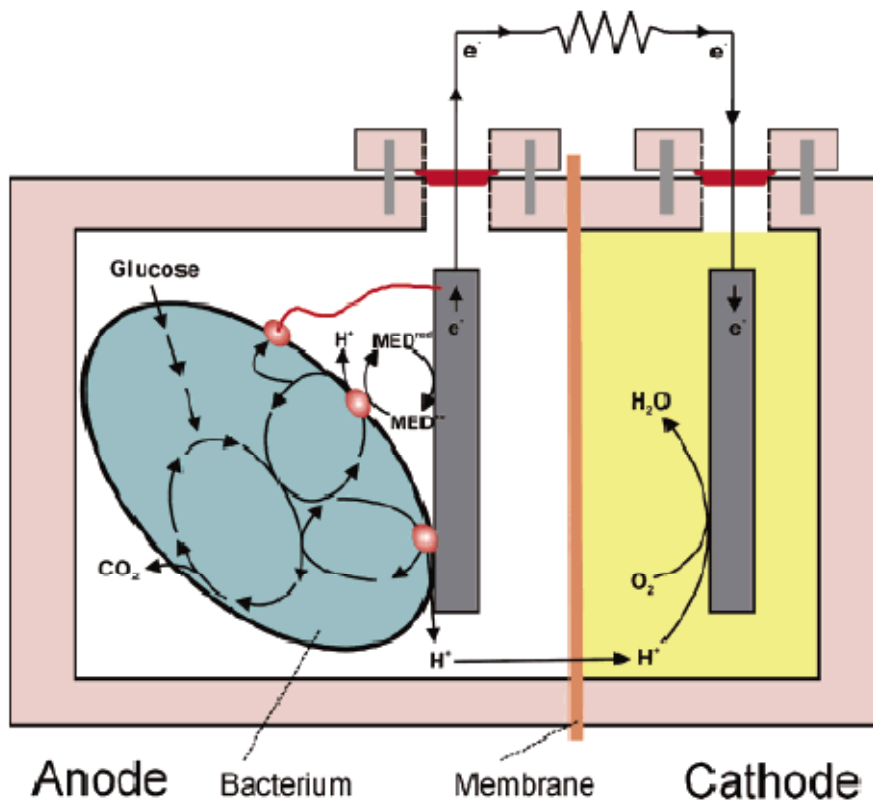
MAATREGEL visie-08: Microbiële brandstofcellen

In microbiële brandstofcellen worden afvalstromen (afvalwater) verwerkt en deels gezuiverd door micro-organismen/bacteriën. In afwezigheid van zuurstof produceren specifieke bacteriën CO₂, elektronen en waterstof bij de afbraak van organisch materiaal. In een microbiële brandstofcel worden de bacteriën gekweekt op een elektrode (Anode). De elektronen die vrijkomen bij de afbraak van organisch materiaal wekken een elektrische stroom op. De vrijgekomen waterstofprotonen migreren door

het membraan van de anode naar de kathode en worden daar opnieuw geoxideerd naar water (H_2O).

Microbiële brandstofcellen worden tot dusver in gecontroleerde omgevingen uitgetest. Opschaling is vaak niet eenvoudig. Een optimale werking is ook onderhevig aan een groot aantal parameters: temperatuur, verontreiniging van afvalstromen met voor de bacteriën giftige bestanddelen, licht, ... (Dewan et al., 2010).

Deze technologie kan interessant zijn voor de lokale verwerking van afvalstromen waarbij de elektriciteitsproductie eerder als nevenproduct moet gezien worden. Het is niet mogelijk om een potentieelinschatting te maken voor Limburg van deze technologie.



Figuur 31: Schema van microbiële brandstofcel, gebruik voor opwekking van elektrische stroom⁹¹.

MAATREGEL visie-09: Waterstof

⁹¹

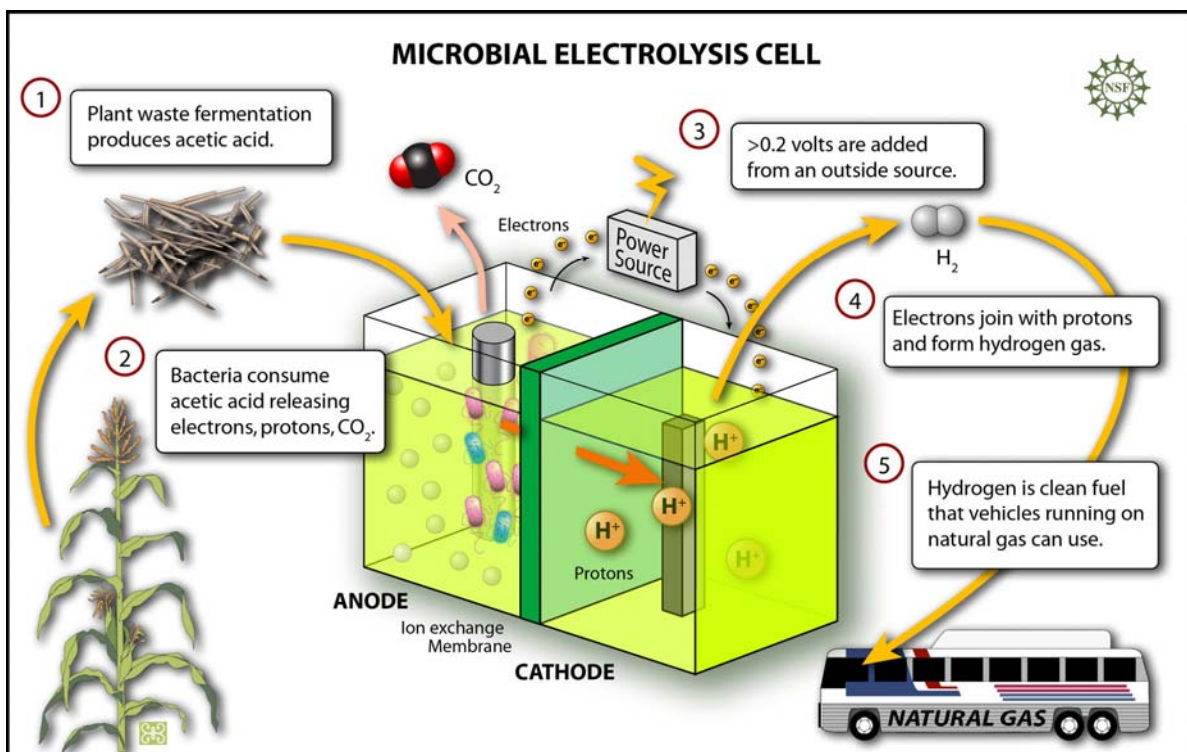
<http://www.szennyviktudas.bme.hu/files/Microbial%20Fuel%20Cells%20Methodology%20and%20Technology.pdf>

Waterstof als energiedrager kan interessant zijn oww de volgende redenen: (1) het is een brandstof, (2) het kan volledig duurzaam zijn indien het geproduceerd wordt via elektrolyse van hernieuwbare bronnen en (3) het kan ingezet worden als een opslag medium voor hernieuwbare energie in tijden van overproductie. Toch zijn er ook nog heel wat hindernissen die overwonnen moeten worden wil men waterstof commercieel inzetten. De belangrijkste hindernissen zijn: het vereist een nieuwe brandstof infrastructuur, elektriciteit omzetten in waterstof en dan terug omzetten in elektriciteit is minder efficiënt dan het rechtstreeks gebruik van de elektriciteit en waterstof heeft een lagere energiedensiteit dan conventionele brandstoffen.

Grootschalige waterstofproductie gebeurt vandaag meestal door reforming van aardgas bij hoge temperatuur (700-1100°C) of door elektrolyse. Deze processen hebben een rendement van 25-40%, er is dus meer energie nodig dan dat waterstof energie oplevert.

De microbiële brandstofcellen van de vorige paragraaf kunnen ook waterstofgas produceren indien ze in omgekeerde modus gebruikt worden, namelijk indien een elektrische stroom wordt toegevoegd aan het systeem. Ook hier geldt dat dit momenteel niet op grote schaal kan toegepast worden.

Momenteel gebeurt er ook onderzoek naar de directe fotokatalytische waterstofproductie. Deze techniek produceert rechtstreeks waterstofgas uit zonlicht. Ook deze techniek is nog maar recent in onderzoeksfase en er is nog een hele weg af te leggen vooraleer productie op noemenswaardige schaal zal plaatsvinden.

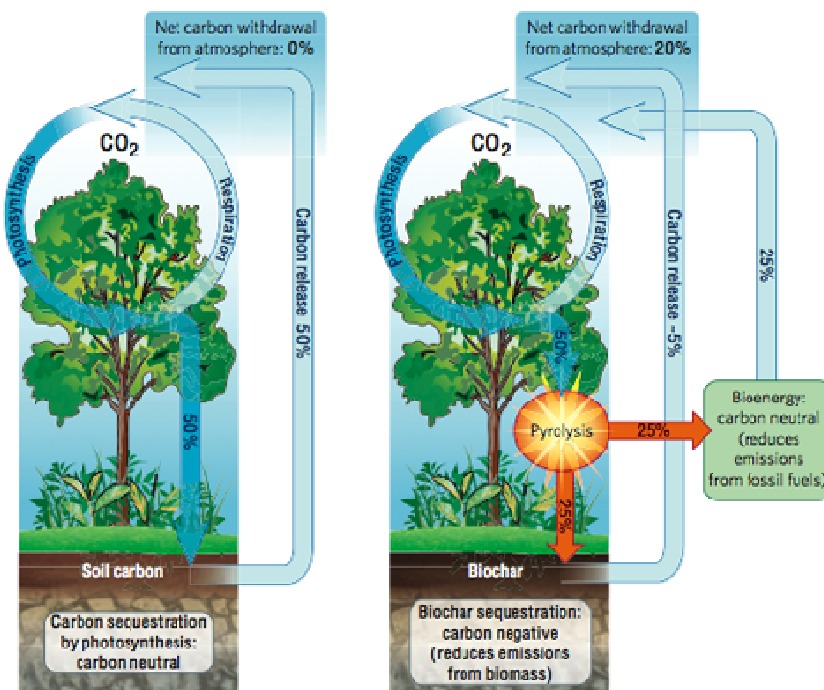


Figuur 32: Waterstofgasproductie door microbiële brandstofcellen⁹².

⁹² http://images.dailytech.com/nimage/6590_large_biohydrogen_h.jpg

MAATREGEL visie-10: Biochar

Het gebruik van biomassa als brandstof voor energie-opwekking werd reeds uitgebreid aangehaald in het TACO21-scenario. Dit proces wordt aanzien als een CO₂-neutraal proces omdat de CO₂ die vrijkomt bij verbranding van de biomassa volledig afkomstig is van de C-inhoud van de biomassa door het fotosyntheseproces. Daarom wordt in het onderzoek naar oplossingen voor de hoge concentratie aan broeikasgassen in de lucht ook gezocht naar CO₂-negatieve processen. De productie en het gebruik van het zogenaamde "biochar" in landbouwbodems is daar een voorbeeld van. Door nu de biokool als meststof in de bodem te verwerken, komt de CO₂ balans negatief uit. Dat wil zeggen: het proces stoot geen CO₂ uit, zoals de verbranding van fossiele brandstof, maar legt CO₂ in de bodem vast. Volgens onderzoek voor een termijn tussen honderden en duizenden jaren. In elk geval langer dan bomen dat doen. Biochar wordt gevormd door het verhitten van biomassa op 300-1000°C bij weinig of geen zuurstof (pyrolyse). Biochar is een niet-degradeerbare inerte biomassa, die kan gebruikt worden om de C in de bodem langer vast te houden en wordt op die manier een CCS techniek. Bij het pyrolyseproces wordt niet alleen biochar gevormd maar ook bio-energie (syngas, biocrude), die kan aangewend worden als alternatief voor fossiele brandstoffen. Volgende figuur illustreert het verschil tussen de C-kringloop bij een gewone bodem tegenover het gebruik van biochar in de bodem.



Figuur 33: De koolstofkringloop zonder en met biochar

Biochar verbetert de bodemvruchtbaarheid, structuur, bodemstabiliteit en waterhuishouding, wat ook een positief effect heeft op de groei van de bovengrondse biomassa, die op hun beurt dan ook meer CO₂ kunnen opnemen. Samengevat kan het gebruik van biochar helpen in de strijd tegen klimaatverandering:

- het vasthouden van C via biochar in de bodem;
- vervanging van fossiele brandstoffen door gebruik van bio-energie afkomstig van de productie van biochar;
- toename in de biomassa-productie door verbeterde bodemvruchtbaarheid
- reductie van N₂O-emissies.

Daarnaast zou het gebruik van biochar ook aanleiding geven tot daling van energieverbruik voor productie van kunstmest en reductie van CH₄-emissies doordat biomassa verkoold wordt en dus het composteren van biomassa vermeden wordt.

Toch is er nog niet veel bekend over de toepassing van biochar en het biochar zelf. De eigenschappen ervan hangen af van het gebruikte uitgangsmateriaal en van de procescondities in het vormingsproces (CLM Onderzoek en advies, 2010). Momenteel lopen een aantal studies, o.a. gestuurd door het 'International Biochar Initiative'. Bij het meenemen van deze maatregel in het TACO22-scenario moet rekening gehouden worden met het feit dat deze gelinkt is aan vele andere maatregelen (tevens uit andere sectoren). Bij het opnemen van deze maatregel houden we enkel rekening met het vasthouden van C via biochar in de bodem. In Nederland⁹³ werd in het kader van een concept "klimaatreddende bodem" een inschatting gemaakt van de mogelijke C-opslag door het gebruik van biochar in eigen land. In deze studie gaan ze uit van uit 2-3 ton biomassa ongeveer 1 ton biochar kan geproduceerd worden en dat 1 ton Biochar ongeveer 2 ton (1-1,3 ton) CO₂ permanent opslaat. Over het hoeveelheid biochar, die gebruikt wordt per ha landbouwgrond worden uiteenlopende cijfers gepubliceerd gaande van 0,5 tot 50 ton per ha. In onderliggende studie wordt uitgegaan van 10 ton/ha en een kostprijs van 60€/ton biochar. Het feit dat door toepassing van biochar vermoedelijk minder meststoffen moeten gebruikt worden werd niet in rekening gebracht wegens gebrek aan voldoende harde cijfers hieromtrent. Het is ook zo dat de ongeveer 20 ton CO₂ per ha niet een jaarlijkse emissiereductie (C-opname) maar wel de C-inhoud van de bodem beschrijft. Het gebruik van biochar zal ervoor zorgen dat de emissies van de akkerlanden, zoals berekend in de nulmeting zullen vermeden worden (voor de 50% van de akkerlanden waar biochar wordt gebruikt) en dat de overige C-opslag in principe een compensatie reductie zal zijn van de emissies die bij de verwerking van de biomassa (verbranding, opslag, ...) vrijkomen (cf. CCS).

MAATREGEL visie-11: Radicale doorbraken in zon/wind/...

Zon

De efficiëntie van energieomzetting uit de zon fluctueert op dit moment rond de 25% in optimale omstandigheden. Er is bijgevolg nog veel ruimte voor radicale verbeteringen in efficiëntie. Op dit moment is het onmogelijk om te voorspellen welke doorbraken er tegen 2050 verwacht kunnen worden. Afhankelijk van welke doorbraken er zijn, kunnen deze nieuwe technologieën op Limburgs grondgebied ingezet worden of kan er groene stroom uit het buitenland aangekocht worden (bv. reuze CSP collectoren in de woestijnen). Daarom sommen we hieronder een aantal innovatieve technologieën op die op dit moment vol op in ontwikkeling zijn:

- zonnepanelen die ook 's nachts werken dankzij het capteren van infrarood straling⁹⁴ (zie Idaho National Laboratory, VS);
- geconcentreerde zonne-energie systemen (concentrating solar power; CSP) die lenzen of spiegels gebruiken om een groot zonlichtgebied te concentreren in een kleine straal die als warmtebron (stoom) kan ingezet worden in een elektrische centrale. Deze zijn het meest rendabel wanneer ze in woestijnen geplaatst worden. Volgens het Duitse Aerospace Center kan een CSP centrale in Noord Afrika tegen 2050 tot 470.000 MW produceren (DESERTEC foundation⁹⁵).

⁹³ www.kiemkracht.com

⁹⁴ <http://www.newscientist.com/article/mg20827915.000-is-night-falling-on-classic-solar-panels.html?DCMP=OTC-rss&nsref=energy-fuels> en https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt?open=514&objID=1269&mode=2&featurestory=DA_101047

⁹⁵ <http://www.desertec.org/en/concept/questions-answers/>

Wind

Ook op vlak van windenergie zijn radicale doorbraken mogelijk. Niet enkel op vlak van energie efficiëntie maar ook op vlak van landgebruik en design: meer windturbines op een zelfde oppervlakte kunnen inzetten, designs die beter in de omgeving kunnen integreren en zo op minder weerstand stuiten, kleinere toepassingen die in urbanisaties ingezet kunnen worden,... het potentieel is groot. Enkele voorbeelden zijn ondermeer:

- turbine vrije windsystemen: bijvoorbeeld Vibro-wind, een klein systeem van kleine panelen die oscilleren in de wind en elektriciteit produceren van elke vibratie naar analogie van het ruisen van de bladeren van een boom. Dit systeem kost volgens de bedenkers slechts een fractie van een conventionele windturbine, geeft geen visuele of geluidsoverlast en kan gemakkelijk geïntegreerd worden op daken, bruggen enz (Cornell University⁹⁶);
- wind farms waar elke windturbine gebruik maakt van de vortex die door de naburige turbines wordt gecreëerd kan tot 10 keer meer energie opwekken per oppervlakte (Whittlesey et al., 2010).

STREEFDOEL 3 Overkoepelende strategie om van Limburg een veerkrachtige en weerbare provincie te maken

Streefdoel 1 en 2 focussen specifiek op de klimaatproblematiek. Streefdoel 3 slaat op een ruimer perspectief aangezien het klimaatsprobleem ook verbonden is met kwesties van voedsel- en energievoorziening (security of supply), de degradatie van ecosystemen en het verlies aan biodiversiteit. Een interessant concept in dit opzicht is dit van de '*ecologische voetafdruk*', dat ruimer is dan de CO₂ voetafdruk. Het weerspiegelt de oppervlakte van de aarde die nodig is om te voorzien in de levensstijl van een persoon. Dit is van belang omdat onze technologische capaciteit om de natuur te ontginnen vandaag reeds de regeneratieve capaciteit van de aarde overstijgt. De ecologische draagkracht van de aarde wordt op dit moment geschat op 1.8 globale hectaren (gha) per persoon terwijl het wereldwijde gemiddelde consumptieniveau op 2.7 gha per persoon geschat wordt (Rees 2010). Dit wil dus zeggen dat we op dit moment reeds 30% meer consumeren dan de aarde kan bieden. In vergelijking, de biocapaciteit, zijnde de som van de landoppervlakten van landbouw, bos en visgebieden in Vlaanderen wordt geschat op 1.3 gha per persoon terwijl een Vlaming ongeveer 6.3 gha nodig heeft om zijn levensstandaard te onderhouden⁹⁷ (WWF living planet report, 2008). Als we deze redenering doortrekken naar de provincie Limburg, dan wordt er vijf maal meer geconsumeerd dan de ecologische draagkracht van de provincie aan kan. Dit betekent dat de impact van een Limburger groter is dan die van het wereldwijde gemiddelde.

Wat het concept van '*ecologische voetafdruk*' voor Limburg aantoont, is dat Limburg erg afhankelijk is van de buitenlandse biocapaciteit. Limburg kan in het licht van de klimaatsverandering (vb. oogstverliezen door stormen, droogtes, overstromingen) en toenemende grondstofprijzen en bevolkingsgroei (toenemende productiekost en vraag), bijgevolg aanzien worden als een kwetsbare regio. Om dit deels te ondervangen kan de provincie een overkoepelende strategie hanteren om van Limburg een veerkrachtige en

⁹⁶ <http://www.sustainablefuture.cornell.edu/grants/AVF/2008/2008AVFResearch.php#VibroWind> en <http://bigthink.com/ideas/26597>

⁹⁷ <http://www.milieurapport.be/en/news/archiefnieuwsitems/27-october-2010-ecological-footprint-of-the-belgian-economy-continues-to-increase/>

weerbare provincie te maken. De volgende indicatoren van veerkracht zijn erg relevant voor regio's⁹⁸, en kunnen overwogen worden in de Limburgse context:

- % gezonde ecosystemen
- % voedsel lokaal gecultiveerd
- % van bedrijven waarvan het kapitaal lokale eigendom is
- Afstand werk- en woonplaats voor inwoners van de stad
- Afstand werk- en woonplaats voor pendelaars
- % van de energie lokaal geproduceerd
- Kwantiteit van de bouwmaterialen gerecycleerd
- % essentiële goederen lokaal geproduceerd
- % composteerbaar afval dat werkelijk wordt gecomposteerd

Om een dergelijke strategie te bewerkstelligen zijn een aantal niet-technologische maatregelen aangewezen. We sommen er hieronder enkele relevante op.

MAATREGEL visie-12: Beleidsintegratie: ontwikkelen van een socio-ecologisch perspectief

Economische afwegingen spelen doorgaans een dominante rol in beslissingsprocessen. Hierbij wordt het natuurlijk kapitaal en de bijhorende sociale voordelen (gezondheid, recreatie etc.) vaak over het hoofd gezien waardoor de korte termijn winsten op economisch vlak gepaard kunnen gaan met lange termijn verliezen op economisch, sociaal en ecologisch gebied. De problematiek van het bouwen in natuurlijke overstromingsgebieden is een treffend voorbeeld dat de courante praktijk '*ontwikkelen ten koste van de natuur*' ook op economisch en sociaal vlak niet efficiënt is.

Een ruimer, geïntegreerd socio-ecologisch perspectief om beslissingsprocessen te ondersteunen is dus aangewezen. Het concept van ecosysteemdiensten is in dit kader erg interessant omdat het beleidsmakers informeert over de kosten/baten en winnaars/verliezers en hen bijstaat bij het afwegen van voor- en nadelen op ecologisch vlak. Een recente internationale studie rond de economie van ecosystemen en biodiversiteit (TEEB, 2010) heeft een stapsgewijze aanpak ontwikkeld om ecologische overwegingen op te nemen in het beleid⁹⁹. De grote lijnen hiervan komen neer op:

- beschouw wat ecosystemen en biodiversiteit betekenen voor de lokale economie;
- evalueer en verbeter bestaand beleid navenant en op alle niveaus;
- en zet instrumenten in die een beter beheer toelaten (o.a. monetaire evaluatie). Deze instrumenten worden bij voorkeur zo ontwikkeld dat ze gelijktijdig de drijfveren die leiden tot degradatie van het natuurlijk kapitaal doen afnemen en stimulansen bieden voor activiteiten die de ecosystemen en biodiversiteit ten goede komen.

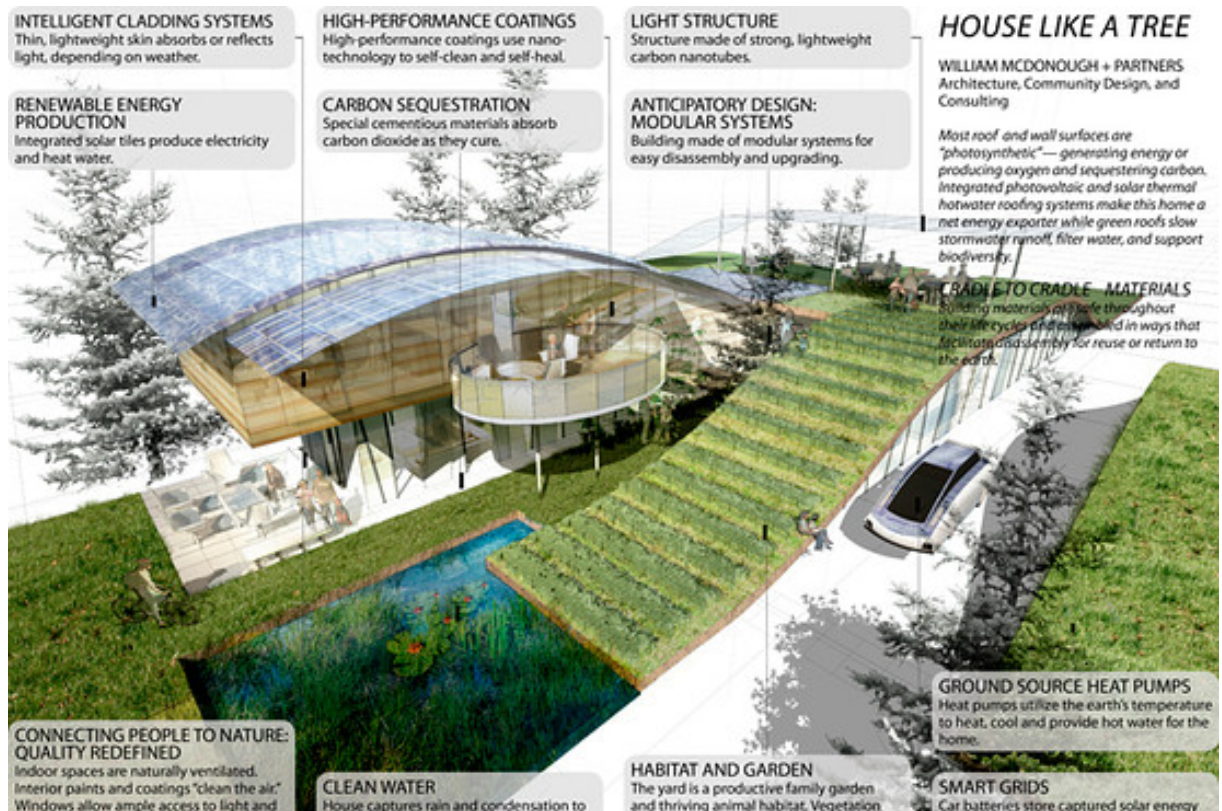
Dit gaat verder dan het beschermen van soorten en natuurgebieden alleen: ook voor verkavel-, woon- en industriegebieden (bestaande en toekomstige) zijn er tal van maatregelen die toegepast kunnen worden om de lokale ecosystemen en biodiversiteit (deels) te kunnen vrijwaren of in het beste geval begunstigen. Bijvoorbeeld:

- het beperken van verharde (asfalt, beton) oppervlakten (vb. verticaal bouwen, het stapelen van functies: parkings onder bedrijfsgebouwen, wonen boven bedrijfsgebouwen, serres bovenop productiegebouwen): beperkt het verlies van vruchtbare bodems, vergroot het waterretentie vermogen van de bodem en houdt de watercyclus in evenwicht (aanvullen grondwater);

⁹⁸ Gebaseerd op de kenmerken geformuleerd door de resalliance. Zie <http://www.resalliance.org/>

⁹⁹ Zie TEEB for policy makers: <http://www.teebweb.org/ForPolicymakers/tabid/1019/Default.aspx>

- het inrichten van groenzones met meerdere functies (door gelaagde beplanting) en aanplanten van meerjarige inheemse soorten in borders, op bedrijventerreinen, parkings enz.: maximaliseert het vastleggen van CO₂ in biomassa en bodem, verhoogt het aantal waardplanten en niches voor lokale diersoorten;
- het aanleggen van daktuinen, groendaken en -gevels: bevordert de waterretentie, legt CO₂ vast in biomassa, scheidt een corridor voor fauna, en levert een warmte en geluidsbuif.



Figuur 34: Een visie op een huis van de toekomst: een huis dat ecosystemendiensten genereert

MAATREGEL visie-13: Streven naar maximaal sociaal, economisch en ecologisch kapitaal binnen de provincie

Een veelbelovende manier voor de provincie om zich op een geïntegreerde wijze duurzaam te ontwikkelen is in de vorm van *duurzame gebiedsontwikkeling*¹⁰⁰. Het is een nieuwe vorm van ruimtelijke ontwikkeling die inspeelt op de samenhang tussen ruimtelijke en maatschappelijke vraagstukken van een gebied of gemeente en streeft naar een evenwicht tussen of onderlinge versterking van ecologische, sociale en economische belangen. Hoewel de provincie op vlak van ruimtelijke ordening niet alle instrumenten in handen heeft, kan ze de ontwikkeling binnen haar grenzen wel *slim sturen* om haar duurzaamheidsambities te realiseren.

Slim sturen houdt in dat de meest optimale sturingsvorm(en) ingezet worden (overheid, privé-sector of eindgebruiker als katalysator) en dat de provincie een verbindende rol uitoefent om publieke, private en particuliere belangen op één lijn te brengen. Het maximaliseren van sociaal, economisch en ecologisch kapitaal binnen de provincie impliceert dat win/verlies (trade-offs) en win/win situaties (synergieën) transparant zijn en keuzes hierin gedragen worden door het publiek. Waardecreatie (zowel monetair als niet monetair) staat hierin centraal. Om veerkrachtig te zijn dienen bovendien zowel kennis als vaardigheden in stand gehouden te worden die essentieel zijn op vlak van zelfvoorziening, vooral op vlak van voedsel en energieproductie. Burgerinitiatieven, zoals volkstuinen in stadsomgevingen en transition town initiatieven bijvoorbeeld, dragen hier aan bij en dienen door de overheid gestimuleerd en ondersteund te worden.

MAATREGEL visie-14: Vernieuwing op vlak van het proces: management voor verandering en adaptief beleidsmaken (adaptive governance)

Beleidsmakers worden geconfronteerd met complexe problemen, onzekerheid, variabiliteit en fragmentatie van kennis en van beleidsdomeinen. Er bestaat geen pasklaar antwoord om een oplossing voor dergelijke problemen te vinden; de oplossing zal veeleer te vinden zijn in een proces van leren, bijsturen en aanpassen van het beleid.

Om knelpunten op bestuurlijk, organisatorisch, financieel en juridisch gebied te vermijden is een wezenlijk andere manier van werken nodig; een transitie op vlak van het *proces*. In het Nederlandse project rond duurzame gebiedsontwikkeling worden zeven essentiële hoofdzaken geformuleerd die via een gefaseerd proces doorlopen worden. We sommen deze hoofdzaken bondig op:

- (1) Langetermijn waarden worden leidend, bijvoorbeeld via een inspirerende visie die begrijpelijk en aantrekkelijk is;
- (2) Nieuwe werkwijzen, nieuwe coalities en onverwachte rolverdelingen zodat tegenwerking omv gangbare manieren van werken en gevestigde belangen ('zo doen we dat altijd' of 'dit is niet onze taak') omgebogen wordt naar een kruisbestuiving tussen disciplines en actoren die mekaar versterken;
- (3) Een gezonde business case die de kosten en baten in de ruimste zin (ecologisch, economisch en sociaal) omvat en waardecreatie als uitgangspunt hanteert;
- (4) Een gezamenlijk proces dat start vanuit een selecte maar diverse groep binnen een veilige omgeving met een gedefinieerde omgangsvorm en gezamenlijk begrippenkader (verdieping) dat langzaam verbreed en opgeschaald wordt;

¹⁰⁰ Dit project werd opgestart door een onderzoeksconsortium in Nederland met als partners o.a. TNO, TUDelft, ECN en DRIFT. Zie: <http://www.duurzamegebiedsontwikkeling.nl/>

- (5) Het opbouwen van een gezamenlijke wil waar diverse partijen aan willen en kunnen bijdragen gaande van persoonlijk commitment tot horizontale inbedding in verschillende beleidsterreinen;
- (6) Duurzame gebiedsontwikkeling kaderen binnen de streekeigen kwaliteiten en hoe deze kunnen ingezet worden;
- (7) Niet alleen het opzetten van nieuwe projecten en processen maar ook reguliere projecten en processen anders durven aan te pakken (loskomen van business/management/solutions as usual).

MAATREGEL visie-15: Pro-actief cultiveren van een duurzaamheidscultuur

Sommige wetenschappers en psychologen opperen dat de neiging *om onduurzaam te zijn* mogelijk ingebakken zit in onze genen (Buchanan, 2007; Rees, 2010) en dat deze aangeboren neigingen een belangrijke rol spelen in ons alledaags eco-economisch gedrag. Dit houdt niet in dat *duurzaam handelen* onoverkomelijk is: niets houdt ons tegen om bewust en pro-actief de inhoud en snelheid van onze educatieve en culturele evolutie in handen te nemen. In Engelse termen wordt dit als 'social engineering for sustainability' omschreven. Een dergelijke verandering houdt in dat we navigeren naar een verschuiving in culturele normen en waarden zodat duurzaam handelen zo natuurlijk wordt als consumeren vandaag. Alleen als we met opzet fundamentele maatschappelijke instituten aanpakken – educatie, handel, media, overheden, tradities en sociale bewegingen – kunnen we slagen om een nieuw cultureel paradigma te ontwikkelen dat ons in staat stelt om duurzaam te leven (Assadourian, 2010). Hiervoor is creatief en deontologisch engagement van moderne communicatiestrategieën nodig.

5.4.2 Het TACO22 pad

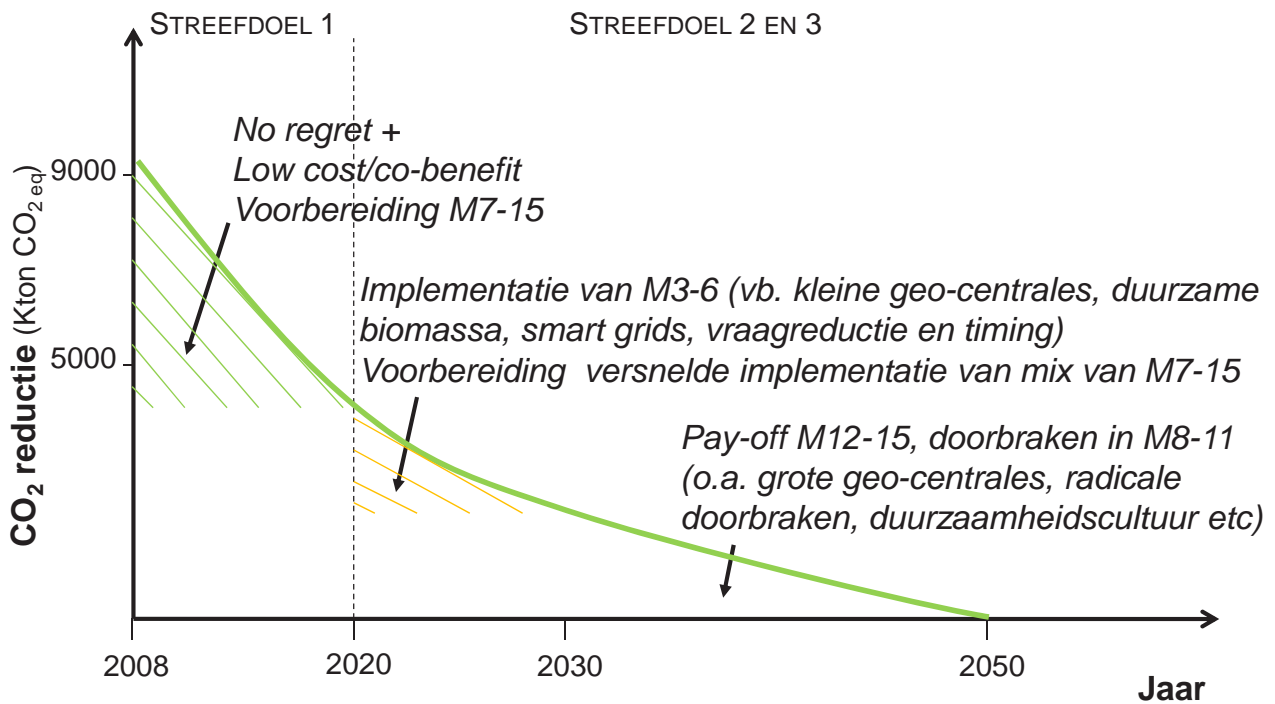
Het visionair scenario bestaat uit een combinatie van technologische en niet-technologische maatregelen. De meerwaarde van dit scenario ligt vooral in het feit dat het richting geeft op de lange termijn, zodanig dat de voorbereidingen voor het implementeren van de verkozen maatregelen zo snel mogelijk kunnen beginnen.

Het voorgestelde tijdspad van het visionair TACO22 scenario in functie van het behalen van de drie streefdoelen ziet er bijgevolg als volgt uit:

- Tegen 2020 wordt de uitstoot plusminus gehalveerd dankzij de realisatie van een combinatie van de *no regret* maatregelen en die maatregelen die nodig zijn om de *no regret* maatregelen ten volle te laten renderen (cf. kostenneutrale scenario). Om tot een halvering van de uitstoot te komen worden hierbovenop nog een aantal andere maatregelen uitgevoerd die compatibel zijn met het driedelige streefdoel. Verder worden voorbereidingen getroffen voor maatregelen (M3-15) die na 2020 versneld ingezet kunnen worden.
- Tegen 2030 wordt het resterend gedeelte van de emissies gehalveerd (75% reductie) dankzij de implementatie van (één, enkele of alle) maatregelen (M3-6). Ook onverwachte doorbraken in M7-15 kunnen versneld geïmplementeerd worden. Voorbereidingen worden getroffen om een mix van maatregelen (M7-15) versneld te implementeren na 2030. Bijvoorbeeld, het aanpassen van institutionele kaders (wetgevend etc) en andere niet-technologische barrières, het sensibiliseren van stakeholders, het experimenteren in niches etc.

- In de periode 2030-2050 worden vervolgens de resterende emissies weggewerkt dankzij de implementatie van een combinatie van technologische en niet-technologische maatregelen.

Samengevat komt het visionair scenario neer op een snelle afbouw van de emissies tegen 2030 en een tragere afbouw van de emissies in de periode 2030-2050.



Figuur 35: Het TACO22 reductiescenario met een gecombineerd korte en lange termijn perspectief

5.5 Socio-economische effecten van het 2020 scenario

Voor elk sector werd tijdens de analyse van de scenario's de mogelijkheden voor concrete kostenramingen bekeken.

Het betreft hier steeds de jaarlijkse netto 'private' kosten, dit betekent:

- Jaarlijkse: de kostprijs van investeringen worden gespreid over de verwachte levensduur;
- Netto: de opbrengsten, besparingen bv. door verhoogde energie-efficiëntie, ... die samenhangen met bepaalde maatregelen worden afgetrokken van de kosten; Privaat: kosten die door een doelgroep (bv. de elektriciteitsproducenten) gedragen moeten worden.

De kosten worden telkens alleen voor 2020 berekend.

Het implementeren van maatregelen en het inzetten van beleidsinstrumenten is er uiteraard op gericht de emissies te beperken. Dit brengt *maatschappelijke baten* met zich, bv. de beperking van het broeikas effect of minder schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid.

In het kader van deze studie is vooral de vermindering van CO₂-emissies aan de orde. Daarnaast kunnen maatregelen echter ook effecten hebben op andere emissies. Het omschakelen in elektriciteitsproductie van een kolen- naar een gascentrale bijvoorbeeld zorgt niet alleen voor CO₂-vermindering, maar ook NO_x, SO_x en fijn-stof emissies nemen af.

De baten van de afnamen van de luchtvervuiling worden als volgt berekend:

- De besparingen qua uitstoot van broeikasgassen en conventionele pollutanten worden berekend voor 2020;
- Voor de eenheidswaarden van de externe kosten gebruiken we de cijfers uit Tabel 79.

De hierboven vermelde kostengegevens volstaan echter niet om de beschouwde beleidsscenario's te vertalen in een impact op tewerkstelling en bruto toegevoegde waarde. In het kader van voorliggende studie werd geopteerd voor een meer pragmatische aanpak waarbij enkel gekeken wordt naar eerste orde effecten (d.w.z. dat er geen algemeen evenwichtsmodel (of een Social Accounting Matrix) voor Limburg wordt uitgerekend).

5.5.1 Socio-economische impact van TACO21

Uit de sectoriële analyses is gebleken dat de totale kost van de maatregelen van TACO21 ongeveer anderhalf miljard EURO bedraagt (zie Tabel 86). Ten opzichte van het totaal regionaal product van Limburg (zie Tabel 66) is dat zeker geen verwaarloosbaar getal. We dienen ons dus de vraag te stellen welke de macro-economische repercussies zullen zijn van deze maatregelen.

5.5.1.1 Impact op bedrijfssluitingen

De eerste vraag die we ons stellen is of de invoering van het TACO21 scenario zal leiden tot het verdwijnen van economische activiteit in de Provincie Limburg. Indien door deze maatregelen de winstgevendheid van bedrijven onder een bepaalde drempel

daalt, kunnen we ons er immers aan verwachten dat deze zullen sluiten of verhuizen naar lokalisaties met een minder ambitieus klimaatbeleid.

We hebben volgende benadering gebruikt voor deze berekening:

- We vertrekken van onze projecties van de bruto toegevoegde waarde in Limburg in het referentiescenario (zie Tabel 66).
- Voor de periode 2000-2009 zien we dat het gemiddeld aandeel van de winsten in de bruto toegevoegde waarde *in België* 42% bedraagt¹⁰¹.
- We gaan ervan uit dat dit aandeel uniform is voor het volledige Belgisch grondgebied en ongewijzigd zal blijven in 2020. Op basis hiervan schatten we de winsten die gerealiseerd zullen worden op het Limburgs grondgebied in 2020 op 9.436 miljoen EUR.
- Van deze winsten trekken we de netto-kosten van het TACO21-scenario voor de bedrijven af.

Onder "netto-kosten voor de bedrijven", rekenen we alle directe kosten van de industrie, de dienstensector en landbouw. Deze berekeningen houden ook rekening met de eventuele energiebesparingen ten gevolge van de genomen investeringen en met de verkoop van CO₂-emissierechten (aan 30 EUR per ton). We gaan er van uit dat alle directe kosten van de transportsector afgewenteld worden op bedrijven¹⁰² en dat de energiesector de kosten (en baten) integraal afwentelt op de gebruikers: industrie, dienstensector, residentiële sector, transport en landbouw (in verhouding tot het energieverbruik van deze gebruikers).

	Industrie	Residentieel	Tertiair	Transport	Landbouw	Totaal over sectoren
Totaal	124	712	238	65	393	1,532
Totaal (miv verkoop emissierechten)	24	705	232	54	393	1,407

Tabel 86: Macro-economische kost TACO21 per sector (milj EUR)

De totale jaarlijkse kosten voor het bedrijfsleven (met inbegrip van de verkoop van emissierechten) bedragen dus 703 miljoen EUR – dit komt overeen met 7,45% van de voorspelde winsten.

In deze benadering wordt de impact van TACO21 op de bedrijven dus berekend door de impact op de winsten van de bedrijven gelijk te stellen met de directe kost van de maatregelen op de bedrijven.

Deze benadering is gebaseerd op een aantal impliciete aannames waarvan er drie nader dienen bestudeerd te worden.

Ten eerste is het mogelijk dat de Limburgse bedrijven (naast de toename van hun kosten) ook het effect zullen ondervinden van de afgenomen koopkracht van Limburgse gezinnen: in Tabel 85. zien we dat 50,07% van de kost van TACO21 rechtstreeks door de gezinnen wordt betaald. Verder in dit rapport schatten we dat toegenomen kosten

¹⁰¹ Op basis van gegevens van BelgoStat on-line:

<http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=507000092|910000082&Lang=E>.

Bij "winsten" rekenen we zowel de ondernemingswinsten van personenvennootschappen als de kapitaalinkomsten uit kapitaalvennootschappen.

¹⁰² Dit is ongetwijfeld een overdrijving, vermits een deel ook zal gedragen worden door de gezinnen en door de transportsector zelf.

voor de Limburgse gezinnen zullen leiden tot een afname van hun bestedingen met ongeveer 440 à 500 miljoen EUR. We houden hier echter verder geen rekening met de impact van deze gewijzigde bestedingen op de vraag naar producten die door de Limburgse industrie worden vervaardigd.

De reden voor deze weglating is vooral pragmatisch: we beschikken immers niet over statistieken over het aandeel van Limburgse producten in de consumptie van Limburgse gezinnen. Toch denken we dat de fout, te wijten aan deze vereenvoudiging, relatief onbelangrijk zal zijn. Laten we inderdaad een extreem scenario veronderstellen waarbij de gezinnen deze toename van hun kosten *integraal* zouden compenseren door een afname van de vraag naar Limburgse producten. Uit Tabel 85 blijkt dan dat deze afname van de omzet *maximaal* gelijk zijn aan de afname van de winsten ten gevolge van de directe effecten. Bovendien zal een deel van het omzetverlies gecompenseerd worden door een afname van de variabele kosten van bedrijven¹⁰³, zodat de echte impact op winsten nog kleiner zal zijn (dit zal dan wel een impact hebben op de werkgelegenheid – zie verder).

Rekening houdende met het zeer open karakter van de Belgische economie in zijn totaliteit, lijkt ons *a fortiori* aannemelijk dat:

- Een belangrijk deel van de afname van de consumptie van de gezinnen zal slaan op producten die buiten de provincie worden geproduceerd.
- Een belangrijk deel van de productie van Limburgse bedrijven buiten de provincie wordt afgenomen.

Ten tweede zal (zoals daarjuist reeds aangehaald) de afname van de toegevoegde waarde in werkelijkheid niet integraal vertaald worden in een even grote afname van de winsten. Bedrijven kunnen immers ook reageren op deze toegenomen kosten door hun activiteit in te krimpen, en dus door mensen af te danken¹⁰⁴.

Om het mogelijk effect op de tewerkstelling in kaart te brengen, gaan we als volgt te werk:

- We vertrekken opnieuw van onze projecties van de bruto toegevoegde waarde in Limburg in het referentiescenario (zie Tabel 66).
- Op basis van gegevens van BelgoStat on-line¹⁰⁵ zien we dat het gemiddeld aandeel van de lonen in de bruto toegevoegde waarde in België voor de periode 2000-2009 58% bedraagt.
- We gaan ervan uit dat dit aandeel uniform is voor het volledige Belgisch grondgebied en ongewijzigd zal blijven in 2020. Op basis hiervan schatten we de lonen die gerealiseerd zullen worden op het Limburgs grondgebied in 2020.
- Op basis van onze projecties van de tewerkstelling (zie Tabel 65) leiden we dan af dat de gemiddelde loonkost in Limburg in 2020 38.195 EUR zal bedragen.

Indien we er van uit gaan dat bedrijven de kosten van TACO21 integraal zullen compenseren door een afname van de loonmassa¹⁰⁶, en dat het gemiddeld loon ongewijzigd blijft, dan leidt dit tot een *afname* van de werkgelegenheid. De omvang van de afname hangt samen met: (a) de afwenteling van de kosten van TACO21 op de loonmassa en (b) de mate waarin deze afname van de loonmassa gerealiseerd wordt door ontslagen. In werkelijkheid zal de werkgelegenheid niet evenredig met de kosten afnemen. Bovendien zal een deel van de ontslagen werknemers werk buiten de

¹⁰³ Als bedrijven minder verkopen, verbruiken ze ook minder energie, grondstoffen en halfafgewerkte producten, en zullen ze een deel van hun werknemers ontslaan.

¹⁰⁴ In theorie zouden ze ook kunnen besparen door hun werknemersbestand in stand te houden, maar door lagere lonen af te dwingen. In werkelijkheid vindt dergelijke soort aanpassing uiterst zelden plaats.

¹⁰⁵ <http://www.nbb.be/belgostat/PublicatieSelectieLinker?LinkID=507000092|910000082&Lang=E> . Bij "winsten" rekenen we zowel de ondernemingswinsten van personenvennootschappen als de kapitaalinkomsten uit kapitaalvennootschappen.

¹⁰⁶ Deze aanname is natuurlijk onverenigbaar met de aanname dat de toename van de kosten integraal door een afname van de winsten zal gedragen worden.

provincie vinden.

Tenslotte zal elk beleidsscenario leiden tot een toename van de vraag naar energie-efficiënte goederen en naar goederen die toelaten het energieverbruik te reduceren. We kunnen ons ook verwachten aan een toename van de activiteit in deze sectoren, die voor een deel de afname van de activiteit in andere sectoren zal compenseren. De berekening van de impact op de winstgevendheid gaat er echter impliciet van uit dat de technische oplossingen die nodig zijn voor het implementeren van de maatregelen geïmporteerd worden buiten Limburg: indien dit niet zo zou zijn, zou een deel van deze kosten zich vertalen in een toename van de omzet van de Limburgse bedrijven die deze oplossingen aanbieden. Vanuit dit perspectief houdt onze berekening van de macro-economische kost dus een overschatting in.

Besluit: hoewel de kostprijs van de maatregelen die voorgesteld worden voor het TACO21 scenario zeker niet verwaarloosbaar zijn, zien we geen reden om uit te gaan van een scenario waarbij bedrijven massaal Limburg zullen verlaten ten gevolge van TACO21. Voor individuele bedrijven in specifieke sectoren valt dit natuurlijk niet uit te sluiten.

5.5.1.2 Impact op het Bruto Regionaal Product

Zoals hierboven besproken, is het niet mogelijk om precies in te schatten hoe de bijkomende kosten voor de bedrijven precies over winsten en lonen zullen verdeeld worden. De directe impact op de bruto toegevoegde waarde is echter duidelijk.

Daarnaast zijn er nog twee belangrijke bronnen van onzekerheid bij de berekening van de macro-economische impact (zie hierboven):

- Bij gebrek aan data over de specifieke bestedingspatronen van Limburgse gezinnen, weten we niet of de energiebesparende maatregelen van de gezinnen zich zullen vertalen in een toename van de vraag naar Limburgse producten, of in een toename van de importen uit de provincie.
- We weten niet of het intermediair verbruik van de bedrijven betrekking heeft op producten die binnen of buiten de Provincie wordt geproduceerd.

We stellen daarom voor om twee projecties van het Bruto Regionaal Product te gebruiken voor 2020:

- Bij BRP_{Laag} worden alle kosten afgetrokken van het Bruto Regionaal Product, en bekomen we een Bruto Regionaal Product van 21.047 miljoen EUR. Dit moet gezien worden als een pessimistisch scenario. Het Bruto Regionaal Product daalt dan met 6,27% ten opzichte van het referentiescenario.
- Bij BRP_{Hoog} worden alleen de kosten voor het bedrijfsleven afgetrokken van het Bruto Regionaal Product, en bekomen we een Bruto Regionaal Product van 21.752 miljoen EUR. Dit moet gezien worden als een relatief optimistisch scenario. Het Bruto Regionaal Product daalt dan met 3,13% ten opzichte van het referentiescenario.

5.5.1.3 Impact op de (S)ISEW

We gaan hier uit van de versie van de SISEW die ook in het nulscenario wordt gehanteerd.

Voor de berekening van het **effect op de persoonlijke consumptieve uitgaven** van de gezinnen dienen we rekening te houden met drie factoren:

- Het beschikbaar inkomen van de gezinnen zal dalen omdat de bedrijven aan wie ze factordiensten leveren (dat wil zeggen, aan wie ze arbeid en kapitaal aanbieden) geconfronteerd worden met een toename van hun kosten.

- Sommige bedrijven zullen hun kosten afwentelen op de gezinnen.
- Sommige kosten van TACO21 worden rechtstreeks gedragen door de gezinnen.

Laten we eerst kijken naar de **impact op factorinkomens**.

Zoals hierboven reeds aangegeven, zullen zowel de eigenaars van de betrokken bedrijven als hun werknemers een deel van de kost van de maatregelen dragen. We beschikken echter niet over informatie die ons zou toelaten om de verdeling van de lasten precies in te schatten.

Bovendien is er geen informatie voorhanden over de geografische locatie van de eigenaars van de bedrijven die maatregelen moeten nemen: indien de aandeelhouders van een bedrijf dat in Limburg gevestigd is buiten de provincie wonen, dan zullen de maatregelen die op dat bedrijf betrekking hebben geen impact hebben op het inkomen uit vermogen in Limburg. We kunnen daarom geen rekening houden met de impact op de inkomens uit vermogen en de inkomsten van zelfstandigen.

We gaan daarom in dit rapport verder uit van de (weliswaar extreme) hypothese dat de kosten van de maatregelen integraal worden gedragen door de loontrekkenden. Verderop zullen we dan bespreken welke de gevolgen zijn van deze hypothese.

We hadden hierboven aangegeven dat TACO21 zou leiden tot verlies van arbeidsplaatsen. Zelfs in het extreem scenario dat zal de afname van het inkomen uit arbeid gelijk is aan de toename van de kosten van de bedrijven (703 miljoen EUR), zal de afname van het beschikbaar inkomen minder zijn dan de afname van de loonmassa, vermits:

- een deel van de loonkost van de bedrijven bestaat uit inkomensbelastingen en bijdragen aan de sociale zekerheid: deze verliespost wordt gedragen door de centrale overheden van het land;
- deze lonen vervangen zullen worden door vervangingsinkomens (waarbij de werkloosheidsuitkeringen ook gedragen worden door de centrale overheden);
- een deel van de ontslagen werknemers werk zal vinden buiten de provincie;
- een deel van de ontslagen werknemers niet in de provincie woont.

Laten we uitgaan van een extreem scenario waarbij geen enkele ontslagen werknemer werk vindt na zijn ontslag, en waarbij alle ontslagen werknemers effectief in Limburg wonen. We kunnen dan de impact op het beschikbaar inkomen als volgt berekenen.

Ten eerste bereken we de netto lonen die verloren gaan door de ontslagen. Het verschil tussen de loonkost voor een werkgever en de effectief ontvangen vergoeding (de "loonwig") hangt af van een hele reeks parameters, zoals het brutoloon en de familiale toestand van de betrokkene. Aangezien we niet beschikken over geïndividualiseerde gegevens voor Limburg zullen we uitgaan van de gemiddelde loonwig in België voor een getrouwd koppel met twee kinderen (waarbij een van de partners een "gemiddeld" loon ontvangt en de andere een loon dat overeenkomt met 67% van het gemiddeld loon). Voor een dergelijk "representatief" gezin bedraagt het ontvangen nettoloon ongeveer 52% van de totale loonkost voor de werkgever^{107, 108}. Dit betekent dat het netto inkomen dat verloren gaat door deze ontslagen gelijk is aan 52% van 703 miljoen EUR (=366 miljoen EUR).

Ten tweede schatten we de vervangingsinkomens die ontvangen zullen worden door de ontslagen werknemers.

De meerderheid van de ontslagen werknemers zullen recht hebben op een werkloosheidsuitkering.

¹⁰⁷ http://www.oecd.org/document/1/0,3343,en_33873108_33873261_45142209_1_1_1_1,00.html

¹⁰⁸ Voor sommige werknemers is dit een overschatting: bijvoorbeeld, iemand met een gemiddeld inkomen, maar zonder gezinslast, ontvangt slechts 45% van de loonkost voor de werkgever. Voor een gezin met gezinslast, maar met een lager inkomen, zal de loonwig dan weer kleiner zijn.

De effectief uitbetaalde werkloosheidsuitkeringen hangen eveneens af van een hele reeks parameters, zoals het laatst verdiende loon, de gezinslast, de duur van de werkloosheid, enz. Bovendien gebruikt men een loongrens van 2.206,46 EUR als bovengrens voor berekening van de werkloosheidsuitkeringen.

Aangezien het gemiddelde loon in België hoger ligt dan de loongrens die wordt gebruikt voor de berekening van de werkloosheidsuitkeringen, zullen we er in eerste instantie van uitgaan dat de uitkeringen overeenkomen met 60% van 2.131 EUR, dit is het gemiddelde van het hoogste maximum bedrag tijdens de eerste zes maanden werkloosheid en het hoogste maximum bedrag tijdens de volgende zes maanden¹⁰⁹. Om te berekeningen enigszins te vereenvoudigen gaan we er van uit dat er altijd een voorheffing van 10% op de werkloosheidsuitkeringen wordt geheven¹¹⁰. We gaan dus uit van een gemiddelde werkloosheidsuitkering van 1.151 EUR per maand, wat een overschatting inhoudt: niet alle ontslagen werknemers zullen immers een laatste brutoloon ontvangen hebben dat hoger ligt dan het maximum bedrag. Voor hen zal de ontvangen werkloosheidsvergoeding lager liggen. We kunnen ons er bovendien aan verwachten dat de categorieën met de laagste brutolonen ook grotendeels degenen zijn die achteraf het moeilijkste zullen hebben om een nieuwe baan te vinden. Onder dit scenario stijgen de uitbetaalde werkloosheidsuitkeringen met 254 miljoen EUR.

Daarom zullen we ook een alternatief scenario bekijken, waarbij alle ontslagen werknemers een leefloon ontvangen van 740 EUR per maand (dit komt overeen met het leefloon voor een alleenstaande¹¹¹). Onder dit scenario stijgen de uitbetaalde werkloosheidsuitkeringen met 163 miljoen EUR.

Zoals hierboven reeds aangegeven, houdt deze schatting er *geen* rekening mee dat een deel van de kosten niet zal gedragen worden door de inkomsten uit arbeid, maar door de inkomsten uit vermogen. Aangezien er geen vervangingsinkomens bestaan voor het verlies van inkomsten uit vermogen, zal de werkelijke daling van het beschikbaar inkomen van de gezinnen groter zijn dan deze berekeningen aangeven.

Voor de berekening van het **effect van de afwenteling van kosten door de bedrijven** en van de kosten die rechtstreeks door de gezinnen worden gedragen gaan we uit van de cijfers uit tabel 85. Deze kosten worden afgetrokken van het beschikbaar inkomen.

De huishoudens zullen de afname van hun koopkracht deels compenseren door minder te sparen, maar ook door minder te consumeren ten opzichte van het referentiescenario. We maken voor de inschatting van dit effect gebruik van de macro-economische consumptiefunctie die we reeds hebben besproken in Sectie 3.2.9: $\Delta C = 0.57 * \Delta Y_D$.

We beschikken nu dus over twee mogelijke scenario's voor het beschikbaar inkomen van de gezinnen:

- In het "optimistisch" scenario daalt het netto beschikbaar inkomen met 816 miljoen EUR (dit is: 366 miljoen EUR loonderving plus 705 miljoen EUR extra kosten min 254 miljoen EUR werkloosheidsuitkering). De afname van de consumptie bedraagt dan 465 miljoen EUR.
- In het "pessimistisch" scenario daalt het netto beschikbaar inkomen met 907 miljoen EUR (dit is, 366 miljoen EUR loonderving plus 705 miljoen EUR extra kosten min 163 miljoen EUR leeflonen). De afname van de consumptie bedraagt dan 517 miljoen EUR.

¹⁰⁹ http://rva.be/D_Opdracht_W/Werknemers/T111vw/ContentNL.htm

¹¹⁰ Er bestaat daar een aantal uitzonderingen op, zie: http://rva.be/D_Opdracht_W/Werknemers/T111vw/ContentNL.htm

¹¹¹ http://www.armoedebestrijding.be/cijfers_leefloon.htm

Voor de berekening van **de impact op de goederen en diensten geproduceerd door de huishoudens** gaan we uit van de veronderstelling dat een verandering van de tewerkstelling in de formele sector gepaard gaat met een (in absolute waarde) even grote wijziging in het aantal werklozen. Aangezien het tijdsgebruik van werklozen anders is dan van werkende mensen, zal dit ook een impact hebben op de totale hoeveelheid goederen en diensten geproduceerd door de huishoudens.

studerend, schoolgaand	46
deeltijds werkend	125
voltijds werkend	149
niet-werkend + gepensioneerden	556
Totaal aantal uren	877

Tabel 87: Miljoenen uren huishoudelijke arbeid in 2020 onder TACO21

In dit geval is de waarde van het aantal gepresteerde uren huishoudelijke arbeid 4.530 miljoen EUR. Aangezien onze schatting van het aantal verloren arbeidsplaatsen een "worst case" benadering inhoudt, moeten we ook hier voor ogen houden dat we waarschijnlijk het effect zullen overschatten.

We gaan er van uit dat de **niet-defensieve overheidsuitgaven** ongewijzigd blijven. Dit betekent onder andere dat we er van uit gaan dat de impact van de beleidsmaatregelen op de gezondheidsuitgaven integraal weerspiegeld is in de veranderingen in externe kosten.

Bij de berekening van de impact op de **netto groei van de kapitaalvoorraad** gaan we er van uit dat de bedragen die door de bedrijven worden uitgegeven aan de maatregelen van TACO21, onbeschikbaar worden voor investeringen in nieuwe kapitaalgoederen, tenminste in de sectoren die hun kosten niet kunnen doorrekenen aan hun klanten. Zoals hierboven reeds besproken gaan we er van uit dat alleen de energie- en de transportsector hun kosten kunnen afwentelen.

Concreet betekent dit dus dat volgende kostenposten worden afgetrokken van de investeringen:

- De directe kosten van de industrie, de tertiaire sector en de landbouw (na aftrek van de eventuele opbrengst van emissiehandel)
- Het deel van de kosten van de energie- en de transportsector dat werd afgewenteld op de bedrijven

We zien dan dat de netto investeringen dalen van 1.601 miljoen EUR naar 898 miljoen EUR. Dat is een zeer belangrijke afname. Aangezien de investeringen aan de basis liggen van de toekomstige economische groei, moeten we besluiten dat de economische kostprijs van TACO21 vooral op langere termijn merkbaar zal zijn.

We moeten er hier wel rekening mee houden dat we bij de berekening van de impact op de arbeidsmarkt er ook van uit gegaan zijn dat de kost integraal werd afgewenteld op de productiefactor arbeid. Daarom dient deze berekening beschouwd te worden als een extreem geval: in werkelijkheid zal de kostprijs van de maatregelen over meerdere actoren en sectoren worden afgewenteld. De exacte verdeling kunnen we echter niet inschatten.

Daarnaast zal elk beleidsscenario leiden tot een toename van de vraag naar energie-efficiënte goederen en naar goederen die toelaten het energieverbruik te reduceren. We kunnen ons ook verwachten aan een toename van de investeringen in deze sectoren,

die voor een deel de afname van de investeringen in andere sectoren zal compenseren. Er bestaan echter geen concrete data die ons zouden toelaten om dit effect kwantitatief in te schatten.

Wat betreft de **impact op milieukwaliteit** zullen we volgende aannames gebruiken:

- De impact op watervervuiling en de uitstoot van CFK's wordt niet meegenomen in deze analyse;
- **Luchtvervuilende emissies en broeikasgassen** volgen rechtstreeks uit de sectorale schattingen.

In totaal dalen de kosten van luchtvervuiling met -343 miljoen EUR, dat is 54,94% ten opzichte van het BAU scenario. Dat is duidelijk een zeer belangrijke afname.

	Arbeid- Optimistisch	Arbeid- Pessimistisch	Investerings
Consumptie	14.365	14.313	14.428
Huishoudelijke arbeid	4.530	4.530	4.462
Niet defensieve gezondheidsuitgaven	1.500	1.500	1.500
Niet defensieve onderwijsuitgaven	628	628	628
Kapitaalaanpassingen	1.601	1.601	898
Kosten milieudegradatie	-325	-325	-325
Totaal SISEW	22.299	22.247	21.591

Tabel 88: SISEW onder TACO21

Tabel 88 biedt een samenvatting van de componenten van de SISEW voor TACO21, voor 3 verschillende berekeningswijzen:

- De kolom "**arbeid-optimistisch**" verwijst naar de aanname dat alle kosten voor de bedrijven worden afgewenteld door het afdanken van personeel. De ontslagen personeelsleden ontvangen allemaal een werkloosheidsuitkering. In dit geval stijgt de SISEW licht (met 0,10%) ten opzichte van het BAU scenario. Een groot deel van de opgelopen kosten worden in dit geval immers opgevangen door de sociale zekerheid. De milieubaten (in de vorm van een verbeterde luchtkwaliteit) compenseren de overblijvende kosten.
- De kolom "**arbeid-pessimistisch**" verwijst naar de aanname dat alle kosten voor de bedrijven worden afgewenteld door het afdanken van personeel. De ontslagen personeelsleden ontvangen allemaal een leefloon. In dit geval is er een lichte afname van de SISEW (0,13%) ten opzichte van het BAU scenario. Bij de interpretatie van dit cijfer moeten we er opnieuw rekening mee houden dat de centrale overheid een groot deel van de kosten opvangt onder de vorm van leeflonen.
- De kolom "**investeringen**" verwijst naar de aanname dat alle kosten voor de bedrijven worden opgevangen door een even grote afname van de investeringen. In dit geval worden de kosten wel integraal door de Provincie gedragen, en daalt het SISEW met 3,08%.

5.5.1.4 Conclusie

Zowel wanneer we de conventionele indicatoren gebruiken (bruto regionaal product) als wanneer we de SISEW gebruiken, stellen we vast dat de verandering ten opzichte van het BAU scenario relatief beperkt blijft (-6% tot +0,10%).

Met betrekking tot de SISEW stellen we vast dat deze quasi ongewijzigd blijft ten opzichte van de BAU indien de kosten van de scenario's grotendeels worden gedragen door andere overheden (de sociale zekerheid). In de andere gevallen wordt de afname van de conventionele welvaartscomponenten niet gecompenseerd door de toename van de waarde van de milieu-indicatoren, en is er een afname van de SISEW met 3% (wat nog altijd kleiner is dan de verandering in het bruto regionaal product). De lezer dient hierbij wel voor ogen te houden dat we, omwille van databeperkingen, bij de berekening van deze milieu-indicatoren enkel rekening hebben gehouden met de uitstoot naar de lucht. Het is niet duidelijk wat de impact van de TACO21 maatregelen zal zijn op de waterkwaliteit en andere parameters zoals biodiversiteit.

We moeten hierbij nog een kanttekening plaatsen. De macro-economische projecties die we hebben gebruikt voor de basisscenario's zijn in feite te optimistisch, want ze houden geen rekening met de kost van de maatregelen uit het Europa scenario. Aangezien de technische maatregelen die wij beschouwen in TACO21 uitgaan van dit Europa scenario, betekent dit dat de kostenberekeningen die nu uitgevoerd zijn in het kader van TACO2 een onderschatting inhouden van de reële macro-economische kost van alle genomen maatregelen (Europa scenario + bijkomende maatregelen in het kader van TACO2).

Bovendien is de relatief beperkte macro-economische kost gebaseerd op de hypothese dat de prijs van biomassa ongewijzigd blijft. Indien andere regio's ook massaal op biomassa zouden overschakelen, zal de prijs van biomassa ongetwijfeld in grote mate stijgen. De macro-economische kostprijs zal dan veel hoger liggen. Onze berekeningen kunnen dus absoluut niet geëxtrapoleerd worden naar grotere geografische gegevens.

5.5.2 Socio-economische impact van het kostenneutraal scenario

Voor het inschatten van de socio-economische gevolgen van het kostenneutraal scenario hebben we grotendeels dezelfde benadering gevolgd als hierboven beschreven.

In eerste instantie hebben we dus de kosten berekend voor de bedrijven.

	Industrie	Residentieel	Tertiair	Transport	Landbouw	totaal over sectoren
Totaal	-6,41	58,99	0,82	-46,39	-6,00	1,01

Tabel 89: Macro-economische kost kosten-neutraal per sector (milj EUR)

De totale jaarlijkse kosten voor het bedrijfsleven nemen in dit geval met 58 miljoen EUR af – de netto-kosten van dit kostenneutraal scenario worden dus integraal gedragen door de gezinnen.

Aangezien de extra kosten voor de gezinnen al bij al relatief beperkt blijven, lijkt het ons *a fortiori* aannemelijk om géén rekening te houden met de indirecte impact van de kostentoeename voor de gezinnen op de bedrijfswinsten van Limburgse bedrijven.

Stel nu dat we er naar analogie met het TACO21 scenario van uit gaan dat de kostenafname voor het bedrijfsleven zich zal vertalen in het scheppen van nieuwe arbeidsplaatsen.

Ook hier gebruiken we twee projecties van het Bruto Regionaal Product voor 2020:

- Bij BRP_{Laag} worden alle kosten afgetrokken van het Bruto Regionaal Product – in het kostenneutraal scenario blijft het Bruto Regionaal Product dan ongewijzigd.
- Bij BRP_{Hoog} wordt de afname van de kosten voor het bedrijfsleven opgeteld bij het Bruto Regionaal Product, en bekomen we een Bruto Regionaal Product van 22.513 miljoen EUR. Dit moet gezien worden als een relatief optimistisch scenario. Het Bruto Regionaal Product *stijgt* dan met 0,26% ten opzichte van het referentiescenario.

We kunnen ook de impact op de SISEW berekenen.

Zoals altijd kijken we eerst naar het **effect op de persoonlijke consumptieve uitgaven** van de gezinnen.

Laten we eerst kijken naar de **impact op factorinkomens**. We gaan er voor deze berekening terug van uit dat de baten voor de bedrijven integraal worden gedragen door de loontrekkenden.

We hadden hierboven aangegeven dat het kostenneutraal scenario zou leiden tot het creëren van arbeidsplaatsen. Laten we er ook van uitgaan dat alle nieuwe aangeworven werknemers in Limburg wonen. We kunnen dan de impact op het beschikbaar inkomen als volgt berekenen.

Door uit te gaan van dezelfde hypothesen met betrekking tot de gemiddelde loonwage als onder TACO21, kunnen we concluderen dat het netto inkomen dat gecreëerd wordt door deze aanwervingen gelijk is aan 52% van 58 miljoen EUR (=30 miljoen EUR).

Ten tweede schatten we de vervangingsinkomens die verloren gaan voor de ontslagen werknemers. Indien deze aangeworven werknemers hierdoor een werkloosheidsuitkering verliezen van 1.151 EUR per maand, dan *dalen* de uitbetaalde werkloosheidsuitkeringen met 21 miljoen EUR (= 1.151 EUR per persoon per maand*12 maanden*1518 aangeworven personen).

Onder het alternatief scenario, waarbij alle aangeworven werknemers een leefloon verliezen van 740 EUR per maand, *dalen* de uitbetaalde uitkeringen met 13 miljoen EUR (= 740 EUR per persoon per maand*12 maanden*1518 aangeworven personen).

De **bijkomende kosten voor de gezinnen** (tabel 88) worden afgetrokken van het beschikbaar inkomen. De huishoudens zullen de afname van hun koopkracht deels compenseren door minder te sparen, maar ook door minder te consumeren ten opzichte van het referentiescenario. We maken voor de inschatting van dit effect gebruik van de macro-economische consumptiefunctie die we reeds hebben besproken in Sectie 3.2.9: $\Delta C = 0.57 * \Delta Y_D$.

We beschikken nu dus over twee mogelijke scenario's voor het beschikbaar inkomen van de gezinnen:

In het "optimistisch" scenario daalt het netto beschikbaar inkomen met 42 miljoen EUR (dit is: 30 miljoen EUR toename van het inkomen uit arbeid min 59 miljoen EUR extra kosten min 13 miljoen EUR leeflonen). De afname van de consumptie bedraagt dan 24 miljoen EUR.

In het "pessimistisch" scenario daalt het netto beschikbaar inkomen met 50 miljoen EUR (dit is, 30 miljoen EUR toename van het inkomen uit arbeid min 59 miljoen EUR extra kosten min 21 miljoen EUR werkloosheidsuitkeringen). De afname van de consumptie bedraagt dan 28 miljoen EUR.

Voor de berekening van **de impact op de goederen en diensten geproduceerd door de huishoudens** gaan we uit van de veronderstelling dat een verandering van de tewerkstelling in de formele sector gepaard gaat met een (in absolute waarde) even grote wijziging in het aantal werklozen. Aangezien het tijdsgebruik van werklozen anders is dan van werkende mensen, zal dit ook een impact hebben op de totale hoeveelheid goederen en diensten geproduceerd door de huishoudens.

studerend, schoolgaand	46
deeltijds werkend	125
voltijds werkend	163
niet-werkend + gepensioneerd	528
Totaal aantal uren	862

Tabel 90: Miljoenen uren huishoudelijke arbeid in 2020 onder het kostenneutraal scenario

In dit geval is de waarde van het aantal gepresteerde uren huishoudelijke arbeid 4.456 miljoen EUR.

We gaan er van uit dat de **niet-defensieve overheidsuitgaven** ongewijzigd blijven.

Bij de berekening van de impact op de **netto groei van de kapitaalvoorraad** gaan we er van uit dat de bedragen die vrijkomen in het kostenneutraal scenario, geïnvesteerd worden in nieuwe kapitaalgoederen, tenminste in de sectoren die hun kosten niet kunnen doorrekenen aan hun klanten. Concreet betekent dit dus dat volgende kostenposten worden opgeteld bij de investeringen:

De directe kosten van de industrie, de tertiaire sector en de landbouw
Het deel van de kosten van de energie- en de transportsector dat werd afgewenteld op de bedrijven

We zien dan dat de netto investeringen toenemen van 1.601 miljoen EUR naar 1.659 miljoen EUR – dat is een toename met 4%.

Aangezien we er bij de berekening van de impact op de arbeidsmarkt ook van uit gegaan zijn dat de kost integraal werd afgewenteld op de productiefactor arbeid, mogen we deze twee effecten niet cumuleren – zie tabel 90.

Wat betreft de **impact op milieukwaliteit** kunnen we alleen rekening houden voor de impact op broeikasgassen: voor de andere emissies zijn er geen data beschikbaar. In totaal dalen de kosten van luchtvervuiling dan met 27,50% ten opzichte van het BAU scenario –dit blijft een zeer belangrijke afname.

	Arbeid- Optimistisch	Arbeid- Pessimistisch	Investerings
Consumptie	14.806	14.802	14.797
Huishoudelijke arbeid	4.456	4.456	4.462
Niet defensieve gezondheidsuitgaven	1.500	1.500	1.500
Niet_defensieve onderwijsuitgaven	628	628	628
Kapitaalaanpassingen	1.601	1.601	1.659
Kosten milieudegradatie	-541	-541	-541
Totaal SISEW	22.451	22.446	22.505

Tabel 91: SISEW onder het kostenneutraal scenario

Tabel 90 biedt een samenvatting van de componenten van de SISEW voor TACO21 kostenneutraal, voor 3 verschillende berekeningswijzen:

De kolom "arbeid-optimistisch" verwijst naar de aanname dat de kostenafname voor de bedrijven zich vertaalt in het aanwerven van personeel. De aangenomen personeelsleden ontvingen allemaal een leefloon. In dit geval stijgt de SISEW licht (met 0,78%) ten opzichte van het BAU scenario. De bijkomende milieubaten (in de vorm van een afname van de CO2 uitstoot) zijn immers groter dan de bijkomende kosten voor de gezinnen.

De kolom "arbeid-pessimistisch" verwijst naar de aanname dat de kostenafname voor de bedrijven zich vertaalt in het aanwerven van personeel. De aangenomen personeelsleden ontvingen allemaal een werkloosheidsuitkering. In dit geval is er een lichte toename van de SISEW (0,76%) ten opzichte van het BAU scenario.

De kolom "investerings" verwijst naar de aanname dat de kostenafname voor de bedrijven zich vertaalt in een even grote toename van de investeringen. In dit geval stijgt de SISEW met 1,03%.

Kortom, zowel wanneer we de conventionele indicatoren gebruiken (bruto regionaal product) als wanneer we de SISEW gebruiken, stellen we dus vast dat de verandering ten opzichte van het BAU scenario maximaal 1% bedraagt.

5.6 SWOT-analyse van de scenario's

De sterkte-zwakte analyse, in het Engels ook SWOT-analyse genoemd, bundelt de sterktes en zwaktes per scenario in het kader van de potentiële kansen en gevaren. Een dergelijke analyse wordt vaak gebruikt bij het nemen van beslissingen en bij het bepalen van koers en strategie.

5.6.1 TACO21



Figuur 36: Een overzicht van de sterktes, zwaktes, opportuniteiten en gevaren van het TACO21 scenario.

Het meest in het oog springend resultaat van TACO21 is het feit dat het op provincieniveau technologisch haalbaar lijkt om op een korte tijdspanne van 10 jaar bijna volledig CO₂ neutraal te worden. Tegelijkertijd echter houdt deze korte tijdshorizon ook gevaren in:

- in werkelijkheid stuiten technologische innovaties vaak op niet-technologische hindernissen (vergunningen, maatschappelijke weerstand, marktvrage, etc) die de

ontwikkeling, verspreiding en implementatie van technologische innovaties kunnen doen vertragen of falen (Negro, 2007);

- het beperkt de waaier aan opties tot de op dit moment technologisch haalbare maatregelen en sluit daarbij veelbelovende technologieën (bijvoorbeeld diepe geothermie en CCS) uit.

Het volledig realiseren van TACO21 vereist enorme investeringen. Daartegenover staat dat TACO21 een relatief omvangrijk pakket 'no regret' en lage kost maatregelen bevat met een negatieve of lage marginale kost. Dit maakt de kans reëel dat investeerders aangesproken worden voor concrete implementatie ervan. De sectorale opbouw en de doorrekening van het scenario laat de provincie toe om via een gerichte aanpak (de economische) opportuniteiten te identificeren.

Uiteraard is het binnen de scope van deze studie niet mogelijk om een gedetailleerde investeringsanalyse van de voorgestelde maatregelen uit te voeren. Daarenboven is het uitgangspunt dat maatschappelijke netto kosten worden berekend en is het afhankelijk van het gekozen instrument voor de implementatie om te becijferen welke doelgroepen de lusten krijgen en welke de lasten betalen.

Het brede socio-economisch perspectief omvat alle relevante sectoren in de provincie Limburg. Dit veelomvattend kader is niet alleen een belangrijk pluspunt, het biedt tevens toekomstmogelijkheden aan om als provincie

- een koplopersrol te vervullen, zeker in Vlaanderen, maar ook ruimer;
- een sectorale aanpak na te streven;
- hieraan het ecologisch perspectief te verbinden.

Dit laatste is een vereiste om de duurzaamheidsproblemen ten gronde aan te pakken. Nadelig is dan weer dat er geen rekening werd gehouden met de scope 3 emissies in het scenario; niet alleen worden hierdoor de werkelijke emissies onderschat, ook het reductiepotentieel wordt niet volledig benut.

Alle maatregelen opgenomen in TACO21 zijn in principe technologisch haalbaar en heel wat maatregelen vereisen geen drastische aanpassingen aan het huidige systeem om geïmplementeerd te worden, wat kansen biedt voor een succesvolle uitrol. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat sommige maatregelen een eerder fundamentele ommezwaai vereisen (bijvoorbeeld de versnelde introductie van plug in en hybride transportmodi) in denkwijzen en/of infrastructuur.

Eén van de grootste zwaktes van TACO21 is de grote afhankelijkheid van biomassa om de reducties te bewerkstelligen. Dit gegeven is nauw gecorreleerd aan de korte tijdshorizon van 2020. Het verbranden van biomassa wordt algemeen als 'CO₂ neutraal' beschouwd omdat de plant tijdens zijn leven CO₂ uit de lucht heeft opgenomen. In tijdseenheden gezien, klopt dit plaatje enkel als we evenveel CO₂ vrijzetten dan dat er wordt opgenomen. Dit blijkt echter niet het geval te zijn; de grote vraag aan biomassa voor biobrandstoftoepassingen heeft ertoe geleid dat er grote gebieden worden ontbost om biomassaplantages aan te leggen. Via dergelijke ontbossing komt er meer CO₂ vrij dan enkel de hoeveelheid opgeslagen in de biomassa aangezien de bodems in regenwouden erg CO₂-rijk zijn. Bovendien gaan dergelijke praktijken ten koste van de plaatselijke biodiversiteit en ecosysteemdiensten. Bovenstaande weerspiegelt een globaal probleem: er is niet voldoende grond en biomassa om zowel in de voedsel als energiebehoefte te voorzien. In het TACO21 scenario kan de provincie Limburg weliswaar CO₂ neutraal zijn, maar dit gaat ten koste van emissies elders. In andere woorden, het probleem wordt geografisch afgewenteld.

Een algemene zwakte van deze scenario-oefening is toe te schrijven aan de onzekerheden en aannames die ermee gepaard gaan. Niet alleen kunnen deze de

resultaten beïnvloeden, ze kunnen ook het draagvlak beïnvloeden en mogelijk zelfs leiden tot vertraging van actie of verlamming van essentiële actoren.

5.6.2 TACO22

Het uitgangspunt van het visionaire scenario is om voor zo ver als mogelijk de zwaktes uit het eerste scenario (TACO21) te ondervangen. Dit betekent echter niet dat er met het visionair scenario geen zwaktes en gevaren gepaard gaan.



Figuur 37: Een overzicht van de sterktes, zwaktes, opportuniteiten en gevaren van het visionaire scenario.

Eén van de grootste sterktes van het visionair scenario is dat het langetermijn perspectief richting geeft en dus leidend kan zijn voor alle beleidsniveaus. Bovendien verruimt het vizier waardoor er meer opties en oplossingen mogelijk zijn aangezien onverwachte doorbraken niet uitgesloten worden. Het biedt tevens ook ruimte om de maatschappelijke culturele evolutie 'slim te sturen' naar een duurzaamheidscultuur die net zo ingebakken zit als de consumptiecultuur van vandaag. Bovendien creëert het ruimte om te experimenteren met nieuwe wijzen en manieren en te leren door te doen.

Anderzijds wordt deze verre tijdshorizon ook gepercipieerd als zijnde te ver van het dagelijks denken en doen. Dit levert gevaren vooral op vlak van psychologische barrières en beschermingsmechanismen.

Een andere zwakte van het visionair scenario is dat vele maatregelen nogal abstract en vaag en niet becijferbaar zijn wat niet opportuun is om een investeringsklimaat te creëren en meer ruimte laat voor discussie aangezien het kostenplaatje en reductiepotentieel ongekend is. Hierdoor kunnen keuzes minder goed onderbouwd worden wat op zich het draagvlak en het nemen van actie nadelig kan beïnvloeden.

Een positief gegeven van het visionair scenario is het systemisch perspectief en het streven naar veerkracht opent kansen voor een transitie naar oprecht duurzame en dynamische systemen. Dit laatste houdt in dat er adaptief gereageerd kan worden op veranderingen in de omgeving.

III. Conclusies en aanbevelingen

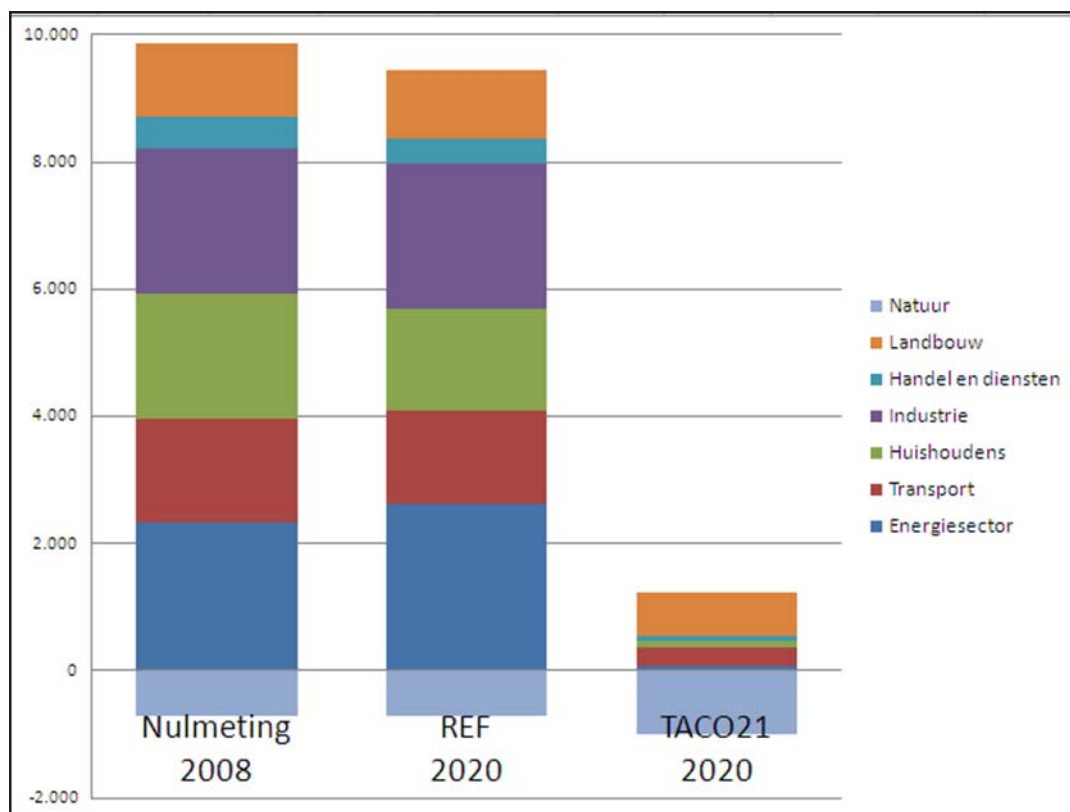
HOOFDSTUK 6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Globale conclusies en aanbevelingen

'Governments underestimate what they can do in the long term and overestimate what they can do in the short term.'
- Geoff Mulgan -

Conclusie 1: Limburg CO₂-neutraal in 2020: mission Lim-possible !

De uitdaging om binnen afzienbare tijd de volledige provincie Limburg CO₂ neutraal te maken is ongekend. In deze studie wordt met het TACO21-scenario aangetoond dat het technisch mogelijk is om CO₂ neutraal te worden in 2020. Daarbij wordt het principe gehanteerd dat elke sector 'voor eigen deur veegt' en de resterende emissies gecompenseerd worden door de sector natuur. Scope 3 emissies worden hierbij niet beschouwd.



Figuur 38: Een overzicht van de emissiereducties van het referentiescenario in 2020 en het TACO21 scenario t.a.v. de nulmeting in 2008

Aanbeveling 1: Werk aan mitigatie volgens het 'trias energetica' principe

In het kader van de klimaatproblematiek kan de provincie Limburg haar verantwoordelijkheid opnemen door het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen op haar grondgebied ('mitigatie') te bewerkstelligen volgens logisch, opeenvolgende stappen. Mitigatie is bij voorkeur gebaseerd op de zogenaamde 'trias energetica':

1. Verminder de energievraag;
2. Gebruik en productie van duurzame energie;
3. Efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen;.

Deze algemene aanbeveling wordt verder uitgediept in paragraaf 6.2.

Conclusie 2: Limburg CO₂-neutraal: Van korte termijn winst naar lange termijn waarde

De complexiteit van de huidige werkelijkheid (wetgevende kaders, economische infrastructuur en heersende paradigma's) maakt dat het volledig implementeren van het maatregelenpakket uit TACO21 tegen 2020 weinig realistisch is. Er is geen 'silver bullet' waar de provincie Limburg zwaar kan op inzetten om de ambitieuze doelstelling te halen. Daarenboven bestaat het risico dat de focus op CO₂-neutraliteit leidt tot negatieve effecten op andere duurzaamheidsaspecten binnen of buiten de provincie. Dit is bekeken in het meer visionaire TACO22-scenario.

Aanbeveling 2: Verruim het streven naar CO₂-neutraliteit tot een bredere transitie naar een duurzame provincie

Een dergelijke transitie realiseren, noodzaakt een nieuw soort denken en handelen dat opportuniteiten maximaal benut en valkuilen tijdig identificeert, wegwerpt of ontwijkt. Hoewel disciplines zoals transitie management steeds meer wetenschappelijke en praktijkgerichte onderbouwing krijgen, zijn er geen pasklare oplossingen/aanbevelingen om een veranderingsproces van die omvang te stroomlijnen. *Al doende leren en al lerende doen* zijn in dit verband de sleutels tot succes. Duurzame ontwikkeling impliceert bovendien dat de maatschappij zichzelf onderwerpt aan kritische zelfbespiegeling: zijn graduele optimalisaties en efficiëntieverhogingen genoeg om de CO₂-uitstoot ten gronde aan te pakken? Is het streven naar CO₂-reducties genoeg om het klimaatprobleem aan te pakken en hoe is dit gerelateerd aan de andere duurzaamheidsproblemen waarmee we te kampen hebben? Deze vragen kwamen ook regelmatig aan de oppervlakte tijdens de klankbordbijeenkomsten en de brainstorm met een aantal koplopers die in het kader van deze studie georganiseerd werden.

De klimaatproblematiek en het ruimer duurzaamheidskader die aan de basis liggen van deze studie noodzaken een ruimere schets van aanbevelingen in een generiek kader waarbinnen dan ingezoomd wordt op meer specifieke aanbevelingen en concrete acties in paragraaf 6.3.

Conclusie 3: Limburg CO₂-neutraal: muurslopers en bruggenbouwers gevraagd

Uitgangspunt van een Limburgse klimaatstrategie is dat de klimaatopwarming weliswaar onafwendbaar is, maar dat door het beperken van de uitstoot van broeikasgassen wel de mate en snelheid van de klimaatopwarming beïnvloed kan worden. Dit is uiteraard een globale uitdaging, waarin elk beleidsniveau binnen de eigen bevoegdheden verantwoordelijkheid moet opnemen. De provincie Limburg en haar gemeenten hebben weliswaar niet alle instrumenten in handen om de doelstelling te verwezenlijken, toch kunnen ze als katalysator de transitie naar klimaatneutraliteit in een stroomversnelling brengen.

Aanbeveling 3: Benut maximaal het instrumentarium van de provincie

In parallel met het uitbouwen van de randvoorwaarden voor een transitie naar een duurzaam Limburg moet er natuurlijk gewerkt worden aan het implementeren van concrete beleidsmaatregelen voor de geselecteerde beleidsdomeinen via een mix van instrumenten. Deze conclusie en de daaraan gekoppelde algemene aanbeveling wordt verder uitgediept in paragraaf 6.4.

*'Impossible is not a fact. It's an opinion. Impossible is not a declaration.
It's a dare. Impossible is potential. Impossible is temporary.'*

- nba -

6.2 Een vergaande reductie volgens het 'trias energetica' principe

In het kader van de klimaatproblematiek kan de provincie Limburg haar verantwoordelijkheid opnemen door het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen op haar grondgebied ('mitigatie') volgens logische, opeenvolgende stappen. Mitigatie moet gebaseerd zijn op de zogenaamde 'trias energetica', zoals ook aangegeven in het Limburgse milieubeleidsplan 2010-2013. Zoals in de scenario's is aangetoond, moet een aanzienlijke reductie tegen 2020 het streefdoel zijn, als belangrijke mijlpaal in de transitie naar een duurzame provincie.

1. Verminder de energievraag.

De vraag naar energie moet drastisch omlaag. Dit kan door kritische vragen te stellen omtrent

- het nut/de noodzaak van sommige vormen van energiegebruik (bv. airconditioning, verwarming van open terrassen);
- steeds betere energieprestaties in de bouw- en renovatie, industrie, landbouw, ... na te streven (bv. passiehuizen, ...);
- meet- en regeltechnieken toe te passen (bv. bewegings- en daglichtschakelingen);
- technologische vernieuwing (bv. LED-verlichting, elektrische voertuigen);
- gedragsverandering (bv. meer gebruik maken van openbaar vervoer).

Het verminderen van de energievraag is vooral van tel voor de gebouwde omgeving. Goed isoleren en slim bouwen zijn sleutelvoorwaarden. Hoe dit kan bewerkstelligd worden, wordt uitgebreid omschreven in de maatregelen M-01 tot M-09, M-12, M-13 en M-15 van de sector huishoudens en maatregel M-01 voor de sector handel en diensten. Maar ook in de andere sectoren kan er efficiënter omgesprongen worden met energie: industrie (M-02), transport (M-01) en landbouw en natuur (M-07; M-09 tot M-11).

2. Gebruik en productie van duurzame energie.

Het idee is om de resterende energievraag zo veel mogelijk in te vullen met de duurzame energiebronnen zon, wind, water, aardwarmte en duurzame biomassa, zoals aangegeven in de scenario's. Opnieuw kan dit principe toegepast worden in alle sectoren. De sector energieproductie speelt hier echter een fundamentele rol (zie maatregelen M-01 tot M-07). Voor transport komt dit neer op een versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (M-02) of een verhoging van de bijmenging van biobrandstoffen (M-03). Onder andere warmtepompen, pelletketels en zonneboilers kunnen ingezet worden in de sector huishoudens (M-10 tot M-12, M-14, M-16), handel en diensten (M-02 tot M-04) en landbouw (M-09). Stookinstallaties op biomassa en groene WKK's kunnen ingezet worden in de industrie (M-01 en M-03).

3. Efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen.

Fossiele bronnen zullen nog enkele decennia in een (afnemend) deel van de energiebehoefte voorzien. De omzetting van deze fossiele energie zal op zeer efficiënte wijze moeten gebeuren en een hoge benuttingsgraad moeten hebben, onder meer door benutting van alle restenergie en tijdelijk opslag van warmte en koude.

Handelen vanuit de 'trias energetica' maakt integrale afwegingen noodzakelijk. Een oplossing die voordeel heeft in het heden bijvoorbeeld, kan nadelig uitpakken in de toekomst. We schetsen kort de dimensies die afwegingen noodzakelijk maken.

Ruimtelijke afweging

De 'trias energetica' fungeert als richtlijn bij het opstellen van energieplanning op elk niveau, gaande van de overkoepelende energievisie voor de provincie Limburg tot het realiseren van energieprojecten in individuele gebouwen. Hier geldt de algemene vuistregel dat je op het kleinste schaalniveau moet beginnen met aanpassen en afwenteling naar hogere schaalniveaus moet voorkomen. De energievraag in individuele woningen of gebouwen moet dan zo ver als mogelijk verlaagd worden, en de resterende energievraag moet zo ver als mogelijk lokaal ingevuld worden met duurzame bronnen alvorens naar hogere schaalniveaus te kijken voor het verder tegemoet komen aan de lokale energievraag.

Tijdsschalen

Daarnaast is ook een afweging rond tijdsschalen nodig. Enerzijds is het natuurlijk zo dat de urgentie van de klimaatproblematiek geen verder uitstel duldt. Vanuit die optiek is het belangrijk dat de uitstoot van broeikasgassen zo snel mogelijk gereduceerd wordt. Anderzijds moeten we er ons bewust van zijn dat veel van de beslissingen die we nu nemen i.v.m. infrastructuur, ruimtelijke of economische herstructurering, gebouwen, enz. invloed hebben op de (zeer) lange termijn (doorgaans 50-100 jaar).

De beslissingen van nu moeten dus ook rekening houden met de (verre) toekomst; zo is het bv. belangrijk dat we door huidige beslissingen de toepassing van toekomstige beloftevolle technologieën niet onmogelijk maken. Daarom moet een beredeneerd onderscheid gemaakt worden tussen:

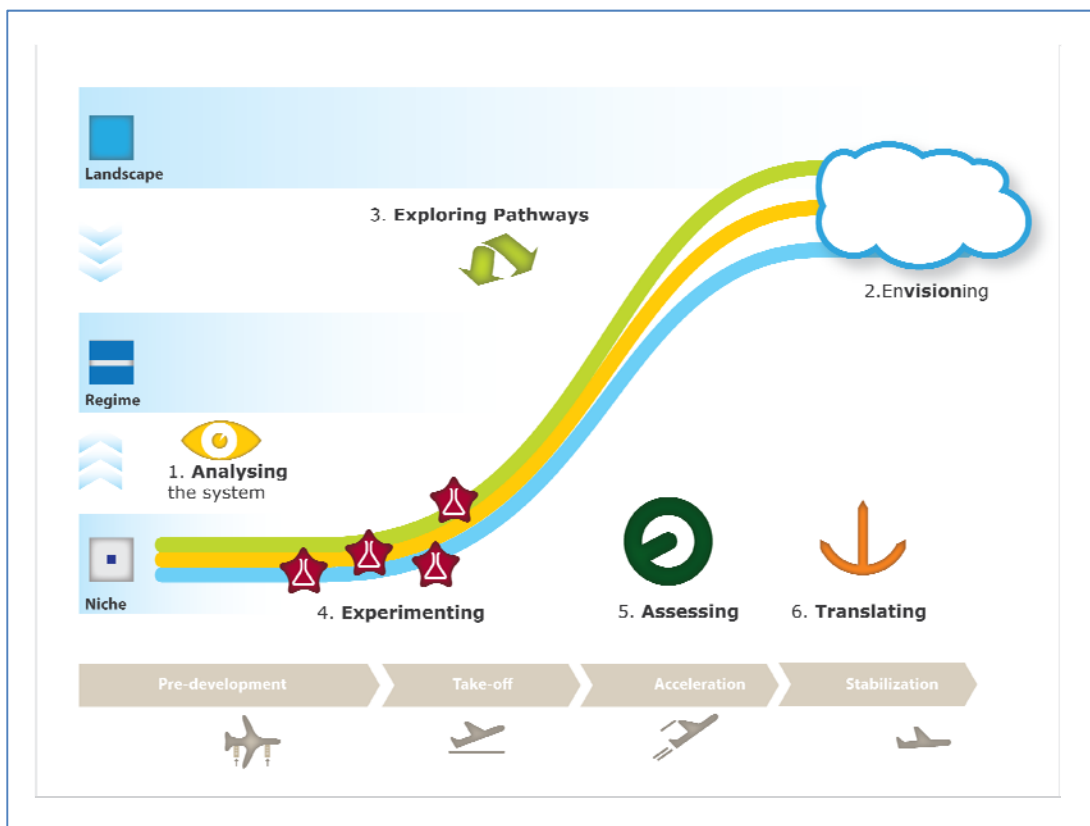
1. Het nemen van effectieve maatregelen die nu al mogelijk zijn, en die mogelijk beloftevolle toekomstige opties niet onmogelijk maken (bv. energiebesparing in bestaande gebouwen);
2. Het versneld voorbereiden van innovaties die op de middellange termijn (\pm 2020) voluit kunnen ingezet worden (bv. slimme meters/'smart grids', introductie van elektrische voertuigen);
3. Het ondersteunen (waar mogelijk) van innovatieve onderzoeks- of demonstratieprojecten die mogelijk op de lange termijn (>2020) beloftevol zijn (bv. geothermie).

6.3 Ruimer kader voor de transitie van de provincie

Naar een specifieke en oriënterende beleidsaanpak om de transitie van de grond te krijgen

Om nieuwe en complexe problemen zoals de klimaatproblematiek aan te pakken zijn traditionele beleidsconcepten en instrumenten noodzakelijk maar onvoldoende. Er is aanvullend beleid nodig dat als strategische oriëntatie gericht is op structurele veranderingen op lange termijn. Vorige generaties van beleidsconcepten en – instrumenten blijven nodig, maar ze worden aangevuld en in een ruimer 'transitie'kader geplaatst (MIRA, 2009). Noodzakelijke ingrediënten van een transitieaanpak zijn:

1. denken in een systeemperspectief dat de brede waaier aan technologische, institutionele en socio-culturele innovaties omvat;
2. richting geven aan beslissingen, handelingen en investeringen van individuele actoren aan de hand van een brede, gedragen langetermijnvisie en;
3. experimenteren met innovaties die aansluiten bij de lange termijnvisie, het ontwikkelen van niches rond deze innovaties en het verdiepen, verbreden en opschalen van deze niches.



Figuur 39: Transitie in al zijn facetten gevisualiseerd door een S-curve

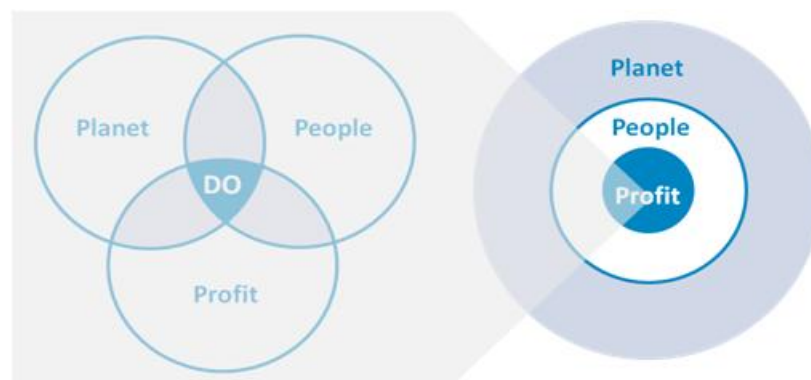
Ontwikkelen van een systeemperspectief

Om naar meer duurzame systemen te evolueren, is een systeemperspectief onontbeerlijk. Een systeemperspectief ontwikkelen is een gradueel en participatief proces waarin het leggen van verbindingen centraal staat. Het gaat hier om

verbindingen in de ruimste zin: tussen oorzaak en gevolg, tussen verschillende problematieken, tussen verschillende domeinen, actoren, beleidsniveaus etc. Hiervoor dient er tijd, ruimte en financiële ondersteuning vrijgemaakt worden. Het objectief om CO₂-neutraal te worden is alvast een mooi aanknopingspunt om te verbinden met het ecologisch perspectief en het duurzaamheidskader. Idealiter start een dergelijk proces vanuit een hybride (zowel top down als bottom up), flexibel en transdisciplinair platform dat getrokken wordt door *frisdenkers* vanuit alle relevante provinciale invalshoeken. Hierbij wordt een 'niche' in bestuur en beleid gecreëerd waarin oplossingen samen tot stand gebracht worden (co-creatie).

Dit is uiteraard verre van een gemakkelijke opdracht. Een eerste stap bestaat erin om een aantal veelvoorkomende valkuilen te vermijden:

- probleemverschuiving: Een oplossing op lokaal niveau kan bij opschaling namelijk leiden tot een globaal probleem. Het meest voor de hand liggende voorbeeld is dit van biobrandstoffen (cf. TACO21) die de emissies doet dalen maar tegelijkertijd elders leidt tot ontbossing. Hierdoor komen grote hoeveelheden opgeslagen CO₂ vrij die de besparingen te niet kunnen doen. Hierbij dient men wel op te letten dat men het kind niet met het badwater weggooit: nieuwe technologieën zijn zelden vanaf het eerste moment volledig duurzaam. Er is een bepaalde leercurve nodig om technieken te optimaliseren.
- hokjesdenken: Economie, sociologie en ecologie zijn geen drie op zichzelf staande entiteiten zoals traditioneel afgebeeld als de triple P doorsneden van duurzame ontwikkeling. Profit zit ingebed in het sociologische systeem (people) en het sociologische systeem zit ingebed in de biosfeer (planet). Ook in het kader van technologische innovatie dient men af te stappen van een hokjesmentaliteit aangezien technische systemen diep in maatschappelijke structuren ingebed zitten. Technologische innovaties dienen naast het bieden van structurele oplossingen ook rekening te houden met de heersende culturele (identiteit, perceptie en instellingen) en praktijkgerichte (gewoontes, gebruiken en routines) aspecten in de maatschappij. Het ontwikkelen van een allesomvattende transitiestrategie is derhalve noodzakelijk om duurzame oplossingen te integreren, implementeren en versnellen.



Figuur 40: De triple P strategie van duurzame ontwikkeling: van aparte naar ingebedde entiteiten

Ontwikkelen van een langetermijnvisie en het uittekenen van scenario's

Transities zijn niet vanzelfsprekend positief. Ook negatieve transities naar een lagere graad van wenselijkheid zijn mogelijk. In de transitietheorie speelt het wervend karakter van een langetermijnvisie bijgevolg een belangrijke functie enerzijds als strategische oriëntatie ('pull' effect) waarop het beleid en maatschappelijke actoren zich kunnen richten en anderzijds omdat het een leerproces genereert waardoor het zicht op het heden en de toekomstmogelijkheden verandert (MIRA, 2009). Om een voldoende gedragen visie te ontwikkelen is het aan te bevelen om deze zo veel mogelijk participatief tot stand te laten komen. Verder is het noodzakelijk om de lange termijn objectieven te koppelen aan korte termijn opbrengsten/voordelen. Het is ook essentieel voor het opwekken en in stand houden van het vertrouwen van investeerders dat er garanties gekoppeld worden aan een langetermijnvisie. Hiervoor is er enerzijds steun nodig van politieke actoren en dient er anderzijds garantie te bestaan dat deze beleidskeuzes politieke legislaturen overleven.

In voorliggende studie zijn een aantal scenario's uitgetekend om te komen tot CO₂-neutraliteit, die als basis kunnen dienen voor het denken in scenario's naar een ruimere langetermijnvisie rond 'Limburg duurzaam'.

Het initiëren van experimenteren

De transformatie naar een koolstofneutrale provincie vraagt tijd, meer tijd dan de oorspronkelijke tijdshorizon van 2020. Onafhankelijk van de tijdshorizon die gekozen wordt (2020, 2030 of 2050), actie dient nu ondernomen te worden. Een transitieaanpak vraagt naast het ontwikkelen van een systeemperspectief en de participatieve co-creatie van een toekomstvisie en leerprocessen, ook praktijkexperimenten waarin innovaties op kleine schaal uitgetest kunnen worden. Dergelijke experimenten hebben bovendien ook een strategische finaliteit aangezien ze duurzame systemen (bijvoorbeeld een hernieuwbaar energiesysteem) dichterbij brengen en specifieke kennis genereren (vakmensen en installateurs) die nodig is om de nieuwe technologieën adequaat in te zetten.

Concreet kunnen we voor Limburg denken aan pilootprojecten rond ondermeer geothermie, algen, transition towns, adaptief beleidsmaken, duurzame gebiedsontwikkeling...

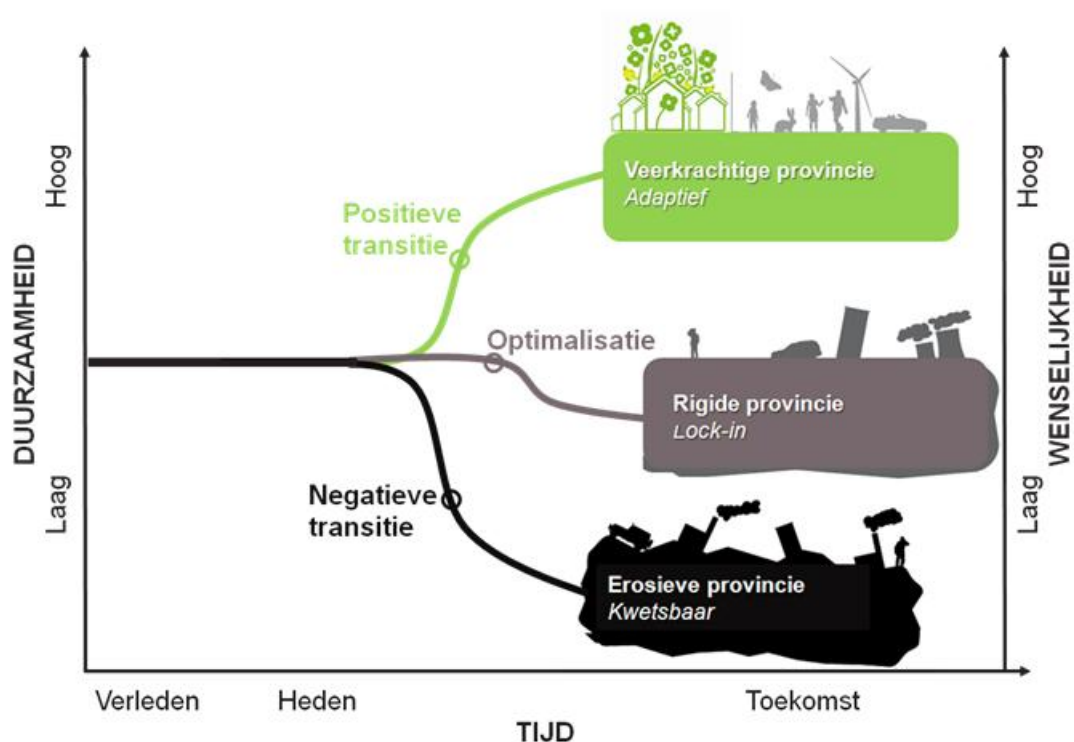
Transitie is een maatschappelijk proces

De transitie naar een CO₂-neutrale provincie gaat verder dan technologische oplossingen. Technische systemen zitten namelijk diep ingebed in maatschappelijke structuren (daarom spreekt men ook van socio-technische systemen). De visie en strategie dient bijgevolg gedragen te worden door de maatschappij als zodanig en dient ook te voldoen aan het verwachtingspatroon van de maatschappelijke actoren. Participatie en empowerment in de ruimste zin zijn hiervoor essentieel. Om alle relevante actoren te betrekken dient de communicatiestrategie te vertrekken vanuit het publiek en niet vanaf het probleem.

Het stimuleren van het *Limburggevoel* als identiteit, erfenis en *sense of place* en dit associëren met het objectief van CO₂-neutraliteit is hiervoor een goed uitgangspunt. Hiervoor kan er gebruik gemaakt worden van alle culturele modi: kunst, sociale netwerken, social marketing, idolen, rolmodellen, etc. voor het versterken en vormen van nieuwe sociale netwerken.

Op weg naar een 'veerkrachtige' provincie

Het merendeel van de dominante paradigma's waarop onze maatschappij steunt gaat uit van stabiele systemen en omstandigheden. De klimaatsproblematiek echter, toont aan dat de aarde eerder in een staat van dynamisch onevenwicht verkeerd. In dit licht is goed aangepast zijn niet de meest opportune oplossing; zich goed kunnen aanpassen daarentegen wel. Kenmerken van veerkracht zijn flexibiliteit, redundantie, diversiteit, korte feedback loops, rijk sociaal en ecologisch kapitaal, groot leervermogen en innovatiecapaciteit, modulariteit, en overlap in beleid. Door veerkracht als overkoepelende visie te hanteren kunnen condities gecreëerd worden die deze kenmerken bewerkstelligen. Een veerkrachtige provincie zal dus positief kunnen omgaan met variabiliteit dankzij geleidelijke veranderingen/aanpassingen in tegenstelling tot abrupte shocks.



Figuur 41: Conceptuele weergave van transitiepaden in functie van duurzaamheid en wenselijkheid

Naast het nemen van mitigatiemaatregelen moet de provincie Limburg zich ook via adaptatiemaatregelen voorbereiden op toekomstige klimaatveranderingen, die een impact kunnen hebben op economie, gezondheid, natuur, landbouw en waterhuishouding. Naar analogie met de 'trias energetica' bestaat er ook voor adaptatiemaatregelen een afwegingskader, de zogenaamde 'klimaatladder':

1. Voorkom verdere klimaatverandering (dat wil zeggen: steeds prioriteit geven aan 'mitigatie');
2. Ga om met onzekerheid door het inbouwen van flexibiliteit voor onverwachte scenario's;
3. Voorkom negatieve effecten van klimaatverandering en benut positieve effecten: ruimte voor water, beschaduwing, vegetatiedaken, klimaatbuffers, klimaatbestendig bouwen, voorlichting en preventie, benut de waarde van groen en water;
4. Voorkom/verklein schade wanneer effecten zich toch voordoen (hitteplannen, evacuatieplannen, calamiteitenplannen, crisismanagement, flexibel vervoersmanagement);

5. Bouw voorwaarden in voor soepel herstel van negatieve effecten: financiële buffers (verzekeringen, fondsen), overstromingbestendig bouwen, enz.

Aangezien er naast het klimaatprobleem nog tal van andere uitdagingen zijn, lijkt een meer generieke adaptatiestrategie om veerkracht in te bouwen aangewezen. We bouwen hier voort op het kader dat geschetst werd door de Resilience Alliance¹¹², een alliantie van onderzoeksinstituten gespecialiseerd op het vlak van veerkracht en weerbaarheid. De volgende indicatoren van veerkracht zijn erg relevant voor regio's en kunnen overwogen worden in de Limburgse context:

- % gezonde en evenwichtige ecosystemen;
- % voedsel lokaal gecultiveerd;
- % van bedrijven waarvan het kapitaal lokale eigendom is;
- Afstand werk- en woonplaats voor inwoners van de stad;
- Afstand werk- en woonplaats voor pendelaars;
- % van de energie lokaal geproduceerd;
- Kwantiteit van de bouwmaterialen gerecycleerd;
- % essentiële goederen lokaal geproduceerd;
- % composteerbaar afval dat werkelijk wordt gecomposteerd.

Randvoorwaarden voor een succesvolle transitie naar een veerkrachtig Limburg

Richting geven via slimme sturing

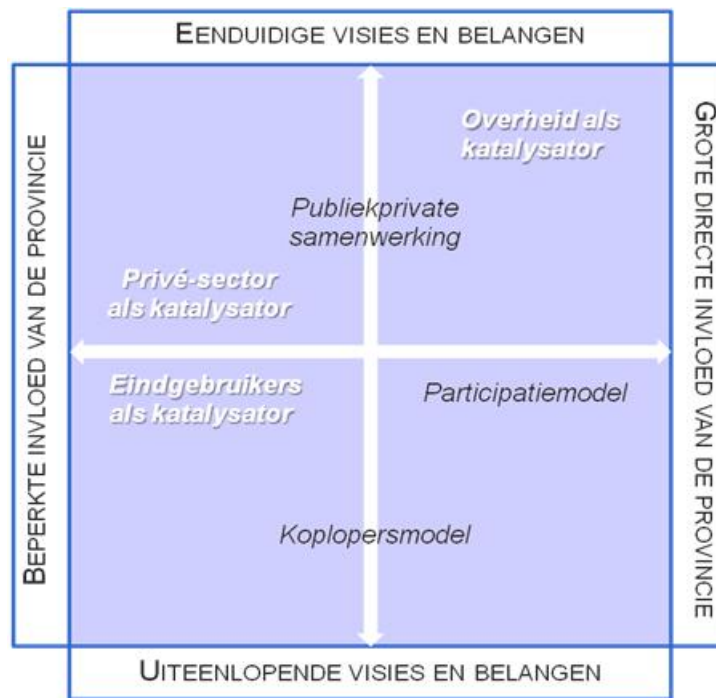
Hoe kan de provincie 'slim sturen' om de nodige partijen mee te krijgen en gezamenlijk de ambities waar te maken? De directe invloed van de provincie op vlak van regulering is eerder beperkt. Daarnaast wensen eindgebruikers steeds meer inspraak en verenigen burgers vaker hun krachten om bepaalde initiatieven van de grond te krijgen. Door hier rekening mee te houden en op in te spelen kan de provincie de transitie naar een koolstofarme provincie slim sturen. In de praktijk komen verschillende vormen van sturen voor. In het Nederlandse voorbeeld van duurzame gebiedsontwikkeling¹¹³ hebben ze zes sturingsvormen geabstraheerd op basis van betrokken actoren en onderlinge verhoudingen:

- *Overheid als katalysator*. Dit is de klassieke vorm waar de provincie de centrale positie vervult om haar plannen zelf te ontwikkelen en uit te rollen.
- *Privésector als katalysator*. Het initiatief wordt genomen vanuit de privésector, bv een projectontwikkelaar. De overheid oefent hier een eerder toetsende en stimulerende rol uit.
- *Eindgebruiker als katalysator*. Het initiatief wordt genomen vanuit de eindgebruikers, bv. de bewoners. Ook hier oefent de overheid een eerder toetsende en stimulerende rol uit.
- *Regie via het participatiemodel*. De provincie oefent hier een verbindende rol uit terwijl ze de regie zelf in handen houdt. In dit model geeft de provincie meer ruimte aan de betrokkenen door hen vroeg in het proces te betrekken en een belangrijke stem te geven bij beslissingen.
- *Regie via publiekprivate samenwerking*. Hier gaat de verbindende regie uit van een coproductie tussen overheid en projectontwikkelaars.
- *Regie via het koplopersmodel*. In dit model wordt er ruimte gecreëerd voor frisdenkende om tot een gedeeld toekomstperspectief te komen. Hiervoor worden 'vernieuwers' samen gebracht met 'veranderaars' om toe te werken naar een gezamenlijke actie agenda.

¹¹² <http://www.resalliance.org/>

¹¹³ <http://www.duurzamegebiedsontwikkeling.nl/>

Realisatie van het objectief om CO₂-neutraal te worden heeft meer kans op slagen als publieke, private en particuliere belangen op één lijn kunnen gebracht worden. Slim sturen houdt in dat de meest optimale sturingsvorm(en) ingezet wordt in functie van de fase van ontwikkeling, de posities van de betrokken actoren en de diversiteit aan belangen. Ervaringen in Nederlandse transitie arena's zijn samengevat in onderstaande figuur waarin de sturingsvormen worden gekaderd aan de hand van de directe invloed van de provincie en de graad van eenduidigheid van visies en belangen.



Figuur 42: Sturingsvormen in functie van invloed, visies en belangen

Oprichten van een Limburgse 'klimaatalliantie'

De missie om van Limburg een duurzame, klimaatneutrale en klimaatbestendige provincie te maken overstijgt dus ruimschoots de reikwijdte en bevoegdheden van een provincie. Daarom kan er best voor gekozen worden om de komende jaren te werken aan het oprichten van een uitvoeringsorganisatie met als middelpunt een 'klimaatalliantie'. Een dergelijke klimaatalliantie is gebaseerd op coalities tussen overheden, middenveld en marktpartijen en marktpartijen onderling. Het provinciebestuur moet hiertoe een trekkende rol opnemen. Doel van de klimaatalliantie is het opstellen van klimaatprogramma's die op de middellange termijn d.m.v. concrete 'targets' richtinggevend zijn voor de provinciale maatschappelijke actoren (bv. 5-jaarlijkse programma's).

De bedoeling is het ontstaan van een organisatievorm te stimuleren waarin de lokale en provinciale overheden deelnemer zijn samen met diverse andere veelal lokale en regionale partijen die de Limburgse missie onderschrijven en actief uitdragen. Daarnaast worden best concrete werkgebieden afgelijnd waarvoor specifieke 'transitiearena's' (die de belangrijkste actoren actief op dat specifieke gebied) worden opgericht. Ter inspiratie geven we hier het voorbeeld van de stad Tilburg, die de volgende transitiearena's in het leven riep: organisatie duurzame energiediensten (financiering en realisatie van energiebesparings- en duurzame energieprojecten in de regio Tilburg); convenant huursector (energiebesparing en duurzame energie in de

corporatiewoningen in de regio Tilburg + gedragsbeïnvloeding); gezondheid en klimaatverandering; water en klimaatverandering; gedragsverandering; klimaat en ruimtelijke ordening; duurzame bedrijventerreinen en bedrijven; en gemeentelijke gebouwen, installaties & vervoer.

Naar analogie met Nederlandse voorbeelden (bv. Den Haag) kan eraan gedacht worden om aan de werking van de klimaatalliantie de nodige armslag te geven door het oprichten van een **klimaatfonds**. Het Klimaatfonds Den Haag stimuleert klimaatneutraal werken en wonen. Het fonds vraagt organisaties en huishoudens in Den Haag en omgeving om hun invloed op het klimaat zo veel mogelijk te beperken. De invloed van een organisatie of huishouden wordt daarbij uitgedrukt in ton CO₂. Een eenvoudige rekenmodule berekent op basis van het elektriciteitsverbruik, het gasverbruik en de verbruikte liters brandstof voor vervoer het aantal ton CO₂ waar een organisatie verantwoordelijk voor is. Vervolgens wordt gevraagd voor elke ton CO₂ een bedrag over te maken aan het Klimaatfonds Den Haag (op dit moment is dat € 20 per ton CO₂). Het fonds investeert deze gelden in projecten in de stad zelf (dus er wordt geen gebruik gemaakt van compensatiemechanismen) en garandeert de reductie van een gelijke hoeveelheid CO₂. De projecten worden uitgevoerd met onder andere scholen, sportverenigingen, evenementen en welzijninstellingen. Van de oprichtende partners van het fonds wordt gevraagd dat zij naast een actieve bijdrage aan het fonds (in de vorm van een financiële bijdrage of de inzet van expertise, mensen of middelen) ook zelf actief stappen ondernemen om klimaatneutraal te werken.

Het goede voorbeeld geven

Als het provinciebestuur een trekkende rol wil opnemen in het oprichten van een klimaatalliantie dan is het uiteraard ook belangrijk zelf het goede voorbeeld te geven. Dit wordt door de provincie Limburg erkend door het ondertekenen (als eerste Vlaamse provincie) van het lokale Kyoto-protocol (een campagne van de Bond Beter Leefmilieu). Als de provincie Limburg klimaatneutraliteit op haar grondgebied nastreeft, is het belangrijk dat de provincie deze doelstelling ook voor haar eigen provinciale diensten nastreeft. Met andere woorden: een duidelijke stappenplan waarin de provincie aangeeft hoe zij als organisatie zelf denkt op termijn klimaatneutraal te werken is absoluut aangewezen. Vertrekkend van een degelijke nulmeting (naar analogie met de nulmeting voor alle activiteiten op het Limburgs grondgebied) moet dergelijk stappenplan zeker de volgende activiteiten in rekening brengen:

- gebruik van de gebouwen van het provinciaal bestuur;
- woon-werkverkeer van provinciale medewerkers;
- eigen wagenpark;
- verplaatsingen voor het werk;
- inkoop van producten en diensten;
- onderwijs, sport, cultuur;
- energiegebruik bij andere activiteiten die onder de provinciale bevoegdheid vallen.

Een vergelijkbaar verhaal dient opgebouwd te worden bij de Limburgse steden en gemeenten, met het provinciebestuur als inspirator en aanjager.

Stevige communicatie

Het actief uitdragen van de visie 'Limburg klimaatneutraal' is een integraal onderdeel van een succesvolle strategie. Toch willen we waarschuwen voor een overdreven nadruk op communicatie als die niet ingebed is in een ruimer geheel van 'signalen' (het equivalent van 'lichaamstaal') die aangeven dat het de provincie 'menens' is met haar klimaatambities. Onderzoek naar politieke communicatie wijst in dat verband op de

volgende elementen van een succesvolle politieke campagne (Luntz, 2007; Heath and Heath, 2007; Westen, 2007):

- het vooropstellen van één specifieke doelstelling op de lange termijn;
- een duidelijk plan om die doelstelling te halen (met inbegrip van concrete acties op de korte termijn);
- het toekennen van voldoende mensen en middelen om de doelstelling effectief te realiseren;
- en (aanvullend op de voorgaande drie voorwaarden) een effectieve communicatiestrategie die al het voorgaande in een simpele en overtuigende boodschap weet te verpakken.

Een effectieve communicatiestrategie houdt bovendien rekening met de verschillende doelgroepen, en past de manier van communicatie aan aan het doelpubliek:

- communicatie tussen de actoren die betrokken zijn bij de uitvoering van het klimaatplan (de partners in de klimaatalliantie en de transitie-arena's): hierbij is het vooral van belang om op basis van wederzijds vertrouwen lessen te trekken uit concrete projecten;
- communicatie tussen Limburg en actoren buiten Limburg: laten zien waar Limburg mee bezig is + deelname aan specifieke netwerken (o.a. op EU niveau) voor uitwisseling van ervaring;
- communicatie binnen het provinciebestuur zelf: gaat vooral over het aantonen van het belang van klimaatneutraliteit voor alle diensten van het provinciebestuur, bvb. via interdepartementale werkgroepen;
- communicatie naar steden en gemeenten;
- communicatie naar het 'brede publiek': alle maatschappelijke actoren en burgers binnen Limburg op de hoogte brengen van het bestaan van het klimaatplan + wijzen op concrete mogelijkheden om zelf vorm te geven aan de transitie (bvb. bekendmaken van ondersteuningsmechanismen, de mogelijkheid om projecten in te dienen bij het klimaatfonds, enz.).

6.4 Het instrumentarium

6.4.1 Over tamboerijnen, wortels en stokken

In parallel met het uitbouwen van de randvoorwaarden voor een transitie naar een duurzaam, klimaatneutraal en klimaatbestendig Limburg (opbouwen van netwerken en allianties, opstellen van visie en klimaatplan, uitbouwen van communicatiestrategie) moet er natuurlijk gewerkt worden aan het implementeren van concrete beleidsmaatregelen voor de geselecteerde domeinen met een mix van instrumenten.

De nadruk in de eerste fase van het transitieproces moet liggen op het nemen van die maatregelen die nu al mogelijk zijn en een groot potentieel aan CO₂ reductie hebben, zonder elders/later duurzaamheidsproblemen te veroorzaken en bovendien de toepassing van mogelijk beloftevolle toekomstige opties niet onmogelijk maken. Algemeen kan het provinciebestuur op drie manieren invloed uitoefenen:

1. Via directe regulering (in de vakliteratuur aangeduid met de term '*sticks*'): het rechtstreeks opleggen van bepaalde maatregelen;
2. Via financiële instrumenten (in de vakliteratuur aangeduid met de term '*carrots*'): het beïnvloeden van investeringskeuzes of gedrag door het toekennen van subsidies, belastingvoordelen of goedkope leningen;
3. Via overtuigingskracht (in de vakliteratuur aangeduid met de term '*tambourines*'): het beïnvloeden van maatschappelijke actoren op basis van morele argumenten, informatie, opleiding, communicatie, enzovoort.

De mogelijkheden tot **directe regulering** voor het provinciaal beleid zijn relatief beperkt. De provincies zijn algemeen bevoegd voor de "provinciale belangen"; milieuzorg en duurzame ontwikkeling vallen onder deze noemer. Provincies kunnen in principe in deze materies reglementerend optreden. Dat kan wel enkel in zoverre de hogere overheid (federaal/gewestelijk) op dat domein niet zelf regulerend is opgetreden. Met andere woorden, provincies kunnen vooral *aanvullend* optreden waar een bepaald onderwerp niet volkomen geregeld is van hoger hand. Een voorbeeld zijn de bijkomende milieuvergunningvoorwaarden bovenop het Milieuvergunningdecreet en Vlare I en II.

Daarnaast worden de provincies ook betrokken bij een aantal procedures (bv. milieuvergunningprocedure, convenanten, het opstellen van tal van beleidsplannen...), waar de provincie dus wel op een indirecte manier invloed kan uitoefenen. Dit alles maakt dat we onze specifieke aanbevelingen voor het provinciaal beleid in de komende jaren vooral richten op de *tambourines* en de *carrots*. De '*trias energetica*' geldt steeds als leidraad. Hier reiken we mogelijke denk- en handelpistes aan die door het provinciaal beleid in komende beleidsrondes verder bediscussieerd en geconcretiseerd moeten worden.

Onder de noemer '**financiële instrumenten**' denken we op het niveau van de provincies en haar gemeentes in de eerste plaats aan de verfijning en uitbreiding van de subsidiemechanismen, zoals de REG-subsidies.

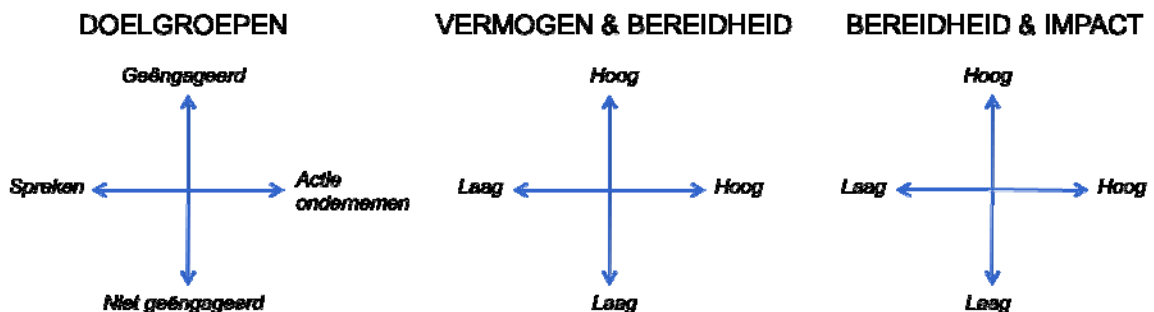
Economische instrumenten in het energiebeleid zijn echter niet beperkt tot subsidies, ook emissieheffingen en verhandelbare emissierechten vormen een optie. Hun voornaamste voordeel ten opzichte van directe regulering is dat ze de vervuilers zelf ertoe aanzetten om de meest kosteneffectieve emissiereducerende maatregelen te nemen: de emissies zullen teruggedrongen worden tegen de laagste kost voor de maatschappij in haar geheel (dit effect wordt aangeduid als '*statische efficiëntie*'). Bovendien zetten ze de vervuilers meer dan directe regulering aan tot het zoeken naar innovatieve manieren om de emissies verder terug te dringen ('*dynamische efficiëntie*'). Ten opzichte van subsidies bieden verhandelbare emissierechten en heffingen het

voordeel dat ze geen middelen wegtrekken uit andere economische sectoren: het uitbreiden van steunmechanismen vereist immers dat men belastingen verhoogt of dat men bespaart op andere openbare uitgavenposten.

Nochtans lijken noch emissieheffingen noch verhandelbare emissierechten ons in dit geval aan te bevelen als beleidsinstrument:

- Voor de bedrijven kan het totaal bedrag aan te betalen emissieheffingen veel hoger liggen dan de technische kost van de emissiereducerende maatregelen (soms tot een factor 10). Als Limburg unilateraal een emissieheffing zou invoeren, zou dit (onafhankelijk van de juridische haalbaarheid) waarschijnlijk leiden tot een massale uittocht van bedrijven naar andere regio's.
- Er bestaat reeds een Europees systeem van verhandelbare CO₂ emissierechten voor grote bedrijven. Een van de redenen waarom kleinere uitstoters van broeikasgassen hiervan zijn vrijgesteld, ligt in de omvangrijke administratiekosten die gepaard gaan met het beheer van een dergelijk systeem. Voor kleine uitstoters liggen deze administratiekosten hoger dan de potentiële efficiëntiewinsten.

De waaier aan mogelijkheden van **sociale regulering** is enorm uitgebreid en biedt veel mogelijkheden in het kader van *slim sturen*. De transitie naar een koolstofarme samenleving noodzaakt een omslag in denken en doen van de maatschappij als geheel. Drie factoren zijn hierin essentieel: afstemming in functie van doelgroepen, psychologische drijfveren en evolutionair biologische drijfveren. Een adequate strategie van sociale regulering steunt op juiste kennis van het publiek. Hiermee bedoelen we alle actoren: overheden, industrie, bevolking, sectoren, media, wetenschap, NGO's, verenigingen enz. Deze kunnen vervolgens ingedeeld worden volgens engagement, vermogen, daadwerkelijke actie, bereidheid en impact. Op basis hiervan kan een prioriteitenplan uitgewerkt worden.



Figuur 43: Indeling van doelgroepen volgens engagement, vermogen, bereidheid en impact

Verder is het ook belangrijk om de psychologische drijfveren in rekening te brengen. Ruwweg kan men het publiek indelen in drie grote groepen: de behoudsgezinden, de onbeslist en de pioniers. De groep 'onbeslist' is de grootste groep (DEFRA, 2008). Elke groep heeft specifieke stimulansen en motivators nodig. Ter illustratie worden enkele voorbeelden van psychologische drijfveren en mogelijke katalysatoren voor deze drie groepen weergegeven in onderstaande tabel.

	Actie	Stimulans	Katalysator
Behoudsgezind	<i>Iemand anders</i>	<i>Ik verander liever niet</i>	<i>Nabije omgeving en officiële instituten</i>
Onbeslist	<i>We moeten ons organiseren</i>	<i>Als het in de mode is</i>	<i>Rolmodellen, artiesten, kampioenen, ambassadeurs</i>
Pionier	<i>Ik doe het zelf</i>	<i>Ethische noodzaak</i>	<i>Netwerk van interessante mensen met een doel</i>

Tabel 92: Voorbeelden van drijfveren en katalysatoren volgens groep (bewerkt van Futerra, 2010)

In de volgende paragrafen gaan we dieper in op de mogelijkheden voor de sectoren die in deze studie aan bod komen. Onderstaande tabel vat de voornaamste instrumenten samen per sector.

	DIRECTE REGULERING 'Stokken'	MARKTCONFORME REGULERING 'Wortels'	SOCIALE REGULERING 'Tamboerijnen'
Sectoroverkoepelende instrumenten			
	<ul style="list-style-type: none"> - Aanvullend beleid van milieuzorg en duurzame ontwikkeling - Bijkomende milieuvergunningsvoorwaarden - Invloed uitoefenen op gewestelijk en/of federaal beleidsmaken - Ruimtelijke planning (PRUP's) 	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaatfonds - Verfijning en uitbreiding van subsidiemechanismen - Emissieheffingen en verhandelbare emissierechten¹¹⁴ - Ondersteunen van burgerinitiatieven 	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaataliantie - Transitie arena's - Proeftuinen - Innovatienetwerken - Een politieke partij overstijgend project - Publieke debatten/ Town hall meetings/ Brainstorm sessies - Scenario workshops - Social marketing - Social engineering - Media & artistieke campagnes - Stimuleren van burgerinitiatieven - Inschakelen van lokale rolmodellen
Sectorspecifieke instrumenten			
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Versoepelen van milieuvergunningsvoorwaarden voor groene energieprojecten 	<ul style="list-style-type: none"> - Steunen van onderzoeksprojecten 	<ul style="list-style-type: none"> - Opbouwen expertise via deelname aan onderzoeksprojecten - Provinciale hernieuwbare energiescan (biomassa, wind, zon, geothermie) - Gemeentelijke (wijk) warmtekaarten - Co-creatie van duurzame energieprojecten met de inwoners
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - Milieuvergunningen - Periodieke controles van milieuvergunningen met focus op energiebesparing 		<ul style="list-style-type: none"> - Partnerships - Actieve deelname in de klimaataliantie - Gezamenlijke

¹¹⁴ Let wel op de kanttekening die hierbij gemaakt werd in de tekst

Conclusies en aanbevelingen

			<ul style="list-style-type: none"> - onderzoeksprojecten - Expertise delen - Clusterprojecten - Energiescans
Huishoudens	<ul style="list-style-type: none"> - Bouwcodes en bouwvergunningen: vastleggen van energieprestatieniveau's en standaarden voor passiefbouw - Groene huurcontracten - Energie-efficiëntiescore voor huurhuizen - Energie efficiëntiescore bij verkoop 	<ul style="list-style-type: none"> - Energiedienstenbedrijf (ESCO) - Groepsaankoop groene stroom - Bijkomende subsidies gekoppeld aan strengere kwaliteitseisen - 'Pay as you save' leningen - Persoonlijk emissiekredieten 	<ul style="list-style-type: none"> - Informatiepunten/websites - Slimme meters die inefficiëntie aanduiden - Gratis energie audits - Persoonlijk advies inzake premies en subsidies voor energiebesparende maatregelen - Promoten passief via openhuizen dag, voorbeeldprojecten - Wedstrijden (bv. klimaatwijken) - Infodagen en opleidingen voor aannemers, installateurs en bouwbedrijven - Convenant met bouwbedrijven rond verregaande prestatienormen
Handel en diensten	<ul style="list-style-type: none"> - Groene huurcontracten - Juridische drempels weg werken 	<ul style="list-style-type: none"> - Groepsaankoop groene stroom - Energiedienstenbedrijf (ESCO) - Promoten derde partij financiering 	<ul style="list-style-type: none"> - Intrasectorale en intersectorale samenwerking stimuleren
Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Slimme kilometerheffing - Rekeningrijden - Aankoopbeleid op basis van milieuprestatie - Quota opleggen voor productie groene electriciteit bestemd voor mobiliteit - Controle en garantie op bijmenging biobrandstoffen 	<ul style="list-style-type: none"> - Voorzien van laadpunten - Ondersteunen van initiatieven rond gebruik i.p.v. bezit van voertuigen (bv. autodelen via cambio) - Groepsaankoop groene vloot - Subsidies voor aankoop/gebruik elektrische voertuigen 	<ul style="list-style-type: none"> - Promotie openbaar vervoer, gebruik fiets en autodelen - Eco-driving - Promotie milieuvriendelijke wagens via informatiepunten, websites (vb ecoscore)

Conclusies en aanbevelingen

Landbouw	<ul style="list-style-type: none"> - Vereenvoudigen vergunningsaanvraag hernieuwbare energietechnologiën 	<ul style="list-style-type: none"> - Subsidies voor koolstofarme landbouw technieken - Subsidies voor streekgeen voedselpakketten - Vergoeding voor producten en diensten - Subsidies voor afbouw van de veestapel - Subsidies voor opstarten van onderzoek naar haalbaarheid van verschillende maatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> - Stimuleren van coöperatieven van streekgeen producten (o.a. biologisch en organische groentepakketten) - Promotiecampagnes voor stimuleren van daling vleesconsumptie (bv. veggiedag) - Creëren van een overlegplatform voor glastuinbouwbedrijven (stimuleren clustering) - Campagnes om landbouw en consument dichterbij elkaar te brengen
Natuur	<ul style="list-style-type: none"> - Reglementering die bosverlies tegen gaat (verplichte boscompensatie – quota voor boskap) - Via RUP gronden reserveren voor bossen 	<ul style="list-style-type: none"> - Subsidies voor aanplanten bossen, duurzaam bosbeheer - Studie naar duurzame biomassastromen van natuurbeheer - Waardering ecosysteemdiensten (monetair en niet monetair) - Investeringsfonds voor ecosysteemdiensten 	<ul style="list-style-type: none"> - Sequestratie in tuin initiatieven - Bouw mee aan natuurgebied initiatieven (bv. actie van dieren in nesten) - Scan van biomassastromen afkomstig van natuurbeheer - Informatieverstrekking en campagnes rond ecosysteemdiensten en hun waarde voor de lokale bevolking - Opschaling lopende campagnes (van koesterburen naar koestergebieden)

Tabel 93: Een overzicht van de meest relevante instrumenten voor de provincie

6.4.2 Energieproductie

Hoewel volgens de 'trias energetica' het eerste accent (zeker in een eerste fase) moet liggen op energiebesparing, is er ook aandacht nodig voor lokale duurzame energie. Belangrijke kansen zijn er bij nieuwbouw. Gezien het belang van biomassa in het TACO21 scenario verdient het zeker aanbeveling om de beste regionale mogelijkheden voor duurzame bioenergie te stimuleren en ondersteunen zonder daarbij de biomassatoevoer voor materialenbehoeften te reduceren. Een aanpak volgens het principe van de ecopyramide zoals beschreven in maatregel 4 van het visionair scenario is aanbevelingswaardig. In eerste instantie (in het kader van het opnemen van een voorbeeldfunctie) kan bijvoorbeeld onderzocht worden hoe provinciale, stedelijke en gemeentelijke duurzame biomassastromen zoveel mogelijk beschikbaar gemaakt kunnen worden voor gebruik in bio-energie installaties. Daarnaast kan geopteerd worden voor een uitgebreide provinciale biomassa-scan. Deze scan moet inzicht bieden wat de meest kansrijke opties zijn in de provincie Limburg. Soortgelijke scans kunnen eveneens uitgevoerd worden voor windenergie en zonne-energie (inschatting van het beschikbare dakoppervlak, percentage met geschikte oriëntatie, enz.).

Om het potentieel voor WKK en wijkverwarming in te schatten kunnen de gemeentes aangespoord worden om 'warmtekaarten' op te stellen, die een gedetailleerd overzicht geven van de warmtevraag en -aanbod op lokaal niveau. Op basis van deze scans kan een echt provinciaal hernieuwbare energieplan worden opgesteld en kan realistisch ingeschat worden in hoeverre de provincie voor haar energiegebruik op lokale hernieuwbare energiestromen kan rekenen.

Bij de lokale inplanting van duurzame energieprojecten is het vaak belangrijk om op de actieve steun van buurtbewoners te kunnen rekenen. Lokale besturen kunnen hiertoe bijdragen door als 'bemiddelaar' of 'facilitator' op te treden voor dergelijke projecten en de lokale inbreng in het project tijdig te organiseren (om mogelijke bezwaren tijdig op te vangen, vooraleer ze kunnen uitgroeien tot destructieve en tijdrovende conflicten).

Daarnaast kan de provincie ook actief onderzoeksprojecten ondersteunen (financieel of communicatief) die betrekking hebben op kansrijke opties voor de toekomst (bv. geothermie, slimme energieproductie en -vraagsturing, CO₂ opslag, duurzaam transport en logistiek, enz.). Deze kansrijke opties kunnen verder ondersteund worden vanuit het Cleantech-platform (waarin de provincie Limburg een voortrekkersrol opneemt), dat de cruciale knowhow omtrent beloftevolle technologische innovaties verankert in de provincie.

Aanvullend op het realiseren van duurzame energieproductie op het eigen grondgebied kan de provincie Limburg ook overwegen om in een overgangsfase de aankoop van duurzame energie (die elders geproduceerd wordt - cf. scope 2) te stimuleren. In navolging van een initiatief van de provincie Antwerpen (in samenwerking met 64 Antwerpse gemeenten) kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een groepsaankoop van een groene stroom. De provincie Antwerpen groepeerde de aanvragen van deelnemers die wensten van energieleverancier te veranderen om een groen stroomcontract af te sluiten. Deelnemers konden online inschrijven of aan de balie van hun gemeentebestuur. Die lokale loketten noteerden zo'n 10% van de inschrijvingen. De provincie Antwerpen vond het belangrijk om als bestuur mensen wegwijs te maken op de vrije energiemarkt. Er bestaat namelijk nog steeds een grote drempel bij veel mensen om van energieleverancier te veranderen. Het vertrouwen in de provincie als degelijk bestuur, werkt die drempels duidelijk weg. Ongeveer 28.000 mensen schreven zich in; 41% daarvan ging ook effectief in op het aanbod van de energieleveranciers die de laagste prijs aanboden voor groene stroom en de combinatie elektriciteit en gas.

6.4.3 Industrie

Met betrekking tot bedrijven richt de provincie zich best op de 'tambourines': partnerschap, stimulering maar ook handhaving via de milieuvergunningen. De provincie Limburg streeft best naar samenwerking met de lokale bedrijfspartners bij het realiseren van klimaat- en energiedoelen en de klimaatneutraalambitie. Dit kan bijvoorbeeld partners uit het bedrijfsleven tot actieve deelname in de klimaatalliantie te stimuleren. Daarnaast is handhaving op energiegebied een belangrijke taak. Het opleggen van bijzondere milieuvergunningsvoorwaarden voor klasse 1-bedrijven biedt perspectieven, al moet de kanttekening gemaakt worden dat dit kan leiden tot beroepsprocedures bij het gewest en/of delocalisatie. Bij periodieke controles van milieuvergunningen moet veel aandacht naar energiebesparing gaan. Verder kan er ook een stimulerend beleid ontwikkeld worden omtrent vergroening van de industrie niet enkel op vlak van productieprocessen maar ook op vlak van producten.

6.4.4 Gebouwde omgeving (huishoudens en handel/diensten)

Energiebesparing in de bestaande bouw is één van de meest effectieve en kansrijke manieren om veel CO₂-reductie te bereiken. Een groot deel van de woningen en gebouwen van 2050 staan er nu al. Het energiezuiniger worden daarvan is een belangrijke stap op weg naar 'Limburg CO₂-neutraal'. Om voor pakweg 2020 het grootste aantal woningen energiezuinig te maken is een groot aantal woningverbeteringen per jaar nodig, zoals blijkt uit de TACO2-scenarioberekeningen. Voor particuliere woningen wordt er daarom best in samenspraak met de gemeentes (die de bouwvergunningen verlenen en ook subsidies toekennen) krachtig op ingezet om een forse groei van het aantal woningverbeteringen per jaar te bereiken. Hiervoor zal een gedifferentieerde en intensieve aanpak met diverse ondersteuningsinstrumenten van het type 'carrots', 'sticks' en 'tambourines' gebruikt moeten worden. Ook hier is direct regulerend optreden (de 'sticks') moeilijk haalbaar, vermits energieprestatienormen voor woningrenovaties op andere beleidsniveaus vastgelegd worden.

Wat de 'carrots' betreft kan de provincie op basis van een inventarisatie van al bestaande financiële stimuli op andere beleidsniveaus (federale belastingaftrek, premies van de netbeheerders REG-acties, gemeentelijke subsidies enz.) beslissingen nemen omtrent bijkomende financiële prikkels. Deze subsidies kan men koppelen aan strengere kwaliteitseisen (bv. hoge isolatiewaarde,...) om aanzienlijke energiebesparingen te promoten. Het is belangrijk dat deze subsidies en bijhorende criteria aansluiten bij het evoluerende Vlaamse en federale beleid. Zo vraagt het steeds strengere E-peil pad nieuwbouw volgens het Vlaamse Energieprestatiebesluit om steeds strengere eisen voor subsidies gekoppeld aan E-peilen.

Ook in de gebouwde omgeving valt het meest te verwachten van een combinatie van de inzet van (gedeeltelijk al bestaande) financiële instrumenten en actieve communicatie. Het is van groot belang dat eens een woningeigenaar de beslissing tot een energiebesparende renovatie heeft genomen die renovatie ook effectief tot op het meest kosteneffectieve niveau wordt doorgevoerd. Om tot een vergaand effect te bereiken zullen hogere subsidies dan de huidige vereist zijn.

Suboptimale beslissingen zorgen voor het betonneren van een extra CO₂-uitstoot voor vele jaren (woningen worden slechts zelden gerenoveerd; het moment waarop toch tot een renovatie wordt overgegaan vormt een echte 'window of opportunity'). Het provinciebestuur kan hierop inspelen door te wijzen op de substantiële besparing op energiekosten die doorgaans mogelijk is bij renovatie (opzetten van informatiepunten, websites, folders, enz.).

In deze campagnes kan men wijzen op de vele andere voordelen dan kostenbesparing die investeerders zullen ondervinden bij de implementatie van maatregelen. Zo verlaagt het plaatsen van isolatie niet enkel de energiefactuur, maar verhoogt het tevens het wooncomfort van de Limburgse gezinnen (mits voldoende aandacht voor ventilatie). Promotie van sloop gekoppeld aan nieuwbouw zorgt voor een 'verjonging' van het gebouwenpark, een algemene verbetering van de woonkwaliteit, een verhoging van de flexibiliteit van gebouwen (bv. meerdere vormen van lagetemperatuursverwarming),... We raden aan om deze informatiecampagnes zowel te richten op de potentiële investeerders (gezinnen, handelszaken, bedrijven,...) als bouwbedrijven, installateurs enz. Het is immers belangrijk dat zowel overheid als vakmensen dezelfde taal spreken. Het verspreiden van expertise onder de betrokken sectoren kan de provincie eveneens aanmoedigen. Een maatregel heeft immers pas de gewenste impact indien de installatie ervan correct gebeurt.

Daarnaast kan de provincie ervoor opteren om gratis energie-audits aan te bieden die de woningeigenaars informeren over de meest kosteneffectieve energiebesparende renovatiemaatregelen. Voor wat kansarmen betreft zijn huisvestingsmaatschappijen en sociale verhuurkantoren belangrijke partners. Zij kunnen een belangrijke rol opnemen bij het realiseren van duurzame energiezuinige woonprojecten.

Een specifiek probleem stelt zich bij huurwoningen. In dit geval is het de eigenaar die opdraait voor de kosten van de investeringen in hogere energie-inefficiëntie, terwijl het de huurder is die de baten zal ondervinden van een lagere energiefactuur (de zogenaamde "split incentives"). Hoewel men het meerverbruik ten gevolge van deze "split incentives" niet mag overschatten (recent onderzoek in de VS schatte het teweeg gebrachte meerverbruik van gas op 5%, en dat van elektriciteit op 2%¹¹⁵), hebben ze wel betrekking op maatregelen die, per definitie, kosten-effectief zijn - tenminste, indien men geen rekening houdt met de administratieve kosten die gepaard gaan met de mogelijke oplossingen. De hamvraag is dan hoe groot deze administratieve kosten kunnen zijn.

Een mogelijke oplossing voor het probleem van "split incentives" zou bestaan in het afsluiten van "groene huurcontracten". Een dergelijk contract bepaalt dat de eigenaar investeert in energie-efficiëntie en zijn kosten recupereert door de huurprijzen te verhogen tot maximaal de waarde van de verwachte toekomstige energiebesparingen. Op deze manier wordt een win-win situatie gecreëerd.

Het voornaamste praktische probleem bij de toepassing van dit systeem bestaat dan in de schatting van deze energiebesparingen: er is in elk geval nood aan een externe expert die door beide partijen als onafhankelijk, competent en betrouwbaar wordt erkend. Het "groene huurcontract" zal ook clausules moeten bevatten die vastleggen wie zal opdraaien voor de kosten als de gerealiseerde energiebesparingen kleiner zijn dan verwacht (of zal kunnen genieten van de meeropbrengst als de besparingen groter zijn dan gedacht).

Dergelijke contracten zijn dus onvermijdelijk ingewikkeld en het is niet duidelijk of ze praktisch bruikbaar zijn in de residentiële sector. In perfect werkende markten zou de energie-efficiëntie van het huis trouwens sowieso weerspiegeld worden in de huurprijzen: dat dit niet systematisch gebeurt, is al een sterke indicator dat dit gaat over een probleem waar geen evidente oplossing voor bestaat.

¹¹⁵ Zie: Gillingham et al. 2011. Split Incentives in Residential Energy Consumption. <http://www.econ.ucdavis.edu/faculty/dsrapsom/>

De provincie zou eventueel een faciliterende rol kunnen spelen door het vastleggen van erkenningsvoorwaarden voor onafhankelijke experts en door het opstellen van standaardcontracten. Een andere mogelijkheid zou erin kunnen bestaan om aan alle huurhuizen een officiële "energie-efficiëntie" score toe te kennen, waar potentiële huurders rekening mee kunnen houden bij de keuze van hun huurwoning. In elk geval gaat het telkens over maatregelen met administratiekosten die niet verwaarloosbaar zijn.

Een andere aanbeveling is het oprichten van een provinciaal 'energiedienstenbedrijf' (beter bekend onder de engelse naam '*energy service company*' of ESCO). Het in de markt zetten van duurzame energietechnieken ondervindt belemmering door:

- Onbekendheid van de techniek: de potentiële klant twijfelt over de haalbaarheid van het gewenste comfort en de voorspelde besparing;
- Twijfels over fiscale voordelen en subsidies: de potentiële klant kent de voordelen en subsidies niet genoeg. Dit leidt tot onzekerheid over de toekenning en de hoogte van voordelen;
- Meerinvestering ten opzichte van conventionele technieken: duurzame systemen besparen op termijn weliswaar op exploitatiekosten maar eerst zijn er investeringen nodig in een onbekende techniek.

Een 'energiedienstenbedrijf' probeert deze belemmeringen weg te nemen door de potentiële klant niet langer bloot te stellen aan de (gepercipieerde) risico's van investeren in duurzame energietechnieken en energiebesparing. De ESCO investeert zelf in een duurzaam project in een bepaald gebouw en verdient haar investering terug op basis van de gerealiseerde energiebesparing of extra winst door installeren van duurzame energietechnologieën (zonnepanelen, WKK enz.). Deze tussenschakeling ondervangt de onzekerheid van de potentiële klant.

Wat betreft de huurwoningen kan er best gestreefd worden naar goede prestatieafspraken met de immobiliënbedrijven actief op dit gebied. De intentie moet daarbij zijn om in een versneld tempo maximale CO₂-reductie te bereiken en te werken aan een gezamenlijk ambitieus maar haalbaar totaalplan voor Limburg. Voor de nieuwbouw is het van belang om duurzaam bouwen en duurzame gebiedsontwikkeling goed van de grond te krijgen. Het provinciaal beleid kan daarbij bv. uitgaan van convenanten die prestatienormen specificeren, waarbij grote bouwbedrijven zich vrijwillig verbinden tot normen die verder gaan dan het wettelijk vastgestelde. Daardoor is er vrijheid van invulling voor de bouwpartijen, zodat deze zelf de meest kosteneffectieve maatregelen kunnen kiezen. De afspraken in die convenanten kunnen dan geleidelijk evolueren in de richting van k CO₂-neutraal bouwen. Daarnaast kunnen ook voorbeeldprojecten rond CO₂-neutraal bouwen opgezet worden (bouw van klimaatneutrale woningen of woonwijken die tevens als demonstratieprojecten dienst doen).

Achteraan in bijlage wordt een beknopt overzicht gegeven van het reeds in voegen en toekomstig beleid op vlak van de gebouwde omgeving.

6.4.5 Transport

De sector verkeer en transport is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de uitstoot van broeikasgassen. Door enerzijds het afraden of duurder maken van het vervuילend gemotoriseerd privaat transport (bijv. door rekeningrijden of slimme kilometerheffingen) en anderzijds het stimuleren van openbaar vervoer en gebruik van de fiets, kan het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen bevorderd worden. Hierbij dient wel de randbemerking gemaakt te worden dat het spoornetwerk in

Limburg relatief weinig uitgebouwd is en het uitbouwen van een spoorinfrastructuur ook gepaard gaat met CO₂-uitstoot.

Naast gedragsveranderingen (eco-driving) liggen de voornaamste kansen hier in de transitie naar nieuwe voertuigen die niet meer afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen. Het is nog onduidelijk welke (combinatie van) aandrijftechnologieën in de toekomst de interne verbrandingsmotor op basis van benzine of diesel gaan opvolgen. De doorbraak van waterstof is hierbij vrij onzeker waardoor er momenteel grofweg twee stromingen te noemen zijn. De ene stroming verwacht dat elektrische auto's de toekomst hebben. Zij zien (plug-in) hybride voertuigen als opstap naar elektrische auto's. Daarnaast is er ook nog de mogelijkheid van biobrandstoffen: biodiesel, pure plantaardige olie en bio-ethanol. Vanwege de discussie die er is over de duurzaamheid van biobrandstoffen (o.a. de problematiek van voedselverdringing en boskap door de teelt van biobrandstoffen, de indirecte uitstoot van broeikasgassen bij de productie van biobrandstoffen, enz.) moeten scenario's die inzetten op een substantieel aandeel van biobrandstoffen in de transportsector grondig bestudeerd worden m.b.t. hun duurzaamheidsimpact¹¹⁶.

De elektrische auto als volwaardig alternatief voor de auto op fossiele brandstoffen komt echter waarschijnlijk pas over een aantal jaar op de markt, en een substantieel aandeel elektrische wagens in het totale wagenpark is niet te verwachten voor 2020. De provincie Limburg kan deze transitie versnellen door voldoende laadpunten voor elektrische wagens op haar grondgebied te voorzien en voorzieningen te treffen voor de aankoop en/of het gebruik van elektrische voertuigen. Duurzame biobrandstoffen kunnen een rol spelen als overgangsmaatregel.

6.4.6 Landbouw

Ook de landbouwsector is verantwoordelijk voor BKG-emissies in Limburg. Een enkele maatregel die deze emissies aanzienlijk zouden verminderen, is er echter niet voorhanden binnen de landbouwsector. De provincie zal zich dan ook moeten richten op het stimuleren van een cluster van maatregelen, die samen toch een belangrijke reductie kunnen leiden. Voor landbouwbedrijven is de energiekost vaak een grote kost. De opportuniteiten voor emissiereductie moeten daarom gezocht worden in duurzame energieproductie. Het gebruik van wind- en zonne-energie werd globaal over alle sectoren heen geëvalueerd. Voor de landbouw blijken het gebruik van WKK's en warmtepompen kostenefficiënte maatregelen, die op termijn een winstgevende maatregel zijn door het verlagen van de energiekost. De provincie kan hier een stimulerende rol in spelen door bijvoorbeeld het voorzien van een wettelijk kader en het vereenvoudigen van de vergunningsaanvraag, maar ook een economische stimulans geven door het voorzien van subsidies. Uit de analyse blijkt dat het herinrichten van het landbouwareaal een veelbelovende reductiemaatregel is indien ze samengaat met een shift in dieet.

Hoewel een aantal maatregelen zoals het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen, het herintroduceren van roterende landbouwsystemen, variatie van het veevoeder en het gebruik van nieuwe organische meststoffen niet onmiddellijk tot grote emissiereducties leiden, kan de provincie deze maatregelen stimuleren omdat blijkt uit de analyse dat de kosten hieraan verbonden erg laag zijn of dat er zelfs van winst kan gesproken worden. Bovendien zijn deze maatregelen ook bevorderlijk op andere gebieden (bv. ecosysteemdiensten). De rol van de provincie kan

¹¹⁶ Zie in dit verband ook het advies van de Federale Raad Duurzame Ontwikkeling omtrent het gebruik van biomassa, beschikbaar op http://www.belspo.be/frdocfdd/DOC/pub/ad_av/2008/2008a04n.pdf.

vooral liggen in het ervoor zorgen dat deze maatregelen op tafel komen tijdens de onderhandelingen rond het nieuwe MAP.

6.4.7 Natuur

Netto zorgt de natuur in Limburg voor een opname van CO₂. De opportuniteit ligt hier om deze netto-opname capaciteit te verhogen door enerzijds het aanplanten van bossen in Limburg en anderzijds het beperken van terug vrijkomen van CO₂-emissies door het beperken van de areaalafname van bos en het goed beheer van veengebieden. Denkend aan de rol van de provincie hierin, is vooral de link naar ruimtelijke ordening zeer belangrijk. Zo kan de provincie een aantal regels opleggen zoals geen netto verlies aan bos toelaten maar een onmiddellijke compensatie voor ontbossen opleggen in de vorm van heraanleg van bos en niet het storten van geld in een fonds. De provincie kan zelf het initiatief nemen tot het aanleggen van bos op hun eigen grondgebied en kan ook volgens de "langetermijn strategie" gronden voorzien in het structuurplan voor de uitbreiding van het bosareaal.

Gelinkt aan duurzaam ruimtegebruik kunnen in het kader van natuur nog een aantal specifieke aanbevelingen aangehaald worden:

Hagen en bomenrijen als afrastering van (landbouw)percelen.

Men zou in principe door het herstellen van oude hagen en bomenrijen aan zowel landschapsherstel als aan CO₂-compensatie kunnen doen. Ook de waterberging vaart wel bij dit type maatregelen waarbij de hydraulische ruwheid van een landschap verhoogd wordt.

Bosstrook langsheen snelwegen

Langsheen een groot deel van de snelwegen zijn reeds bomen aangeplant. Men zou ervoor kunnen ijveren om, waar dit technisch en juridisch haalbaar is, een zone van 15 m te bebossen. Naast de opslag van CO₂ zorgen de bomen voor een betere luchtkwaliteit. Een meetproef langs de A50, in het Nederlandse Arnhem Nijmegen, toonde aan dat de achtergrondconcentratie van stikstofoxiden door groen daar met ca. 15% verlaagde¹¹⁷.

Ook hier moet opnieuw rekening gehouden worden met ontwerp en landschappelijke inpassing. Zo kan het ongewenst zijn om in een open landschap de snelweg als een groene zichtbarrière te ontwikkelen.

Verweving en koppelgebieden

Naast het herbestemmen van zones ligt er een grote kans in het toepassen van verweving van andere functies met bos. Zo kan men recreatiezones ontwikkelen met bos, maar kunnen ook de buffergebieden van bedrijventerreinen ingezet worden als bebost koppelgebied. Een koppelgebied heeft de eigenschap dat het niet enkel 2 functies van elkaar scheidt, zoals een buffer, maar het ook een meerwaarde vervult voor deze twee gebieden. Zo kan een bebost koppelgebied tussen een woonwijk en een industrieterrein de plek worden waar kinderen uit de wijk gaan spelen en waar werknemers hun middagpauze nemen bij mooi weer. Hierdoor kan men op het bedrijventerrein zelf zuinig zijn met het ruimtegebruik, wat kan resulteren in enerzijds een hogere invulling en anderzijds minder nood aan de ontwikkeling van andere terreinen.

¹¹⁷ Persbericht Stadsregio arnhem Nijmegen, 28 mei 2009 Francien Rademaker

Deze verwevingstechnieken kunnen niet gedefinieerd worden als bos, maar hebben wel een potentie in zich om het algemene klimaat te verbeteren en als compensatie ingezet te worden. Bovendien kan men ervan uitgaan dat deze structuren ook hun nut hebben in het kader van biomassa en hout als belangrijk streekeigen materiaal.

6.4.8 Ruimtegebruik als sleutelement

Ruimtelijke planning richt zich in belangrijke mate op lange termijn planning maar is van cruciaal belang om een kentering in het beleid van de provincie te kunnen realiseren. Dit kan als nadeel gezien worden. Toch is het belangrijk om van bij het begin in te zetten op ruimtelijke planning. Zo niet verliest men een grote hefboom voor verandering en bestaat het gevaar om zich in sectorale maatregelen te verliezen. Bovendien moet men nu de veranderingen van morgen reeds plannen zodat het juiste kader kan ontstaan voor een veerkrachtige provincie. Het in vraag stellen van een ontwikkeling en zijn locatie is de sleutel om een duurzame ontwikkeling te kunnen realiseren.

Een eenvoudig voorbeeld om het belang van de locatie te illustreren werd gepubliceerd in een studie naar de ecologische voetafdruk van afzonderlijke steden over de hele wereld van David Dodman van de IIED (2009). De gemiddelde Londenaar produceert volgens het rapport ongeveer 50 procent van de uitstoot van de gemiddelde Brit (New Scientist, 2010). Deze studie pleit duidelijk voor het hanteren van een andere verdeelsleutel voor het wonen in stedelijke en buitengebieden (bv. 65% in stedelijk, 35% in buitengebied). Dit kan opgenomen worden in structuurplannen en systematisch bewaakt worden door de provincie bij het goedkeuren van RUP's.

Het belang van de instrumenten van de Vlaamse Codex ruimtelijke ordening (RUP, vergunning, ...) blijkt bovendien uit de bespreking ervan bij de verschillende maatregelen.

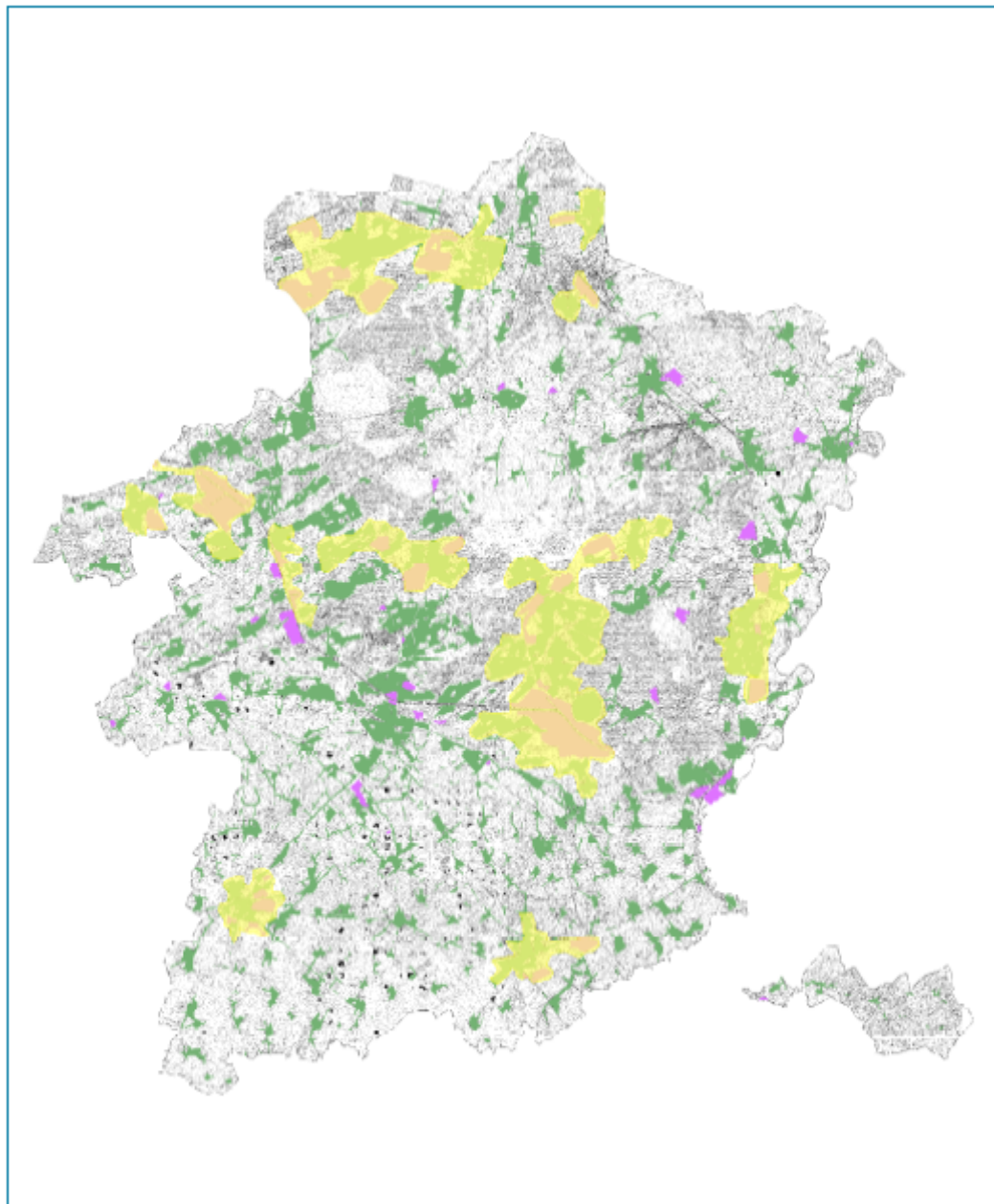
Energieplanning

Net zoals in de ruimtelijke planning met watersystemen, reliëf en andere natuurlijke parameters rekening gehouden moet worden, is ook energie een belangrijke factor in de planning van de toekomst. In tabel 92 wordt dit uitgebreider toegelicht, met name het opmaken van energieplannen voor de provincie per regio.

Een van de aspecten die in een dergelijk plan in kaart gebracht wordt is de mogelijke koppeling tussen bedrijventerreinen en woongebieden. Een nieuwe woonwijk in de omgeving van een industrieterrein waar een warmteoverschot gecreëerd wordt, kan via een warmtenetwerk gebruik maken van de restwarmte om de woningen te verwarmen. Dit is meestal het geval indien er productiebedrijven gevestigd zijn op het terrein.

Anderzijds kan de ontwikkeling van een nieuw bedrijventerrein ook aangegrepen worden om woonwijken in de omgeving met een nieuw warmtenetwerk uit te rusten (bvb. bij het vernieuwen van wegenis, etc.)

Op onderstaande kaart zijn de zones aangeduid waar een dergelijke koppeling mogelijk is.



Legend

- Potentiegebieden warmte-uitwisseling
- Industrieterreinen
- WUG & Woongebieden

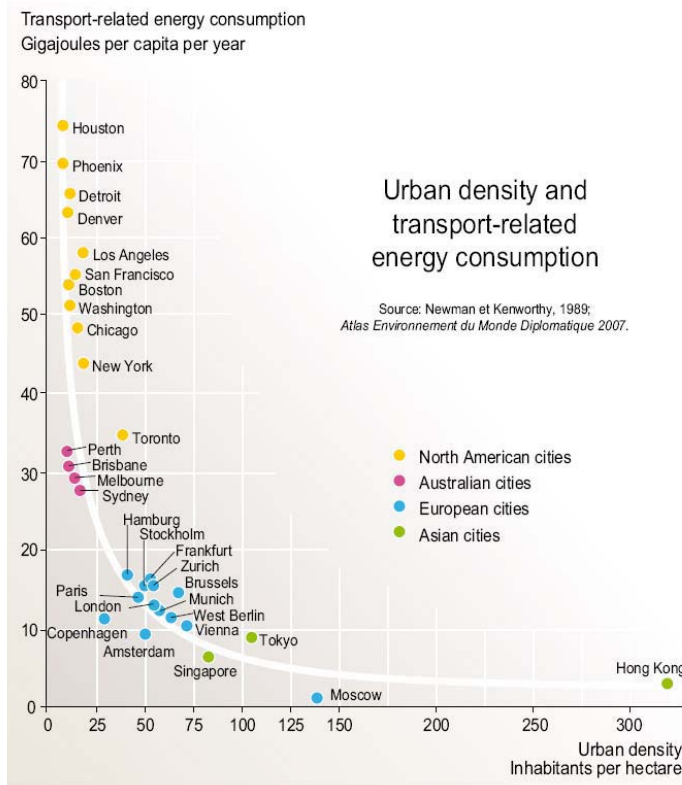
Figuur 44: De belangrijkste potentiegebieden voor warmtekoppeling tussen wonen en industrie

Gezien het type bedrijvigheid zijn KMO-zones of kantoorachtigen niet opgenomen bij de industrieterreinen die interessant zijn m.b.t. de warmte-uitwisseling met woonwijken.

Mobiliteit en planning

Uit de nulmeting blijkt het belang van de transportsector voor de CO₂-uitstoot. Het hoeft dan ook geen uitleg dat de verkeersgenererende functie gekoppeld moeten worden aan het openbaar vervoersnetwerk. Zo moet men ernstig nadenken over de bereikbaarheid van de toeristische attractiepolen in Limburg met het openbaar vervoer (vb. Maasmechelen village in Eisden, hoofdpoort naar nationaal park, Circuit van Zolder, etc.). Daarnaast is het belangrijk om blijvend in te zetten op het fietsnetwerk met o.a. fietssnelwegen en recreatieve fietsroutes.

Ook de nederzettingstructuur kan beter op het openbaar vervoersnetwerk geënt worden. De minimale dichtheid om openbaar vervoer een kans te geven ligt op 40 inw/ha. Een hogere dichtheid levert ook een hogere performantie van het openbaar vervoer op. Er is een omgekeerd logaritmisch verband tussen stedelijke dichtheid en het Energieverbruik voor vervoer.¹¹⁸



Figuur 45: Relatie tussen dichtheid en energie voor transport (bron : Newman & Kenworthy, 1989)

Dit pleit er dan ook voor om minder woonuitbreidingsgebieden of industrieterreinen te voorzien, voornamelijk de juiste locaties te kiezen en deze met een hogere dichtheid te ontwikkelen, rekening houdend met de draagkracht van het gebied.

¹¹⁸ Bron: ruimte en planning, 2006; nr. 1

Transport- en energienetwerken zijn 2 belangrijke factoren bij het afwegen van de locaties. Zo kan men bij stedelijke ontwikkeling inzetten op inbreiding en uitbreiding volgens de openbare vervoersnetwerken. Dit is een van de belangrijke principes voor het model Ecopolis Vlaanderen. Dit model baseert zich op de lobbenstad, waarbij dense ontwikkelingen volgens de assen van het openbaar vervoernetwerk afgewisseld worden door zogenaamde 'groene vingers' die tot diep in de stadskern reiken¹¹⁹.

Gebiedsontwikkeling

In de huidige planningspraktijk is te merken dat gebiedsontwikkeling meer en meer vanuit beheersaspecten vorm krijgt. Dit houdt in dat aspecten die traditioneel niet tot het domein van de ruimtelijke ordening behoren (zoals energie, onderhoud, etc.) steeds vroeger in rekening gebracht moeten worden. Hier treedt regelmatig een probleem op met bevoegdheden. Dit kan als één van de redenen gezien worden voor het feit dat een van de meest vooruitstrevende duurzame wijken in Vlaanderen volledig ontwikkeld werd door de ontwikkelaar Ertzberg. Dit pleit tevens voor een gewijzigde rol voor de ruimtelijke planning.

Gebiedsontwikkeling is per definitie integraal en overstijgt de verschillende sectoren en disciplines. Ze bekijkt het gebied in zijn geheel en denkt na over beheer van bij de start van het project.

Dit leidt tot twee aanbevelingen: het opzetten van beheersstructuren enerzijds en het denken in processen anderzijds. De beheersstructuren zijn in belangrijke mate een aangelegenheid van de bedrijventerreinen, al kan men op termijn gelijkaardige systemen ontwikkelen voor woonontwikkelingen.

Om een succesvolle transitie/ reconversie van bedrijventerreinen te realiseren is een samenwerking met de ondernemersclubs nodig. In Limburg zijn deze clubs goed georganiseerd waardoor bv. gemakkelijker een bedrijventerrein managementstructuur kan uitgebouwd worden. Voor kleinere terreinen is een clustering nodig, zo niet is het opzetten van een BTM niet realistisch. Een aantal bedenkingen hierbij zijn:

- LRM: Cleantech- opzet; beheer van cruciale (grote) bedrijventerreinen;
- Nv De Scheepvaart: er schuilt een unieke kans in het werken met concessies. Bovendien hebben ze een grote oppervlakte in beheer. Ze hebben ook een groot aantal gronden die (al of niet tijdelijk) zouden bebost kunnen worden;
- Behalve De Scheepvaart en LRM zijn er weinig of geen bedrijventerreinen in ontwikkeling door intercommunales of de POM. Veel gemeentebesturen doen de ontwikkeling van bedrijventerreinen zelf (in tegenstelling tot de andere provincies). Hier schuilt dan ook een belangrijke taak van de provincie in o.a. het aanbieden van de juiste informatie en structuren.

Het denken in processen wil zeggen dat men van bij de planning nadenkt over de noden en gebruiken tijdens de gebruiksfase. Het voorzien van openbaar vervoer van bij de start van een ontwikkeling is hier een voorbeeld van. Aangezien mensen vasthouden aan oude gewoonten is het veel moeilijker om mensen om te laten schakelen naar het openbaar vervoer als ze reeds gewend zijn om met de auto te komen.

¹¹⁹ www.ecopolisvlaanderen.be

Duurzaam ruimtegebruik

Binnen de gebiedsontwikkeling dient bijzondere aandacht te gaan naar duurzaam ruimtegebruik. Mede gezien het belang van de Limburgse bossen en de bosuitbreiding is ruimte een zeer kostbaar goed, waar bedachtzaam mee omgegaan moet worden.

Duurzaam ruimtegebruik richt zich op het verhogen van de densiteit door o.a. meer compacte bouwvormen en het meervoudig ruimtegebruik.

De gewenste dichtheid kan bijvoorbeeld bepaald worden uit draagkracht-analyses:

- V/T: vloerindex
- B/T: bebouwingsdichtheid
- Bouw compact
- Bouw geschakelde volumes
- Stapel bedrijven/ kantoorgebouwen
- bouw ondergronds indien de bodem dit evident maakt (www.stedplan.nl)

De compactheid en dichtheid van de bebouwing kan uitgedrukt worden in:

- een hoogte-index die opgenomen wordt in de stedenbouwkundige voorschriften
 - o Hoogtes opnemen in beeldkwaliteitsplannen, bv. hoogteaccenten vastleggen
 - o Uitbreidingen in de hoogte voorzien (gefaseerde bouw). Dit kan bvb door een stevige onderbouw te voorzien of de mogelijkheid te voorzien om in een latere fase een bijkomende draagstructuur te voorzien.
 - o Stapelen van bedrijfsgebouwen en kantoorgebouwen
 - o Ondergronds bouwen indien de bodem dit mogelijk en evident maakt¹²⁰
- Bepalen van een minimale densiteit in de stedenbouwkundige voorschriften
 - o Aantal woningen per hectare
 - o Nuttige vloeroppervlakte/ totale terreinoppervlakte
- Deze kunnen bijkomend gekoppeld worden aan een index die aangeeft hoeveel open ruimte men wil behouden (aantal ha of oppervlakte open ruimte/ terreinoppervlakte).

De woonvorm zal hierdoor in grote mate bepaald worden. Zo zal men bv. voor meer compacte bouwvormen moeten kiezen. Naast de compactheid van het bouwen heeft de densiteit een belangrijke impact op de rendabiliteit en het gebruik van openbaar vervoersnetwerken (zie verder 'Mobiliteit en planning').

Een aantal voorbeelden van meervoudig ruimtegebruik zijn:

- vervolledigd met de wegenis op het bedrijventerrein ook het externe wegennet
- bundelen van masten (vb. wind en GSM)
- functies stapelen als wonen, werken, winkelen en recreëren
- functies verweven door:
 - o wonen boven bedrijfsgebouwen
 - o plaats serreteelten boven productiebedrijven
 - o plaats kantoren boven de parking
 - o voorzien van kantoren boven de bedrijven
 - o functieverweving: conciërgewoning in het bedrijf
 - o open bedrijfsparking voor de buurt
 - o ontwerp een parking ook als skatepark
 - o ontwerp groenzones met meerdere functies: vb. rietveld: zuivering afvalwater
 - o ontwerp (publieke) open ruimte voor meerdere gebruikersgroepen

¹²⁰ www.stedplan.nl

Belangrijk bij een duurzaam ruimtegebruik is het vermijden van versnippering:

- faseer ontwikkeling: ontwikkel pas een volgende zone indien X% (vb.90%) bezet is en de behoefte naar meer aangetoond is
- ontwikkel eerst brownfieldzones
- ontwikkel eerst zones aansluitend op bebouwing
- herstructureer bestaande bedrijventerreinen
- herlokalisier zonevreemde activiteiten die het gebied versnipperen
- herlokalisier hinderende activiteiten naar industriegebieden
- Ontwikkel eerst aan kruispunten van spoor- , waterwegen en openbare vervoersassen met vlotte autobereikbaarheid

Zongericht verkavelen betekent het zodanig inrichten van een woongebied dat zoveel mogelijk passieve en actieve zonne-energie wordt benut. Dit kan passief bijvoorbeeld door opwarming door de zon van het gebouw of actief. Voorbeelden van het actief benutten van zonne-energie zijn zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking en zonneboilers voor warmwater.

De oriëntatie van een gebouw speelt vooral een rol bij het optimaliseren van warmtewinst door de zon. Volgens een studie van het simulatiebureau Matriciel maakt de oriëntatie voor een passiefwoning al snel een verschil uit van 60 tot 70% aan warmtewinst. Voor een gewone woning zou dit schommelen tussen 5 en 20% (Bouwen en wonen, 2011). Nog volgens deze studie is voor het energieverbruik, vergeleken met een optimale zuidelijke oriëntatie, een oriëntatie naar het westen de minst gunstige met een meerkost aan energieverbruik van 9,2%, gevolgd door 6,5% voor het noorden en 5,1% voor het oosten. Bij een simulatie op een woning met grote raampartijen liep de meerkost op tot 20%. De doelstelling van het zongericht verkavelen is voornamelijk dat de woning voornamelijk naar het zuiden beglaasd is en niet naar het noorden, om zo de zonnewinst te optimaliseren enerzijds en warmteverliezen te beperken anderzijds. Voor de passieve zonne-energie betekent dit concreet dat straten oost-west georiënteerd worden en huizen noord-zuid met een afwijking van max. 30°. Buitenruimtes worden het meest gebruikt bij een oriëntatie op het zuiden, zuidwesten of zuidoosten (Ecopolis Vlaanderen).

Als inrichtingsprincipe bij het opmaken van een RUP, verkavelingsvergunningsaanvraag of inrichtingsplan kan bijvoorbeeld de bebouwing, dakhelling, nokrichting in zuidelijke richting georiënteerd wordt. Dit kan ondermeer door de rooilijnen vast te leggen. Op deze manier kan men stimuleren om gebouwen een open karakter te geven naar het zuiden en eerder gesloten facade naar het noorden. De oriëntatie mag daarbij niet voor onderlinge beschaduwingszorgen van de bebouwing.

Tot slot nog een kanttekening bij het zongericht verkavelen en bouwen. De beglaasde oppervlakte naar het zuiden moet geoptimaliseerd worden, wat niet gelijk is aan 'zo groot mogelijk', om oververhitting te vermijden. Zonnewering langs de buitenkant van de woning kan oververhitting op zeer zonnige en warme dagen vermijden. Technische installaties om oververhitting te milderen, zoals airco, zijn immers grote energievragers.

Om de leefkwaliteit van de bebouwing te verzekeren ligt de focus zo mogelijk nog meer op het lichtgericht bouwen, wat betekent dat het gebouw voldoende daglichttoetreding krijgt.

De kracht van *overgangsmaatregelen of tijdelijke invullingen* mag ook niet over het hoofd worden gezien. Als een wijk wordt gerenoveerd, duurt de periode tussen ontwerp en realisatie op het terrein vaak erg lang. Buurtbewoners kijken jarenlang uit op braakland of afgebladderde gebouwen. Steeds meer steden gaan daarom op zoek naar vormen van tijdelijke invulling van het te renoveren stadsdeel. Meestal leidt dat tot een creatieve samenwerking tussen buurtbewoners en kunstenaars.

Veel hangt echter af van de bereidwilligheid van de gemeente.

Indien de activiteit ook iets kan opbrengen (bv. door verhuur van terrein voor activiteiten, inzetten van terrein voor korte omloophout, etc.) zal de eigenaar van het gebied sneller te overtuigen zijn.

Tijdelijke invulling opnemen in een RUP via zgn. overgangsbepalingen of ruimtelijk beheer:

In de voorschriften opnemen welke bestemmingen, activiteiten, constructies, etc. mogelijk zijn in afwachting van de effectieve realisatie van de uiteindelijke bestemming van het gebied.

Door dit effectief te beschrijven kunnen ook die elementen gekozen of aangegeven worden die geen hypotheek leggen op de toekomstige ontwikkeling.

Door de tijdelijke bestemming in een RUP vast te leggen, krijgt de bevolking bovendien een duidelijk signaal en is de tijdelijke aard in de regelgeving vervat.

Het organiseren van publieke activiteiten is niet evident voor de (private) eigenaar van een gebied, aangezien deze verantwoordelijk gesteld kan worden voor ongevallen. Er is dan ook nood aan een flankerend beleid dat deze problematiek oplost. Mogelijke tijdelijke invullingen zijn: stadstuintjes, korte omloophout of energieteelten op lege bedrijfskavels of nog niet ontwikkelde bedrijventerreinen, ontmoetingsruimten, creatief lab, sportveld, etc.

In onderstaande tabel wordt telkens uitgelicht hoe een maatregel gerealiseerd of ondersteund kan worden vanuit het ruimtelijke ordeningsbeleid.

In verband met verordeningen kan men stellen dat de provincie steeds een keuze kan maken tussen het opleggen van een provinciale verordening of het uitwerken van een pasklare gemeentelijke verordening die gemeenten dan integraal of licht gewijzigd kunnen toepassen voor hun eigen grondgebied.

Algemeen is immers duidelijk dat bepaald onderzoek dat hiertoe nog verwezenlijkt moet worden niet of moeilijk opgenomen kan worden door 'kleine' gemeenten.

	Instrument	Beschrijving
TACO 21		
Energie-01		Ombouw Langerlo kolencentrale naar 100% biomassa centrale. Om te voorzien in voldoende biomassa in de provincie Limburg kunnen volgende flankerende maatregelen genomen worden:
	RUP	Een RUP voor een nieuw bedrijventerrein kan als tijdelijke bestemming ook energieteelten toelaten. Hierdoor geeft men een duidelijk signaal dat de bedrijvigheid prioritair blijft, maar dat indien er geen vraag is naar de gronden ze toch ingezet kunnen worden voor een economische activiteit: het telen van energiegewassen. Dit kan opgenomen worden in beheers- en inrichtingsvoorschriften
	Verordening	Via een verordening kan gesteld worden dat terreinen die langer dan een bepaalde termijn niet gebruikt zijn als industrieterrein, ingezet kunnen worden voor o.a. korte omloophout en andere gewassen. Deze kunnen ingezet worden voor de productie van hernieuwbare energie (houtpellets, biogasinstallaties, etc....). Aangezien korte omloophout niet als bos aanzien wordt, is er geen boscompensatie nodig binnen de huidige wetgeving. Wel dient men voor KOH een minimumperiode van 7 jaar te voorzien om economisch haalbaar te zijn.
	Bodemsanering/ vergunningen	De vervuiling van de terreinen speelt een belangrijke rol in de gebruiksmogelijkheden van de bodem, zowel als risico en als kans. Zo kan in bepaalde gevallen de bodem gesaneerd worden door met specifieke plantensoorten extra zuurstof in de bodem te brengen of de polluenten actief op te laten nemen door planten (bv. Korte omloophout)..
	Flankerend beleid	Indien volwaardige bossen aangeplant worden op het industrieterrein kan men hiervoor subsidies aanvragen.
Energie-02		Maximale invulling potentieel fotovoltaïsch (dakoppervlak, geen vrije ruimte)
	Exergieplannen	Het opmaken van exergieplannen (cf. Hernieuwbare Energiescan Gent) kan wel het potentieel aan zonne-energie in Limburg duidelijk stellen.
	Provinciale verordening	Indien blijkt dat het volledig potentieel ontwikkeld moet worden, kan men hiervoor verplichtingen vastleggen in een provinciale verordening.
	Structuurplan,	Op vervuilde gronden zoals oude stortplaatsen, waar

	RUP	de toekomstige bestemming nog niet ingevuld kan worden, kan een zonneveld aangelegd worden. Naar zorgvuldig ruimtegebruik is het evenwel belangrijk om dit enkel in te richten indien het gaat om gronden die geen andere functie (natuur, landbouw, ...) kunnen opnemen
Energie-03	Maximale invulling potentieel onshore wind, volgens windplan 2002	
	Windplan	Het windplan is een eerste aanzet voor het potentieel aan windenergie in Limburg.
	Verordening	Een provinciale verordening kan stellen dat bij de ontwikkeling van nieuwe bedrijventerreinen waar windenergie volgens het windplan mogelijk is, een haalbaarheidsstudie opgemaakt moet worden. Indien de haalbaarheidsstudie gunstig is zou het potentieel bij de ontwikkeling dan effectief uitgevoerd moeten worden.
Energie-04	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40000 woningen	
	Verordening	<p>De ontwikkelaar van o.a. nieuwe woongebieden kan via een verordening verplicht worden om mee te bouwen aan het netwerk. Hiertoe dient een duidelijk plan opgemaakt te worden over welke zones het gaat. Om het optimale rendement van het netwerk te garanderen kan een tweede verordening opgemaakt worden die garandeert dat gebouwen op het warmtenetwerk aangesloten moeten worden. Een verordening kan immers stedenbouwkundige voorschriften bevatten die zorgen voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De uitbouw van collectieve energievoorzieningen waarop desgevallend verplicht moet worden aangesloten. • De aanleg van voorzieningen, met name de water-, gas- en elektriciteitsvoorziening, de verwarming, de telecommunicatie, de opvang van afvalwater en regenwater, de afvalophaling en de windmolens. <p>(Zie Art. 2.3.1. van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening).</p> <p>Door een systematische uitbouw van het netwerk bij de uitvoeringsdossiers voor vervanging van de wegenis, kan men werken combineren en dus vermijden dat de wegenis van het parcours enkel voor de uitbouw van het netwerk opengelegd moet worden. Er is echter nog een juridische aftoetsing nodig met de Europese basisregel dat de consument vrij is om zijn energieleverancier te kiezen.</p>

Energie-05	Aankoop groene stroom alle sectoren	
	opvolgen	<p>Belangrijk is dat men binnen de ruimtelijke ordening de ontwikkeling van smart grids faciliteert opdat voldoende groene stroom verdeeld kan worden. Hiervoor zijn nog geen concrete richtlijnen gekend. De ruimtelijke ordening zal moeten omgaan met meer kleine en decentrale energieopwekking en dus veranderende eisen aan de energie-infrastructuur.</p>
Transport-02	Versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (nieuwe voertuigen)	
		<p>Om deze maatregel voldoende te kunnen ondersteunen, dient in de ruimtelijke ordening rekening gehouden te worden met de infrastructuur om deze voertuigen te laten functioneren. Naast het voorzien van voldoende oplaadpunten voor elektrische voertuigen moet ook rekening gehouden worden met de koppeling van deze oplaadpunten met het toekomstige smart grid.</p>
	Verordening	<p>In een provinciale verordening kan men eisen dat nieuwe tankstations/supermarkten voorzien worden van een oplaadpunt voor elektrische voertuigen. Een verordening kan immers stedenbouwkundige voorschriften bevatten die zorgen voor (Art 2.3.1. van de Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening):</p> <ul style="list-style-type: none"> • De instandhouding, de gezondheid, de veiligheid, de bruikbaarheid en de schoonheid van de wegen, de toegangen en de omgeving ervan, evenals het ruimtelijk waarborgen van een adequate mobiliteit; • De uitbouw van collectieve energievoorzieningen waarop desgevallend verplicht moet worden aangesloten.
Huishoudens-01 t.e.m. H-014	Passiefhuisrenovatie van minst energiezuinige woningen	
		<p>Om de transitie naar een duurzaam gebouwenpatrimonium te bewerkstelligen kan een bouwcode opgesteld worden. Dit is een verordening met regels voor verbouwingen en nieuwbouw. Zo kan de provincie Limburg een provinciale verordening opmaken of ervoor kiezen om de gemeenten een kant en klare verordening aan te bieden. De gemeenten kunnen de bouwcode dan als</p>

		<p>gemeentelijke verordening invoeren en/ of aanvullen met bijzondere voorschriften die enkel lokaal gelden.</p> <p>De verordening kan voorwaarden opleggen voor de uitbreidingen en aanpassingen die op zijn minst meldingsplichtig zijn. Werken waarvoor geen meldingsplicht of vergunningsplicht bestaat, zijn immers niet controleerbaar. Een aantal mogelijkheden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nieuwbouw, vernieuwbouw en uitbreidingen moeten de passiefhuisstandaard halen. • Indien een woning niet geïsoleerd is, mag men de uitbreiding pas doorvoeren nadat de woning geïsoleerd werd om een te bepalen E-peil te halen. In plaats van een concreet E-peil te formuleren kan men ook verwijzen naar de bestaande wetgeving en een (x%) betere prestatie vragen. • Etc. <p>De verordening mag uiteraard geen tegenstrijdigheden bevatten met het Energiedecreet van 8 mei 2009 en het Energiebesluit van 19 november 2010.</p>
	Flankerend beleid	Het is belangrijk dat de provincie o.a. via groepsaankopen, verdeelde investeringskosten, subsidies en informatieverstrekking de bevolking ertoe aanzet om effectief in te zetten op renovatie.
Industrie-01	Stookinstallaties op biomassa	
	Masterplan/ inrichtingsplan	Om het zorgvuldig ruimtegebruik te promoten en ook andere schaalvoordelen te kunnen behalen, is het aan te raden om een gemeenschappelijke oplossing te voorzien op niveau van het bedrijventerrein. De opslag van de biomassa kan dan eveneens op 1 plek gecentraliseerd worden.
H&D-01 t.e.m. H&D-04	Energiezuinige renovatie en nieuwbouw	
		<p>Opnemen van deze maatregelen in een provinciale bouwcode voor handelspannen.</p> <p>Voor nieuwe gebouwen (voor kantoren en diensten) kan men de norm leggen op E45, waarbij de provincie wat vooruit loopt op de Vlaamse regelgeving. Men kan echter verwachten dat ook de Vlaamse wetgeving naar deze normen zal evolueren.</p> <p>Zie ook maatregel huishoudens- 01.</p>

<p>L&N-01</p>	<p>Inkrimping veestapel</p> <p>Hoewel deze maatregel strikt genomen geen bijzondere inzet van de instrumenten van de ruimtelijke ordening vergt, zijn er toch een aantal aandachtspunten.</p>	
	<p>Structuurplan, grondbank</p>	<p>Vooreerst is het belangrijk om de meest geschikte landbouwgronden voor voedselproductie, hiervoor te blijven inzetten. Men kan dus stellen dat er best gekeken wordt naar de locatie van de gronden waar de veestapel afgebouwd wordt. Het is dan ook aan te bevelen om hiertoe een grondenbank op te richten zodat grondruil mogelijk wordt. Het vrijkomen van de landbouwgronden betekent immers dat er ruimte vrijkomt om structuren te verbeteren en het ruimtegebruik te optimaliseren.</p>
	<p>RUP</p>	<p>Een deel van de gronden zal bestemd blijven als landbouwgebied, maar een aantal zones zullen omgezet worden in bosgebied.</p> <p>In een RUP kan men overgangsbepalingen opnemen. Dit vermijdt dat een landbouwactiviteit plots stopgezet moet worden. Zo kan de huidige landbouwactiviteit bijvoorbeeld blijven zolang de bedrijfsactiviteiten lopen. Bij het stopzetten van de huidige bedrijfsactiviteiten kan men de bestemming van de gronden laten wijzigen naar bvb. bos of bepalingen opnemen waarbij men de oppervlakte voor dierenstallen sterk beperkt.</p>
<p>L&N-08 t.e. m. L&N- 09</p>	<p>WKK</p>	
	<p>Verordening</p>	<p>Opnemen van deze maatregelen in een provinciale bouwcode voor landbouwbedrijven.</p>
<p>L&N-10</p>	<p>Clustering glastuinbouwbedrijven en schaalvergroting</p>	
	<p>Structuurplan, grondbank</p>	<p>Binnen de structuurplanning kan deze schaalvergroting expliciet opgenomen worden. Bovendien is het aan te bevelen om te zoeken naar watergebonden terreinen waar ook een koppeling gemaakt kan worden met industrie. Zo kan mee gezocht worden naar een optimaal gebruik van transport (vrachtwagen vervoer, transport over water, ...). Zowel naar water, CO₂, warmte en biomassa kan deze koppeling belangrijke voordelen opleveren. Om deze (her)structurering te kunnen faciliteren kan een grondenbank een handig instrument vormen.</p>
	<p>Naar vergunningen toe kan men bovendien</p>	

		minimumnormen hanteren om versnippering te vermijden in het kader van de goede ruimtelijke ordening.
L&N-16	Bebossen en efficiënter beheer van bossen	
	Structuurplan, RUP, vergunningen	<p>De taakstelling die in deze studie voorop gesteld wordt met betrekking tot de bebossing overschrijdt de taakstelling voor bebossing uit het Ruimtelijk structuurplan Vlaanderen voor het volledige Vlaamse gewest. Dit geeft reeds aan dat dit een niet eenvoudig te realiseren maatregel zal zijn. Het is dan ook belangrijk om deze taakstelling op te nemen in de provinciale en gemeentelijke structuurplannen en ze continue te bewaken bij het opmaken van RUP's en afleveren van vergunningen.</p> <p>In de structuurplanning kan opgenomen worden waar en hoe men aan deze taakstelling wil voldoen (zie ook maatregel L&N- 01). Verder zullen hiertoe ook bestemmingswijzigingen moeten uitgevoerd worden aan de hand van RUP's.</p>
L&N-17	Bosareaalafname beperken	
		Deze maatregel heeft een aantal zeer concrete gevolgen voor de ruimtelijke processen. Vooreerst betekent de maatregel het engagement van de provincie om slechts in uiterste noodzaak te ontbossen. Indien ontbossing onvermijdelijk blijkt, zal de provincie er zich toe verbinden om geen storting van gelden in het fonds toe te staan, maar enkel instemmen met het bebossen van een ander, gelijkwaardig terrein.
	Structuurplan/ RUP/ masterplan	Indien men een locatie onderzoek voert zal de bestemming van een natuur of bosgebied zwaarder doorwegen en enkel in overwegen genomen kunnen worden indien men onmiddellijk een zone ter compensatie voorziet binnen de provincie. Dit laat toe om een goede ruimtelijke structuur te ontwikkelen en tevens netto ontbossing te vermijden.
	Flankerend beleid	In Vlaanderen kan men bij ontbossing kiezen voor het betalen van een zogenaamde bosbehoudsbijdrage. De herbebossing loopt echter achterstand op, ondermeer vanwege het tekort aan gebieden. De provincie Limburg kan hier actief kiezen voor het aanbieden van gronden op zijn grondgebied voor deze (deels betaalde) herbebossing. In de compensatie kan de provincie zich richten op inheemse boomsoorten met

		een grote potentie als functioneel groen (luchtgroen) en een grote waarde voor de biodiversiteit
	Vergunningen-beleid	De compensatieplicht is op dit ogenblik in Vlaanderen gekoppeld aan de stedenbouwkundige vergunning. Aangezien een provincie een strengere wetgeving mag hanteren, kan de provincie Limburg stellen dat deze compensatie niet mag bestaan uit een storing aan het fonds, maar gerealiseerd moet worden voor of binnen het jaar van de aflevering van stedenbouwkundige vergunning.
	Grondbank	Er moet verder onderzocht worden hoe men om moet gaan met de verschillende bevoegdheden en wie welke taken op zich kan nemen (juridisch, financieel, ...) Zoekt de provincie mee naar compensatiegronden, legt ze een grondbank aan?

Tabel 94: Overzicht van de instrumenten gerelateerd aan ruimtelijke ordening

6.5 Internationale financieringskanalen

De Europese Commissie lanceert jaarlijks verschillende programma's die het streven naar CO₂-neutraliteit binnen de lidstaten ondersteunen. Voor een aantal programma's kunnen lokale of regionale overheden een projectvoorstel indienen. Andere programma's moeten ingediend worden door bedrijven (vaak KMO's) al dan niet in samenwerking met andere stakeholders zoals overheidsbesturen of onderzoeksinstellingen. Een aantal programma's vereisen ook een internationale samenwerking tussen besturen of verspreiding van de resultaten en leereffecten van het project binnen Europa. De financiering betreft een bepaald percentage van het project (vaak 50% tot zelfs 75%). Voor de gedetailleerde voorwaarden moet steeds de gedetailleerde call tekst worden geconsulteerd. Een overzicht van alle bestaande programma's kan worden teruggevonden op de website van het Vlaams Europees Verbindingsagentschap¹²¹. Hieronder geven we een (niet-exhaustief) overzicht van subsidieprogramma's waarvoor in 2011 projecten of studies kunnen worden ingediend die direct of indirect verband houden met klimaatbeleid:

LIFE +

Projecten binnen dit programma moeten ingediend worden voor 18 juli 2011 en kunnen vermoedelijk van start gaan vanaf 1 juni 2012.

1. LIFE+ Natuur en Biodiversiteit

Hoofddoelstelling: natuurlijke systemen, natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna beschermen, in stand houden, herstellen en monitoren en het functioneren daarvan vergemakkelijken, de achteruitgang van de biodiversiteit, met inbegrip van de diversiteit aan genetisch materiaal, binnen de Europese Unie een halt toe te roepen.

2. LIFE + Milieubeleid en Bestuur

Hoofddoelstellingen:

Naast projecten met betrekking tot water, lawaai, chemische stoffen ook:

- klimaatverandering: de broeikasgasconcentraties stabiliseren op een niveau dat een opwarming van de aarde met meer dan 2 °C verhindert
- lucht: luchtkwaliteitsniveaus bereiken die geen aanleiding geven tot aanzienlijke negatieve gevolgen en risico's voor de menselijke gezondheid en het milieu
- bodem: beschermen van de bodem en zorgen voor duurzaam bodemgebruik door instandhouding van de bodemfuncties, preventie van bedreigingen voor de bodem, het mitigeren van schadelijke effecten en herstel van aangetaste bodems
- stadsmilieu: bijdragen aan de verbetering van de milieuprestaties van de
- milieu en gezondheid: ontwikkelen van de informatiebasis voor een beleid inzake milieu en gezondheid (Europees actieplan voor milieu en gezondheid 2004-2010);
- natuurlijke hulpbronnen en afval: ontwikkelen en ten uitvoer leggen van beleid dat erop gericht is te zorgen voor een duurzaam beheer en gebruik van natuurlijke hulpbronnen en afval, en verbeteren van de milieuprestatie van producten, duurzame productie- en consumptiepatronen, afvalpreventie, terugwinning en recycling; bijdragen aan de daadwerkelijke tenuitvoerlegging van de thematische strategie inzake afvalpreventie en afvalrecycling
- bossen: tot stand brengen, met name via een EU-coördinatie-netwerk, van een overzichtelijke en algemene basis voor beleidsrelevante informatie over bossen met betrekking tot klimaatverandering (gevolgen voor bosesystemen, mitigatie, substitutie-effecten), biodiversiteit (basisinformatie en beschermde bosgebieden),

¹²¹ <http://www.vleva.eu/werkprogrammas-en-fiches>

bosbranden, de toestand van de bossen en de beschermende functies van bossen (water, bodem, infrastructuur), alsmede bijdragen aan de bescherming van bossen tegen branden;

— innovatie: bijdragen aan het ontwikkelen en demonstreren van innovatieve beleidsbenaderingen, technologieën, methoden en instrumenten ter ondersteuning van de tenuitvoerlegging van het Actieplan inzake milieutechnologieën (ETAP);

— strategische aanpak: de daadwerkelijke tenuitvoerlegging en handhaving van de milieuwetgeving van de Europese Unie bevorderen en de kennisbasis voor het milieubeleid verbeteren; de milieuprestaties van het midden- en kleinbedrijf verbeteren.

3. LIFE+ Informatie en Communicatie

Hoofddoelstelling: informatie en bewustmaking over milieuaangelegenheden, waaronder de preventie van bosbranden; en steun voor begeleidende maatregelen, zoals informatie- en communicatieacties en -campagnes, conferenties en opleiding, waaronder opleiding inzake de preventie van bosbranden.

ICT PSP call

Projecten binnen dit programma moeten worden ingediend voor 1 juni 2011. Het betreft de financiering van een aantal demoprojecten.

- Innovatieve, intelligente solid lighting systemen (SSL)
- ICT for energy efficiency in public buildings zoals scholen of ziekenhuizen

Intelligent Energy Europe SAVE (energie-efficiëntie)

- Projecten met betrekking tot het aanbesteden van duurzame of de meest energie-efficiënte producten
- Projecten met betrekking tot het opstarten van grootschalige, sectorbrede energiebesparingsmaatregelen, meer bepaald auditprogramma's of financieringsprogramma's voor KMO's en warmterecuperatieprogramma's uit afval.

ALTENER (hernieuwbare energie)

- Projecten met betrekking tot administratieve vereenvoudiging van processen die een impact hebben op snelheid waarmee energiebesparende projecten of hernieuwbare energieprojecten kunnen worden gerealiseerd door de private sector (vb vergunningsprocedures)
- Projecten die betrekking hebben op het stimuleren van het gebruik van biomassa, zonne-energie of warmtepompen (door publiek-private consortia)
- Projecten met betrekking tot de conversie van district heating and cooling systemen naar hernieuwbare energie.

STEER (energiegebruik in de transportsector)

Allerhand projecten die betrekking hebben op de ontwikkeling van duurzame mobiliteitsplannen (SUMP).

Geïntegreerde initiatieven

- Uitwisseling van personeelsleden van openbare besturen die instaan voor de ontwikkeling en uitrol van SEAP (Sustainable Energy Action Plans) binnen de EU-15 met het oog op kennisontwikkeling en kennisuitwisseling
- Samenwerkingsprojecten tussen overheden en actoren actief in de energiesector
- Mobiliseren van lokale energie-investeringen

Daarnaast zijn er de zogenaamde FP7-programma's die meer ook meer fundamenteel onderzoek stimuleren met betrekking op de transitie naar een meer duurzame samenleving.

6.6 Slotbeschouwing

CO₂-neutraliteit op zich wordt best beschouwd als een deelobjectief van het streven naar een duurzame en veerkrachtige provincie. Op deze manier kunnen andere en nieuwe maatschappelijke vraagstukken hieraan gekoppeld worden. Tot slot kunnen we de weg naar een koolstofneutrale provincie als volgt samenvatten:

- er is geen uitgestippeld pad en het bewust verlaten van platgetreden paden is vereist;
- het pad ligt vol met kansen en mogelijkheden;
- er zal hard aan getimmerd moeten worden in een gezamenlijk proces, met bestaande en nieuwe coalities;
- veranderings- en transitie-management zijn op dit moment de best beschikbare navigatie-instrumenten;
- het proces is verre van eenvoudig. Echter, het is de tegenwind die de vlieger doet opstijgen.

BIJLAGE DETAILS NATUUR EN LANDBOUW

Methaanemissie door veeteelt

- De bepaling van de emissies door **vertering** kan onderverdeeld worden in een aantal stappen: 1) bepalen van het aantal dieren, 2) bepalen van het gewicht van de dieren, 3) gemiddelde dagelijkse gewichtstoename bepalen, 4) berekenen van de Netto energie die nodig is voor onderhoud, 5) berekenen van de netto energie die nodig is voor het verkrijgen van voeding, 6) berekenen van de netto energie die nodig is voor de groei, 7) berekenen van de netto energie die nodig is voor de melkproductie, 8) berekening van de energie geleverd door werkdieren, 9) bepaling van de energie verbruikt door zwangerschap, 10) bepaling van de netto energie voor onderhoud ten opzichte van de opgenomen verteerbare energie, 11) bepaling van de netto energie voor groei ten opzichte van de verteerbare energie, 12) bepaling van de bruto energie opname, 13) bepaling van een emissiefactor in kg CH₄/jaar/dier, 14) berekening van de totale methaan emissie per jaar. De input voor stap 1 zijn de dierenaantallen per soort voor de provincie Limburg, zoals die worden weergegeven in het VLM 'Voortgangsrapport Mestbank 2009'. Dierenaantallen werden opgesplitst naar:
 - o A) runderen: slachtkalveren; melkkoeien; zoogkoeien en andere runderen, opgesplitst in de categorieën runderen tot 1 jaar, runderen van 1 tot 2 jaar en runderen van meer dan 2 jaar.
 - o B) Varkens: biggen van 7 tot 20 kg, varkens van 20 tot 110 kg; mestvarkens meer dan 110 kg; fokvarkens (beren) en zeugen incl. big < 7 kg).

Voor stappen 2 en 3 (gemiddeld gewicht en gewichtstoename) kunnen dezelfde cijfers gebruikt worden als die die de VMM gebruikt voor Vlaanderen. In stappen 4 tot 14 worden berekeningen uitgevoerd. Het berekende resultaat geldt voor het jaar 2008.

- De bepaling van de CH₄ emissies door **mestmanagement** kan onderverdeeld worden in vier stappen:
 - o 1) ophijsten van het aantal dieren per soort: naast bovenvermelde dierencategorieën werden ook schapen, geiten, paarden en pony's, ezels (paarden < 200 kg) en pluimvee (hoenders kweekstapel), hoenders (meststapel), hoenders (legstapel), eenden, ganzen, kalkoenen en parelhoenen) in rekening genomen. Voor bovenvermelde diercategorieën zijn dierenaantallen per soort voor de provincie Limburg overgenomen uit het vermelde VLM rapport. Voor aantallen van eenden, ganzen en parelhoenen werden aantallen overgenomen uit de statistieken van het NIS.
 - o 2) bepaling van de bruto energie inname
 - o 3) bepaling van de vluchtige excretie per dag, 4) berekening van de emissiefactor per dier
 - o 4) berekening van de totale methaan emissie per jaar.

Het aantal dieren per diersoort werd net zoals voor de berekening van de verteringsemisies overgenomen uit het voortgangsrapport van de VLM (2009). Cijfers voor stap 2 werden overgenomen uit de berekeningen van de verteringsemisies en voor de andere stappen werden berekeningen uitgevoerd. Het berekende resultaat geldt voor het jaar 2008.

Methaanemissie door brandstofverbruik

De verbrandingsemissies van de Vlaamse land- en tuinbouw worden berekend op basis van de brandstofverbruiken uit de energiebalans Vlaanderen in combinatie met specifieke emissiefactoren, die gebaseerd zijn op de IPPC emissiefactoren. De VMM rapporteert de resultaten van de berekeningen per gemeente. Door de resultaten voor de 44 Limburgse gemeenten op te tellen, wordt het totaal voor de provincie bekomen.

Methaanopname door natuur

CH₄ opvang wordt berekend voor 5 categorieën: bos, akkerland, grasland, zoetwater en vochtige bodem. De opvang van de sectoren 'bos biodiversiteit', 'bos multifunctioneel' en 'parken' uit de interactieve indicatorenatlas worden verrekend in de categorie 'bos'. De sectoren 'niet beheerd grasland met biologische waarde', 'moeras zonder beheer', 'heide zonder beheer', 'grasland biodiversiteit', 'grasland met milieu- en natuurdoelen', 'grasland productie' en 'heide' worden verrekend onder de categorie 'grasland'. De sectoren 'niet geregistreerde landbouwgrond', 'akker met natuurdoelen', 'akker met milieudoelen' en 'akker productie' uit de interactieve indicatorenatlas worden verrekend onder de derde categorie: 'akkerland'. Onder de categorie 'zoet water' wordt de sector 'water' verrekend. Onder de categorie 'vochtige bodem' werd 'moeras' en 'slik en schorre' verrekend. De opvangfactoren voor bos, akkerland en grasland die de VMM hanteert zijn afkomstig uit een studie van Boeckx & Van Cleemput (2001). De opvangfactoren voor zoetwater en vochtige bodem werden afgeleid uit de VMM rapportage voor Vlaanderen. De oppervlakten uit de indicatorenatlas gelden voor het jaar 2005. Er kan echter beschouwd worden dat dit resultaat een goede benadering is voor het jaar 2008, aangezien de arealen niet danig veel veranderd zijn. Een eigen berekening van arealen op basis van de Europese habitatkaart levert ook geen recentere data op (de beschikbare habitatkaart levert data voor het jaar 2000).

N₂O

De N₂O emissie uit de landbouw wordt opgesplitst in directe en indirecte emissies. Onder de directe emissies worden volgende emissies verrekend: synthetische stikstofbemesting, stikstof uitgescheiden door grazend vee en stikstof afkomstig van gewassen. Daarnaast zijn er ook nog de emissies als gevolg van het brandstofgebruik. Onder indirecte N₂O emissies worden volgende emissies verrekend: emissies door vervluchtiging, uitloging en run-off van mestopslag en mestbewerking.

Volgende data zijn nodig om de berekeningen uit te voeren:

- NH₃-N emissies uit synthetische N bemesting en NH₃-N emissie uit de veeteelt: deze data worden per provincie en per jaar gerapporteerd door de VMM en worden daarvan overgenomen.
- Kg N/kg droge stof; kg N/kg gewas; kg N/kg proteïne, gemiddelde synthetische N bemesting in het jaar waarvoor de berekeningen worden gemaakt (kg N/ha); kg proteïnen ingenomen per persoon per jaar en nog 6 emissiefactoren: deze gegevens werden overgenomen van de VMM.
- Het aantal inwoners in de provincie Limburg: deze cijfers zijn per jaar beschikbaar op de website van het nationaal instituut voor de statistiek (NIS).
- Het aantal dieren per soort, opgesplitst naar onderstaande soorten, wordt voor de provincie Limburg overgenomen uit het voortgangsrapport van de VLM.
 - A) runderen: mestkalveren; niet-melkvee (runderen < 1 jaar, vervangingsvee < 1 jaar, runderen 1-2 jaar, vervangingsvee 1-2 jaar en andere runderen); melkkoeien en zoogkoeien.

- B) Varkens: biggen van 7 tot 20 kg, andere varkens 2-fazig; andere varkens 3-fazig; andere varkens > 110 kg; beren en zeugen, inclusief biggen < 7 kg.
- C) Pluimvee: opfokpoeljen slachtkuiken ouderdieren, slachtkuiken ouderdieren, slachtkuikens, opfokpoeljen legkippen, legkippen inclusief (gr)ouderdieren, kaloenen ouderdieren, kalkoenen slachtdieren, struisvogel fokdieren, struisvogel slachtdieren, struisvogels 0-3m en ander pluimvee.
- D) Schapen en geiten: schapen (minder dan 1 jaar en ouder dan 1 jaar), geiten (minder dan 1 jaar en ouder dan 1 jaar).
- E) Andere: paarden en pony's (paarden en pony's < 200 kg, paarden en pony's 200-600 kg, paarden > 600 kg), konijnen gesloten, konijnen kwekerij, konijnen vetmesterij, nertsen gesloten en nertsen vetmesterij
- Het oppervlakte ingenomen door N-fixerende en niet N-fixerende gewassen en het aantal kg eetbare opbrengst per jaar. Het aantal hectare per gewas wordt voor de provincie Limburg ook overgenomen uit het voortgangsrapport van de VLM. De kg eetbare opbrengst per ha wordt gerapporteerd door het NIS (2010). Data worden opgesplitst naar volgende soorten:
 - A) N-fixerende gewassen: klavers, luzerne, bonen droog, erwten droog, paardebonden, groene erwten, groene bonen, wikke en klavers nateelt.
 - B) niet N-fixerende gewassen: rapen, wintertarwe, zomertarwe, rogge, spelt, brouwergerst, wintergerst, zomergest, haver, tritecale, andere graangewassen, cichorei (insuline en koffie), vlas (stro + korrel), winterkoolzaad, zomerkoolzaad, tabak, hop, korrelmaïs (vochtig + droog), voerdermaïs (gehele plant), voerdermaïs (groene kolf), suikerbieten, voederbieten, pootaardappelen, vroege aardappelen, bintje en andere aardappelen.
- De emissies ten gevolge van het brandstofverbruik worden net zoals de methaanemissies overgenomen uit de VMM rapportage (2009).

Methaanemissie door brandstofverbruik

De verbrandingsemissies van de Vlaamse land- en tuinbouw worden berekend op basis van de brandstofverbruiken uit de energiebalans Vlaanderen in combinatie met specifieke emissiefactoren, die gebaseerd zijn op de IPPC emissiefactoren. De VMM rapporteert de resultaten van de berekeningen per gemeente. Door de resultaten voor de 44 Limburgse gemeenten op te tellen, wordt het totaal voor de provincie bekomen.

CO₂ opname en afgifte voor natuur

De opvang van CO₂ door bossen werd berekend op basis van het bosoppervlakte dat beschikbaar is via de interactieve indicatorenatlas en een emissiefactor voor de groei van bovengrondse biomassa, boskap en bosbodem, afkomstig de VMM en gebaseerd op het EFOBEL model (EFOBEL, 2004).

De emissie van CO₂ door landbouwbodems (akkers en graslanden) werd ook berekend op basis van arealen afkomstig uit de indicatieve indicatorenatlas en een emissiefactor die afkomstig is van de VMM.

CO₂ emissie door brandstofverbruik

De CO₂ emissies als gevolg van het brandstofverbruik worden net zoals de methaan en de N₂O emissies per gemeente berekend door de VMM. Resultaten voor de Limburgse gemeenten worden overgenomen uit de VMM rapportage.

BIJLAGE GEBOUWDE OMGEVING: HUIDIG EN TOEKOMSTIG BELEID

Zoals aangegeven in het rapport, is energiebesparing in de bestaande bouw één van de meest effectieve en kansrijke manieren om een grote CO₂-reductie te bereiken. Hieronder lichten we beknopt het reeds beslist beleid in Vlaanderen toe, geven we een overzicht van wat er reeds zit aan te komen omtrent toekomstig beleid en

Beknopt overzicht van het huidig beslist beleid in Vlaanderen:

- EPB-wetgeving woongebouwen voor nieuwbouw:
 - 2010¹²²: E80 & K45 verplichting
 - 2012¹²²: E70 & K40 verplichting
 - 2014¹²²: E60 verplichting
- Openbare dienstverplichtingen Vlaamse netbeheerders [subsidies voor bestaande en nieuwbouwwoningen (nieuwe woningen met betere prestaties als vereist volgens EPB-wetgeving)]
- Dakisolatiepremie [subsidies voor bestaande woningen]
- Verlaging van de onroerende voorheffing voor nieuwbouwwoningen met betere prestaties als vereist volgens EPB-wetgeving [subsidies voor nieuwbouw]
- Federale belastingvermindering voor bestaande woningen (dakisolatie, superisolerend glas en ketelvervanging), voor nieuwbouwwoningen (laagenergie en passiefhuis) en voor toepassingen van hernieuwbare energie (nieuwbouw en bestaande woningen) [subsidies voor bestaande en nieuwe woningen].

Toekomstig beleid in Vlaanderen:

- EPB-wetgeving voor nieuwbouw: vertaling van de herziening van de Europese EPB-Richtlijn =welke neerkomt op de gefaseerde invoering van (bijna) energieneutrale woningen met einddoelstelling van 100% (bijna) energieneutrale woningen in 2019¹²². De stand van zaken op dit moment: een voorstel is opgemaakt door VEA na voorafgaand stakeholderoverleg en ligt nu voor bij de stakeholders voor feedback (nog geen definitieve beslissingen zijn genomen) [vrijwillig (voor 2019) en uiteindelijk verplichting (vanaf 2019)¹²³];
- ERP2020: Energierenovatieprogramma 2020 ("Tegen 2020 mogen er in Vlaanderen geen energieverblindende woningen meer zijn"). Focus ligt op 1. Dakisolatie, 2. Vervanging van alle enkel glas, 3. Vervangen van inefficiënte installaties (op aardgas). Voorstel om gebruik te maken van de EPC-procedure en te werken met een maximaal energieverbruik per m². Hierbij zou kunnen gebruik gemaakt worden van inwisselbaarheid van ingrepen (vb. muur- en vloerisolatie kunnen compenseren voor dakisolatie of vervangen van enkel glas). Nog geen duidelijkheid over de ambities van het programma en de tijdslijn voor implementatie van de doelstellingen in het bestaande park [verplichting voor alle bestaande woningen];
- Openbare dienstverplichtingen Vlaamse netbeheerders: momenteel omschakeling van resultaatsverplichting naar actieverplichting. Overheid gaat

¹²² Aangevraagde bouwvergunningen moeten aan de gestelde eis voldoen. De woningen zullen gemiddeld pas in gebruik genomen worden twee jaar nadien.

¹²³ Hoe gaat dit soort van "vrijwillige" eisen vertaald worden in wetgeving en hoe gaat dit in de praktijk gerealiseerd worden?

dan beslissen welke ingrepen financieel ondersteund zullen worden. Deze subsidies zullen dienen ter ondersteuning van het ERP2020 wellicht. Nog geen duidelijkheid over de verplichte acties en over de tijdlijn tot 2020 [subsidies voor bestaande en nieuwe woningen];

- Federale belastingvermindering: REG-beleid is in feite een regionale bevoegdheid, zodat de verwachting is dat deze federale subsidiëring zal afgebouwd worden. De vraag is of dit zal gecompenseerd worden op het regionale niveau? [subsidies voor bestaande en nieuwe woningen]

Naar een versnelde transitie van de gebouwde omgeving?

Het effect van subsidies versus de noodzaak aan verplichte minimumeisen voor energieprestaties in bestaande woningen:

In Vlaanderen wordt momenteel nagedacht over een verplichting van minimale energieprestaties voor de bestaande woningen (de "oudere" woningen). Ook in andere landen komt men meer en meer tot dit besluit, namelijk dat een verplichting nodig is voor de bestaande woningen omdat louter subsidiëring onvoldoende is om het bestaande park echt in beweging te krijgen en om voldoende verbetering van de energieprestaties te genereren. Een inspirerend voorbeeld kan gevonden worden in het thema 'Verleidelijk verplichten' waar rond recentelijk een congres werd georganiseerd in Nederland¹²⁴. In Nederland zijn alle voorstellen gebaseerd op het moment van mutatie (vb. na verkoop van een woning krijgt men 2 jaar de tijd om te voldoen aan de minimumeisen). In Vlaanderen gaat men –tot nu toe– uit van een verplichting die geldt voor alle woningen in het jaar 2020 (dus: iedereen moet zorgen dat de woningen die hij in 2020 in zijn bezit heeft voldoet aan de gestelde eisen → suboptimale situatie voor woningen van eigenaars die op korte termijn hun woning zouden willen verkopen want woning wordt beter gerenoveerd door nieuwe eigenaars). Het nadeel van de Nederlandse aanpak is dat de veranderingen trager gaan. Via de toepassing van de EPC's voor verhuur of verkoop weten we dat circa 140 000 wooneenheden per jaar verkocht of verhuurd worden. Aangezien geen onderscheid gemaakt wordt tussen verkoop en verhuur, kennen we het aantal verkochte woningen per jaar niet. Gaan we er van uit dat minstens 2 000 000 wooneenheden in Vlaanderen een investering zal moeten doen om aan de minimumeisen te voldoen, dan moeten er meer dan 220 000 woningen per jaar verkocht worden. Echter, een deel van de woningen zijn huurwoningen. De vraag is op welke manier deze verplicht zullen worden? In Vlaanderen is reeds een eerste beleidsbeslissing genomen, namelijk dat woningen zonder dakisolatie na 2020 niet meer mogen verhuurd worden. Deze isolatieverplichting wordt opgenomen in de Vlaamse Wooncode. Dit omvat het geheel aan verplichtingen waaraan een huurwoning moet voldoen. Naast de criteria voor veiligheid, stabiliteit, verlichting en verluchting komt daar nu ook de isolatienorm bij.

Hernieuwbare energie in de gebouwde omgeving

Over PV-panelen gaan we het hier niet hebben (zit bij de energiesector). Voor de huishoudens zal het er op aankomen om te investeren in de productie van hernieuwbare warmte. Tot nu toe was er in Vlaanderen voornamelijk een omschakeling van stookolie naar aardgas. Aardgas zou kunnen deels groen gemaakt worden door bijmenging van biogas. Op Vlaams niveau zijn tot nog toe geen initiatieven genomen om dit te realiseren tegen een bepaald jaar. Andere mogelijke vormen van hernieuwbare warmte zijn enerzijds pelletinstallaties en anderzijds warmtepompen (waarbij nog steeds een kleine hoeveelheid elektriciteit wordt verbruikt die niet noodzakelijk groen is).

¹²⁴ Zie: <http://www.pegocongres.nl/>

Voor pelletinstallaties bestaat er in Vlaanderen geen ondersteunend beleid en evenmin wordt gedacht over doelstellingen die op vrijwillige of via een verplichting moeten gerealiseerd worden bij de huishoudens. Toepassing van een pelletinstallatie zal eerder een negatieve impact hebben op de energieprestaties (in EPB-software of EPC-software) en wordt in deze context dus zelfs eerder ontmoedigd. Enkel de federale belastingvermindering voorziet een financiële ondersteuning voor het plaatsen van een pelletinstallatie ter vervanging van een oude ketel. Voor warmtepompen bestaat in Vlaanderen financiële ondersteuning via de openbare dienstverplichtingen van de netbeheerders. Er zijn evenwel geen doelstellingen vooropgesteld die op vrijwillige wijze of via een verplichting moeten gerealiseerd worden bij de huishoudens. Toepassing van een warmtepomp heeft –in tegenstelling tot een pelletinstallatie– wel een positieve impact op de energieprestaties (in de EPB-software of de EPC-software) en wordt in deze context dus aangemoedigd. Ook federale belastingvermindering is voorzien voor het plaatsen van een warmtepomp ter vervanging van een oude ketel. Verwacht wordt echter, dat deze vormen van subsidies de komende jaren afgebouwd zullen worden. Voor zonneboilers kan hetzelfde besloten worden: wel verschillende subsidiekanalen, geen echt beleid op Vlaams niveau.

Specifiek beleid voor de implementatie van de ingrepen volgens het TACO1-scenario?

Het huidige Vlaamse beleid gaat in geen geval uit van de doelstelling om het ganse woningpark (bijna) energieneutraal te maken tegen 2020, zelfs niet voor de nieuwbouwwoningen, laat staan voor het bestaande park.

De vraag is of Limburg als provincie veel strengere doelstellingen kan vooropstellen en kan vertalen in een specifiek Limburgs beleid. Dergelijk beleid zal in grote mate steunen op verplichtingen, zowel in de nieuwbouw als in het bestaande woningpark. In verschillende Europese landen is men immers tot het besluit gekomen dat de huishoudens niet voldoende in actie komen als enkel wordt uitgegaan van financiële ondersteuning en als het initiatief vrijwillig van hen moet komen. Dit zal des te meer het geval zijn bij de nog veel strengere doelstellingen die door de provincie Limburg vooropgesteld worden.

Tot slot verwijzen we nog naar een Europees initiatief, zijnde "European Energy Award". In Oostenrijk doet bijvoorbeeld Salzburg hier aan mee. De provincie Limburg kan eveneens deelnemen. De verschillende Limburgse gemeenten stellen zich dan doelstellingen met betrekking tot ondermeer energieprestaties. Er kan gebruik gemaakt worden van de expertise van de andere deelnemende landen en regio's. Sommige deelnemers hebben reeds 10 jaar ervaring. Op de website van dit initiatief is veel informatie te vinden¹²⁵ en ervaringen hiermee van Salzburg zijn terug te vinden op de presentatie Community strategies for improvement of energy efficiency¹²⁶. De laatste website bevat nog andere relevante presentaties in het kader van deze topic, bijvoorbeeld passiefhuisrenovatie enz.

¹²⁵ op <http://www.european-energy-award.org/Benefits-for-countries.56.0.html>

¹²⁶ <http://www.otb.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=e6b34424-f63c-4c9c-be76-6b203e35df10&lang=nl>

BIJLAGE TACO21 SCENARIO MAATREGELTABELLEN ALTERNATIEVE VOLGORDE

Code maatregel	Maatregel	Jaarlijkse kost in 2020 [M€]	Jaarlijkse CO ₂ reductie [kton]	CO ₂ kost [€/ton]
L&N 04	Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen	-4	4	-1.117
L&N 13	Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen	-1	1	-720
T01	Slimme kilometerheffing	-49	143	-341
HH 15	Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting nr 2000 kWh per woning	-29	86	-333
T04	Extra vervoer omwille van Langerlo 100% biomassa	0	-1	-297
T05	Extra vrachtovervoer omwille van Industrie 100% biomassa	2	-6	-297
L&N 18	Bosareaal afname beperken	-29	114	-258
L&N 08	WKK	-4	18	-213
HH 7	dakisolatie rest bestaande woningen zonder dakisolatie	-4	29	-130
L&N 07	LED verlichting ipv assimilatieverlichting	-1	15	-83
industrie-03	50% van bestaande installaties overschakelen op WKK op biomassa	-21	646	-33
industrie-02	Implementatie Potentiële en Minder rendabele maatregelen, zoals door Auditconvenant gedefinieerd	-9	860	-11
L&N 09	Warmtepompen	0	50	-1
L&N 02	Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven	0	14	0
L&N 05	Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen	0	4	0
L&N 10	Clustering glastuinbouwbedrijven en schaalvergroting	0	4	0
L&N 15	Telen van een vanggewas	0	1	0
HH 6	muurisolatie rest bestaande	1	41	29

Bijlagen

	woningen met wg muurisolatie			
industrie-01	50% van bestaande stookinstallaties laten overschakelen op biomassa	20	646	31
T03	Verhogen van aandeel bio-brandstoffen naar 20% (volgens EUR 10Vol% in 2020)	1	31	36
energie-01	Bestaande centrale Langerlo ombouwen naar biomassa-centrale	79	1.769	45
L&N 11	Semi-gesloten kassen	2	35	59
energie-06	Bestaande fossiele WKK --> groene WKK	7	118	59
energie-05	Tekort aan stroomproductie binnen Limburg compenseren met aankoop groene stroom	0	0	84
HH 16	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40000 woningen	13	156	85
T02	Versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (nieuwe voertuigen)	84	963	87
L&N 01	Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's	4	48	93
energie-07	Nieuwe STEG bij T-Power op biogas	60	633	94
HH 8	dakisolatie rest bestaande woningen met wg dakisolatie	1	6	115
L&N 16	Overschakelen van gewone landbouw op organische landbouw	7	54	127
HH 11	switch stookolie -> pellets: rest van de rest bestaande woningen op stookolie	28	182	153
HH 3	muurisolatie rest bestaande woningen zonder muurisolatie	11	72	154
energie-03	Overall windenergie opwekken waar het technisch mogelijk is, volgens windplan 2002	29	170	169
HH 14	50% bijmenging biogas	29	146	196
HH 10	switch stookolie -> warmtepomp: 50% open woningen en 50% appartementen	20	101	202
Tert 4	Inzet bio-WKK op bio-olie tvv aardgas en stookolie	3	13	243
Tert 2	Inzet warmtepompen (lucht - en grondgekoppelde) grotendeels tvv aardgasketels en klassieke koeling	7	27	258
energie-02	Overall zonneënergie opwekken waar het technisch mogelijk is = dakoppervlak, geen vrije ruimte	20	54	363

HH 5	vervanging enkel glas door 3 voudig glas	17	44	393
Tert1	Renovatie Kantoren (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw tov 2008 en Renovatie Sectoren Gezondheidszorg, Hande, Onderwijs en Overige (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw tov 2008 en Nieuwbouw E45 (vanaf 2010)	101	208	486
L&N 12	Vergisting	6	11	493
L&N 03	Verminderen van de hoeveelheid toegevoegde stikstof	2	4	604
HH 9	ketelvervanging rest bestaande woningen excl. Woningen op stookolie	6	9	643
HH 1	passiefhuisrenovatie	358	433	826
HH 2	vloerisolatie rest bestaande woningen	39	46	841
L&N 06	Geleide bemesting	1	1	857
HH 12	zonneboilers: 50% van de rest bestaande woningen	28	24	1.134
HH 13	nieuwbouw vanaf 2012 (aanvraag bouwvergunning) passiefhuisstandaard	42	37	1.138
HH 4	vervanging dubbel glas door 3 voudig glas	88	70	1.248
Tert 3	Inzet biomassaketels (houtchips en pellets) tvv stookolie- en aardgasketels	112	77	1.445
L&N 17	Bebossen en efficiënter beheer van bossen	400	153	2.611
L&N 14	Toepassen van niet kerende grondbewerking (NKG)	10	1	6.893
TOTAAL		1532	8285	

Tabel 95: TACO21 scenario waarbij de maatregelen zijn gesorteerd volgens oplopende CO₂ kost.

Code maatregel	Maatregel	Jaarlijkse kost in 2020 [M€]	Jaarlijkse CO ₂ reductie [kton]	CO ₂ kost [€/ton]
T05	Extra vrachtvervoer omwille van Industrie 100% biomassa	2	-6	-297
energie-05	Tekort aan stroomproductie binnen Limburg compenseren met aankoop groene stroom	0	0	84
T04	Extra vervoer omwille van Langerlo 100% biomassa	0	-1	-297
L&N 15	Telen van een vanggewas	0	1	0
L&N 06	Geleide bemesting	1	1	857
L&N 13	Herintroduceren van gemengde/roterende landbouwsystemen	-1	1	-720
L&N 14	Toepassen van niet kerende grondbewerking (NKG)	10	1	6.893
L&N 10	Clustering glastuinbouwbedrijven en schaalvergroting	0	4	0
L&N 05	Gebruik van nieuwe (organische) meststoffen	0	4	0
L&N 03	Verminderen van de hoeveelheid toegevoegde stikstof	2	4	604
L&N 04	Het gebruik van dierlijke meststoffen in plaats van synthetische meststoffen	-4	4	-1.117
HH 8	dakisolatie rest bestaande woningen met wg dakisolatie	1	6	115
HH 9	ketelvervanging rest bestaande woningen excl. Woningen op stookolie	6	9	643
L&N 12	Vergisting	6	11	493
Tert 4	Inzet bio-WKK op bio-olie tvv aardgas en stookolie	3	13	243
L&N 02	Variatie van het veevoeder en de voedingsadditieven	0	14	0
L&N 07	LED verlichting ipv assimilatieverlichting	-1	15	-83
L&N 08	WKK	-4	18	-213
HH 12	zonneboilers: 50% van de rest bestaande woningen	28	24	1.134
Tert 2	Inzet warmtepompen (lucht - en grondgekoppelde) grotendeels tvv aardgasketels en klassieke koeling	7	27	258
HH 7	dakisolatie rest bestaande woningen zonder dakisolatie	-4	29	-130
T03	Verhogen van aandeel bio-	1	31	36

	brandstoffen naar 20% (volgens EUR 10Vol% in 2020)			
L&N 11	Semi-gesloten kassen	2	35	59
HH 13	nieuwbouw vanaf 2012 (aanvraag bouwvergunning) passiefhuisstandaard	42	37	1.138
HH 6	muurisolatie rest bestaande woningen met wg muurisolatie	1	41	29
HH 5	vervanging enkel glas door 3 voudig glas	17	44	393
HH 2	vloerisolatie rest bestaande woningen	39	46	841
L&N 01	Inkrimping met 20 % van de runderen, varkens, paarden en pony's	4	48	93
L&N 09	Warmtepompen	0	50	-1
energie-02	Overall zonneënergie opwekken waar het technisch mogelijk is = dakoppervlak, geen vrije ruimte	20	54	363
L&N 16	Overschakelen van gewone landbouw op organische landbouw	7	54	127
HH 4	vervanging dubbel glas door 3 voudig glas	88	70	1.248
HH 3	muurisolatie rest bestaande woningen zonder muurisolatie	11	72	154
Tert 3	Inzet biomassaketels (houtchips en pellets) tvv stookolie- en aardgasketels	112	77	1.445
HH 15	Verlaging van het elektriciteitsverbruik voor apparaten en verlichting nr 2000 kWh per woning	-29	86	-333
HH 10	switch stookolie -> warmtepomp: 50% open woningen en 50% appartementen	20	101	202
L&N 18	Bosareaal afname beperken	-29	114	-258
energie-06	Bestaande fossiele WKK --> groene WKK	7	118	59
T01	Slimme kilometerheffing	-49	143	-341
HH 14	50% bijmenging biogas	29	146	196
L&N 17	Bebossen en efficiënter beheer van bossen	400	153	2.611
HH 16	Warmtenet van Centrale Langerlo naar Genk en Hasselt, 40000 woningen	13	156	85
energie-03	Overall windenergie opwekken waar het technisch mogelijk is, volgens windplan 2002	29	170	169

HH 11	switch stookolie -> pellets: rest van de rest bestaande woningen op stookolie	28	182	153
Tert1	Renovatie Kantoren (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw tov 2008 en Renovatie Sectoren Gezondheidszorg, Hande, Onderwijs en Overige (50% daling verbruik HVAC + verlichting per gebouw tov 2008 en Nieuwbouw E45 (vanaf 2010)	101	208	486
HH 1	passiefhuisrenovatie	358	433	826
energie-07	Nieuwe STEG bij T-Power op biogas	60	633	94
industrie-03	50% van bestaande installaties overschakelen op WKK op biomassa	-21	646	-33
industrie-01	50% van bestaande stookinstallaties laten overschakelen op biomassa	20	646	31
industrie-02	Implementatie Potentiële en Minder rendabele maatregelen, zoals door Auditconvenant gedefinieerd	-9	860	-11
T02	Versnelde introductie van plug-in hybride en batterij-elektrische voertuigen (nieuwe voertuigen)	84	963	87
energie-01	Bestaande centrale Langerlo ombouwen naar biomassa-centrale	79	1769	45
TOTAAL		1532	8285	

Tabel 96: TACO21 scenario waarbij de maatregelen zijn gesorteerd volgens oplopende CO₂ reductie.

LITERATUURLIJST

Aernouts K., Jespers K. (2009) Energiebalans Vlaanderen 2007: Eindrapport Energiebalans Vlaanderen 2007, rapport 2009/TEM/R/juli 2009, www.emis.vito.be/energiebalans-vlaanderen.

Alterra (2003). Klimaatverandering en de functies van het landelijk gebied. Resultaten van vier jaar klimaatonderzoek in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Assadourian E. (2010) Cultural change for a bearable climate. Sustainability: science, practice and policy 6: 1-5.

Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2006) – National Inventory Report submitted under the United Nations Framework convention on Climate Change, maart 2008.

Belgium's Greenhouse gas inventory from 1990-2009: National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol, 2010.

Bilsen V., Vincent C., Vercalsteren A., Van der Linden A., Dils E., Moorkens I., Vangeel S., Vandille G., Avonds L. (2010). Het Vlaams uitgebreid milieu input-output model, OVAM,; <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2010>).

BIM (2005). Technisch-economische analyse van de rendabiliteit van , energiebesparende investeringen, KUL en 3E, 2005, studie in opdracht van BIM.

Bleys B. (2009). The Index of Sustainable Welfare for Belgium, 1970-2006.

Boeckx P. & Van Cleemput O. (2001). Estimates of N2O and CH4 fluxes from Agricultural lands in various regions in Europe.

Bouwen en wonen (2011). Belang oriëntatie woning voor beter E-peil onderschat. Samenvatting studie uitgevoerd door Matriciel.

Buchanan M (2007). What made you read this? New scientist 195: 36-39.

Capros P., Mantzos L., Papandreou V. & Tasios N. (2008). Model-based Analysis of the 2008 EU Policy Package on Climate Change and Renewables (Appendices), E3M Lab, in opdracht van European Commission - DG Environment. http://www.e3mlab.ntua.gr/reports/analysis_appendix.pdf

Centre for alternative Technology, 2010. Zero Carbon Britain 2030, a new energy strategy.

Cozens P. & Manson-Whitton C. (2010). *Bio-SNG: Feasibility Study, Establishment of a Regional Project*, in opdracht van NEPIC, National Grid and Centrica.

Cuypers D., Dauwe T. & Aernouts K. (2010). Analyse energiegegevens en CO2-emissies onder het Europese Emissiehandelsstelsel (ETS) in vergelijking met totaal energieverbruik en CO2-emissies in Vlaanderen, VITO, in opdracht van VMM MIRA, uitgegeven door VMM. http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02_THEMAS/02_12/201002-ANALYSE_ENERGIEGEGEVENS_EN_CO2-EMISSIONS_ONDER_ETS_IN_VLAANDEREN_TW.PDF

DEFRA (2008). A framework for pro-environmental behaviours. Report. London.

De Nocker L. et al. (2010). Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaat-verandering, Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA.

Derksen J. et al. (2008). De ecopyramide. Biomassa beter benutten. Utrecht.

De Ruyck J. (2006). Maximum potentials for renewable energy, VUB, in opdracht van Commission Energy 2030: Renewable energies. http://www.ce2030.be/public/documents_public/REN_for_CE2030_V5.pdf

De Smet et al. (2009). Onderzoek duurzame bevoorrading: gebruik lokale oppervlaktedelfstoffen of import van minerale grondstoffen, studie uitgevoerd voor de Dienst Natuurlijke Rijkdommen.

Devriendt N., Dooms G., Liekens J., Nijs W. & Pelkmans L. (2005). Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020, VITO - 3E, in opdracht van ANRE. <http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=459>

Dewan A., Donovan C., Heo D. & Beyenal H. (2010). *Evaluating the performance of microbial fuel cells powering electronic devices*, **Journal of Power Sources** **195**(1): 90-96. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TH1-4WPTXNY-1/2/344bbb344c93976ce9bc0bd6713cd9a7>

Ecofys (2011). The energy report. 100% renewable energy by 2050. Part 2. A study of WWF, OMA and Ecofys.

Ecopolis Vlaanderen. Ecologische en ruimtelijke planning in Vlaanderen. Duurzaam energiebeheer. Met steun van de Vlaamse Overheid. Beschikbaar op: <http://www.ecopolisvlaanderen.be/doewijzer/item.php?id=89&toon=t&p=8>

EFOBEL (2004). Un modèle de calcul de la séquestration du carbone par les forêts, selon les termes des Accords de Marrakech et les engagements de rapportage de la Belgique au Protocole de Kyoto.

European Commission (2007). Impact Assessment: Renewable Energy Road Map Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future, EC. http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf

EREC (2010). Re-thinking 2050. Presentation by Christine Lins, Secretary General of EREC in Paris Dec 2010.

Federaal Planbureau (juli 2010). Regionale economische vooruitzichten 2009-2015.

FOD (2004). Energievooruitzichten voor België tegen 2030, Dominique Gusbin en Bruno Hoornaert, federaal planbureau, http://www.plan.be/websites/pp095/nl/html_books/24.html

FOD Economie, Algemene Directie Statistiek en Economische informatie en toerisme Vlaanderen, verwerking Toerisme Limburg vzw

FOD Mobiliteit (2010). Verkeerstellingen 2008. <http://www.mobilit.fgov.be/data/mobil/Broch08NL.pdf>

Futerra (2010). Biodiversity Communications. A Futerra Communications Masterclass.

Garcia Ciudad V., Mathijs E., Nevens F. and Reheul D. (2003) Energiegewassen in de Vlaamse Landbouwsector. Stedula, publicatie 1. Raadpleegbaar op: <http://www.kuleuven.ac.be/stedula//nl/publicaties/publicatie1.pdf>.

Heath C., Heath D. (2007). Made to Stick: Why Some Ideas Survive and Others Die, New York.

Heylen F. (2004). Macro-economie, tweede editie, Garant, Antwerpen.

Hotelling H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources, Journal of Political Economy, 39(2), 137-175.

IEA (2010). Vision 2010: Creating a Europe wide strategy for geothermal energy. Presentation by Paolo Frankl, Head, Renewable Energy Division in Paris in Dec 2010.

IPCC (1997). Greenhouse gas Inventory reporting instructions (IPCC 1996 Revised Guidelines for National Greenhouse gas inventories, Volume 1).

IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

JRC (2009). EU-maatregelen voor energie-efficiëntie dragen bij tot stabilisering van het energieverbruik – afname van het huishoudelijk verbruik, JRC, 2009, news release.

KUL (2002). Scenario's voor broeikasgasreductie door vastlegging van koolstof en energiesubstitutie: ruimtebeslag, milieu-impact en kostenefficiëntie.

Lesschen J.P., Kuikman P.J. & van den Wyngaert I. Nulmeting emissie broeikasgassen Gelderse land- en tuinbouw.

Lodewijks P., Polders C. & Van Rompaey H. (2005). Evaluatie van de inschatting van NMVOS-emissies door verbrandingsprocessen in Vlaanderen, VITO.

Luntz F. (2007). Words That Work: It's Not What You Say, It's What People Hear, New York.

Maselis A. De nationale uitgaven in de gezondheidszorg, 7de editie, in Assurinfo, Nr 11, Weekblad van 18 maart 2010-10-07.

MIRA (2009). Milieuverkenning 2030. Milieurapport Vlaanderen. VMM.

Negro S. (2007). Dynamics of technological innovation systems. Universiteit Utrecht.

Neumayer E. (2000). Resource Accounting in Measures of Unsustainability: Challenging the World Bank's Conclusions, Environmental and Resource Economics 15: 257-278.

Neyens J. & Jacquet A. Avis ODE-EDORA-APERRE relatif au Rapport de la Commission Energie 2030, presentatie op Hoorzitting Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers Commissie Bedrijfsleven en Wetenschapsbeleid, 29/1/2008, Brussel.
http://ode.be/uploads/images/PRJ_E2030%20ODE%20EDORA%20CommParl_080129%20FR+NL.pdf

Neyens J. & Jacquet A. (2007). Comments on preliminary report "Energie 2030", ODE and EDORA/APERE.

http://ode.be/uploads/images/CE2030_ODE_EDORA_ADVICE_final.pdf

New Scientist. (2010) 'City vs country: The concrete jungle is greener, 18 november 2010

NIS (2010). Raming van de productie van de landbouwteelten, oogstjaar 2009.

Planbureau voor de Leefomgeving (2010). Wat natuur de mens biedt: Ecosysteemdiensten in Nederland.

OECD/IEA (2003). Energy to 2050. Scenarios for a sustainable future. France.

POM-ERSV Limburg (2009). Economisch Rapport.

Rees W. (2010). What is blocking sustainability? Human nature, cognition and denial. Sustainability: science, practice and policy 6 (2): 13-25.

Rockström J. et al. (2009) A safe operating space for humanity. Nature 461: 472-475

Sebek L.B.J. & Schils R.L.M. (2006). Verlaging van methaan- en lachgasemissies uit de Nederlandse melkveehouderij.

SMK (2008). Emissiereductie van broeikasgassen in open teelten, ontwikkeling van een klimaatmodule voor het Milieukeurschema Plantaardige Producten.

Soil Association (2009). Soil carbon and organic farming.

TEEB report (2009). The economics of ecosystem services and biodiversity.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2008). Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2006) - National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC.

<http://unfccc.int/resource/docs/2008/sbi/eng/12.pdf>

Van Regemorter D., Nijs W., Renders N., Proost S. & Duerinck J. (2007). Markal/Times, a model to support greenhouse gas reduction policies, CES (KUL) - VITO, in opdracht van DWTC, uitgegeven door Belgian Science Policy. http://www.belspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc/CPen/rCP22_en.pdf

VITO (2005). Evaluatie van de inschatting van NMVOS emissies door verbrandingsprocessen in Vlaanderen.

Vlaams Parlement. Toelichtingen bij de aanpassing van de middelenbegroting en de algemene uitgavenbegroting van de Vlaamse Gemeenschap voor het begrotingsjaar 2010. Meerjarenbegroting 2011-2014. Stuk 21 (2009-2010), ingediend op 30 april 2010.

VLM (2009). Voortgangsrapport Mestbank 2009 betreffende het mestbeleid in Vlaanderen.

VMM (2009). MIRA - Milieuverkenning 2030. Milieurapport Vlaanderen.

VMM (2009). Lozingen in de lucht 1990-2008, Bijlagen 4A en 4B.

VMM & INBO (2009). Wetenschappelijk rapport MIRA 2009 & NARA 2009 Landbouw.

VROM (2010). Monitoringprotocol 0072 Bos t.b.v. NIR 2010, uitgave maart 2010.

WES (2008). Reisgedrag van de Belgen.

Westen D (2007). *The Political Brain: The Role of Emotion in Deciding the Fate of the Nation*, New York.

Capros P., Mantzos L., Papandreou V. & Tasios N. (2008). *Model-based Analysis of the 2008 EU Policy Package on Climate Change and Renewables (Appendices)*, E3M Lab, in opdracht van European Commission - DG Environment.

http://www.e3mlab.ntua.gr/reports/analysis_appendix.pdf

Cuypers D., Dauwe T. & Aernouts K. (2010). *Analyse energiegegevens en CO₂-emissies onder het Europese Emissiehandelsstelsel (ETS) in vergelijking met totaal energieverbruik en CO₂-emissies in Vlaanderen*, VITO, in opdracht van VMM MIRA, uitgegeven door VMM.

http://www.milieurapport.be/Upload/Main/MiraData/MIRA-T/02_THEMAS/02_12/201002-ANALYSE_ENERGIEGEGEVENS_EN_CO2-EMISSIONS_ONDER_ETS_IN_VLAANDEREN_TW.PDF

De Ruyck J. (2006). *Maximum potentials for renewable energy*, VUB, in opdracht van Commission Energy 2030: Renewable energies.

http://www.ce2030.be/public/documents_public/REN_for_CE2030_V5.pdf

Devriendt N., Dooms G., Liekens J., Nijs W. & Pelkmans L. (2005). *Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020*, VITO - 3E, in opdracht van ANRE.

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=459>

Dewan A., Donovan C., Heo D. & Beyenal H. (2010). *Evaluating the performance of microbial fuel cells powering electronic devices*, **Journal of Power Sources** 195(1): 90-96.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6TH1-4WPTXNY-1/2/344bbb344c93976ce9bc0bd6713cd9a7>

European Commission (2007). *Impact Assessment: Renewable Energy Road Map Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future*, EC.

http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf

Neyens J. & Jacquet A. (2007). *Comments on preliminary report "Energie 2030"*, ODE and EDORA/APERE.

http://ode.be/uploads/images/CE2030_ODE_EDORA_ADVICE_final.pdf

Neyens J. & Jacquet A. *Avis ODE-EDORA-APERE relatif au Rapport de la Commission Energie 2030*, presentatie op Hoorzitting Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers Commissie Bedrijfsleven en Wetenschapsbeleid, 29/1/2008, Brussel.

http://ode.be/uploads/images/PRJ_E2030%20ODE%20EDORA%20CommParl_080129%20FR+NL.pdf

Phillip Cozens & Chris Manson-Whitton (2010). *Bio-SNG: Feasibility Study, Establishment of a Regional Project*, in opdracht van NEPIC, National Grid and Centrica.

<http://www.cngservices.co.uk/assets/Bio-SNG-Feasibility-Study.pdf>

Russ P., Wiesenthal T., Van Regemorter D. & Ciscar J.C. (2007). *Global Climate Policy Scenarios for 2030 and beyond - Analysis of greenhouse gas emission reduction pathway scenarios with the POLES and GEM-E3 models*, JRC/IPTS.

<http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur23032en.pdf>

Van Regemorter D., Nijs W., Renders N., Proost S. & Duerinck J. (2007). *Markal/Times, a model to support greenhouse gas reduction policies*, CES (KUL) - VITO, in opdracht van DWTC, uitgegeven door Belgian Science Policy.

http://www.belspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc/CPen/rCP22_en.pdf