

De atmosfeer van de aarde is flinter dun

**Energietransitie
Masterclass**



Onze insteek: Informeren → adviseren → doen...



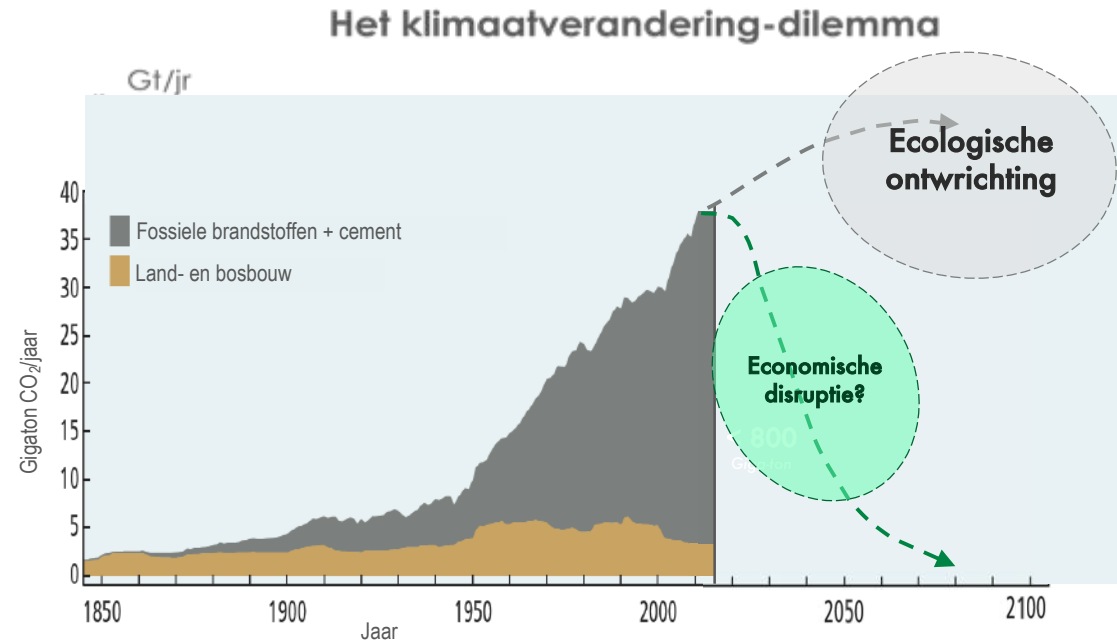
Maatschappelijk draagvlak creëren is de primaire doelstelling van Darel Educatie

Waarom gericht onderwijs over de Energietransitie ?

- Lange termijn probleem
- Tijdige energietransitie is grote uitdaging
- Leemte in adequate kennis
- Feiten en ficties worden gemengd

Leerdoelen masterclass

- ❑ Gebalanceerd inzicht in de belangrijke rol die energie in ons leven speelt
- ❑ Helder overzicht van klimaatproblematiek en urgentie van energietransitie
- ❑ Inzicht in mogelijke oplossingen en dilemma's bij de implementatie
- ❑ Motivatie voor leerlingen i.v.m. eigen rol en mogelijke keuze vervolgopleidingen
- ❑ Versterken van maatschappelijke draagvlak



Alle VO scholen in NL bereiken...

ET Masterclass voor VO

Volle dag MC - 5VWO

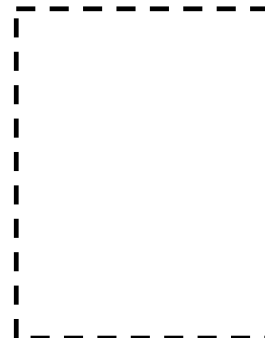
Ochtend Programma			Middag Programma		
	Sessie	Doel		Sessie	Doel
9:00	1 Welkom & Doelstelling	"scene setting"	12:45	7 "Scenario's & Urgentie"	Discussie
	2 "Energie Quizzz..."	Uitbreker		8 Nederland en de klimaatwet	Intro
	3 "Historie Energie gebruik"	Informatie & debat	13:45	9 "Technische mogelijkheden en oplossingen"	Samenwerken
10:00	-- Pauze --			-- Pauze --	
	4 "CO2" en klimaat	Informatie & debat		10 "Success scenario's"	Consult
	5 "Vulkaan spel"	Fact-checken		11 "Belangen overleg"	Voorbereiding
	6 "Energie Bronnen" Stop de Klok III	Groepsaerik		12 Wijblijvenkomst "Duurvervoert"	Rolenspel
12:00	5 Discussie	Discussie	15:15	13 Afsluiting & Motivatie	Discussie
	Lunch				

½ dag:
3HAVO/VWO

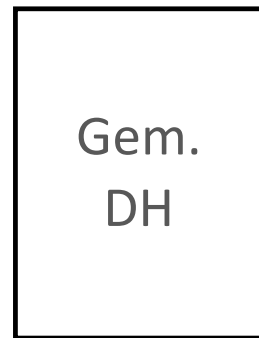
Ochtend Programma		
	Sessie	Doel
9:00	1 Welkom & Doelstelling	"scene setting"
	2 "Energie Quizzz..."	Uitbreker
	3 "Energiegebruik, CO ₂ en klimaatverandering"	Informatie & discussie
10:00	-- Pauze --	
	4 "Energie Bronnen Kosten en beperking"	Groepsaerik
	5 "Technische mogelijkheden en oplossingen"	Inkezen & presenteren
	6 "Mentoren Rolenspel"	Debat



HAVO



VMBO



Universiteit Utrecht



LEREN VOOR MORGEN

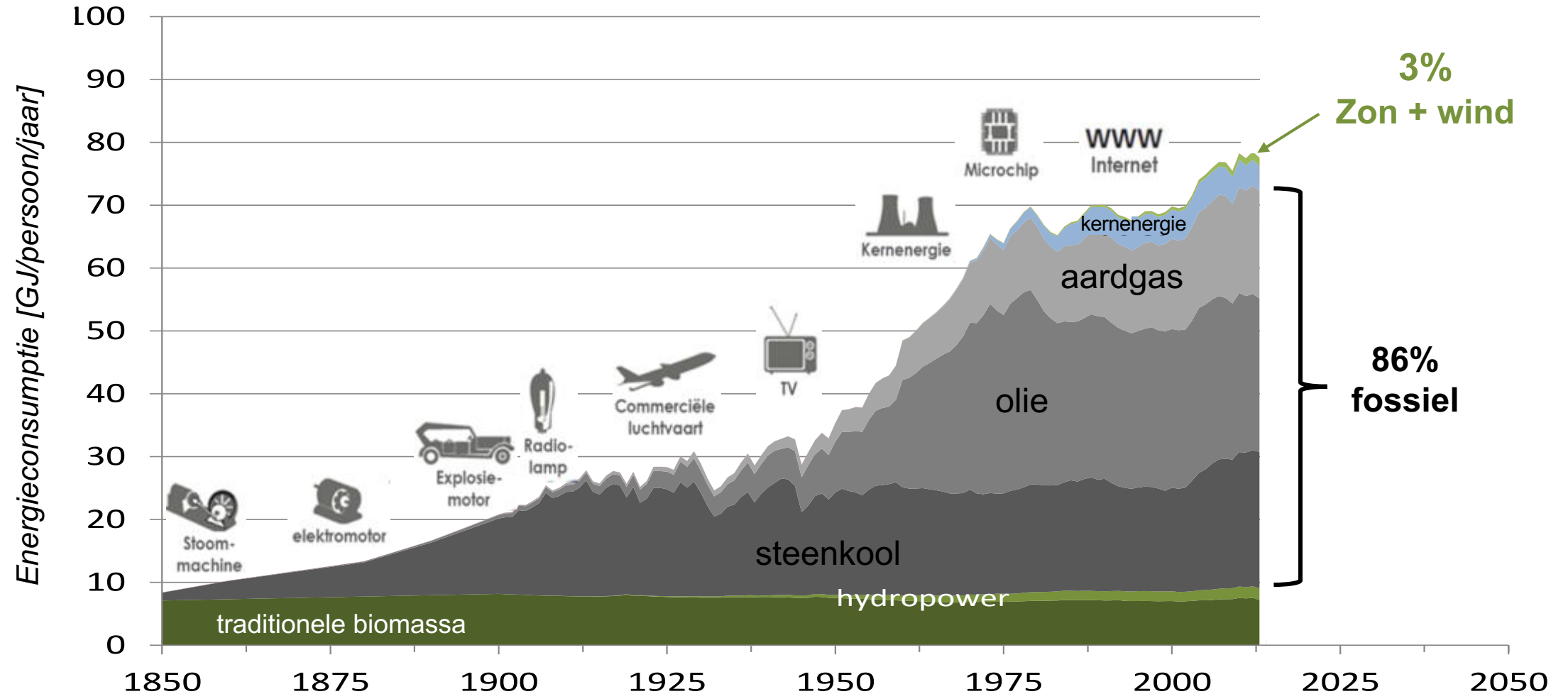


Doelstelling

- Kennisoverdracht en bewustwording rol van energie en noodzaak van energietransitie
- Oplossingen aandragen
- Impact: zo veel mogelijk leerlingen bereiken

Energiegebruik houdt gelijke tred met welvaarts groei

Wereldwijd energieconsumptie per persoon sinds 1850



Hoe is het wereldwijde energie gebruik verdeeld?

Gemiddelde energiegebruik per persoon per jaar



“Barrel Oil Equivalent”



Nederland (34)



USA (50)



China (16)

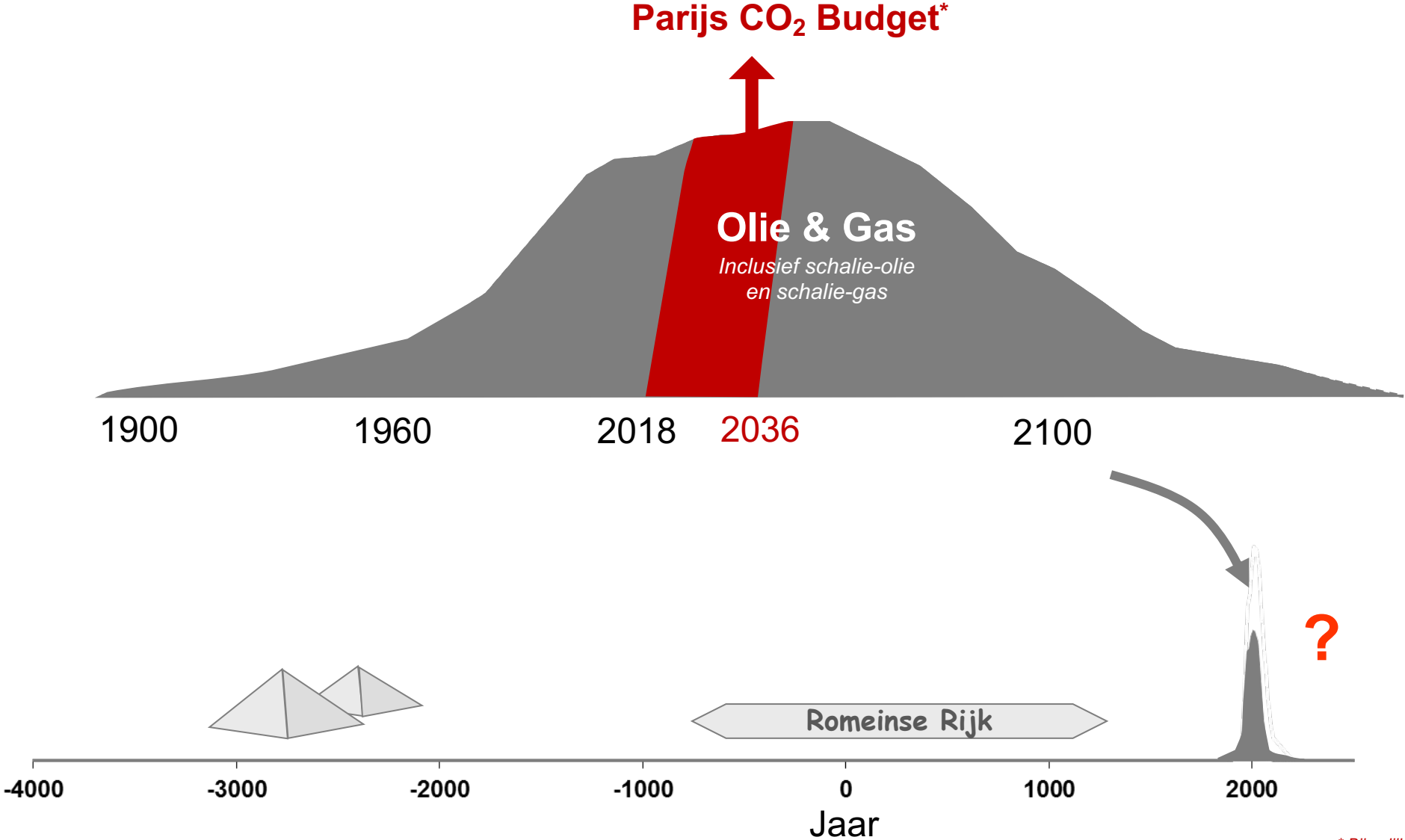


Afrika (5)



India (4)

Fossiele brandstoffen in historisch perspectief



* Bij gelijkblijvend verbruik steenkolen

Opzet van de Masterclass

Gevarieerd format - oplossingsgerichte boodschap - aandacht voor implementatie dilemma's

Huidige Energie systeem

Historie van
Energiegebruik

Energiebronnen

Wat is het probleem?

CO2 en
klimaatverandering

Toekomst
scenario's

Urgentie

Transitie naar duurzame energie

Technische
oplossingen

Implementatie
uitdagingen

Masterclass Energietransitie in het VO

Gevarieerd format - oplossingsgerichte boodschap - aandacht voor implementatie dilemma's

Ochtend Programma


Middag Programma

9:00

12:45

12:00

15:00

	Soort	Vorm
1	De energie Quizzz...	"... setting"
2	Zijn jullie de "slimste mens" ?	breker
3	"	ormatie & debat
4	-- Pauze --	
5		checken
6		epswerk
7		scussie
8	Lunch	

	Soort	Vorm
9	De technische oplossingen in een plaatje	ontext
10	"Tech	epswerk
11	Stop de klok in	Samenwerken
12	-- Pauze --	
13	Duivenvoort Klimaat-neutraal Wijkvergadering	onsult
14	Wat zijn jullie dilemma's? Hoe kunnen we tot een vergelijk komen?	bereiding
15		lenspel
16	Afsluiting & Motivatie	Discussie

De energie Quizzz...

Zijn jullie de "slimste mens" ?




Duivenvoort Klimaat-neutraal Wijkvergadering

Wat zijn jullie dilemma's? Hoe kunnen we tot een vergelijk komen?



Gas bedrijf, Actie groep, Nieuwe boere, Oude huizen, Bode burger, Welhouder

- ❖ De meeste modules gebruiken een "klimaat klok"
 - ❖ Deelnemers worden in teamverband geïnstrueerd, gevraagd samen te werken, te leren, taken uit te voeren, dilemma's te bespreken en vragen op te lossen
 - ❖ De klok telt terug, symbolisch voor het beperkte CO2-budget, en moet tijdig tot stilstand worden gebracht middels de juiste oplossingen om 'de wereld te redden'.
 - ❖ Dit creëert een gevoel van doel en urgentie, brengt het lesmateriaal meer tot leven en kietelt de verbeelding van zowel de jongere als ook de oudere generatie.

'Escaperoom' opdracht

We visualiseren de urgentie van het klimaatprobleem middels een "James Bond" stereotype dat moet worden ontmanteld om de wereld te redden



Prototype van de DAREL klimaatklok

We moeten aan de slag... de tijd dringt!

10x A4-tje met info over een primaire energiebronnen

Wat is biomassa?

Biomassa is het biologisch afbreekbare gedeelte van producten, afvalstoffen en residuen, afkomstig uit verschillende bronnen:

- landbouw, bosbouw, gemeentelijke groenvoorzieningen
- industriële en huishoudelijke afval.


Het kan direct gebruikt worden om warmte te produceren door verbranding, of indirect door het om te zetten naar verschillende soorten biogas.

Soorten biobrandstoffen

Door fermentatie of chemische processen kunnen suikers, zetmeel, olie en vetten worden omgezet in vloeibare brandstoffen zoals biodiesel en bio-ethanol.

Eerste generatie: voedselgewassen
Gewassen die op land verbouwd worden, zoals maïs, koolzaad, palmolie, sojabonen, suikerbieten en graan.

Tweede generatie: restproducten en hout




Niet-eetbare resten van gewassen zoals het loof van maïs. Sommige gewassen (hout, switch grass, miscanthus) worden speciaal op verarmde grond verbouwd voor energie-opwekking.

Derde generatie: algen
Algen kunnen vetten en suikers produceren die geschikt zijn als brandstof. Deze techniek is nog in ontwikkeling.

Subsidie in Nederland

Er is internationaal afgesproken dat landen de emissies die vrijkomen van biomassa-brandstof niet hoeven mee te tellen bij hun uitstoot van broeikasgas. Daarom geeft de Nederlandse overheid subsidie op het importeren van houtpellets om in de kolencentrales bij te stoken.

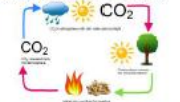


In 2016 leverde het bijstoken van houtpellets in kolencentrales 70% van alle 'duurzame' energie in NL. Dit werd gesubsidieerd met 3,6 miljard €, ofwel ongeveer 23 €/MWh.

De vraag is wel of alle houtpellets echt uit 'gecertificeerd resthout' zijn gemaakt, of dat ook gezonde bomen worden gebruikt.

Waarom duurzaam?

Biomassa wordt gezien als een duurzame energiebron, omdat de CO₂ die vrijkomt bij verbranding, weer in zuurstof wordt omgezet via fotosynthese gedurende de nieuwe groei van het materiaal.



Maar, als een bos niet opnieuw wordt aangeplant, dan is het hout dat uit het bos is gekapt geen duurzame brandstof.

Voor- en nadelen

Voedselgewassen:

- + direct beschikbaar en goedkoop
- kost veel ruimte: voor 1 miljoen huishoudens is 220.000 ha palmolie nodig
- is afhankelijk van seizoen

Restproducten en hout:

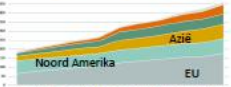
- + heeft geen invloed op de voedingsmarkt
- bedreigt voortbestaan van natuurlijke bossen en biodiversiteit
- lastig om te zetten in transportbrandstof

Algen:

- + ongeschikt als voeding
- + energiewaarde (~20 MJ/kg) is hoog
- in experimentele fase en nog heel duur
- kost ook veel ruimte: voor 1 miljoen huishoudens is 36.000 ha nodig.

Bio-brandstof in Europa

In de wereld wordt ongeveer 450 TWh/jr aan energie met biomassa gegenereerd. Het meeste komt van hout, op termijn zal het verbranden van landbouwafval en mest ook energie opleveren.



Kosten om houtpellets vanuit Canada naar Nederland te krijgen (per ton hout):

- ontwikkelen en kappen van bos: 62 €/ton
- verwerken tot houtpellets: 42 €/ton
- per schip naar Rotterdam: 40 €/ton
- van haven naar energievoorziening: 5 €/ton

CO₂-emissies

Bij het verbranden van biomassa komt ~15% meer CO₂ vrij dan bij steenkool en wel 2x zoveel als bij gas. Maar doordat (nieuwe) bomen en planten CO₂ uit de atmosfeer opnemen als ze groeien, wordt deze emissie 'goedgemaakt'.

De tijd die de nieuwe aanplant nodig heeft om dezelfde hoeveelheid CO₂ weer uit de lucht te halen heet de 'carbon payback time'. Dit ligt tussen de 20 jaar en eeuwen, afhankelijk de soort boom.

Ervan uitgaande dat de biomassa weer aangeplant wordt, hoef je alleen rekening te houden met de CO₂-uitstoot van het verwerken en vervoeren van de biomassa en is de uitstoot 237 kg CO₂/MWh.

Bijstook in energiecentrale

In het algemeen is een biomassa-centrale minder efficiënt dan een kolen- of gasgestookte centrale. Biomassa kan het meest economisch worden toegepast door bij te stoken in een kolencentrale, bv. met houtpellets (geperste houtsnippers). De resulterende efficiency is 33%.

De kosten van het bouwen van zo'n centrale zijn ongeveer 35 €/MWh, van het opereren ~4 €/MWh.

Wist je dat...

- ...de eerste dieselmotor in 1894 draaide op pinda-olie? De eerste echte biobrandstof?
- ...een haardvuur ook het verbranden van biomassa is?
- ... 'switch grass' goed groeit op arme bodem zonder veel bemesting?
- ...veel regenwouden gekapt worden om ruimte te maken voor biomassa-plantages? Hierbij komt methaan vrij dat 25x zo slecht is als CO₂...
- ...belangstelling groeit voor bio-energie met opslag van CO₂, dus zonder emissies?

Eenhedenkosten (in €) voor het opwekken van 1 MWh elektriciteit op basis van

1. Biomassa

Grondstofkosten

Kosten ontwikkelen en kappen van bos		€/ton
Kosten verwerken tot houtpellets		€/ton
Transport		
Transportkosten per schip van Canada naar Rotterdam		€/ton
Transportkosten van de haven naar de centrale		€/ton

Bereken: Grondstofkosten, per ton biomassa		€/ton
Opgewekte hoeveelheid elektriciteit 1 ton houtpellets		
Gegeven: Verbrandingsenergie in 1 ton houtpellets	4,60	MWh/ton
Efficiëntie van elektriciteitscentrale		%
Bereken: Elektriciteit uit 1 ton houtpellets		MWh/ton

Bereken: Kosten voor 1 MWh elektriciteit uit houtpellets		€/MWh
Capex en Opex centrale per MWh		
Bouw Kolencentrale		€/MWh
Operationele kosten kolencentrale		€/MWh
Eenhedenkosten (€/MWh)		
Bereken: Eenhedenkosten elektriciteitsproductie uit bijstoken houtpellets		€/MWh

Verbind kabeltje **Geel** met het slotje met het juiste antwoord:

	slot 0	slot 1	slot 2	slot 3	slot 4	slot 5	slot 6	slot 7	slot 8	slot 9
€/MWh	62	87	91	78	41	72	54	137	176	146

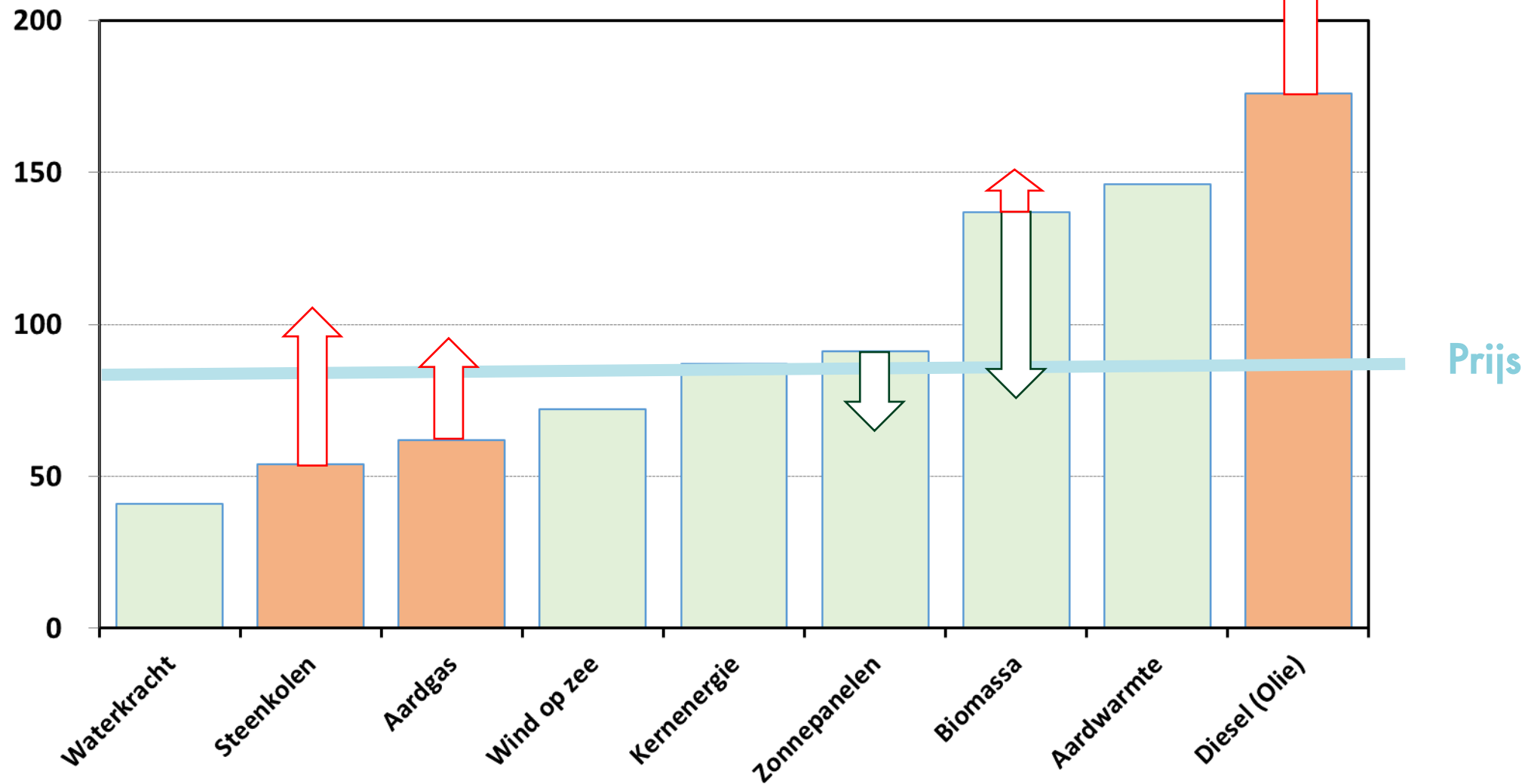
Multipliers

10 ¹⁸	exa	E	1 000 000 000 000 000 000	quintillion	triljoen
10 ¹⁵	peta	P	1 000 000 000 000 000	quadrillion	biljard
10 ¹²	tera	T	1 000 000 000 000	trillion	biljoen
10 ⁹	giga	G	1 000 000 000	billion	miljard
10 ⁶	mega	M	1 000 000	million	miljoen
10 ³	kilo	k	1 000	thousand	duizend

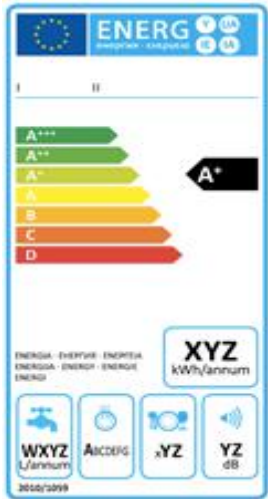
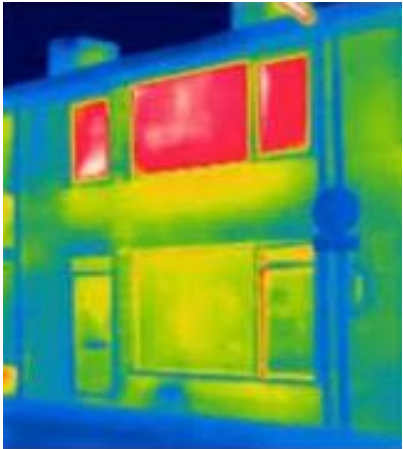
De antwoorden bij elkaar in een grafiek

Euro / MWh

Eenheids-Kosten van Elektriciteit in EU



Technische oplossingen in woonomgeving



Duivenvoort Klimaat-neutraal Wijkvergadering

Wat zijn jullie dilemma's?
Hoe kunnen we tot een vergelijk
komen?

Gas
bedrijf

Actie
groep

Nieuw
bouw

Oude
huizen

Boze
burger

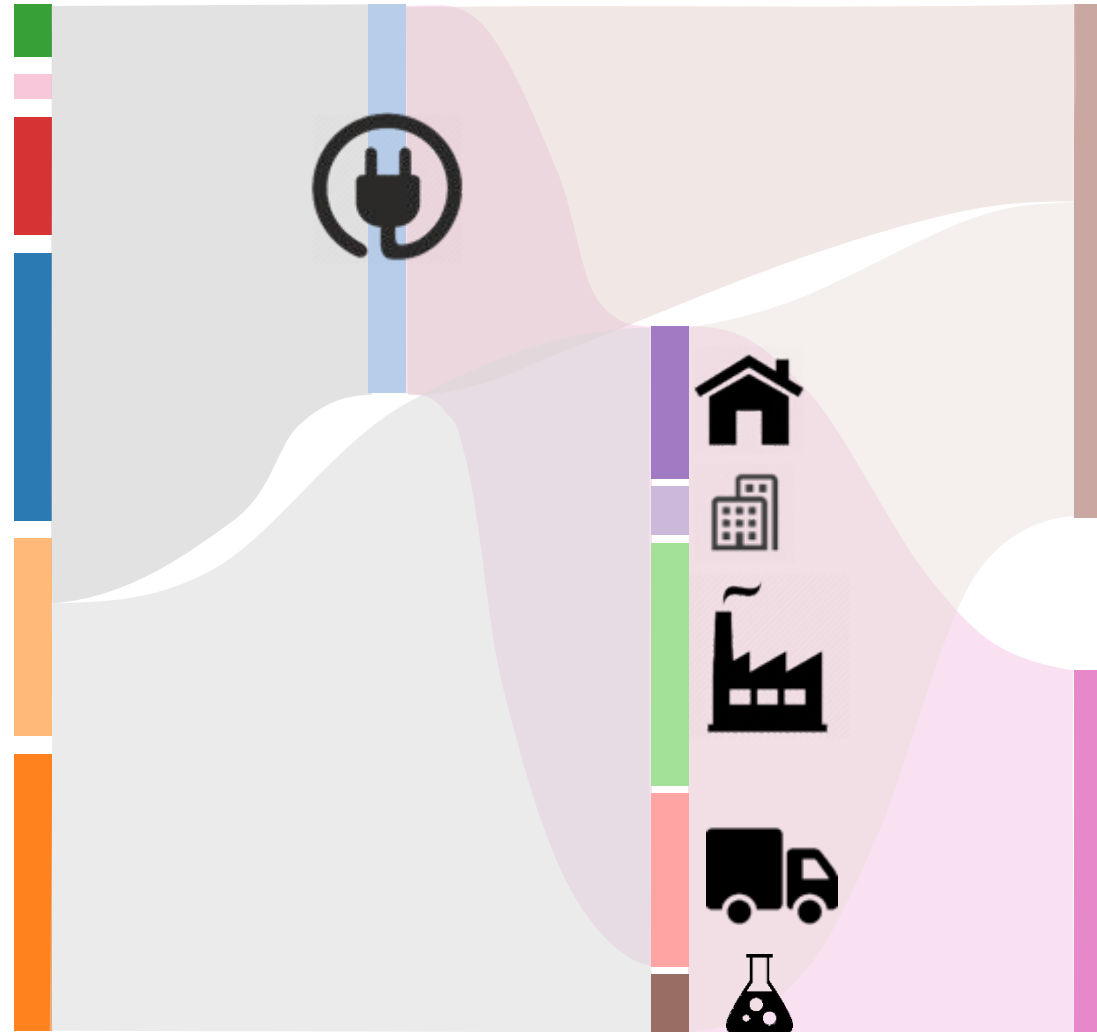
Wethouder



Drie focusgebieden voor energietransitie

Energiestromen in Europa

Kernenergie
Waterkracht
Nieuw duurzaam
Kolen
Aardgas
Olie



1 Stop verlies of recycle

Verlies

60%

2 Verhoog efficiëntie

Gebruik

40%

3 Vervang Fossiel

Hoe past de masterclass in 'duurzaamheid' onderwijs?

Thematisch onderwijs

Thema "Energie Transitie"



Sustainable Development Goals



Goed onderbouwd, breed gedragen, stabiel

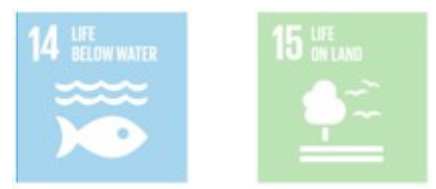
SCHETS

PO & VO Onderbouw

VO Bovenbouw



Mens & Natuur



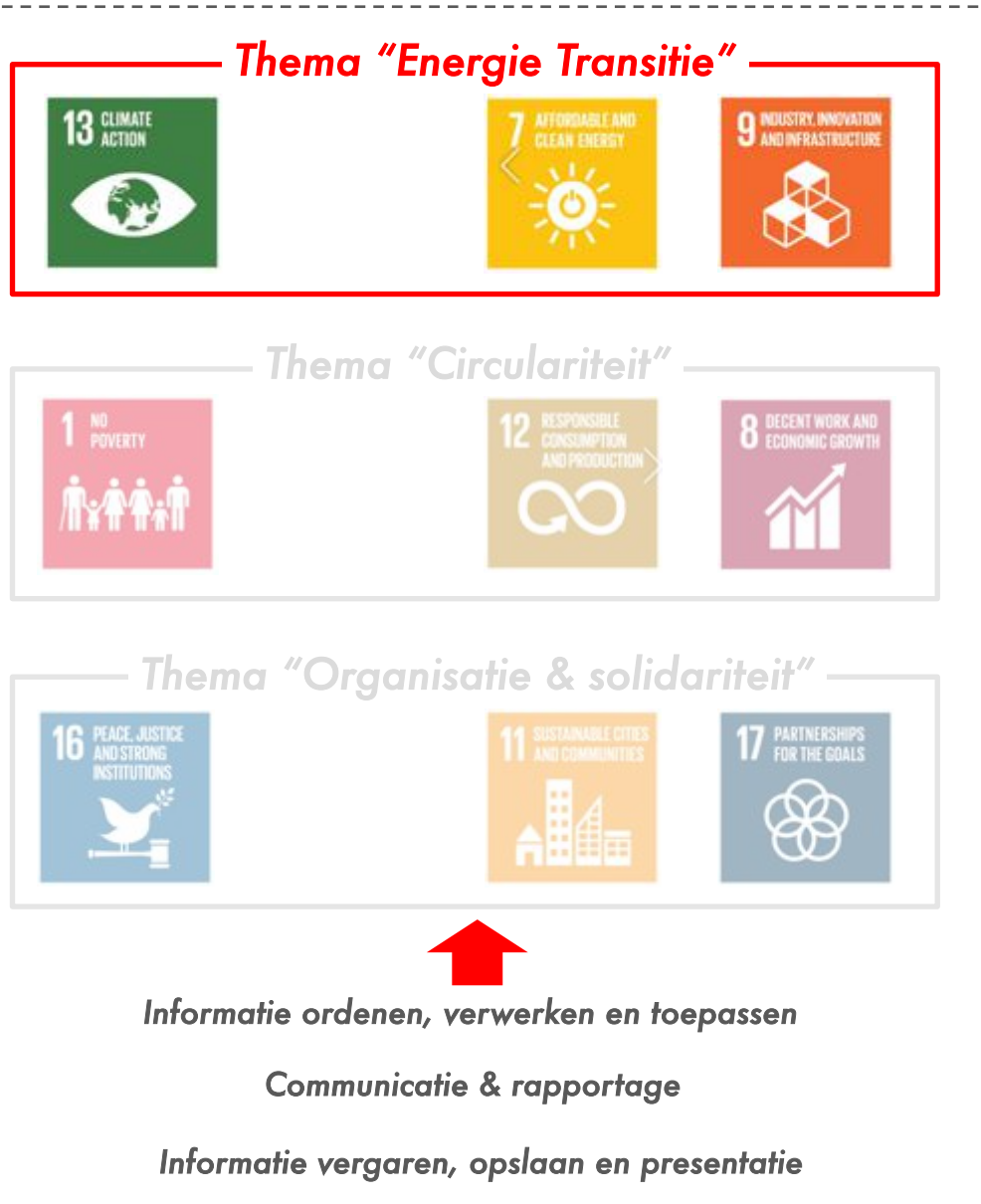
Mens & Maatschappij



Burgerschap



Rekenen & Wiskunde
NL, vreemde talen
Digitale geletterdheid



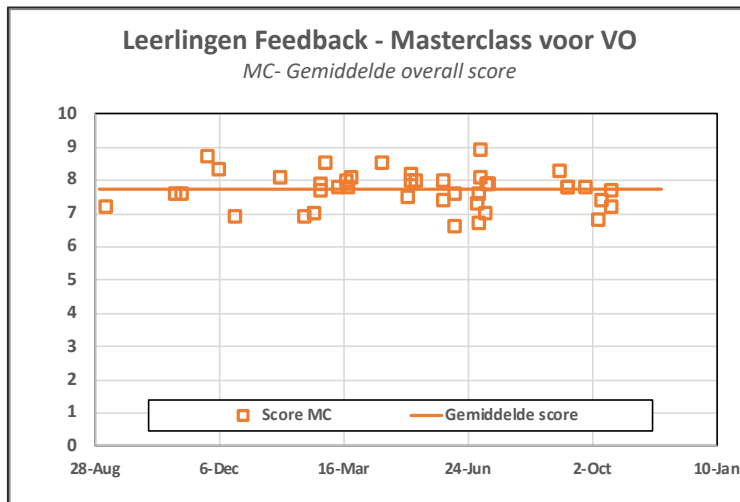
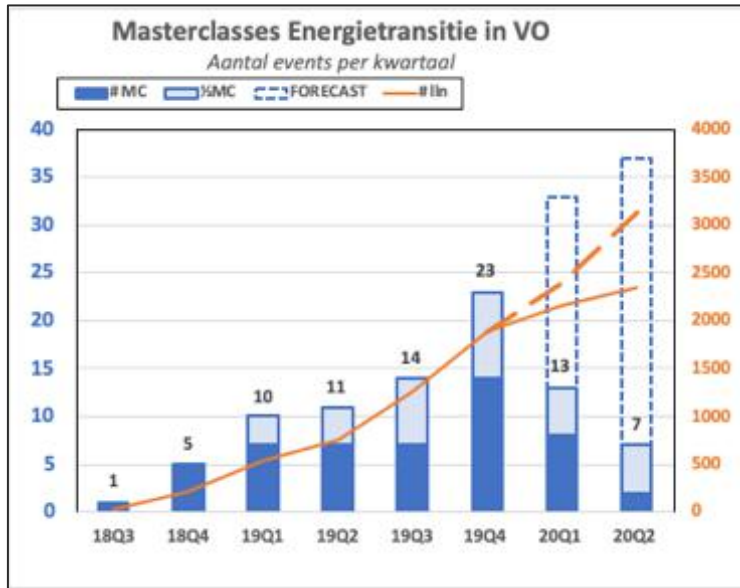
Vaardigheden

- Onderzoeken
- Modelleren
- Ontwerpen

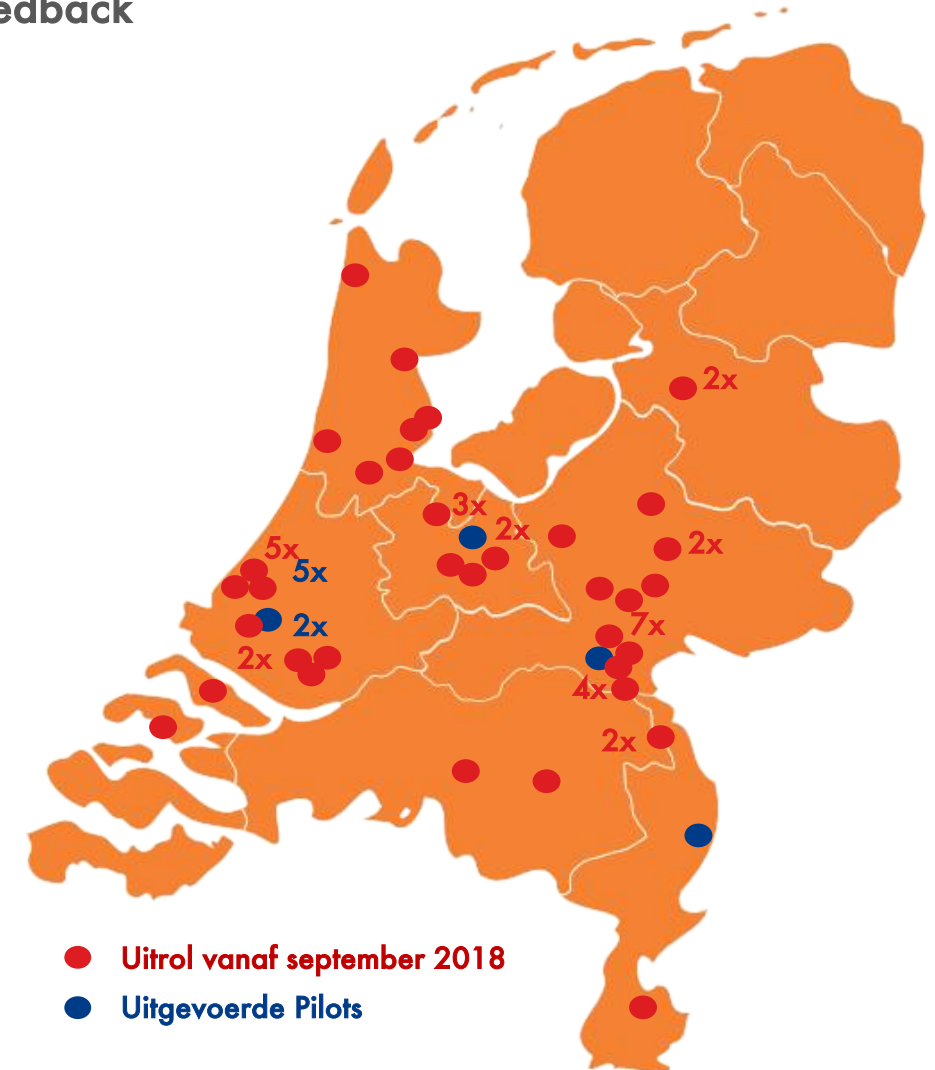
- Verbinden
- Begrijpen
- Oplossingen
- Keuzes

- Verbinden
- Reflecteren
- Kritisch nadenken
- Mening vormen

MC Energietransitie VO - Status oktober 2019



- Frequentie neemt gestaag toe
- Onverminderd enthousiaste feedback
- Bekendheid neemt snel toe
 - Docenten conferenties
 - Mond-op-mond reclame
 - Toename publiciteit
- Uitbreiding kader in breedte
 - Studenten en pas afgestudeerden
- Omschrijven voor VMBO
 - Opdracht Gemeente Den Haag
 - Ondersteuning Fontys?





DA|RI|EL

Energietransitie Masterclass

www.dareleducation.nl