

NVTL open teelten

Energietransitie: hoe voorzien we in onze energiebehoefte?

TKI Agri&Food / TKI BBE
19 februari 2019



TKI Agri&Food
Postbus 557
6700 AN Wageningen
www.tki-agrifood.nl

Een TKI?

- Kees de Gooijer
- Chief Inspiration Officer

Een Topconsortium voor Kennis en Innovatie Bouwt, Onderhoudt en Voert een Agenda uit over alle Technology Readiness Levels.



TKI Agri&Food

Postbus 557

6700 AN Wageningen

www.tki-agrifood.nl

Waarom Agri & Food?

Woody Allen (1953):

- Er zijn drie existentiële vragen.
- 1. Waarom zijn we hier?
- 2. Waar gaan we heen?
- 3. Wanneer gaan we eten?
- Wellicht voor Europa nog een vierde: wat gaan we eten, en welke wijn drinken we erbij?

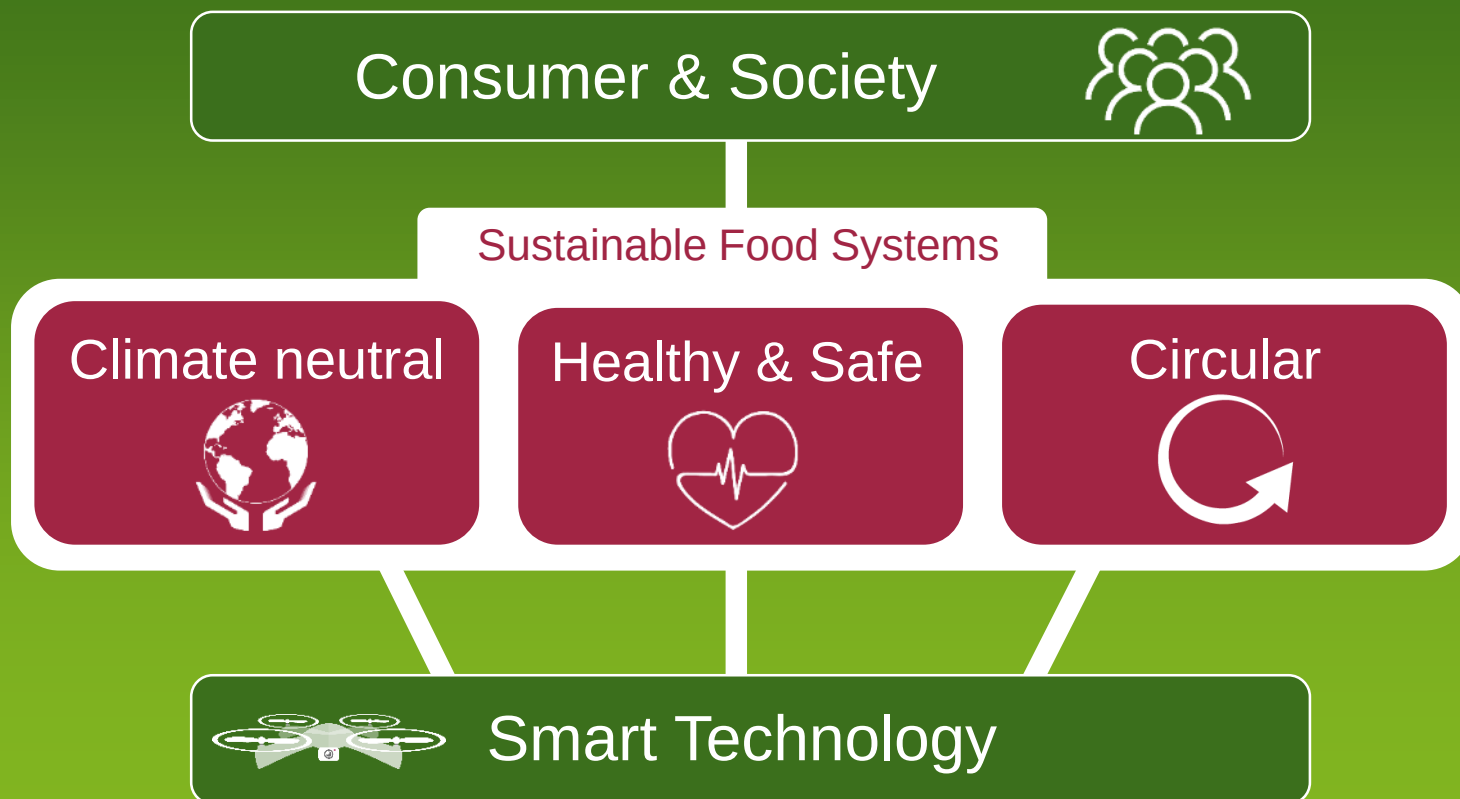


Opdracht (van Jan)

Hoe ontwikkelt het **energiegebruik** zich in de landbouw en welke alternatieven voor fossiele brandstoffen zijn bruikbaar. Voor het zwaardere werk zijn **accu's geen** oplossing. Wat wel?

Waterstof? Maar is het wel veilig? Andere opties? Wat zijn de voor- en nadelen? Zien we teveel **beren** op de weg?

Five central themes



Waar zitten we

1 Kringlooplandbouw; 2 Klimaatneutrale landbouw en voedselproductie; 3 Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied in 2050; 4 Duurzaam, gezond en veilig voedselsysteem; 5 Nederland de best beschermde delta in 2100 en daarna ; 6 Duurzaam gebruik Noordzee, oceanen, estuaria en binnenwateren

Regeerakkoord

Aanpak:
missiegedreven

Missies
(ministeries)

Wa

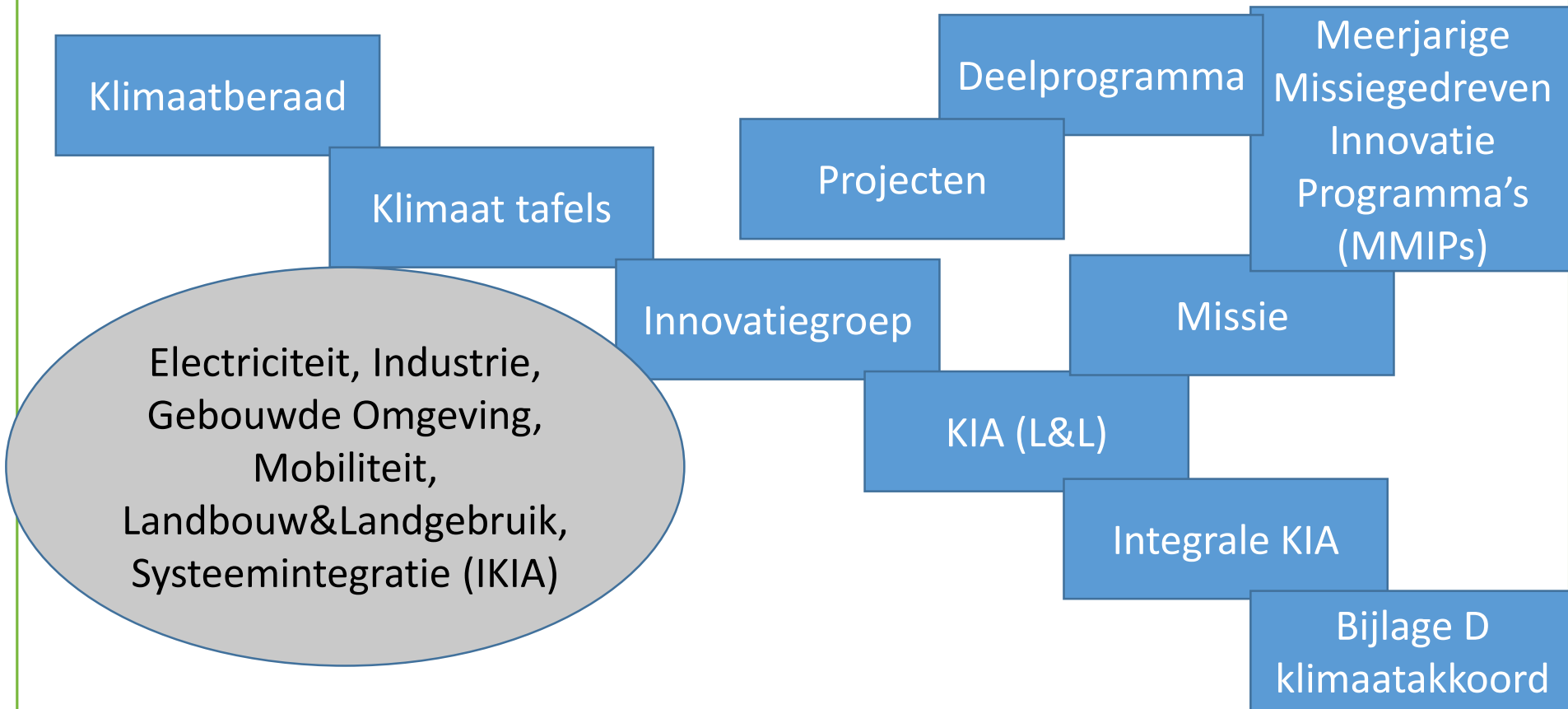
HOE
DAN

Call PPS

1 Veiligheid
2 Gezondheid, Zorg
3 Energietransitie, Duurzaamheid
4 Landbouw, Voedsel, Water
5 Sleuteltechnologieën

Meerjaren
Missiegedreven
Innovatie
Programma's
(MMIPs) / KIA

Waar zitten we (klimaat)?



11

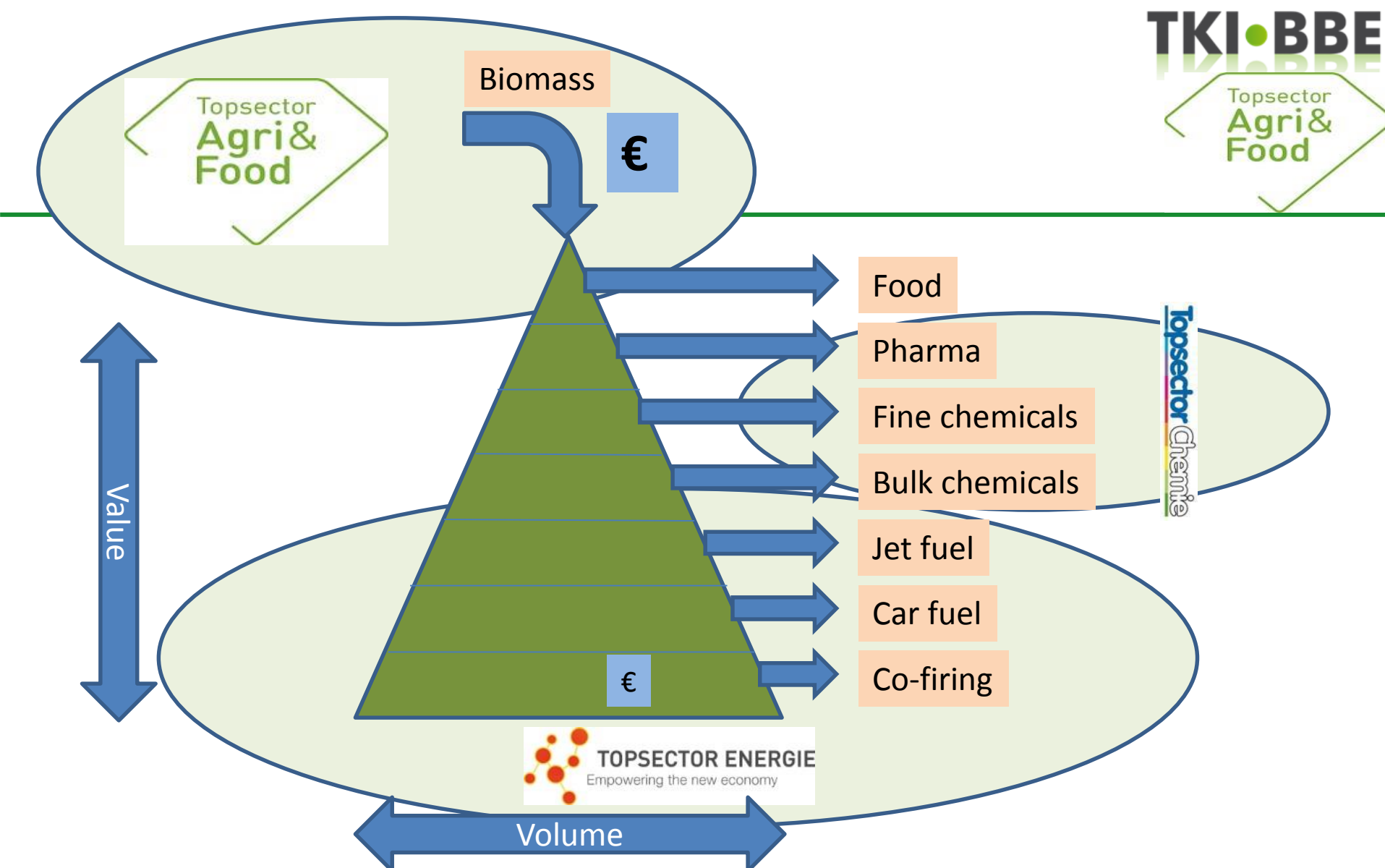
Klimaatneutrale productie food en non-food

- Reductie methaanemissies door pens- en darmfermentatie
- Reductie emissies uit stal en mestopslag
- Koolstofvastlegging en vermindering emissies landbouwbodems en bemesting
- Vermindering emissies veenweidegebieden

12

Land en water optimaal ingericht op CO2 vastlegging en gebruik

- Zeewierveredeling, -teelt en na-oogst
- Verdubbelde fotosynthese
- Eiwit voor humane consumptie
- Klimaatbehendige natuur
- Klimaatvriendelijke keuze bij aanschaf producten
- Gezonde voedselkeuze
- Gebruiksreductie naar nulmissie





After R&D:

Timeline from decision to operation:
4-5 year; CAPEX: 20 million €
Lifetime: 10 year

After R&D:

Timeline from decision to operation:
7-9 year; CAPEX: 200 million €
Lifetime: 20 year



After R&D:

Timeline from decision to operation: 12-14
year; CAPEX: 2000 million €
Lifetime: 30 year

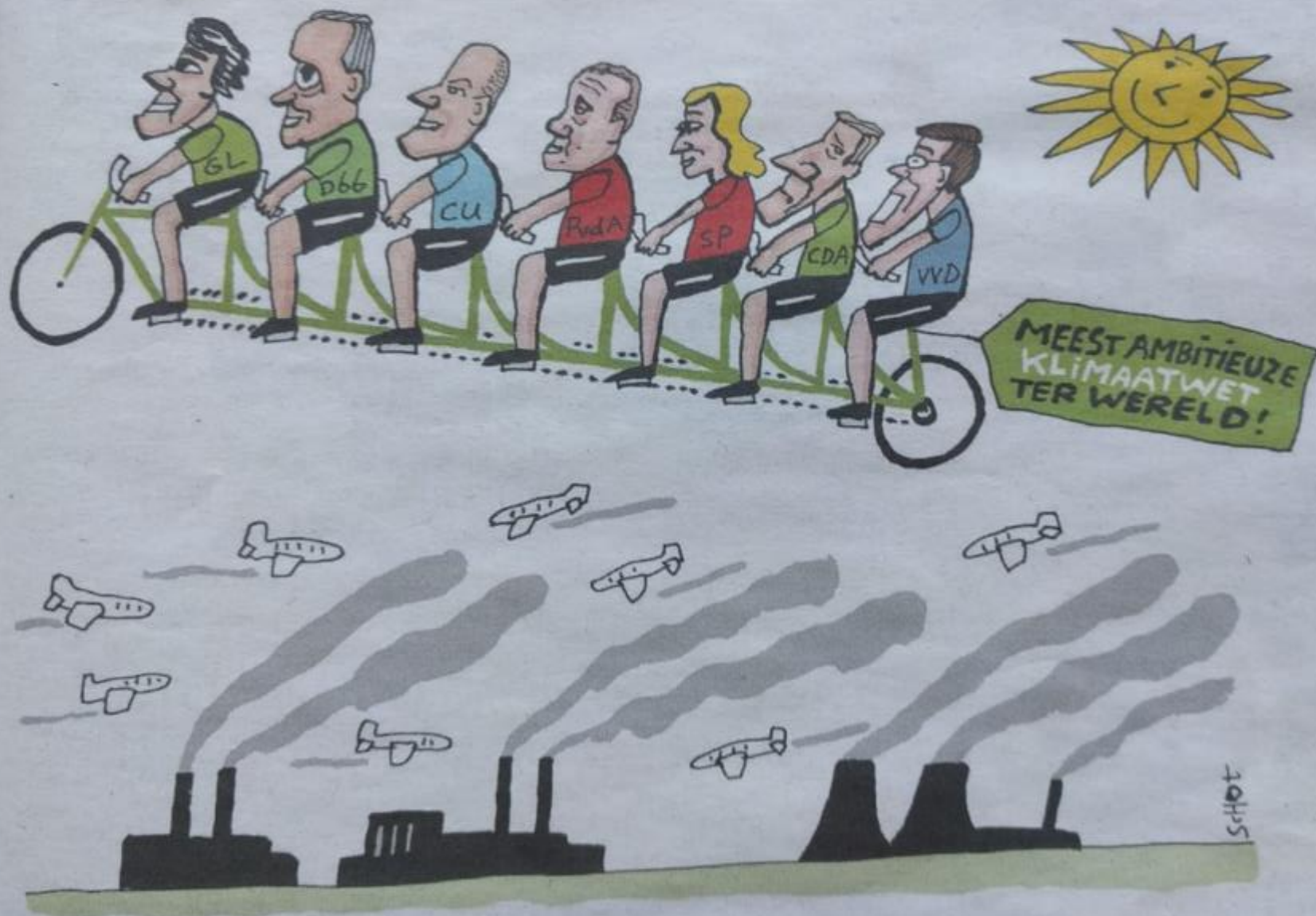
Food

Pharma

Car fuel

Co-firing

€



Share of energy from renewable sources in the EU Member States

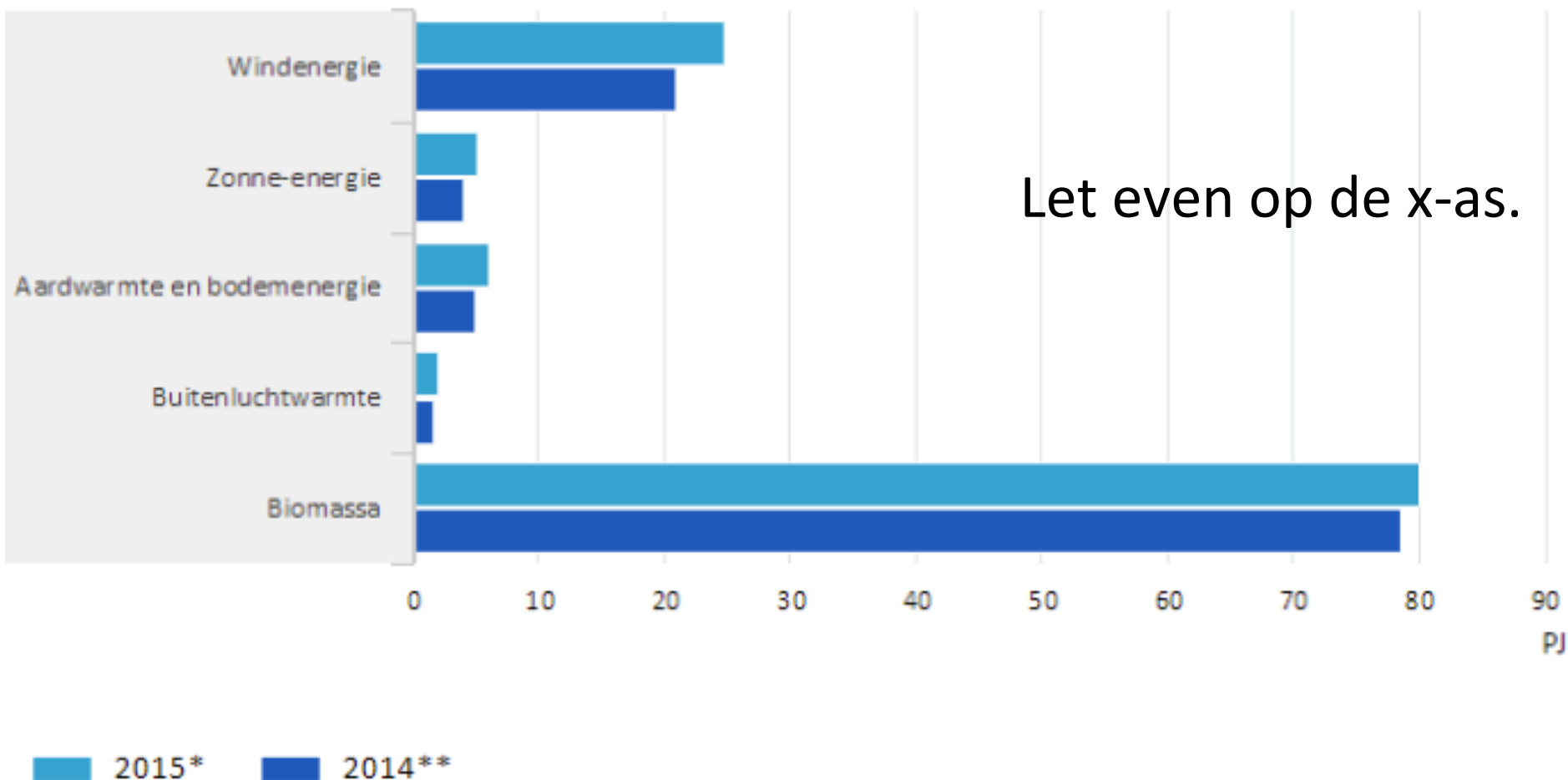
(2017, in % of gross final energy consumption)



De
Troepen



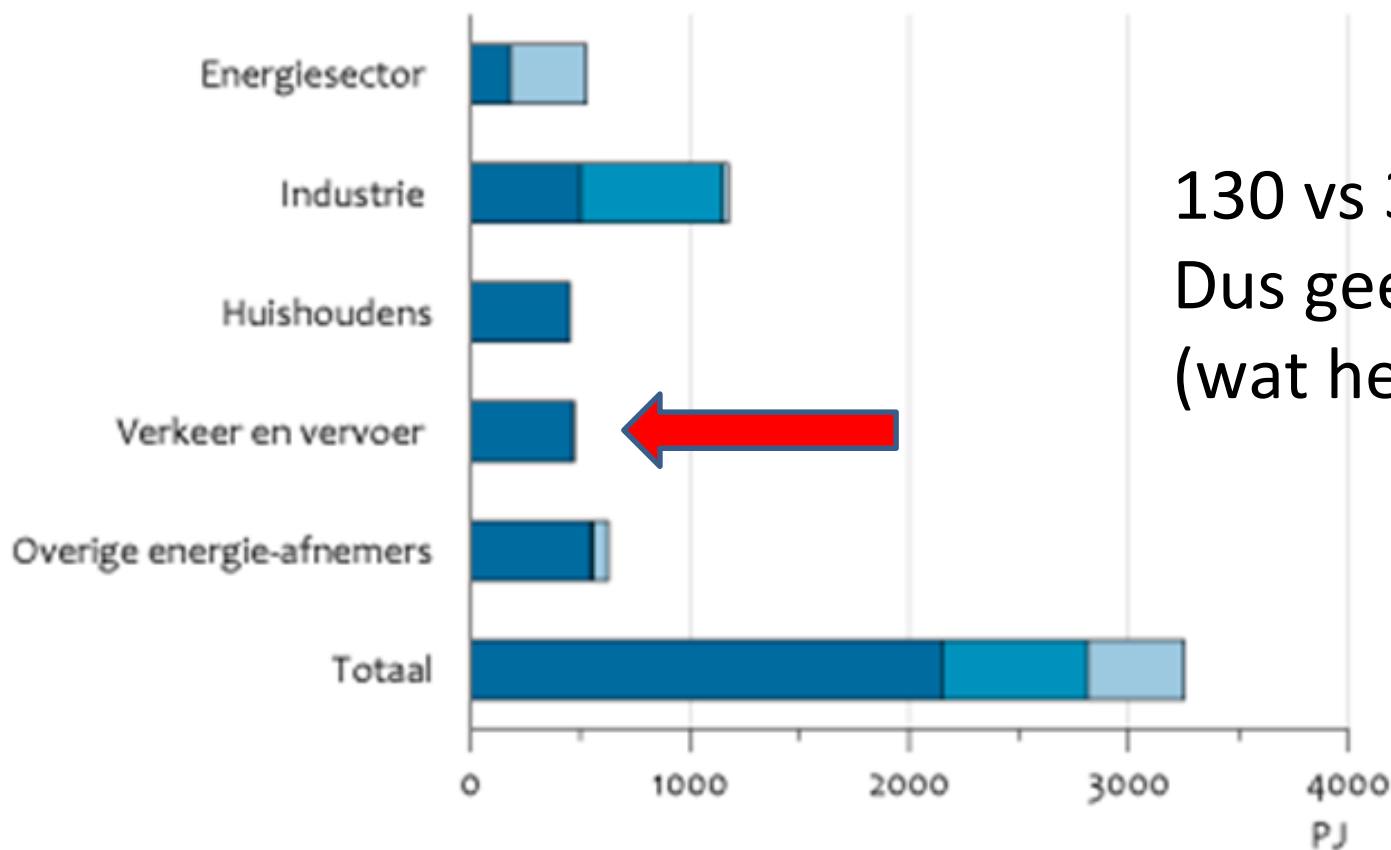
Verbruik van hernieuwbare energie naar energiebron in petajoule(PJ)



(Bron: CBS)



Energieverbruik naar sector en inzet, 2013

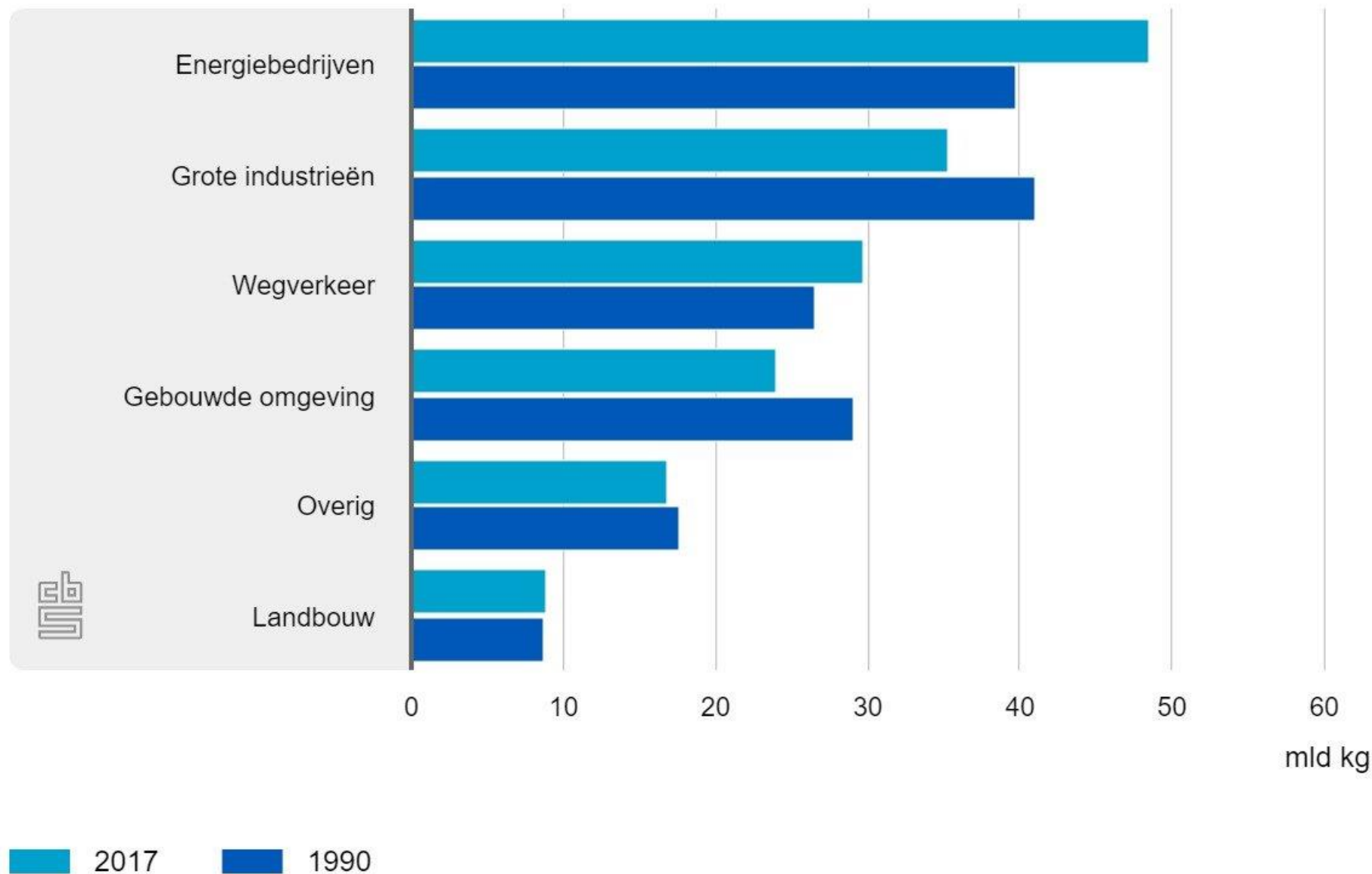


130 vs 3200 PJ.
Dus geen 45%
(wat het beeld is).

- Verbruik als brandstof in ovens, ketels, kachels, enzovoort.
- Verbruik als grondstof
- Omzettingssaldo van energiedragers in andere energiedragers



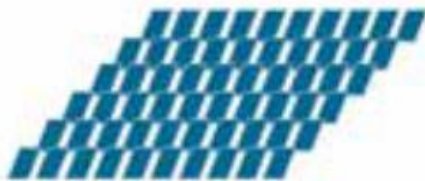
Uitstoot koolstofdioxide naar sector



Bron: CBS, RIVM/Emissieregistratie

Wasda, een PJ?

1 PJ =



15-20

6

300-500

HA ZONNEVELD

**900.000-
1.500.000**

100.000

WONINGEN MET
ZONNEDAKEN

4.750

HA
BIOMASSATEELT

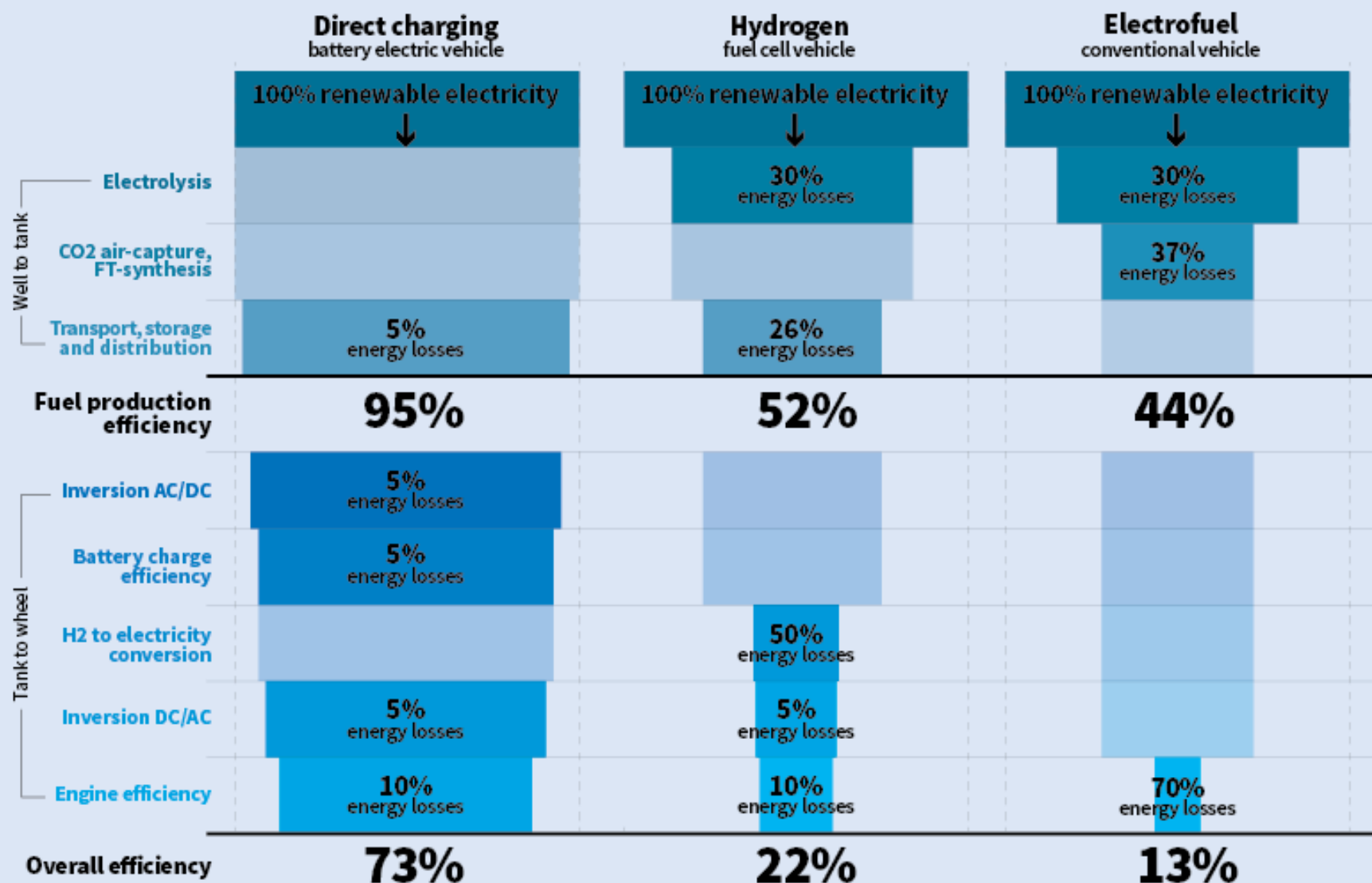
1/19

HEMWEG-8*

Credits: Studio Marco Vermeulen



Energy efficiency of different technologies in a passenger car



Energy use as fuel (80%)

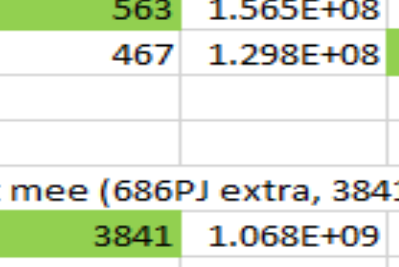
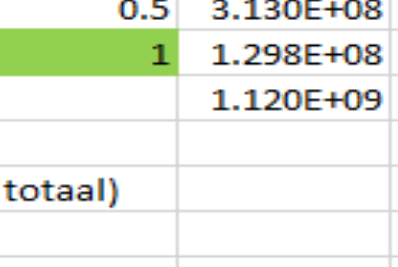
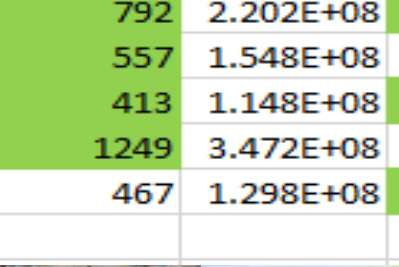
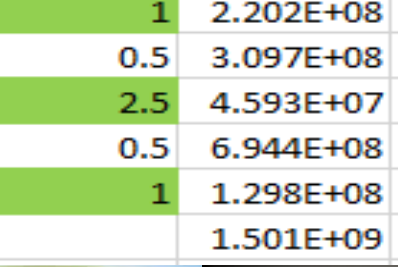
Application	Share (%)	Biobased option	Sustainable Alternative	Disadvantage
Elektricity/WKK	29%	Cofiring Bio WKK Gasification	Zon Wind	No 24/7 availability
Heat (< 120°C): homes, greenhouses, food & paper industry, etc...	22%	Bio WKK Biomass burner	Geowarmth Heat pump Solar boiler	€€€, insecure Decentral Decentral
Cars + small trucks	10%	Biofuels Biogas	El. Car (>10.000 in NL)	Range €€€, rare minerals, expensive infrastructure
Industrial heat (>120, steam)	15%	Biomass burner	-	(temperature too high for sustainable alternatives)
Large trucks	4%	Biofuels Biogas (LBG)	-	(Too much power needed for batteries)
Air transport (Consumption NL)	0,1%	Biofuels	-	(elektrical aeroplanes?)
Air transport (total in tanks)	5%			
Water transport (Consumption NL)	0,5%	Biofuels Biogas (LBG)	-	(Too much power needed for batteries)
Water transport (total in tanks)	17%			

Exercitie 1.

- We gaan alles doen met wind op zee.



All-electric met wind op zee?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
					PJ	MWh(th)	COP	MWh(el)	Opwek km2
4									
6									
7									6.007E+03
8									1.311E+04
9									1.843E+04
10									2.734E+03
11					563	1.565E+08	0.5	3.130E+08	1.863E+04
12					467	1.298E+08	1	1.298E+08	7.728E+03
13								1.120E+09	6.664E+04
14									
15					niet mee (686PJ extra, 3841 totaal)				
16					3841	1.068E+09			
17	Waarvan								
18	Energiesector				363	1.009E+08	1	1.009E+08	6.007E+03
19					792	2.202E+08	1	2.202E+08	1.311E+04
20					557	1.548E+08	0.5	3.097E+08	1.843E+04
21					413	1.148E+08	2.5	4.593E+07	2.734E+03
22					1249	3.472E+08	0.5	6.944E+08	4.134E+04
23					467	1.298E+08	1	1.298E+08	7.728E+03
24								1.501E+09	8.934E+04



Conclusie 1.

- We gaan alles doen met wind op zee:
- Dat gaat hem niet worden.



Exercitie 2.

- Er is meer dan WoZ.
- Maar geen biomassa, dat is controversieel?



En Hout?

Slide: taken @Fraunhofer feb 17
and @Gamma august 2017

Rekent u even mee, voor in de
electriciteitscentrale?

Hoeveel m³? $22 \cdot 10^{-3} \times 30 \cdot 10^{-3} \times$
 $210 \cdot 10^{-2} \times 15 = 2,08 \cdot 10^{-2} \text{m}^3$

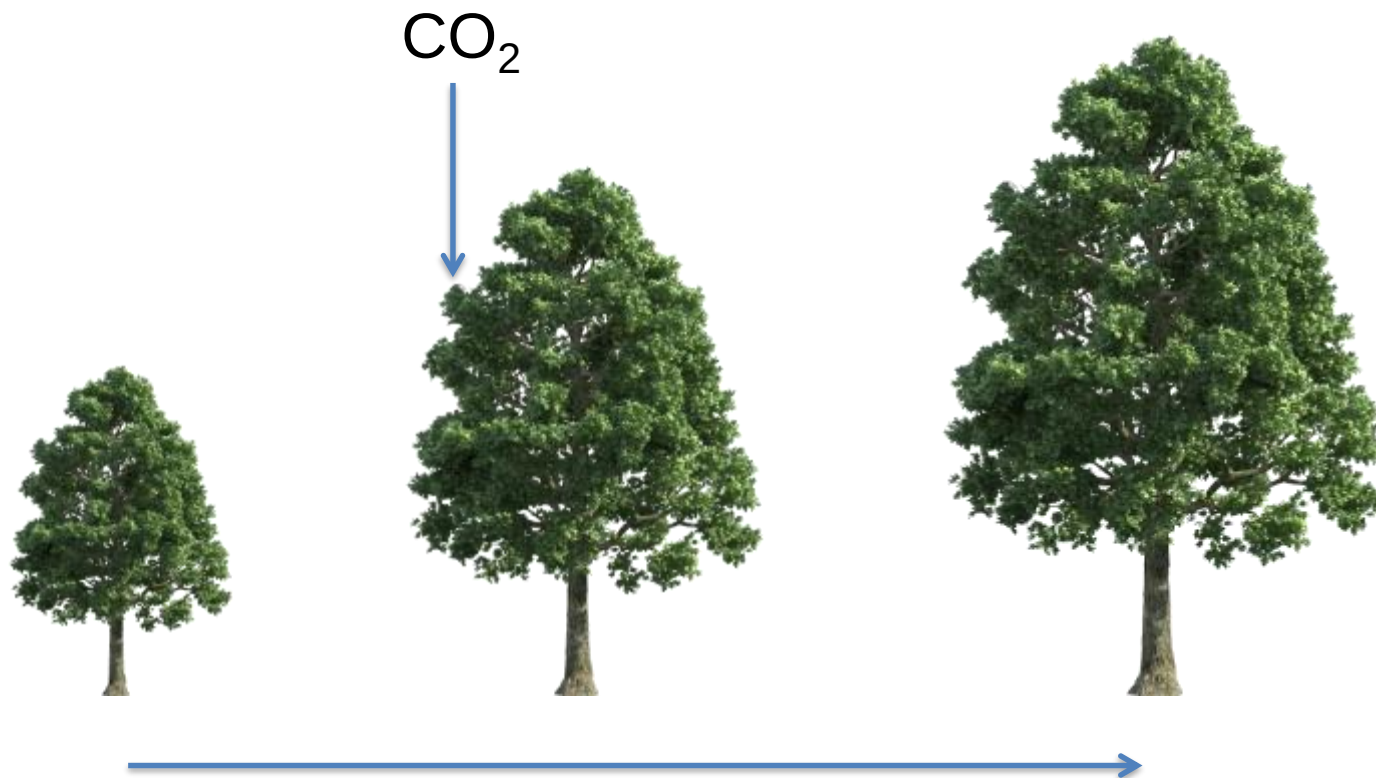
Kosten? Voor 17,32 €, => 833 €/m³

Verbrandingswaarde? 4,8 kWh(t)/kg
@ 350 kg/m³ => 1680 kWh(t) / m³

1680 kWh(t) / m³ @ 833 euro/m³ =>
49,6 ct/kWh(t) met 40% rendement =>
1,24 euro / kWh(e); Versus 0,024 @ coal
0,08 euro @ pellets...



Een boom neemt koolstof uit de lucht op



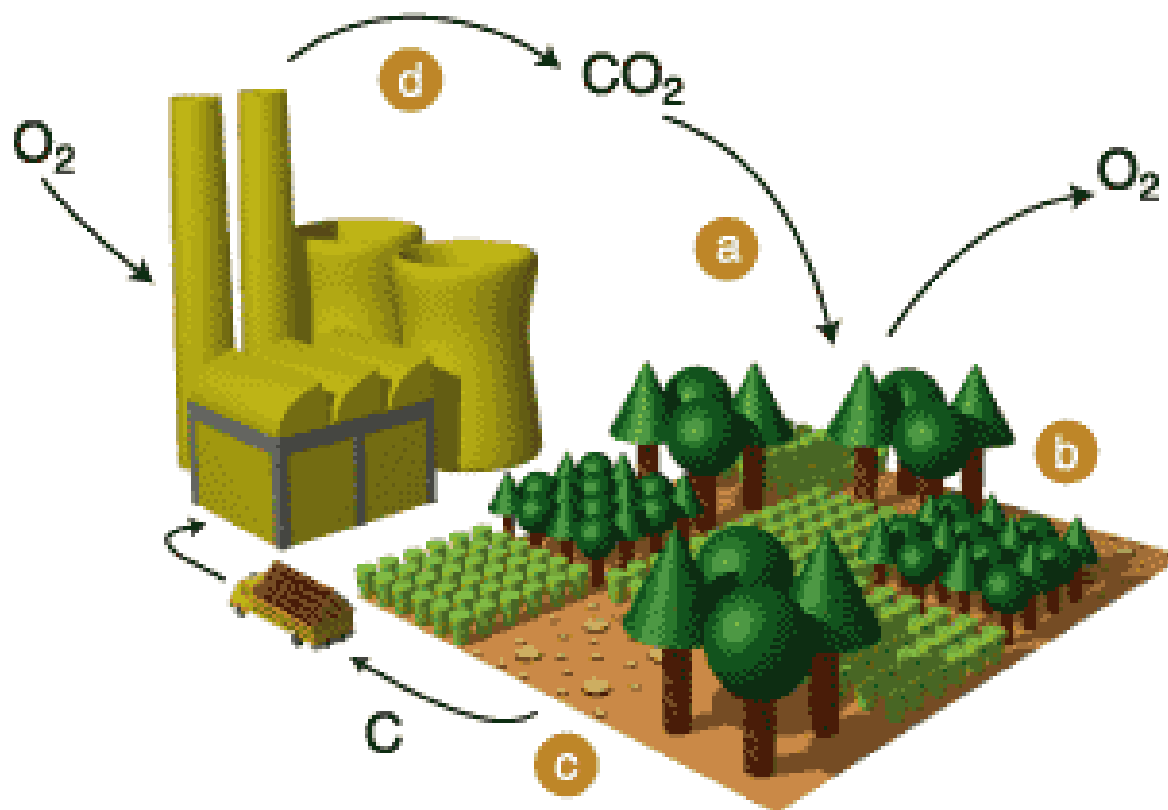
Maar als de boom doodgaat, breken diverse organismen het hout af, en komt de CO₂ weer vrij (maar het duurt wel lang)



CO₂



Bij bioenergie komt dezelfde CO_2 snel vrij, maar halen wij er wel nuttige energie uit



Source:

IEA Bioenergy Task 38



Maar in Nederland geoogste biomassa voor bioenergie zijn geen “hele bomen”

Tak- en tophout wordt gechipped en wordt gebruikt voor productie van warmte en/of elektriciteit



Zaaghout gaat naar zagerijen

<http://www.markusebv.nl/site/index.php/projecten/14-chippen-natuurmonumenten.html>



Recent debat mbt bioenergie in het Europees parlement

The letter to delivered to MEPs states: "For decades, European producers of paper and timber products have generated electricity and heat as beneficial by-products using wood wastes and limited forest residues. **Since most of these waste materials would decompose and release carbon dioxide within a few years, using them to displace fossil fuels can reduce net carbon dioxide emissions to the atmosphere in a few years as well.**

Source: Letter to the EU parliament, Jan. 2018 signed by Prof. Jean-Pascal Van Ypersele et al.



World's largest sawdust dump is on fire 'and will burn for years'

Pictures show the sawdust dump in Ust-Kut region now and in winter 2016, satellite picture taken in February this year. Pictures: Irkutsk Region Ministry for Emergencies, LandSat/Greenpeace





Conclusie 2.

- Er is meer dan WoZ.
- Maar geen biomassa, dat is controversieel:
- Dat is een politieke keuze.



Exercitie 3.

- Er is meer dan WoZ.
- Maar geen biomassa, dat is controversieel:
- Dat is een politieke keuze.
- Wat wil je nu eigenlijk?



Overigens: ideaal:



100% baseload



Backup only



En jij zelf c



Resultaat?

- Na twee jaar: van 400,- p.m. naar 100,- p.m.
- En: besparen met je rechtersvoet; cq



Next step:



Exercitie 3.

- Er is meer dan WoZ.
- Maar geen biomassa, dat is controversieel:
- Dat is een politieke keuze.
- Wat wil je nu eigenlijk: bij geen wind of zon moeten we wel stroom hebben: CO2 vrij regelbaar vermogen. Op biomassa. Iets anders mag ook, maar: politieke keuze.
- Kernenergie?



Zon...

Verdeling van de opbrengst van zonnepanelen over het jaar



bron: Milieu Centraal en Siderea

Erg optimistisch. N=1, maar toch: thuis: topdag 60 kWh, mindag <1 kWh.



Introduction to sunlight conversion



Renewable energy is intermittent (day-night, winter-summer cycle of the sun): demand and generation does not overlap: storage is required.



1 AA battery: about 18 kJ; World energy consumption 2010: 1.500.000.000.000.000 kJ **per day**; thus 86.400.000.000.000 AA needed; This requires 12.960.000.000 tonnes of lithium which is 100 times more than available on earth. For one day.



10 drops of gasoline contains as much energy as 1 AA battery. Hydrogen contains even 3 times more energy per kilogram. Hence: Transforming solar energy into chemical energy Fuels produced this way are referred to as Solar Fuels.



Exercitie 4 - 1.

- Neem alle bronnen mee:
- Wind (Land / Zee)
- Zon (PV)
- Geothermie
- Water
- Biomassa



Exercitie 4 - 2.

- Neem alle verbruikers mee cf CBS:
- Opwek zelf
- Industrie
- Chemie (grondstoffen)
- Huishoudens
- Mobiliteit
- Overigen (incl Agri & Horti)



Exercitie 4 - 3.

- Regel de leveringszekerheid
- Wind Zon en Geo zijn “grondgebonden”
- Biomassa is de enige importeerbare
- Duur, dus inzetten als sluitpost
- Zonder besparing wordt het niet wat
- Ook scenario's met economische groei



Exercitie 4 - 4.

- Onder nadrukkelijk dank voor de inputs van:
- Freek Smedema, RVO
- Ed Buddenbaum, EZ
- Peter-Paul Schouwenberg, RWE
- De college's van TKI Energie: Peter Alderliesten, Teun Bokhoven, Jörg Gigler, Bob Meijer



Exercitie 4: de invoer

- Sorry, dit moet even.

4	BRON KENGETALLEN												
5										GW	MWh	PJ	
6	Vermogen Wind op Zee	6	MW/km2	bron: TKI WoZ	Resultaat opwek WoZ:		86	3.741E+08	1346				
7	Noordzee oppervlakte	57000	km2	bron: TKI WoZ	Te installeren aantal mol		14250						
8	Waarvan bruikbaar	25	%	bron: WoZ: 20-25% de rest is vaarroute, visserij, en defensie									
9	Rendement conversie E-> E-fuel	0.5	-	bron: Siemens, 2018									
10	Rendement biomassa -> E	0.4	-										
11	Energie-inhoud biomassa	18.5	GJ/ton DS	Bron: Ecofys, 2017									
12	Uren per jaar	8760											
13	Draaiuren vollast WoZ	4350	h	bron: TKI WOZ			50	%					
14	Draaiuren vollast WoL	2800	h	bron: Siemens 2018			32	%					
15	Draaiuren vollast PV	2000	h	Schating EBU			23	%					
16	Backupvermogen	90	%	van het aandeel wind en zon (Bron: RWE) (NB: Vermogen; #opwek).									



Exercitie 4: de invoer

17	Geothermie	150	PJ	voor HT warmte, schatting TKI UE				
18	Aqua	100	PJ	voor LT warmte, schatting TKI UE				
19	Zon PV	470	PJ	schatting TKI Gas / UE				
20	Wind op land	130	PJ	schatting TKI WoZ				
21	Biomassa Nederland	100	PJ	schatting Natuur en Milieu				
22	Wind op Zee	1346	PJ	Berekend hierboven				
23	Totaal bronnen NL	2296	PJ	Optelling				
24	Waarvan totaal elektrisch	1946	PJ	Optelling				
25	Plus Max E-opwek backup	1016	PJ	Berekening, maximaal nodig aan biomassa:			2540	PJ
26	Totaal elektrisch incl schaduw	2962						
27	Totaal energie incl schaduw	3312						



Exercitie 4: rekenen

29	DOORREKENING NAAR VERBRUIK *** ZONDER *** BUNKERING								
30		41	Chemie (grondstof)			557	1.548E+08		
31	Totaal en	42	Waarvan E-Fuel		% 40		6.194E+07	0.5	1.239E+08
32	Waarvan	43	Waarvan Biomassa		% 60		9.291E+07	0.6	1.548E+08
33	Energiesector	44	Huishoudens			413	1.148E+08		
34	Waarvan	45	Waarvan Electrisch		% 50		1.390E+07	2.5	5.560E+06
35	Waarvan	46	Waarvan Netten		% 10		2.780E+06	9	3.089E+05
36	Industrie	47	Waarvan Biomassa		% 40		1.112E+07	0.6	1.853E+07
37	Waarvan	48	Mobiliteit zonder bunkering			563	1.565E+08		
38	Waarvan	49	Waarvan Electrisch		% 50		7.826E+07	0.9	8.695E+07
39	Waarvan	50	Waarvan E-fuel		% 20		3.130E+07	0.5	6.261E+07
40	Waarvan	51	Waarvan Biomassa		% 30		4.695E+07	0.6	7.826E+07
		52	Overigen (incl 120 PJ Tuinbouw)			467	1.298E+08		
		53	Waarvan Electrisch		% 50		6.491E+07	0.9	7.213E+07
		54	Waarvan Biomassa		% 50		6.491E+07	0.6	1.082E+08



Exercitie 4: scenario's 2050

DOORREKENING NAAR VERBRUIK *** ZONDER *** BUNKERING							BESPARING IN 2050 SCEN	
			PJ	MWh(th)	Rend	MWh(el)	NIKS	
31	Totaal energieverbruik NL cf CBS 2016		3155	8.771E+08				
32	Waarvan						%	Verbruik PJ
33	<i>Energiesector</i>		363	1.009E+08			0	418
36	<i>Industrie</i>		792	2.202E+08			0	851
41	<i>Chemie (grondstof)</i>		557	1.548E+08			0	1003
44	<i>Huishoudens</i>		413	1.148E+08			0	363
48	<i>Mobiliteit zonder bunkering</i>		563	1.565E+08			0	820
52	<i>Overigen (incl 120 PJ Tuinbouw)</i>		467	1.298E+08			0	467
55	Totaal							3922
57	Totaal Geo HT							158
58	Totaal Aqua LT							158
59	Totaal Electrisch benodigd							1982
50	<i>Benodigde opwek via backupvermogen PJ</i>							36
51	<i>Daarvoor benodigde biomassa PJ:</i>							
52	<i>Totaal Benodigde biomassa import PJ (100 uit NL):</i>							1881
53	<i>Idem, maar dan Mton (ds):</i>							102



Exercitie 4: scenario's 2050

65	DOORREKENING NAAR VERBRUIK * MET *				BUNKERING				BESPARINGEN IN 2050 SCEN	
66					PJ	MWh(th)	Rend	MWh(el)	NIKS	
67										
68									%	Verbruik PJ
69	Mobiliteit bunkering (Lucht- scheepvaart)				686	1.907E+08			0	1189
70	Waarvan E-fuel				20	3.814E+07	0.5	7.628E+07	0	274
71	Waarvan Biomassa				80	1.526E+08	0.6	2.543E+08	0	915
72										
73	Totaal Electrisch benodigd									2256
74	Benodigde opwek via backupvermogen PJ									951
75	Daarvoor benodigde biomassa PJ:									
76	Totaal Benodigde biomassa import PJ (100 uit NL):									4137
77	Idem, maar dan Mton (ds):									224



Conclusie 4:

- Het importeren van:
- Met bunkering 4137 PJ (224 miljoen ton)
- Zonder bunkering 1881 PJ (102 miljoen ton)
- Zal een hele uitdaging zijn...



Exercitie 5: besparen 2050

65	DOORREKENING NAAR VERBRUIK *** MET *** BUNKERING				
66					PJ EDUCATED GUESS
67					BESPARINGEN
68					% Verbruik PJ
69	<i>Mobiliteit bunkering (Lucht- scheepvaart)</i>			686	20 952
70	Waarvan E-fuel			20	220
71	Waarvan Biomassa			80	732
72					
73	Totaal Electrisch benodigd				1318
74	<i>Benodigde opwek via backupvermogen PJ</i>				-116
75	<i>Daarvoor benodigde biomassa PJ:</i>				-2120
76	<i>Totaal Benodigde biomassa import PJ (100 uit NL):</i>				294
77	<i>Idem, maar dan Mton (ds):</i>				16
63	<i>Idem, maar dan Mton (ds):</i>			-55	



Conclusie 5:

- Energiebesparing is cruciaal
- Zelfs met bunkering is dit haalbaar
- Maar:
- De genoemde percentages: ***uiterst ambitious***
- ***(en daar moet veel voor gebeuren)***



Exercitie 6: groei

- NB: tov het bespaarscenario 2050!!
- 1 en 2 procent
- Dat gaat tot de macht 32 !! (2018-2050)



Exercitie 6: groei

29	D	65	DOORREKENING NAAR VERBRUIK *** MET *** BUNKERING					
30		66					PJ	EDUCA GUESS MET GROEI
31	T	67						
32	W	67					1	2
33	E	68					Verbruik PJ	Verbruik PJ
36	Ir	69	<i>Mobiliteit bunkering (Lucht- scheepvaart)</i>			686	1308	1794
41	C	70	Waarvan E-fuel			20	302	415
44	H	71	Waarvan Biomassa			80	1006	1379
48	M	72						
52	O	73	Totaal Electrisch benodigd				1811	2483
55	T	74	<i>Benodigde opwek via backupvermogen PJ</i>				569	1501
56		75	<i>Daarvoor benodigde biomassa PJ:</i>				-1093	305
57	T	76	<i>Totaal Benodigde biomassa import PJ (100 uit NL):</i>				2262	4942
58	T	77	<i>Idem, maar dan Mton (ds):</i>				122	267
59	T		<i>Totaal Benodigde biomassa import PJ (100 uit NL):</i>			451	2459	
60	B		<i>Idem, maar dan Mton (ds):</i>			24	133	



Exercitie 6: conclusie

- De import inclusief bunkering is hoog (mogelijk niet realistisch).



constaterende dat de energietransitie een grote impact heeft op onder meer de portemonnees van huishoudens, bedrijven en de overheidsfinanciën;

van mening dat de kosten van de energietransitie evenwichtig moeten worden verdeeld om zodoende het noodzakelijke maatschappelijk draagvlak te behouden;

verzoekt de regering in het kader van het energieakkoord de financiële gevolgen voor huishoudens, bedrijfsleven en overheid inzichtelijk te maken, en de Kamer over de uitkomsten te informeren,

en gaat over tot de orde van de dag.

Advies Kabinet: aanhouden en anders ontraden.



Natuur&Milieu /

Motivaction n=831 10-2018

In hoeverre sta je over het algemeen positief of negatief tegenover het nemen van maatregelen in Nederland om klimaatverandering tegen te gaan? (n=831)



■ Zeer negatief ■ Negatief ■ Niet positief, niet negatief ■ Positief ■ Zeer positief ■ Weet niet/geen mening

In hoeverre ben je het eens of oneens met de volgende stellingen? (n=831)

Ik geloof niet dat er sprake is van klimaatverandering



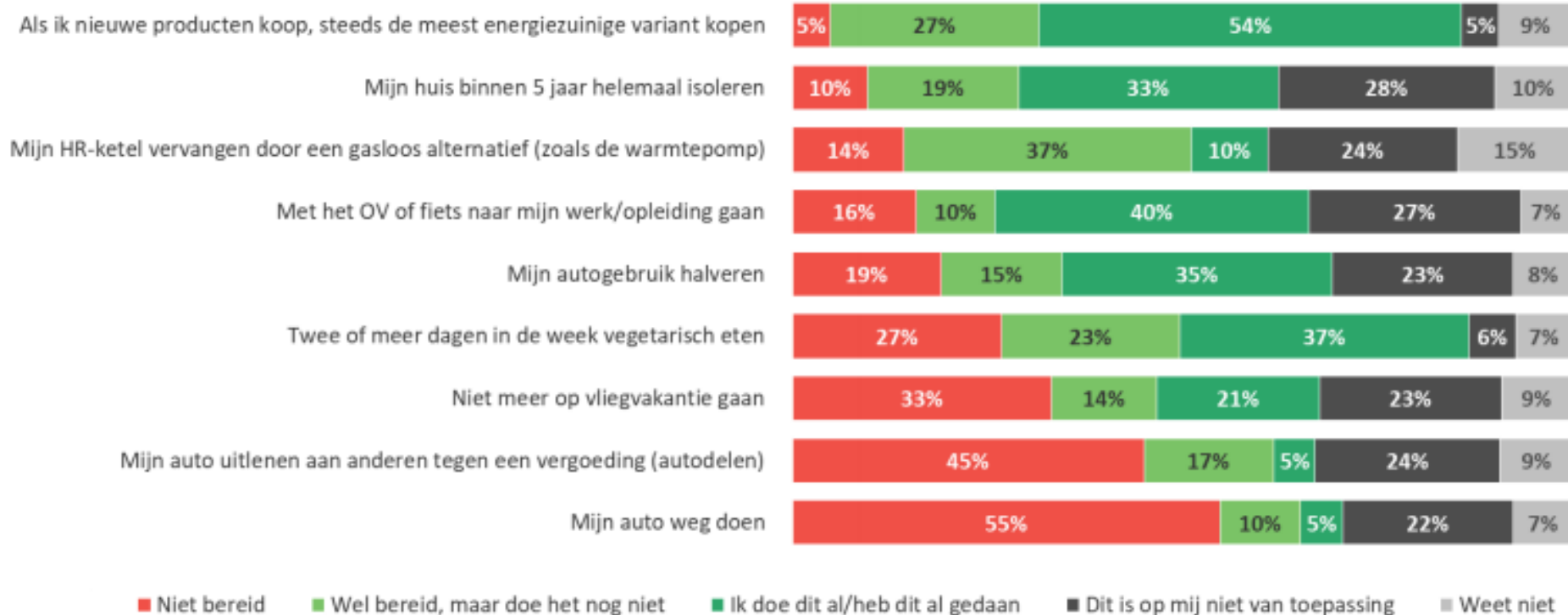
Ik maak me zorgen over klimaatverandering



■ Zeer oneens ■ Oneens ■ Niet eens, niet oneens ■ Eens ■ Zeer eens ■ Weet niet/geen mening



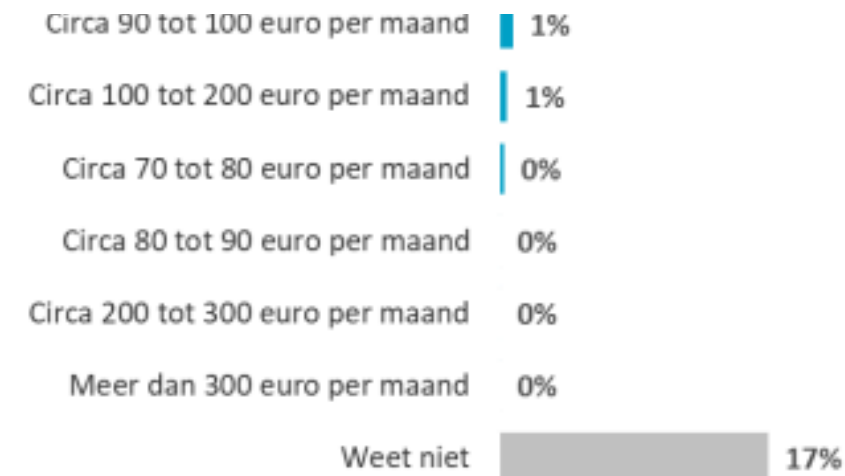
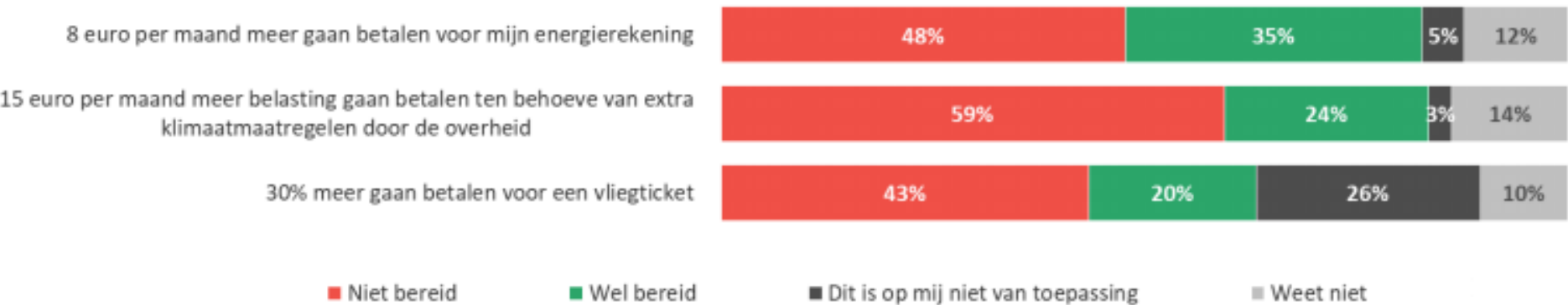
In hoeverre ben je zelf bereid tot het nemen van de volgende maatregelen? (n=831)



Hoeveel euro ben je bereid in totaal maandelijks extra te gaan betalen om klimaatverandering tegen te gaan? (n=831)



In hoeverre ben je bereid het volgende te doen? (n=831)





Biofuels, according to the Nuffield Council on Bioethics

- 1) Biofuels development should not be at the expense of people's essential rights (including access to sufficient food and water, health rights, work

Could we impose these principles to fossil fuels as well, please?

- 2) Biofuels should be environmentally sustainable.
- 3) Biofuels should contribute to a net reduction of total greenhouse gas emissions and not exacerbate global climate change.
- 4) Biofuels should develop in accordance with trade principles that are fair and recognize the rights of people to just reward (including labour rights and intellectual property rights).
- 5) Costs and benefits of biofuels should be distributed in an equitable way.
- 6) If the first five Principles are respected and if biofuels can play a crucial role in mitigating dangerous climate change then, depending on additional key considerations, **there is a duty to develop such biofuels.**

Nuffield Council on Bioethics, "Biofuels: Ethical Issues" (<http://www.nuffieldbioethics.org/biofuels>)

Food or fuel?

- Katoen?
- Bloemen, planten?
- Uiteraard: rest-/zij-/nevenstromen benutten.
- Moeten wij beslissen voor de ondernemers?
- Bodemgesteldheid?



Results so far: national...



www.tki-bbe.nl



Tender KEW 2014

Champignon Kwekerij
En Upcycling Gemeenschap

Champost is een eindproduct
van champignon

800.000 ton / jaar



Wat we doen

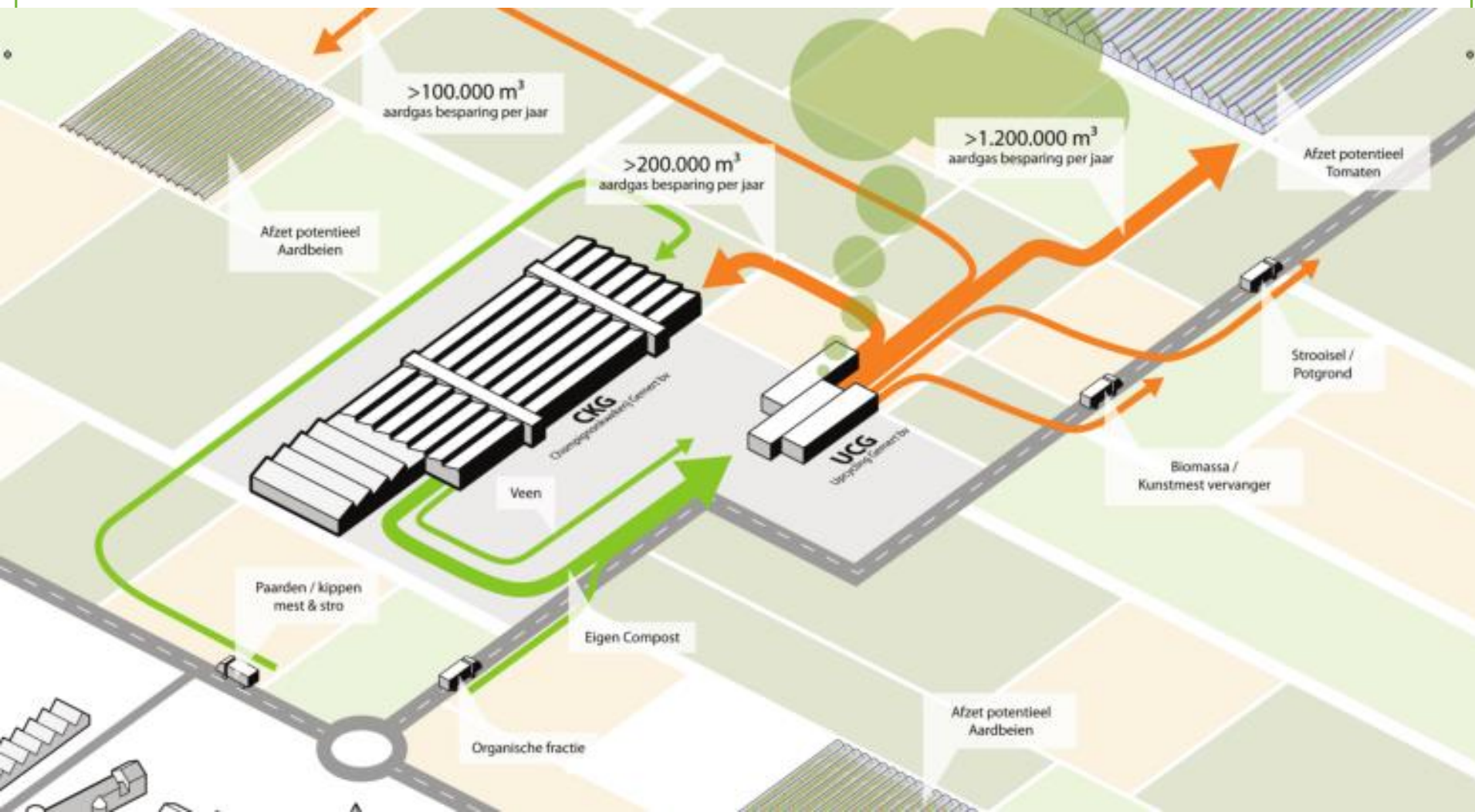
- Gecontroleerde broei, biologisch.
- Droog product afvoeren en besparen 40% op transport.
- De restwarmte uit proces naar de kwekerij en de omgeving.
- Scheiden Champost in twee delen.
- Droge stof gehalte eind product 80% -90%
- Eindproduct leveren als biobrandstof.



Eindprodukt.

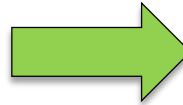


Levering warmte aan de eigen kwekerij & de omgeving



2.1 Resultaten CHEMBEET pilot plant (2015 -2018)

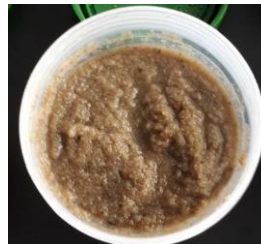
Van suikerbiet naar ethanol



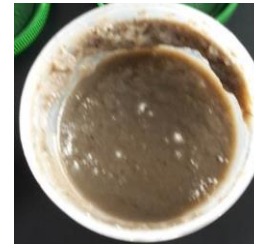
1 ton
suikerbiet =
100 liter
EtOH
Rond 8500
liter / ha.



Na Betaprocess



Na Fermentatie



Na Distillatie



Ethanol als biobrandstof en als grondstof voor ethyleen
Vraag: schaalstap naar 10 m3....



Plan KIA L&L (Klimaata

2.2 Energie: gebruiksreductie naar nul emissie in 2030 en opwek van 100 PJ in 2050

Het doel is om de CO₂- emissie uit gebruik van fossiele brandstoffen in de landbouw tot nul terug te brengen en in het landelijk gebied 100 PJ aan energie op te wekken uit niet-fossiele brandstoffen. Hier wordt gewerkt aan de kennis en innovatie die daar voor nodig is.

Reeds nu is het rurale gebied een netto opwekker van elektriciteit. Er is behoefte aan onderzoek gericht op het realiseren van integrale energieneutrale agrarische bedrijven, plattelandsgebieden en voedselproducenten. De onderzoeksbehoefte op het gebied van de energietransitie in de agrifoodketen is daarmee niet gericht op individuele besparings- of opwekkingstechnieken. Tegelijkertijd kan energieopwekking bijdragen aan een goede businesscase voor de boer.

2.2.1 Energiebesparing

- a) Uitvoering van praktijkonderzoek naar hoe verschillende energietechnieken, zoals elektrificatie, met elkaar te combineren is zodat maximale besparing gekoppeld wordt aan optimale opwekking.
- b) Er is behoefte aan kennis en expertise over afstemming met de omgeving om te komen tot regionale smart grid oplossingen: Hoe bijvoorbeeld te komen tot energie-optimaal bewaren van producten (door middel van slim drogen of koelen van producten in te spelen op vraag en aanbod op de elektriciteitsmarkt).
- c) Onderzoek naar warmteterugwinning uit katabolisme (mest en stal, compostering), warmte-opslag.
- d) Meer specifiek voor glastuinbouw: Het uitvoeren van onderzoek naar het energiezuiniger telen onder glas met vernieuwd uitgangsmateriaal, onderzoek naar de betere benutting van licht onder glas en energie-efficiënt inzetten van kunstlicht, en onderzoek naar het efficiënt en duurzaam (her)gebruik van CO₂ uit verschillende bronnen in de kas.
- e) Onderzoek naar het optimaal inzetten en modifieren van emissieneutrale landbouwwerktuigen.

2.2.2 Kleinschalige energieopwekking

- a) Onderzoek naar de inzet van geothermie in de glastuinbouw en andere landbouwsystemen .
- b) Onderzoek naar en praktijkrijp maken van ondiepe geothermie voor warmte (bodemwarmte).
- c) Het door ontwikkelen van zonnepanelen (zonnepanelen, biogasproductie, warmtewinning uit oppervlaktewater en windenergie) en opslagsystemen (zoals waterstof, ammoniak, warmte/koude) en integratie in de agrarische bedrijfssystemen/voering, inclusief onderzoek naar maatschappelijke waardering en het maatschappelijk gewaardeerd ontwerpen. Voor landbouw is dit een specifieke opgave, omdat in de landbouw decentrale opwekking/gebruik van energie grote mogelijkheden biedt.
- d) De ontwikkeling van het praktijkrijp maken van semi-doorlatende PV-panelen als kasdek in de glastuinbouw.

2050 het rurale gebied produceert netto 100 PJ, tuinbouw is klimaatneutraal

Voor de verdere toekomst wordt er gekeken naar nieuwe bedrijfsconcepten waarmee individuele bedrijven een klimaatafdruk van nul hebben, en in staat zijn om gezamenlijk bij energietekorten tot 100 PJ te leveren.

- a) De verdere ontwikkeling van diepe geothermie voor warmte, inclusief warmtecascadering.
- b) Er komt vraag naar kleinschaliger naoogstbehandelingen. Dit vereist een scale-down benadering, waar scale-up, met alle vervoersemisies van dien, de norm is. Ontwateren is daarbij een kernbegrip. Praktijkonderzoek is nodig om technieken te ontwikkelen en te testen (membranen, vriezen, dunne filmdrogen, inclusief CIP).