

De aarde warmt op door een gat in de lucht

een onderzoek naar de
klimaatkennis van de Vlaamse
leerkracht in opleiding





DE KLIMAATKENNIS VAN DE VLAAMSE LEERKRACHT IN OPLEIDING

Deze bevraging is een initiatief van Transform3, platform klimaatneutrale economie en liep in samenwerking met de hogeschool VIVES en Ovds, oproep voor een democratische school.

Alle meningen en conclusies of aanbevelingen in dit rapport zijn van de auteur en weerspiegelen niet noodzakelijk die van Transform3, Ovds of de VIVES hogeschool.

Pieter Boussemaere
docent geschiedenis en klimaat
VIVES hogeschool, campus Brugge
Xaverianenstraat 10
8200 Brugge
pieter.boussemaere@vives.be
www.pieterboussemaere.com

Wijze van citeren

Boussemaere, P. (2016). *De aarde warmt op door een gat in de lucht. Een onderzoek naar de klimaatkennis van de Vlaamse leerkracht in opleiding*. VIVES hogeschool Brugge.

© 2016, Pieter Boussemaere en VIVES hogeschool

Inhoudsopgave

ALGEMENE VOORSTELLING

OPZET EN MOTIVATIE	6
Motivatie en achtergrond	6
Opzet en methode	8
Het onderzoek in internationale context	9
SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN	11
CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	16

ANALYSE VAN DE RESULTATEN

INLEIDING	20
OORZAKEN	22
Het broeikaseffect	22
Broeikasgassen	23
Fossiele brandstoffen	24
Welke menselijke activiteiten dragen (veel) bij tot de huidige klimaatopwarming?	25
GEVOLGEN (TOEKOMST EN VERLEDEN)	34
OPLOSSINGEN	42
BELEID	50
BIBLIOGRAFIE	54
EINDNOTEN	58



ALGEMENE VOORSTELLING

OPZET EN MOTIVATIE

Het weer is je humeur, klimaat je persoonlijkheid – dr. Marshall Shepherd

Motivatie en achtergrond

Volgens de laatste computersimulaties bereiken we de gevaarlijke tweegradengrens bij een ongewijzigd beleid al rond 2036¹⁴. Dan ontstaat een wereld die geen enkele menselijke generatie voor ons heeft meegemaakt. Geen Egyptenaar, geen landbouwer uit de Vruchtbare Sikkel, zelfs geen neanderthaler zou ons kunnen vertellen hoe het is om te leven in een wereld met twee graden meer.

Maar onze klimaatwetenschappers kunnen dat wel, en ze doen dat al ongeveer 40 jaar. Ze waarschuwen onophoudelijk – en misschien tot vervelens toe – dat die tweegradengrens bij een langdurige overschrijding onze menselijke beschaving op haar grondvesten zal doen daveren. Dat op deze ingenieuze aardkloot tegen die tijd al bijna 9 miljard mensen rondlopen, maakt het al helemaal 'spannend'. De klimaatopwarming is dus een uitdaging van formaat.

In haar beleidsnota schrijft Vlaams minister van onderwijs, Hilde Crevits, dat ze onze jongeren wil voorbereiden op de "behoeften van de 21ste eeuw waarbij ze op een volwaardige manier kunnen participeren in (alle facetten van) de samenleving". Maar in hoeverre is het onderwijs klaar om onze jongeren te wapenen tegen wat secretaris-generaal Ban Ki-moon jaren geleden al bestempelde als de "defining challenge of our age"?

Vlaamse en Waalse scholieren ontberen alvast enkele cruciale klimaatinzichten. Dat blijkt onder meer uit een grote klimaatenquête onder 3.236 leerlingen van het vijfde en zesde middelbaar onderwijs die de organisatie Oproep voor een democratische school (Ovds) begin 2015 uitvoerde. Zo weten we dat 85% van de Vlaamse jongeren vandaag niet in staat is om het broeikaseffect uit te leggen en ook niet goed weet welke menselijke activiteiten nu precies aan de basis liggen van de klimaatopwarming. Dit resultaat is nauwelijks beter dan in een gelijkaardige bevraging door Ovds in 2008. Dat is een vreemde vaststelling en het zegt veel over het gebrek aan inzichten over tal van andere essentiële aspecten van de klimaatkwestie.

Studies in het buitenland komen tot gelijkaardige conclusies. Leerlingen hebben vaak een foutief beeld van de klimaatproblematiek en ze missen inhoudelijke diepgang. Zo slaan bijna alle leerlingen de verschillende duurzaamheidsproblematieken door elkaar, waarbij het gat in de ozonlaag al te vaak als hoofdoorzaak van de klimaatopwarming wordt aanzien. Onderzoekers merken verder veel verwarring op met andere duurzaamheidskwesties zoals loodvergiftiging, radioactiviteit en zure regen. Ook aardbevingen, tsunamis en zelfs huidkanker zouden volgens veel leerlingen het gevolg zijn van de klimaatopwarming.

Uit diezelfde studies blijkt ook dat de meeste leerlingen geneigd zijn om de stijging van de wereldtemperatuur te overschatten, waarbij ze ervan uitgaan dat het elk jaar per definitie merkbaar warmer zal zijn dan het vorige. Leerlingen hebben ook de indruk dat gelijk welke actie die goed is voor het milieu, ook geschikt is als oplossing voor de klimaatkwestie. Zo is het niet verwonderlijk dat velen foutief denken dat je met het oprapen van papiertjes op de speelplaats, bijdraagt in de strijd tegen de klimaatopwarming. Voor een mooi overzicht van de verschillende internationale studies, zie onder meer Chang, 2014.

Dat veel leerlingen er verkeerde concepten op nahouden is ergens ook wel te begrijpen. De klimaatopwarming is een schoolvoorbeeld van een gelaagd probleem, waarin zowel de dimensies ruimte als tijd een extra complicerende en intellectueel uitdagende rol spelen. Shi et al. omschrijven de klimaatkwestie dan ook als "a highly complex phenomenon; it is a function of multiple causes, presents different physical characteristics and consequences that lead to a wide range of risks, and its management may involve a wide range of adaptation and mitigation alternatives" (Shi et al., 2016). Voor het verwerven van voldoende inzicht in de materie is bijgevolg een doorgedreven en een logisch opgebouwd onderricht in een opleiding noodzakelijk. Net dat ontbreekt in heel wat landen.

Een cruciale vraag is echter in hoeverre meer klimaatkennis ook automatisch aanzet tot verantwoord klimaatgedrag. Is het met andere woorden zinvol om daarop in te zetten?

De literatuur is daar op het eerste gezicht onduidelijk over. Sommige studies leggen veel nadruk op het belang van kennis om te komen tot klimaatneutraal gedrag (Reynolds et al., 2010; Read et al., 1994). Andere wijzen er dan weer op dat meer informatie betreffende een bepaalde actie juist niet automatisch betekent dat die actie ook wordt uitgevoerd (Leiserowitz et al., 2006; Menny et al., 2011). Deze laatste groep omschrijft kennis als een zwakke stimulator voor actie (Kahan, 2011; Norgaard, 2009; Immerwahr, 1999).

Maar het nadeel van deze onderzoeken is dat ze zelden of nooit preciseren wat ze exact onder 'kennis' verstaan. Dat is natuurlijk een belangrijk gegeven. Er bestaan veel vormen van kennis en kennisniveaus. Onderzoek toont bijvoorbeeld aan dat een betere kennis van de fysische aspecten van de klimaatopwarming, zoals de specifieke golf lengtes waar methaan op inwerkt of de koolstofcyclus, geen invloed heeft op iemands bezorgdheid of actiebereidheid (Shi et al., 2016). Maar andere inzichten zijn dat wel. Onderzoek leert dat minstens twee inzichten fundamenteel zijn om tot actiegericht handelen te komen.

- 1) Een goed begrip van de oorzaken. Want als je niet weet hoe en waarom broeikasgassen verantwoordelijk zijn voor de huidige klimaatopwarming en welke menselijke activiteiten extra broeikasgassen genereren, is het onmogelijk om als individu gericht mee te werken aan de strijd tegen de klimaatopwarming. Dan kan je de gevolgen van je keuzes en persoonlijk handelen nooit ten volle begrijpen (Pongiglione, 2012 & Chang, 2014).
Een goed begrip van de oorzaken leidt tot een grotere bezorgdheid, minder gevoelens van machteloosheid en minder scepticisme over de klimaatopwarming (Tobler et al., 2012).
- 2) Procedurele kennis. Hieronder verstaat men praktische informatie, op een lokale leest geschoeid, om het individu te helpen tot concrete actie te komen. Het gaat hier om het aanbieden van oplossingen en acties om zelf minder broeikasgassen uit te stoten (Kaiser & Fuhrer, 2003 & Shi et al., 2016).

Een goede kennis van de gevolgen van de klimaatopwarming blijkt eveneens belangrijk te zijn, in die zin dat het voornamelijk de mate van iemands bezorgdheid over de klimaatopwarming voorspelt, maar minder invloed heeft op het actiegericht handelen (Tobler et al., 2012).

Ook ander onderzoek toont aan dat een minimum aan relevante klimaatkennis een belangrijke voorspeller van klimaatneutraal gedrag is, zowel in het algemeen (Heberlein, 2012; Lee, 2015), bij jongeren (Meinhold & Malkus, 2005; Harker-Schuch & Bugge-Henriksen, 2013), bij studenten hoger onderwijs (Levine & Strubbe, 2012), als bij scholieren (Skamp et al., 2013). Bovendien weten we dat mensen met weinig klimaatkennis het makkelijkst verkeerde informatie voor waar aannemen en dat zij er het minst in slagen om relevante van irrelevante criteria te onderscheiden als het om de betrouwbaarheid van bronnen gaat (Braten et al., 2011).

Geen wonder dat de United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) al jaren aan de kar trekt om wereldwijd meer en beter klimaatonderwijs in te richten ^[2]. Wetenschappers van over de hele wereld beschouwen onderwijs als een "untapped opportunity to combat climate change". Volgens hen moet klimaateducatie finaal leiden tot persoonlijke aanpassingen en maatschappelijke transformaties die gunstig zijn voor het klimaat (Hermans, 2016). Ook het klimaatakkoord van Parijs (december 2015) ziet klimaatonderwijs als een cruciale mitigatiestrategie. De deelnemende landen, waaronder België, engageerden er zich expliciet voor meer en beter klimaatonderwijs. Zo stipuleert artikel 12 van het akkoord dat "Parties shall cooperate in taking measures, as appropriate, to enhance climate change education, training, public awareness, public participation and public access to information, recognizing the importance of these steps with respect to enhancing actions under this Agreement" ^[3].

Maar om te komen tot degelijk klimaatonderwijs heb je in de eerste plaats goed geschoolde opleiders nodig. Zeker als je weet dat op de eerste plaats familie en leerkrachten een impact hebben op het denken en handelen van jongeren (Chawla, 2009 & Duarte et al., 2015). Enkel leerkrachten die spreken met kennis van zaken zijn in staat om jongeren te wapenen tegen de gevolgen van de klimaatopwarming (adaptatie) en hen te helpen in de strijd tegen een verdere escalatie van de klimaatopwarming (mitigatie).

Bovendien geven studies aan dat het kennisniveau van een leerkracht en de manier waarop hij persoonlijk omgaat met de klimaatproblematiek, zijn lesgeven bepalen (Lombardi & Sinatra, 2013). Leerkrachten met een degelijke klimaatkennis zijn bijvoorbeeld veel sneller geneigd om de klimaatproblematiek in hun lessen te integreren en eigen leer materiaal te ontwikkelen (Poulou, 2007). Als leerkrachten er zelf oplossingsgerelateerde ideeën op nahouden, vertaalt zich dat ook meteen in de manier waarop leerlingen over de klimaatproblematiek denken en ermee omgaan (Ojala, 2015).

Daarom ligt de focus van deze enquête op de klimaatkennis van de leerkracht in opleiding. Zijn onze toekomstige leerkrachten in staat om de gebrekkige klimaatkennis bij onze jongeren bij te spijkeren en verkeerde percepties recht te trekken? Zijn ze in staat om onze jongeren door te verwijzen naar betrouwbare informatie en hen gerichte en doordachte keuzes te laten maken in de strijd tegen de klimaatopwarming? Zijn ze in staat om correct en oplossingsgericht te communiceren?

Opzet en methode

Begin februari 2016 contacteerden we de opleidingshoofden van alle lerarenopleidingen lager en secundair onderwijs in Vlaanderen om deel te nemen aan de enquête. Zes hogescholen (Artevelde, Hogent, Odisee, PXL, Thomas More en VIVES) werkten mee ^[4]. Tussen 22 februari en 10 juni 2016 vulden 430 studenten onze vragenlijst online in. Dit gebeurde telkens onder toezicht van een docent. De studenten besteedden twintig minuten tot maximaal een half uur aan het beantwoorden van alle vragen.

Toezicht was een vereiste omdat het hier gaat om een enquête die peilt naar kennis en inzicht. Het raadplegen van externe bronnen, zoals het gebruik van informatie van het internet, was dan ook niet toegelaten. In tegenstelling tot heel wat andere enquêtes gaat het hier bovendien niet om vrijwillige deelnames. Docenten werden aangeschreven met de vraag om telkens een volledige klasgroep onder toezicht te laten deelnemen. Zo vermeden we dat we enkel geïnteresseerden bereikten, wat de resultaten zeker zou beïnvloed hebben.

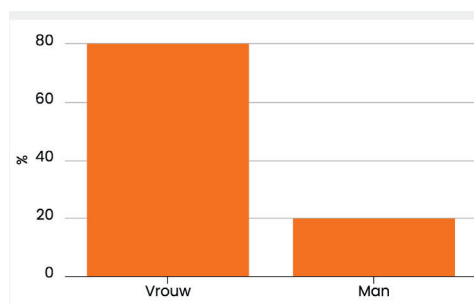
De opleiding tot leerkracht lager en secundair onderwijs (lesbevoegdheid eerste en tweede graad) duurt in Vlaanderen drie jaar. Jaarlijks behalen in Vlaanderen zo'n 3500 studenten een diploma bachelor lager of bachelor secundair onderwijs ^[5].

40% (n=174) van onze respondenten volgde de opleiding leraar lager onderwijs en 60% (n=256) studeerde voor leraar secundair onderwijs. Van deze toekomstige leraren secundair onderwijs had 38% (n=98) aardrijkskunde als specialisatieveld gekozen.

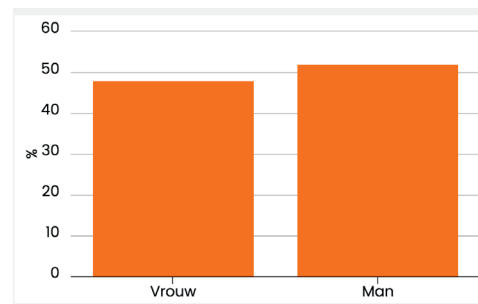
We vroegen de opleidingshoofden om enkel tweede- en derdejaarsstudenten te laten deelnemen. Maar in de praktijk hebben vooral studenten aan het eind van hun tweede opleidingsjaar de vragenlijst ingevuld (81,4%). Dat is te verklaren doordat de derdejaarsstudenten tijdens het tweede semester, het moment waarop de enquête liep, voortdurend stage lopen en dus zelden op de campus aanwezig zijn.

Eén op de 10 (n=47) zat in de laatste maanden van het derde opleidingsjaar en 33 studenten (7,7%) hadden bijna één opleidingsjaar voltooid. Deze 33 eerstejaarsstudenten volgden allemaal de opleiding secundair onderwijs. Globaal kunnen we stellen dat de meeste respondenten het merendeel van hun vakinhoudelijke vorming achter de rug hadden toen ze de enquête invulden ^[6].

Er namen meer meisjes (272) dan jongens (158) deel aan de ondervraging. Dat is niet meer dan logisch aangezien het lerarenberoep sterk vervrouwelijkt is. Die vervrouwelijking is vooral voelbaar in het lager onderwijs en dus ook in onze enquête.



opleiding lager onderwijs



opleiding secundair onderwijs

De vragenlijst bevatte negentien vragen. Sommige vragen telden echter meerdere elementen of deelvragen. Zo bestond vraag 18, die peilde naar inzichten over klimaatveranderingen in het verleden, uit vijf deelvragen. Op die manier telde de vragenlijst 47 elementen of deelvragen, verdeeld over 19 hoofdvragen, die op hun beurt in vier rubrieken werden ondergebracht.

- (1. Algemene info)
2. Oorzaken van de klimaatopwarming
3. Gevolgen van de klimaatopwarming
4. Oplossingen
5. Beleid en klimaatveranderingen in het verleden

	Juist	Fout	Geen idee
De huidige klimaatopwarming gaat een pak sneller dan gelijk welke klimaatverandering in het verleden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Als we niet opletten zal het tegen 2100 nog nooit zo warm zijn geweest op aarde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De komst van een nieuwe ijstijd zal binnen enkele duizenden jaren de opwarming van de aarde compenseren .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Onze voorouders leefden ooit al eens in een wereld die iets warmer was dan vandaag. De zeespiegel stond toen zo'n 6 meter hoger.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enkele tientallen miljoenen jaren geleden was het zo warm op aarde dat er nergens ijs te bespeuren viel. Toen stond de zeespiegel maar liefst 75 meter hoger.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Vraag 18: Klimaatveranderingen in het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst. Beantwoord de volgende 5 stellingen.

De vier rubrieken zijn geen toeval. Er groeit de afgelopen jaren namelijk een consensus dat er pas sprake is van degelijk klimaatonderwijs als lessenreeksen zowel de oorzaken, de gevolgen als de oplossingen van de klimaatkwestie behandelen (Chang, 2014). Daarnaast pleiten sommigen, waaronder de auteur van dit onderzoek, om ook klimaatveranderingen in het (verdere) verleden een prominentere plaats te geven. Het helpt leerlingen en studenten niet alleen om weer- en klimaatpatronen van elkaar te onderscheiden, maar verhoogt ook het inzicht in het uitzonderlijke en verontrustende karakter van de huidige klimaatopwarming (zie onder meer Lombardi & Sinatra, 2010). Klimaatveranderingen in het (verre) verleden zijn bovendien erg geschikt om de snelheid waarmee het klimaat momenteel opwarmt in perspectief te plaatsen en te begrijpen waarom de dimensie tijd zo'n cruciale, en tegelijkertijd moeilijk te vatten factor is in de klimaatkwestie.

Onze analyse van de gegevens toont naast de scores van alle 430 respondenten samen (Totaal), ook telkens de scores van drie subgroepen: de toekomstige leerkrachten lager onderwijs (n=174), de toekomstige leerkrachten secundair onderwijs zonder specialisatie aardrijkskunde (n=158) en de toekomstige leerkrachten secundair onderwijs met specialisatie aardrijkskunde (n=98).

Het subtotaal bevat de scores van alle leerkrachten in opleiding, met uitzondering van de leerkrachten die aardrijkskunde als specialisatieveld hebben gekozen (n=332). De gekleurde kolom duidt telkens het correcte antwoord aan.

De subcategorieën maken extra analyses mogelijk. Vooral het apart bekijken van de scores van de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde leek ons interessant. We gingen er vanuit dat zij op de meeste onderdelen merkelijk beter zouden scoren dan hun collega's. Binnen de groep 'aardrijkskunde' beschikken we over de antwoorden van zowel eerste- (n=32), tweede- (n=60) als derdejaarsstudenten (n=6). Bij de analyse van bepaalde vragen kan dit eventueel extra inzichten opleveren.

%		
Lager Secundair –aardrijkskunde Aardrijkskunde		
Subtotaal –Sec. aardrijksk.		
Totaal		

Het onderzoek in internationale context

Ondertussen beschikken we wereldwijd over tal van onderzoeken en bevestigingen die op een of andere manier peilen naar klimaatopvattingen. De vele studies verschillen echter sterk op het vlak van de beoogde doelstelling en de onderzochte doelgroep.

De overgrote meerderheid van deze studies peilt bijvoorbeeld niet naar klimaatkennis, maar enkel naar algemene opvattingen en attitudes over de klimaatkwestie. Anderzijds richten ze zich bijna uitsluitend op de mening van het grote publiek. Gerenommeerde studie bureaus zoals de Amerikaanse PEW-, Gallup- en Rasmussen onderzoekscentra en het Britse Opinionum, maar ook tal van nationale en supranationale studiediensten zoals die van de Europese Unie, houden er zich al jaren mee bezig (Boussemaere, 2015). Zo organiseerde de Belgische overheid al drie publieke klimaatquêtes die vooral peilden naar attitude en opvattingen, alhoewel ook enkele kennisvragen werden opgenomen. De eerste dateert van 2005. De resultaten van de laatste publieke klimaatquête verschenen in 2014 (Klimaatonderzoek FOD volksgezondheid, 2014).

Ook studies die peilen naar de klimaatattitude en klimaatopvattingen bij specifieke groepen zoals leerlingen, studenten of leerkrachten zijn in voldoende landen voor handen.

Peilingen naar klimaatkennis en -inzichten zijn daarentegen veel schaarser. Zeker als het doelpubliek zich beperkt tot leerkrachten of leerkrachten in opleiding. Peilingen naar kennis en inzichten zijn moeilijker te organiseren omdat de respondenten tijdens het invullen van de vragenlijst geen toegang mogen hebben tot externe bronnen, waardoor je verplicht bent om met toezichters te werken. Voor zover bekend, is onze bevraging dan ook het eerste Belgische onderzoek naar de klimaatkennis van leerkrachten in opleiding.

Internationaal gezien beschikken we gelukkig wel over enkele vergelijkspunten. Wat daarbij meteen opvalt, is ons relatief hoge aantal respondenten (n=430). Bij recente, vergelijkbare studies naar de klimaatinzichten van (toekomstige) leerkrachten ligt dat aantal nagenoeg altijd lager.

- Australië beschikt over meerdere studies met telkens tussen de 87 en 199 respondenten (Boon, 2010, 2014 & 2016).
- Ook Turkije beschikt over meerdere onderzoeken van respectievelijk 113, 215, 564 en 101 ondervraagden (Khalid, 2003; Kisoglu et al., 2010; Ocal et al., 2011; Dal et al., 2015).
- Canada telt drie studies van respectievelijk 25, 89 en 157 respondenten (Puk & Stibbards, 2012; Hayhoe, 2011; Baker & Loxton, 2013).
- In Griekenland ondervroeg men groepen van 172, 155 en 265 leerkrachten (in opleiding) (Papadimitriou, 2004, Michail et al., 2006 & Ikonomidis, 2012).
- In de Verenigde Staten ging het om groepen tussen de 102 en 279 respondenten (Lambert et al., 2012; Lambert & Bleicher, 2013; McNeal et al., 2014; Herman et al., 2015).
- In Zuid-Afrika, Tsjechië, Puerto Rico, Oman, Zuid-Korea, Singapore en Finland, deden respectievelijk 194, 171, 118, 104, 82, 40 en 20 leerkrachten (in opleiding) mee aan een enquête die peilde naar hun klimaatkennis (Anyanwu et al., 2015; Milér, 2012; Herman et al., 2015; Ambusaidi, 2012; Jang, 2015; Chang, 2014 & Ratinen, 2013).

Uit deze onderzoeken blijkt dat de gemiddelde leerkracht (in opleiding) er dezelfde foutieve ideeën over de klimaatopwarming op nahoudt als de leerlingen. Ook hier heerst een grote verwarring met andere problematieken zoals vervuiling en zure regen. Leerkrachten (in opleiding) hebben het bijvoorbeeld ook moeilijk met de zogenaamde terugkoppelingsmechanismen, een essentieel begrip om de complexiteit van het klimaatsysteem te vatten. Net zoals de leerlingen, verwarren heel wat leerkrachten (in opleiding) het broeikas effect met het gat in de ozonlaag. Ze begrijpen de werking van het broeikas effect niet en zien niet altijd het verschil tussen weer en klimaat. Ook de gedachte dat wat goed is voor het milieu – bijvoorbeeld propere stranden – ook goed is voor het klimaat en wat slecht is voor het milieu – bijvoorbeeld insecticiden – ook slecht is voor het klimaat, leeft sterk onder leerkrachten in opleiding (Ikonomidis et al., 2012).

Samengevat suggereren deze studies dat leerkrachten (in opleiding) over het algemeen foutieve of in het beste geval onvolledige noties hebben van het broeikas effect, de oorzaken, de gevolgen en de oplossingen van de klimaatopwarming (Boon, 2010; McNeal et al., 2014). Dit is een reden tot zorg aangezien leerlingen zelden de kennisautoriteit van leerkrachten in vraag stellen (Gowda et al., 1997).

Het lijkt er dus op dat heel wat landen gevangen zitten in een complexe, vicieuze cirkel die start bij het gebrek aan klimaatkennis bij leerkrachten. Zij geven die door aan hun leerlingen die het op hun beurt verder aanvullen met onvolledige en inadequate informatie uit alternatieve bronnen, veelal van het internet. Paradoxaal genoeg ligt de enige oplossing voor dit dilemma ongetwijfeld in het klaslokaal.

De vraag is nu in hoeverre de Vlaamse leerkrachten (in opleiding) kampen met dezelfde gebrekkige klimaatkennis als hun collega's in het buitenland. Of zijn zij juist wel voldoende gewapend om de klimaatproblematiek met kennis van zaken te onderwijzen?

SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

Inleiding

1. 68% van onze toekomstige leerkrachten meent dat zijn kennis over de klimaatopwarming voldoende tot zeer goed is. Vooral de studenten met aardrijkskunde als keuzevak schatten hun klimaatinzichten hoog in: meer dan 90% van hen meent voldoende tot zeer goed op de hoogte te zijn.

De kennis van de oorzaken van de klimaatopwarming

2. Slechts een op vijf Vlaamse leerkrachten in opleiding kan de correcte werking van het broeikaseffect aanduiden. De toekomstige leraren aardrijkskunde scoren beter. Maar ook hier slaagt maar een op drie erin om het juiste antwoord aan te kruisen.
3. Er heerst een zeer grote verwarring met het gat in de ozonlaag. Bijna 60% verwacht de werking van het broeikaseffect met het gat in de ozonlaag. Ook ongeveer de helft van de toekomstige leraren aardrijkskunde maakt deze fout. Een overweldigende 95% rekt het gat in de ozonlaag tot de oorzaken van de klimaatopwarming. Voor iets meer dan 80% is het oorzakelijk verband zelfs groot. Het is vreemd en verontrustend dat die verwarring evenzeer geldt voor onze toekomstige leraren aardrijkskunde. Ook hier is 80% ervan overtuigd dat het gat in de ozonlaag in belangrijke mate verantwoordelijk is voor de klimaatopwarming.
4. Een kleine helft (45,7%) van de respondenten kan twee broeikasgassen opsommen. Bij de groep aardrijkskunde is dat 56,1%. Koolstofdioxide (CO₂) is het best gekende broeikasgas. Maar liefst 83,3% van de studenten vernoemt het. Methaan wordt door zo'n 29% van de respondenten vernoemd. De andere broeikasgassen, vooral lachgas en fluorgassen, zijn nauwelijks gekend.
5. Iets meer dan de helft van de leerkrachten in opleiding kan de drie voornaamste fossiele brandstoffen opnoemen. Slechts 5,3 procent kan er geen enkele opsommen. Olie wordt het meest vernoemd (88,8%), dan (aard)gas (73,2%) en vervolgens steenkool of bruinkool (69,3%). Ongeveer 6% van de respondenten verwijst in zijn of haar antwoord verkeerdelijk naar hout of houtskool. De toekomstige leerkrachten lager onderwijs scoren op dit punt even goed tot zelfs iets beter dan de groep aardrijkskunde en een stuk beter dan de toekomstige leraren secundair onderwijs zonder specialisatie aardrijkskunde.
6. Een dikke 40% van de leerkrachten in opleiding weet dat steenkoolverbranding de meeste broeikasgassen produceert bij gelijke energieproductie. Bij de groep aardrijkskunde is dat 54,1%.
7. Nagenoeg geen enkele leerkracht in opleiding weet dat kernenergie een klimaatneutrale energiebron is. Bijna 90% ziet het gebruik van kernenergie als een van de oorzaken van de klimaatopwarming. Voor meer dan 75% van de respondenten is die oorzakelijke link heel duidelijk. De groep aardrijkskunde scoort iets beter. Toch ziet ook hier meer dan de helft een belangrijk oorzakelijk verband tussen kernenergie en de klimaatopwarming. Slechts een op vijf van de toekomstige leraren aardrijkskunde weet dat kernenergie een klimaatneutrale energiebron is.
8. Onze toekomstige leerkrachten hebben over het algemeen weinig notie van het feit dat natuurlijke fenomenen, zoals vulkaanuitbarstingen en een veranderende zonneactiviteit, nauwelijks tot niet verantwoordelijk zijn voor de huidige klimaatopwarming. Slechts een op vier toekomstige leerkrachten kruist het correcte antwoord aan. Iets meer dan 40% denkt zelfs dat verandering in zonneactiviteit behoorlijk veel tot heel veel bijdraagt tot de huidige klimaatopwarming. Een op drie denkt hetzelfde over vulkaanactiviteit. Opvallend is verder dat de foutieve ideeën over deze natuurlijke factoren even sterk zijn bij de groep aardrijkskunde.

9. Er heerst een grote verwarring met zure regen. Volgens zo'n 80% van onze toekomstige leerkrachten is zure regen medeverantwoordelijk voor de klimaatopwarming. Voor bijna de helft van hen is dat heel duidelijk het geval. De groep aardrijkskunde scoort hier iets beter, maar dan nog legt meer dan 40% een duidelijk oorzakelijk verband tussen zure regen en de klimaatopwarming.
10. Voor zowat alle leerkrachten in spe (88,3%) zijn 'giftige stoffen' (mede)verantwoordelijk voor de klimaatopwarming. Daaruit leiden we af dat ze ofwel broeikasgassen foutief als giftige stoffen aanzien, ofwel eender welke giftige stof beschouwen als een belangrijke veroorzaker van de klimaatopwarming. De groep aardrijkskunde is hier even verward als de andere groepen.
11. De impact van ontbossing op de klimaatopwarming schatten onze toekomstige leerkrachten over het algemeen goed in. Volgens 84% van de respondenten draagt ontbossing behoorlijk veel tot heel veel bij aan de klimaatopwarming.
12. Het is opvallend dat toekomstige leerkrachten enerzijds de impact van het wegverkeer sterk overschatten en anderzijds de impact van de verbranding van fossiele brandstoffen voor warmte en elektriciteit gevoelig onderschatten.
13. Iets meer dan een op vier respondenten schat het aandeel van het houden van koeien voor vlees en melk correct in, maar belangrijker is dat exact evenveel studenten het aandeel overschatten als onderschatten. Wij leiden daaruit af dat onze toekomstige leerkrachten over het algemeen voldoende op de hoogte zijn van het feit dat het houden van koeien een belangrijk aandeel heeft binnen de totale uitstoot van broeikasgassen door de mens.
14. De cementsector is een nobele onbekende als belangrijke veroorzaker van broeikasgassen. Maar liefst 61,7 procent onderschat de impact ervan. Onder de toekomstige leraren aardrijkskunde is dat zelfs bijna 70 procent.
15. Over het algemeen overschatten de Vlaamse leraren in opleiding heel sterk de impact van afvalverwerking op de klimaatkwesie. Bijna 80 procent is ervan overtuigd dat afvalverwerking behoorlijk veel tot heel veel bijdraagt tot de klimaatopwarming. Bijna niemand onderschat het aandeel. De groep aardrijkskunde scoort niet significant beter dan de rest.
16. De overschatting van de globale impact van het vliegverkeer op de klimaatopwarming is zo mogelijk nog groter dan die van afvalverwerking. Zowat al onze toekomstige leerkrachten (89%) zijn ervan overtuigd dat de vliegtuigsector veel bijdraagt tot de klimaatopwarming. Volgens een op vier is dat zelfs heel veel.
17. Zowat 80 procent van onze toekomstige leerkrachten schat het aandeel van de varkensteelt te hoog in. En volgens bijna de helft van hen draagt de varkensteelt zelfs behoorlijk veel tot heel veel bij aan de klimaatopwarming.
18. De impact van rijsteelt op het klimaat schatten onze leerkrachten in opleiding redelijk goed in. Zo'n 80% houdt het terecht op een relatief klein aandeel.

De kennis van de gevolgen van de klimaatopwarming

19. Slechts een op vijf leerkrachten in opleiding weet dat de aarde vandaag ongeveer 1°C warmer is ten opzichte van de pre-industriële periode. Maar liefst 75 procent is ervan overtuigd dat we nu al de tweegradengrens bereikt of overschreden hebben. Volgens 40 procent van de respondenten leven we zelfs al in een driegradenwereld of meer. Verrassend is dat de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde hier niet beter scoren dan hun collega's.
20. Meer dan de helft van onze toekomstige leerkrachten is niet vertrouwd met de gevaarlijke tweegradengrens. Hetzelfde geldt voor de meerderheid van onze toekomstige leerkrachten aardrijkskunde.
21. De grote lijnen van wat ons de komende decennia in een business-as-usual (BAU) scenario te wachten staat, zijn niet gekend. Amper 8,4% van de respondenten slaagt erin om drie items (klimaatvluchtelingen, mislukte oogsten en zeespiegelstijging) in een chronologisch correcte volgorde te plaatsen.

De toestroom van klimaatvluchtelingen zien de meeste respondenten (54,9%) ten onrechte als het laatste grote probleem waarmee we in België te kampen krijgen, terwijl dat naar alle verwachting nog voor 2050 te gebeuren staat.

De zeespiegelstijging zien de meeste Vlaamse leerkrachten in opleiding (54%) ten onrechte als het eerste grote probleem waarmee België geconfronteerd wordt, terwijl die naar alle verwachting pas na 2100 echt problematisch wordt.

Ook de toekomstige leraren aardrijkskunde worstelen met dit inzichtelijke tekort.

22. Meer dan driekwart (77,3%) van de toekomstige leerkrachten overschat de stijging van de zeespiegel. De helft (49%) gaat ervan uit dat het zeewater tegen 2100 minstens twee tot drie meter hoger zal staan. En 1 op 4 denkt dat de zeespiegel tegen 2100 zelfs drie tot vier meter hoger en meer zal staan. De toekomstige leerkrachten aardrijkskunde delen hierover exact dezelfde mening als de andere leerkrachten in opleiding.
23. Het belangrijke klimaatbegrip 'kantelpunten', ook wel 'omslagpunten' of 'tipping points' genoemd, is totaal onbekend bij de Vlaamse leraren in opleiding. Een luttel 2,7% van de respondenten slaagt erin om het begrip min of meer correct te omschrijven.
24. Uit de antwoorden die peilen naar enige kennis van de klimaatveranderingen in het verleden, leiden we af dat de Vlaamse leerkrachten in opleiding de huidige klimaatsituatie op alle aspecten soms terecht, maar vaak ook ten onrechte als zeer uitzonderlijk beschouwen.
Zo kan slechts een op vijf zich inbeelden dat het ooit al eens zo warm was dat er nergens ijs te bespeuren viel en de zeespiegel 75 meter hoger stond. Daarmee samenhangend denkt een grote meerderheid foutief dat het tegen 2100 nog nooit zo warm zal geweest zijn op aarde. Ook de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde tasten hier in het duister.

De kennis over de oplossingen voor de klimaatkwestie

25. Op de vraag "Wat kunnen jij of je ouders doen om de klimaatopwarming tegen te gaan? Noem maximaal twee volgens jou belangrijke voorbeelden", kan meer dan 70% van de toekomstige Vlaamse leerkrachten enkel klimaatoplossingen bedenken die ofwel nauwelijks tot niets met de klimaatopwarming te maken hebben, ofwel uitsluitend pleiten voor een individuele gedragsverandering.
38,6% van de antwoorden bevat minstens één voorstel dat nauwelijks tot niets met de klimaatopwarming te maken heeft en 90% van de voorstellen bevat minstens één voorstel tot individuele gedragsverandering.
26. Slechts een op vier van onze toekomstige leerkrachten denkt in zijn voorstellen aan de inzet van hernieuwbare energie of energie verlagende producten als belangrijke bijdrage in de strijd tegen de klimaatopwarming. En amper 5% slaagt erin om uitsluitend voorbeelden van hernieuwbare energie of energie verlagende producten te geven. Een schrale 0,6% tot 2% van de respondenten denkt aan een individuele of collectieve actie die de naaste omgeving of de overheid moet aanzetten tot meer en beter gecoördineerde maatregelen.
27. De helft van de Vlaamse leraren in opleiding denkt dat de alternatieve energiebronnen, zoals wind- en zonne-energie, in principe in staat zijn om de wereld van alle nodige elektriciteit te voorzien. Volgens 40,4% is dat echter onmogelijk en nog eens 75% weet het niet.
28. Zowel geothermie, CSP's als biomassacentrales zijn bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding onbekend. Dit geldt ook voor de toekomstige leraren aardrijkskunde. Slechts een op vijf tot een op vier weet dat het hier om klimaatneutrale vormen van energieopwekking gaat.
29. Ongeveer een op drie respondenten weet dat kernfusie een klimaatneutrale energiebron is. Slechts een op vijf kruist hetzelfde correcte antwoord aan in verband met de vierde generatie kernreactoren.
30. Nagenoeg geen enkele leerkracht in opleiding kan de juiste werking van waterstof aanduiden. Amper 7,9% weet dat het een manier is om energie op te slaan.

31. De meest besproken technieken om CO₂ op te vangen en op te slaan (CCS & BECCS) zijn totaal onbekend bij de Vlaamse leraren in opleiding. Amper 3,5 tot 5 procent kruist het juiste antwoord aan.

De klimaatopwarming en het beleid

32. Meer dan drie op vier (77,9%) leraren in opleiding vindt het Kyoto-protocol terecht aan als het eerste internationale klimaatverdrag ooit getekend.
33. De leraren in opleiding overschatten heel sterk de bijdrage die hernieuwbare energie vandaag levert in de verbruikte energie in Vlaanderen. Slechts 14,7 procent duidt het correcte antwoord (5,5%) aan en maar liefst 73,4 procent overschat het aandeel. De rest heeft er geen idee van. Volgens zo'n 40 procent van onze toekomstige leerkrachten bedraagt het aandeel hernieuwbare energie in Vlaanderen vandaag al 20,5% of meer.
De inzichten van de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde vertonen geen significante verschillen ten opzichte van de andere groepen.
34. De gemiddelde leraar in opleiding is zich niet bewust van de verantwoordelijkheid die de gemiddelde Europeaan heeft – laat staan de gemiddelde Belg – om de verdere klimaatopwarming in te perken.
Bijna drie op vier (72,3%) is van mening dat de gemiddelde aardbewoner evenveel of meer broeikasgassen uitstoot dan de gemiddelde Europeaan. De impact van een doorsnee Indiër overschatten ze met een factor vier tot vijf. En maar liefst 86% van de respondenten schat het aandeel van de gemiddelde Chinees te hoog in.
Over het algemeen denken ze foutief dat de Chinezen per inwoner momenteel meer broeikasgassen uitstoten dan de Amerikanen per inwoner. Daarmee zien we enerzijds een sterke overschatting van het werkelijke aandeel van de gemiddelde Chinees, maar anderzijds ook een behoorlijke onderschatting van het werkelijke aandeel van de gemiddelde Amerikaan.
Het is verder opvallend dat de groep aardrijkskunde op al deze items net iets zwakker scoort dan de andere subgroepen.
35. De klimaatopwarming komt volgens onze respondenten het meest aan bod (meerdere keren tot meerdere lesuren) in de opleiding lager onderwijs (47,1%) en de opleiding secundair onderwijs, met specialisatie aardrijkskunde (45,9%). Bij de groep 'secundair zonder aardrijkskunde' ligt dat percentage zo'n tien procentpunten lager (35,5%).
Aardrijkskunde en wereldoriëntatie zijn met voorsprong de vakken waar de klimaatopwarming aan bod komt en dit zowel in de opleiding lager onderwijs als in de opleiding secundair onderwijs. Geschiedenis staat daarbij steevast op plaats drie, biologie op plaats vier.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

*“Future generations of children need to understand how to mitigate and adapt to contingencies that are set to take place in the not too distant future”
(IPCC, 2012)*

Het is belangrijk dat de klimaatkwestie onderwezen wordt aan alle leerlingen: van in de lagere school tot het laatste jaar secundair onderwijs. De klimaatopwarming is niet alleen een uiterst complex gegeven, het behoort zonder twijfel ook tot de grootste uitdagingen waar de mens ooit heeft voor gestaan. In die zin moeten leerkrachten de mogelijkheid krijgen om hun leerlingen de implicaties en de impact van de klimaatopwarming te helpen doorgronden, zodat ze beter voorbereid zijn op een wereld die met zekerheid voor grotere uitdagingen zal staan dan vandaag het geval is.

We hebben leerkrachten nodig die bedreven en bekwaam zijn in het voorzien van didactische activiteiten om de klimaatwetenschap begrijpelijk te maken. We hebben leerkrachten nodig die zich bewust zijn van de klassieke misvattingen die over de klimaatopwarming bestaan (met inbegrip van de misvattingen die ze zelf hebben). En we hebben leerkrachten nodig die de inzichten, vaardigheden en middelen krijgen om die misvattingen weg te werken (Boon, 2016).

Het is duidelijk dat Vlaanderen op dat vlak nog grote stappen te zetten heeft. Want ook al bouwt de wetenschap jaar na jaar meer kennis, inzichten en zekerheden op over de klimaatopwarming, ook al verwachten we van (toekomstige) leerkrachten dat ze beter geïnformeerd zijn dan hun leerlingen, het komt nauwelijks tot uiting in de resultaten van onze bevraging. Meer zelfs, uit deze enquête blijkt dat Vlaamse leerkrachten in opleiding over het algemeen dezelfde foutieve, of in het beste geval dezelfde onvolledige noties bezitten van het broeikaseffect, de oorzaken, de gevolgen en de oplossingen van de klimaatopwarming als hun buitenlandse collega's of de leerlingen waar ze binnenkort les aan zullen geven.

Nochtans denken de meeste leerkrachten in opleiding voldoende tot zeer goed op de hoogte te zijn van de klimaatkwestie, waarbij vooral de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde blaken van zelfvertrouwen. Dit zelfvertrouwen delen de Vlaamse leerkrachten in opleiding niet alleen met de gemiddelde Belg, maar ook met de gemiddelde Europeaan, Amerikaan of Australiër (zie onder meer Leiserowitz et al., 2010 & de verschillende eurobarometers). De oorzaak van deze discrepantie tussen een hoge zelfinschatting en de lage feitelijke kennis is nog niet goed begrepen (Boon, 2016), maar het kan zeker een hinderpaal zijn om op zoek te gaan naar meer informatie of om correcte informatie op te pikken en in de eigen lessen te integreren.

We zijn er ons van bewust dat meer en betere klimaatkennis op zich onvoldoende is om tot actie- en doelgericht handelen te komen, maar het correct en goed begrijpen van de oorzaken, de gevolgen en de oplossingen is wel een noodzakelijke basisvoorwaarde. Literatuuronderzoek leert dat een betere kennis van de oorzaken, de gevolgen en de oplossingen leidt tot een grotere bezorgdheid, minder gevoelens van machteloosheid en meer vertrouwen in de klimaatwetenschap (zie vroeger).

Daartegenover staat dat een betere kennis van de fysische aspecten van de klimaatopwarming – bijvoorbeeld het verschil tussen waterdamp en CO₂ of de koolstofcyclus – geen invloed heeft op iemands bezorgdheid of actiebereidheid. En net op enkele van die fysische aspecten scoren onze toekomstige leerkrachten misschien het sterkst.

Koolstofdioxide (CO₂) is een gekend broeikasgas en ongeveer de helft van de respondenten kan de drie voornaamste fossiele brandstoffen opsommen en steenkool terecht als de meest 'vervuilende' fossiele brandstof aanduiden.

Tegenover deze relatief goede scores staan echter tal van gebrekkige en veelal foutieve inzichten.

Om te beginnen zijn alle klassieke misvattingen over de oorzaken die men in het buitenland vaststelt, ook hier (soms in heel sterke mate) aanwezig. Tot de kampioenen behoren de verwarring met het gat in de ozonlaag en de verwarring met zure regen, waarbij 80% tot 95% van onze toekomstige leerkrachten de mist ingaat. Slechts een op vijf Vlaamse leerkrachten in opleiding kan de correcte werking van het broeikaseffect aanduiden. Ook het feit dat kernenergie een klimaatneutrale energiebron is of dat giftige stoffen in principe niets met de klimaatopwarming te maken hebben, is onze toekomstige leerkrachten onbekend.

Een andere klassieker is de enorme overschatting van de impact van afvalverwerking. Bijna 80% is ervan overtuigd dat afvalverwerking tot de belangrijkste oorzaken van de klimaatopwarming behoort. Hetzelfde geldt, zij het niet altijd in dezelfde mate, voor de impact van de varkenssector en het vlieg- en wegverkeer. Daar staat tegenover dat

belangrijke uitstoters van broeikasgassen, zoals de verbranding van fossiele brandstoffen voor warmte en elektriciteit of de cementsector, onderschat worden of niet gekend zijn.

De impact van ontbossing en het houden van koeien voor vlees en melk blijkt dan weer wel voldoende geweten.

Tot slot spelen volgens respectievelijk 34% en 41,3% van de respondenten natuurlijke fenomenen, zoals een veranderende vulkaan- en zonneactiviteit, een hoofdrol in de huidige klimaatopwarming.

Wie de oorzaken van de klimaatopwarming niet goed of foutief begrijpt, kan de gevolgen van zijn persoonlijke keuzes nooit ten volle inschatten. Bovendien vormt het een belangrijke hinderpaal voor doeltreffend, oplossingsgericht handelen. Deze een-op-eenrelatie wordt bevestigd door de persoonlijke acties die onze toekomstige leerkrachten naar voor schuiven om de klimaatopwarming tegen te gaan.

Een schrale 1,5% overweegt een individuele of collectieve actie die op een of andere manier druk uitoefent op de eigen omgeving of de (lokale) overheid. En slechts een op vier verwijst in zijn voorstellen naar de inzet van hernieuwbare energie of energieverlagende producten zoals isolatie of LED-verlichting.

Bijna 40 % van de ondervraagden is ervan overtuigd dat bijvoorbeeld het opruimen van straatafval, het gebruik van een brooddoos, het tijdig sluiten van de waterkraan (tijdens het poetsen van de tanden) of het doorspoelen van het toilet met regenwater, belangrijke acties zijn in de strijd tegen de klimaatopwarming. En 90% van de voorgestelde klimaatacties bevat minstens één individuele gedragsverandering die zich in de meeste gevallen beperkt tot een eenvoudige inspanning met een (erg) gering klimaateffect.

Verder overschat 73,4% van onze toekomstige leerkrachten het huidige aandeel hernieuwbare energie in Vlaanderen. Nog eens 12% heeft er geen idee van. Belangrijke technieken om hernieuwbare energie op te wekken, zoals geothermie en biomassa, zijn nauwelijks gekend en amper 7,9% weet dat waterstof een manier is om energie op te slaan.

Het is verontrustend dat onze toekomstige leraren aardrijkskunde (professionele bachelors) er dezelfde misvattingen op nahouden als hun collega's. Enkel op de fysische aspecten van de klimaatproblematiek, zoals broeikasgassen, fossiele brandstoffen en het broeikaseffect, scoren ze beter. Dit laatste verhindert echter niet dat 80% van de toekomstige leraren aardrijkskunde ervan overtuigd is dat de huidige klimaatopwarming in belangrijke mate het gevolg is van het gat in de ozonlaag.

Ook op vlak van gevolgen en het gevoerde beleid kampen onze toekomstige leerkrachten aardrijkskunde met dezelfde inzichtelijke tekorten als hun collega's. Maar liefst 75 % denkt dat we vandaag al de twee gradengrens bereikt of overschreden hebben, terwijl nochtans 45% aangeeft die internationaal aanvaarde gevarengrens te kennen. Een belangrijk klimaatbegrip als 'kantel- of omslagpunten' ('tipping points' in het Engels) is totaal onbekend.

De helft (49%) gaat er onterecht vanuit dat het zeewater tegen 2100 minstens twee tot drie meter hoger zal staan.

De grote lijnen van wat ons de komende decennia in een business-as-usual (BAU) scenario te wachten staat, zijn niet gekend. Amper 8,4% van de respondenten slaagt erin om drie items (klimaatvluchtelingen, mislukte oogsten en zeespiegelstijging) in een chronologisch correcte volgorde te plaatsen. Klimaatvluchtelingen zien ze verkeerdelijk als het chronologisch laatste en de zeespiegelstijging verkeerdelijk als het chronologisch eerste grote klimaatprobleem waarmee België te maken krijgt.

Ze tonen verder weinig inzicht in de klimaatveranderingen in het verleden, waarbij ze de huidige klimaatsituatie op bepaalde punten soms terecht, maar vaak ook ten onrechte als uitzonderlijk beschouwen.

De gemiddelde leerkracht in opleiding, met inbegrip van de groep aardrijkskunde, is zich tot slot niet bewust van de grote verantwoordelijkheid die de gemiddelde Europeaan draagt in de strijd tegen de klimaatopwarming. Ze wijzen in de eerste plaats naar de modale aardbewoner, waarbij ze vooral Indiërs, Chinezen en Amerikanen viseren, terwijl in werkelijkheid enkel die laatsten per inwoner meer broeikasgassen uitstoten dan de gemiddelde Belg.

Wat moeten we hiermee?

Het is makkelijk om met de vinger te wijzen naar de verschillende lerarenopleidingen waar de klimaatopwarming volgens onze enquête eerder niet dan wel aan bod komt. Maar zo simpel is het niet. Lerarenopleidingen worden vandaag al overstelpt met tal van onderwerpen waarvan de maatschappij verwacht dat ze er voldoende aandacht aan besteden, terwijl de werkelijke instructietijd in de driejarige lerarenopleidingen erg beperkt is. Zeker als je weet dat bijvoorbeeld een volledig opleidingsjaar aan stage wordt besteed.

Bovendien is de klimaatopwarming een erg complexe problematiek die een doorgedreven en logisch opgebouwd onderricht, dat zich uitstrekt van in de lagere school tot en met de laatste jaren van het secundair onderwijs, noodzakelijk maakt. In dit ideale scenario zou de lerarenopleiding zich dan kunnen beperken tot een opfrissing en actualisering van de materie, waardoor het didactische luik meer aandacht kan krijgen.

En daar knelt het schoentje. Doorheen de schoolloopbaan van een Vlaamse leerling is enkel het vak aardrijkskunde expliciet met de materie bezig. Maar het beperkte aantal contactmomenten en de berg andere kennis in het vak aardrijkskunde, maakt diepgang feitelijk onmogelijk. Bovendien ligt de nadruk er doorgaans op de fysische aspecten van de klimaatopwarming.

Men zocht een oplossing door in 2010 nieuwe vakoverschrijdende eindtermen 'duurzame ontwikkeling' in te voeren. Maar die zijn erg vaag en het woord 'klimaatverandering' komt er zelfs niet in voor. 'Duurzaamheid' is dan ook een erg breed begrip. De klimaatopwarming an sich maakt daar maar een verwaarloosbaar deel van uit.

Bovendien zeggen eindtermen niets over de manier waarop een onderwerp aan bod moet komen. Het gevolg is dat iedereen maar wat doet en afhankelijk van de interesse van de leerkracht of de school leidt dit in het beste geval tot een 'project duurzaamheid' of een andere vorm van informeel onderwijs, niet zelden verzorgd door een externe organisatie die altijd een eigen achterliggende agenda dient.

Op die manier raken we de problematiek wel aan, maar onderwijzen we ze niet. En tussen aanraken en onderwijzen gaapt een diepe kloof, zoals de resultaten van deze klimaatenquête bewijzen.

Willen we een structurele en op korte termijn makkelijk realiseerbare verbetering van de situatie, dan moeten we tegelijkertijd minimaal inzetten op drie punten.

1. We moeten de klimaatopwarming zichtbaar en concreet maken in de eindtermen, dit zowel op het vlak van de oorzaken, de gevolgen als de oplossingen.
Momenteel komen de woorden klimaatverandering, klimaatopwarming of opwarming van de aarde niet voor in de Vlaamse eindtermen. Er staat in de eindtermen aardrijkskunde voor de derde graad enkel een onrechtstreekse verwijzing naar het broeikaseffect.
2. We hebben nood aan een aparte klimaatleerlijn.
Het opstellen van een aparte leerlijn (wat, waar en wat wanneer) is cruciaal om leerlingen een sterker klimaatinzicht te verschaffen, zodat ze beter gewapend zijn tegen de gevolgen van de klimaatopwarming (adaptie) en doelgerichter kunnen meewerken aan het tegengaan ervan (mitigatie). Een aparte leerlijn heeft de volgende voordelen:
 - a. het zorgt voor de nodige herhaling en didactische opbouw;
 - b. het garandeert correcte informatie;
 - c. het zorgt dat de informatie aangepast is aan de leeftijd, het intellectueel niveau en de psychologische weerbaarheid van de leerlingen;
 - d. het gaat versnippering tegen zodat leerlingen het grotere plaatje blijven zien en de juiste verbanden blijven leggen tussen de verschillende aspecten van de klimaatopwarming;
 - e. het vermijdt verwarring met andere problematieken zoals de afvalproblematiek, de waterproblematiek en andere duurzaamheids- of milieukwesties.
3. We hebben nood aan een helder en eenduidig klimaatverhaal dat niet alleen wetenschappelijk correct, maar ook sociaalwetenschappelijk en didactisch sterk onderbouwd is.
Daarom pleiten we voor de oprichting van een 'taskforce klimaat' waarin verschillende experts en maatschappelijke actoren samenkomen om te werken aan een breed gedragen, coherent, uniform en up-to-date klimaatverhaal. Hierbij ligt de focus op de essentie en wordt rekening gehouden met sociaal-psychologische inzichten en maatschappelijke debatten. Een klimaatverhaal waarin de ruimte-tijddimensie een rode draad spant tussen oorzaken, gevolgen en oplossingen en een coherent en concreet beeld schetst van hoe een klimaatneutrale wereld eruit ziet. Hierbij staat centraal dat onze jeugd op een directe manier in contact komt met alternatieve energiebronnen in het algemeen, maar ook met hun eigen bijdrage daarin. Dit moet als basis dienen voor tal van leerkrachten die aan de slag willen met het onderwerp. Het moet leerkrachten de nodige zelfzekerheid geven om het onderwerp aan te pakken. Het moet hen helpen om klaarheid te scheppen in de vele tegenstrijdige berichten die de media halen en in de stapel klimaatpakketten waarvan de inhoud zelden of nooit wordt gecontroleerd. Het moet hen helpen om de vele misvattingen die zichzelf en de leerlingen over de klimaatkwestie hebben voorgoed overboord te gooien.



ANALYSE VAN DE ANTWOORDEN

INLEIDING

De antwoorden werden geanalyseerd volgens de vier rubrieken: oorzaken, gevolgen (toekomst en verleden), oplossingen en beleid. Elke rubriek start met een korte inleiding. Daarna volgen de analyses per vraag.

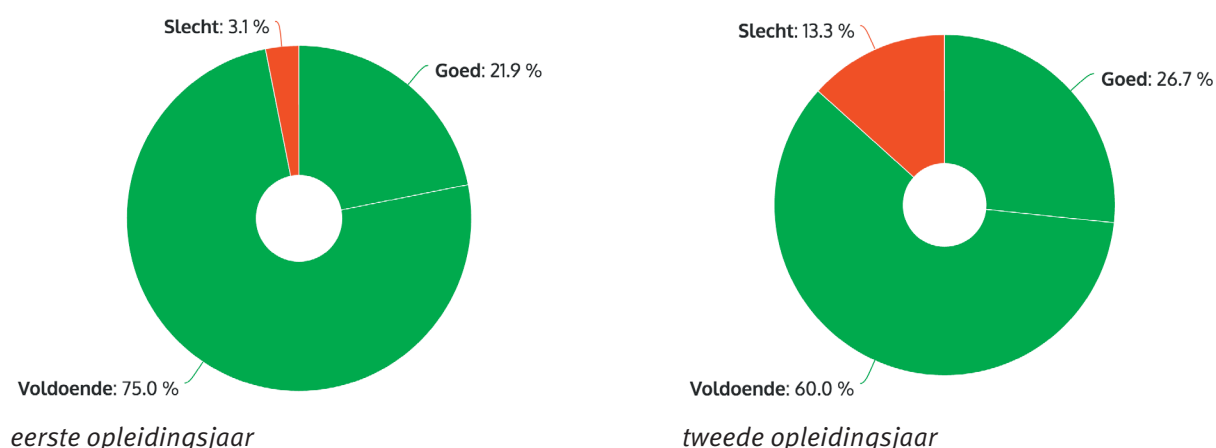
Maar voor de studenten de effectieve vragenlijst invulden, vroegen we hen in de inleidende pagina om hun eigen kennis over de klimaatopwarming in te schatten (rubriek 'algemene info'). Ze hadden de keuze tussen zeer slecht, slecht, voldoende, goed en zeer goed.

Mijn huidige kennis van de klimaatverandering is					
%	Zeër slecht	Slecht	Voldoende	Goed	Zeër goed
Lager	3,5	36,4	51,4	8,1	0,6
Secundair					
–aardrijkskunde	5,1	31,6	50	12	1,3
Aardrijkskunde	0	9,2	65,3	24,5	1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	4,2	34,1	50,8	10	0,9
Totaal	3,3	28,4	54,1	13,3	0,9

Meer dan 60% van onze toekomstige leerkrachten lager onderwijs en 'secundair onderwijs zonder aardrijkskunde' meent dat zijn kennis over de klimaatopwarming voldoende tot zeer goed is. De twee groepen vertonen onderling weinig verschillen.

De toekomstige leraren aardrijkskunde daarentegen schatten hun eigen klimaatinzichten een pak hoger in. Binnen deze groep meent meer dan 90% voldoende tot zeer goed op de hoogte te zijn van de klimaatkwestie. Slechts negen van de 98 studenten aardrijkskunde geeft zichzelf een slechte score. De categorie 'zeer slecht' wordt door geen enkele van deze studenten aangevinkt. Als we de 'groep aardrijkskunde' per opleidingsjaar bekijken, valt op dat minder eerste- dan tweedejaarsstudenten denken slecht op de hoogte zijn. Maar de studenten uit het derde opleidingsjaar aardrijkskunde vinden dan weer allemaal dat ze de klimaatmaterie voldoende tot zeer goed beheersen. Omwille van het erg lage aantal respondenten (n=6), heeft het resultaat voor het derde opleidingsjaar echter weinig waarde.

Groep aardrijkskunde, opgesplitst per opleidingsjaar



Het feit dat het merendeel van onze toekomstige leerkrachten hun klimaatkennis voldoende acht, lag in de lijn der verwachtingen. Een gelijkaardige 'zelfzekerheid' treft men namelijk ook in andere landen aan. Zo zijn (toekomstige) leerkrachten in Australië en Canada even overtuigd van hun klimaatinzichten als hun Vlaamse collega's. Maar dit blijkt bij nader inzicht ten onrechte te zijn (Boon, 2011 & 2016; Baker & Loxton, 2013).

De 'zelfzekerheid' onder toekomstige Vlaamse leerkrachten valt anderzijds ook samen met de vaststelling dat zowat alle Europeanen beweren goed op de hoogte te zijn van de klimaatkwesitie (Boussemaere, 2015). Zo geeft, volgens het laatste klimaatonderzoek van de FOD volksgezondheid, de gemiddelde Belg zichzelf een 6,1 op 10 voor de eigen kennis van de klimaatopwarming. Dat betekent dat zo'n 70% van de Belgen zichzelf goed tot zeer goed geïnformeerd vindt (Klimaatonderzoek FOD volksgezondheid, 2014). De meeste Europeanen verwijzen naar internet en andere mediakanalen als voornaamste bronnen van informatie.

OORZAKEN

Een goed begrip van de oorzaken is een belangrijke voorspeller van klimaatneutraal gedrag. Pas als je weet hoe en waarom broeikasgassen verantwoordelijk zijn voor de huidige klimaatopwarming en welke menselijke activiteiten extra broeikasgassen genereren, is het mogelijk om als individu gericht mee te werken aan de strijd tegen de klimaatopwarming (zie inleiding).

Je hebt slechts drie basisinzichten nodig om de oorzaak van de huidige klimaatopwarming ten volle te begrijpen: je moet iets weten over de werking van het broeikaseffect, het abc van broeikasgassen en de voornaamste menselijke activiteiten die broeikasgassen uitstoten. Vooral dit laatste basisinzicht is belangrijk.

Het broeikaseffect

Vraag 3 van de bevraging peilde naar de kennis van het broeikaseffect. We namen deze vraag integraal over uit de klimaatenquête die de Oproep voor een democratische school (Ovds) in 2015 bij meer dan 3.200 Belgische leerlingen uit het vijfde en zesde middelbaar onderwijs heeft uitgevoerd. Het laat ons toe een correcte vergelijking te maken tussen beide resultaten (Ovds, 2015).

De studenten moesten uit zes mogelijkheden de juiste verklaring voor de werking van broeikasgassen op het klimaat kiezen. Behalve één goed antwoord (het broeikaseffect: "Broeikasgassen beletten dat de infrarode straling de aarde verlaat"), werden verschillende onjuiste antwoorden voorgesteld ("broeikasgassen zijn warm", "broeikasgassen doen het ijs smelten", "broeikasgassen verhinderen de vorming van wolken" ...). Eén van deze foutieve antwoorden koppelde bewust het broeikaseffect aan het gat in de ozonlaag via een dubbele fout: beweren dat broeikasgassen per definitie verantwoordelijk zouden zijn voor de afbraak van de ozonlaag en dat het gat in de ozonlaag verantwoordelijk zou zijn voor de opwarming van het klimaat.

Vraag 3. Hoe warmen extra broeikasgassen de aarde op? (slechts 1 antwoord)					
%	Lager	Sec. -aandr.	Aardrijksk.	Subtotaal -aandr.	Totaal
<u>Juist antwoord</u> : "Broeikasgassen beletten dat de infrarode straling de aarde verlaat"	22,4	19,6	34,7	21,1	24,2
<u>Verkeerd antwoord</u> : "De broeikasgassen vernietigen de ozonlaag en zo kan de ultraviolette straling van de zon gemakkelijker doordringen"	54	63,9	53,1	58,7	57,4
Andere verkeerde antwoorden of weet niet	23,6	16,6	12,2	20,1	18,4

Slechts een op vijf leerkrachten in opleiding (21%) slaagt erin om het goede antwoord aan te duiden. Bijna 60% verwacht met het gat in de ozonlaag. Daarmee scoren ze even zwak en zijn ze even 'verward' als de leerlingen waar ze zelf les aan zullen geven. Ter vergelijking: in de reeds vermelde Ovds-enquête vinkte 15,7% van de Vlaamse leerlingen het goede antwoord aan en verwarde 48,4% met het gat in de ozonlaag.

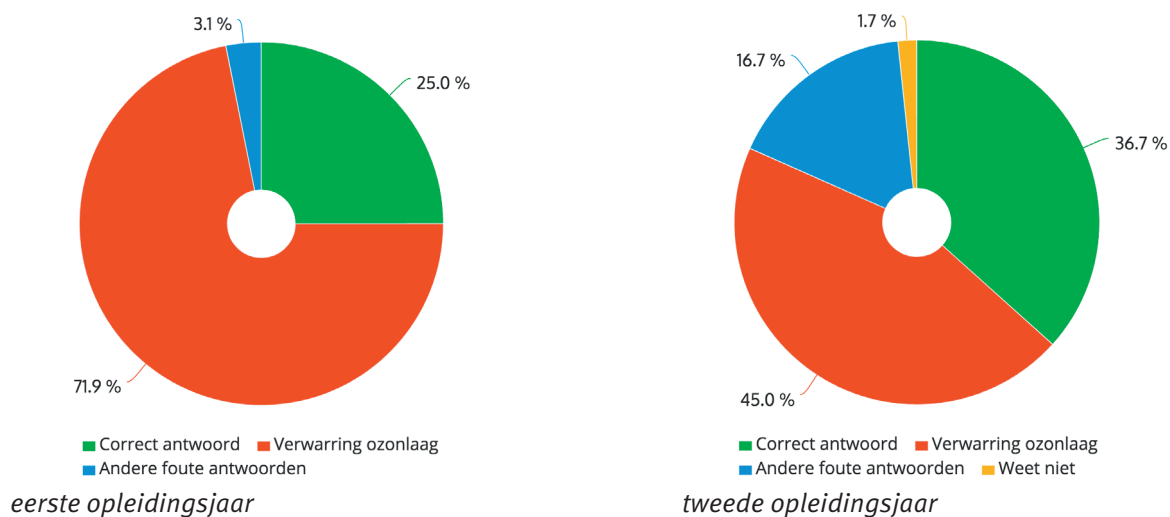
Leerkrachten (in opleiding) in het buitenland kampen met een gelijkaardig kennisdeficit over het broeikaseffect. In Australië en Taiwan ziet bijvoorbeeld meer dan de helft van de leraren (in opleiding) een belangrijke link tussen het gat in de ozonlaag en de oorzaak van de klimaatopwarming (Boon, 2016; Liu et al., 2015). In Turkije en Canada is dat zelfs respectievelijk 74% en 80% (Kisoglu, 2010; Baker & Loxton, 2013).

In Griekenland wijzen bepaalde resultaten eveneens op een grote verwarring met het gat in de ozonlaag, maar daar staat wel tegenover dat 57% van hun toekomstige leerkrachten in staat is om het broeikaseffect min of meer correct te beschrijven (Ikonomidis, 2012). In Zuid-Korea daarentegen bedroeg het aantal juiste antwoorden bij (toekomstige) leerkrachten op een vraag over de werking van het broeikaseffect, afhankelijk van het opleidingsjaar, slechts 6 en 28 procent (Jang, 2015).

De Vlaamse leraren in opleiding met aardrijkskunde als keuzevak scoren op vraag 3 beter dan hun collega's. Maar toch verwacht ook hier de helft met het gat in de ozonlaag en slechts een op drie kruist het juiste antwoord aan. Wanneer we de scores van de 'groep aardrijkskunde' per opleidingsjaar bekijken, merken we wel dat de studenten aardrijkskunde uit het

tweede opleidingsjaar beter, maar nog steeds onvoldoende, scoren dan hun collega's uit het eerste opleidingsjaar. Van de tweedejaarsstudenten vinkt 37% het juiste antwoord aan en verwacht 'maar' 45% met het gat in de ozonlaag. De zes respondenten aardrijkskunde uit het derde opleidingsjaar doen het nog beter. Vier studenten duiden het juiste antwoord aan en de twee andere verwarren met het gat in de ozonlaag. Maar gezien het erg lage aantal respondenten (n=6), heeft het resultaat voor het derde opleidingsjaar weinig waarde.

Vraag 3. Groep aardrijkskunde, opgesplitst per opleidingsjaar



Broeikasgassen

Met vraag 2 wilden we nagaan of onze toekomstige leerkrachten in staat zijn om minstens twee broeikasgassen bij naam te noemen. Naast de minder belangrijke fluorgassen is er waterdamp (H₂O(g)), koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en ozon (O₃).

De wetenschap beschouwt waterdamp en ozon niet als onafhankelijke broeikasgassen. Dat betekent dat menselijk handelen ze, in tegenstelling tot bijvoorbeeld koolstofdioxide en methaan, niet rechtstreeks kunnen beïnvloeden. Maar op de vraag "noem twee broeikasgassen", zijn het wel correcte antwoorden.

Als we enkel kijken naar de onafhankelijke broeikasgassen dan staat, volgens het laatste IPCC-rapport uit 2013, koolstofdioxide (CO₂) in voor zo'n 76 % van het door menselijke uitstoot veroorzaakte opwarmingseffect. Methaan neemt ongeveer 16 % voor zijn rekening en N₂O en fluorgassen respectievelijk 6,2 en 2 %.

Vraag 2. Noem twee broeikasgassen			
%	0	1	2
Lager	7,5	46	46,6
Secundair -aardrijkskunde	8,9	46,2	45
Aardrijkskunde	2	41,8	56,1
Subtotaal -Sec. aardrijksk.	8,1	46,1	45,7
Totaal	6,7	45,1	48,2

Bijna de helft (45,7%) van de respondenten kan twee broeikasgassen opsommen. Opnieuw scoort de groep aardrijkskunde beter. Ze kennen nagenoeg allemaal minstens één broeikasgas en de grote helft (56,1%) kan er twee opnoemen.

In tegenstelling tot wat we vaststelden bij vraag 3, scoren de eerstejaarsstudenten aardrijkskunde hier even goed als hun oudere collega's. Bij eerstejaarsstudenten aardrijkskunde kan 56,2% twee broeikasgassen noemen, bij de tweedejaarsstudenten is dat 58,4%, maar bij de derdejaarsstudenten aardrijkskunde zijn dat er slechts twee van de zes.

Koolstofdioxide (CO₂) is zoals verwacht het best gekende broeikasgas. Maar liefst 83,3% van de leerkrachten in opleiding vernoemt het. Ook in andere landen, zoals Australië waarbij een gelijkaardige vraag zo'n 95% van de toekomstige leerkrachten naar CO₂ verwijst, is koolstofdioxide met voorsprong het bekendste broeikasgas. (Boon, 2010 & voor de Verenigde Staten zie McNeal et al., 2014)

Methaan wordt door zo'n 29 % van de respondenten vernoemd. De andere broeikasgassen, en vooral lachgas en fluorgassen, zijn een stuk minder gekend.

Tot slot vestigen we er de aandacht op dat we de studenten vroegen om twee broeikasgassen te vermelden. De optelsom bij vraag 2bis maakt dus geen 100 procent.

Vraag 2bis. Aantal vermeldingen van een bepaald broeikasgas:	
Koolstofdioxide (CO ₂)	358 (83,3%)
Methaan (CH ₄)	125 (29,1%)
Ozon (O ₃)	50 (11,6%)
Waterdamp (H ₂ O)	42 (9,8%)
Lachgas (N ₂ O)	14 (3,3%)
Fluorgassen	14 (3,3%)

Fossiele brandstoffen

Vandaag staat de verbranding, de verwerking en de extractie van fossiele brandstoffen in voor zo'n 72 % van het humane broeikas effect. Het is met grote voorsprong de belangrijkste oorzaak van de huidige klimaatopwarming en het zorgt voor de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O).

We gebruiken fossiele brandstoffen om elektriciteit op te wekken. We verwarmen of koelen er onze huizen mee. Ze brengen ons van A naar B en heel wat industrieën, zoals de staal- en cementsector, zetten ze in om extreem hoge smeltemperatures te bereiken. Kortom, je kan geen energievorm bedenken of we gebruiken er fossiele brandstoffen voor. In die zin is de klimaatopwarming dan ook in essentie een energiekwestie.

Van de drie fossiele brandstoffen is steenkool veruit de meest vervuilende brandstof. Steenkool produceert bijvoorbeeld twee keer zoveel CO₂ per eenheid energie als gas. Daardoor is steenkoolverbranding tot op vandaag de grootste uitstoter van broeikasgassen. Binnen de groep fossiele brandstoffen neemt steenkoolverbranding 45 % voor zijn rekening. Olie- en gasverbranding staan in voor respectievelijk 35 en 20 %¹⁷.

Vraag 1 vroeg om drie fossiele brandstoffen op te sommen. Enerzijds zijn er de 'kolen': steenkool en/of bruinkool. Daarnaast is er nog (aard)gas en (aard)olie. Ook turf is een fossiele brandstof, maar die werd door geen enkele student vernoemd en speelt in het klimaatverhaal nauwelijks een rol van betekenis.

Vraag 1. Noem drie fossiele brandstoffen				
%	0	1	2	3
Lager	2,3	10,9	25,8	60,9
Secundair				
–aardrijkskunde	8,9	15,8	31,6	43,7
Aardrijkskunde	5,1	8,1	27,6	59,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	5,4	13,2	28,6	52,7
Totaal	5,3	12,2	28,4	54,2

Iets meer dan de helft van de leraren in opleiding kan de drie voornaamste fossiele brandstoffen opnoemen. Slechts 5,3 % kan geen enkele opsommen. Dit is geen verrassing aangezien het thema grondstoffen voldoende aan bod komt in de verschillende curricula van het secundair onderwijs en verschillende media regelmatig over fossiele brandstoffen berichten.

Olie wordt het meest vernoemd (88,8%), dan (aard)gas (73,2%) en vervolgens steenkool of bruinkool (69,3%). Ongeveer 6% van de respondenten verwijst in zijn of haar antwoord verkeerdelijk naar hout of houtskool.

Opvallend misschien is dat de toekomstige leerkrachten lager onderwijs even goed tot zelfs iets beter scoren dan de groep aardrijkskunde en een stuk beter dan de toekomstige leraren secundair onderwijs zonder specialisatie aardrijkskunde.

Een mogelijke verklaring is dat er vaak, zowel bij toekomstige leerkrachten aardrijkskunde als bij leerkrachten lager onderwijs, een cursusonderdeel 'grondstoffen' gegeven wordt tijdens de opleiding.

Binnen de groep aardrijkskunde zijn de resultaten van de studenten uit de verschillende opleidingsjaren vergelijkbaar.

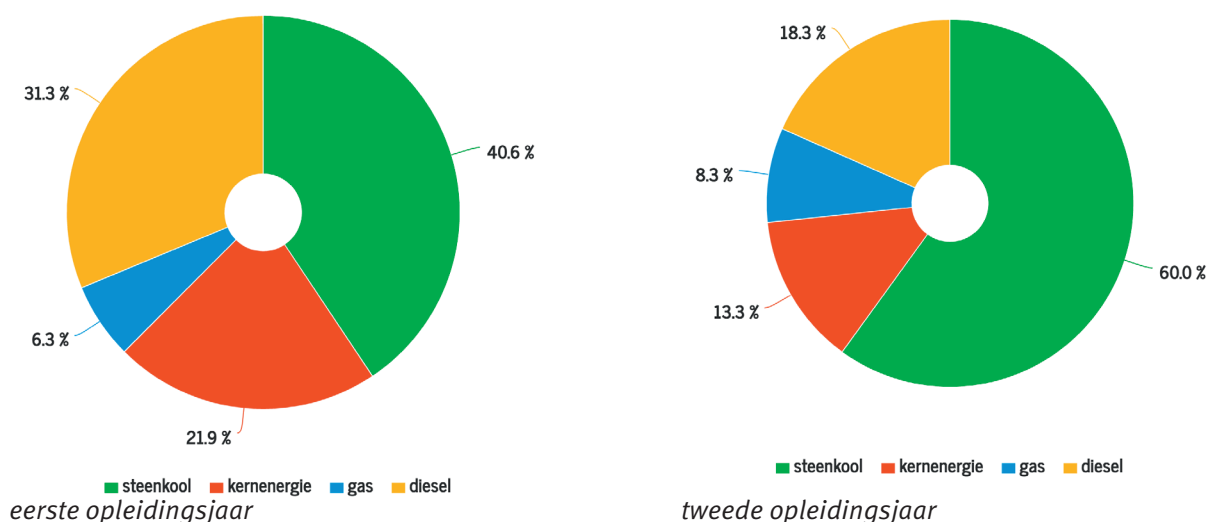
Voor vraag 4 moesten de leerkrachten in opleiding de energiebron aanduiden die bij gelijke energieproductie de meeste broeikasgassen produceert. Naast de drie klassieke fossiele brandstoffen hadden ze nog de keuze uit geothermische energie, windturbines en kernenergie.

Vraag 4. Welke van deze energiebronnen produceert de meeste broeikasgassen bij gelijke energieproductie?						
%	Diesel- verbranding	Gas- verbranding	Geothermi- sche energie	Kernenergie	Steenkool- verbranding	Windturbines
Lager	24,1	10,9	0	28,2	36,2	0,6
Secundair- aardrijkskunde	16,5	7	0,6	28,5	47,5	0
Aardrijkskunde	22,4	8,2	0	15,3	54,1	0
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	20,5	9	0,3	28,3	41,6	0,3
Totaal	20,9	8,8	0,2	25,3	44,4	0,2

Een dikke 40% van de leraren in opleiding vindt het juiste antwoord aan. Opvallend is dat ze na steenkoolverbranding niet diesel- of gasverbranding, maar kernenergie als de grootste uitstoter van broeikasgassen beschouwen. Meer dan een op vier toekomstige leraren koppelt hier kernenergie aan de uitstoot van broeikasgassen. Deze verwarring keert nog duidelijker terug bij de analyse van vraag 5 (zie verder) en zullen we daar verder bespreken.

De groep aardrijkskunde scoort op deze vraag opnieuw beter dan de andere twee groepen. Vooral de verwarring met kernenergie is er merkbaar kleiner. Verder stellen we vast dat de resultaten van studenten uit het tweede opleidingsjaar beter zijn dan die van de eerstejaarsstudenten.

Vraag 4. Groep aardrijkskunde, opgesplitst per opleidingsjaar



Welke menselijke activiteiten dragen (veel) bij tot de huidige klimaatopwarming?

Bij vraag 5 kregen de studenten vijftien menselijke activiteiten en natuurlijke fenomenen voorgeschoteld. Op een schaal van 1 tot 5 moesten ze inschatten in hoeverre de menselijke activiteit of het natuurlijk fenomeen bijdraagt tot de huidige klimaatopwarming.

Het was onze betrachting om hier na te gaan wat onze toekomstige leerkrachten denken (te weten) over de impact en het aandeel van bepaalde fenomenen en menselijke activiteiten op de huidige klimaatopwarming. We focusten ons bij de analyse van de antwoorden dan ook niet noodzakelijk op het correcte antwoord op zich, maar eerder op het overheersende gevoel, de denkrichting en de mogelijke verwarring die rond een bepaald item bestaat.

Onder de vijftien items staken we twee natuurlijke fenomenen die nauwelijks tot niets te maken hebben met de huidige, abnormale klimaatopwarming: vulkaanactiviteit en de verandering in zonneactiviteit. (IPCC, 2013)

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Verandering zonneactiviteit					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	2,3	13,2	25,9	36,2	22,4
Secundair					
–aardrijkskunde	3,8	8,2	30,4	36,1	21,5
Aardrijkskunde	3,1	8,2	28,6	30,6	29,6
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	3	10,8	28	36,1	22
Totaal	3	10,2	28,1	34,9	23,7

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Vulkanen					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	3,4	7,5	20,7	43,1	25,3
Secundair					
–aardrijkskunde	3,8	10,1	20,9	38	27,2
Aardrijkskunde	3,1	13,3	20,4	38,8	24,5
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	3,6	8,7	20,8	40,7	26,2
Totaal	3,5	9,8	20,7	40,2	25,8

Onze toekomstige leerkrachten hebben over het algemeen weinig notie van het feit dat natuurlijke fenomenen, zoals vulkaanuitbarstingen en veranderende zonneactiviteit nauwelijks tot niet verantwoordelijk zijn voor de huidige klimaatopwarming. Slechts een op vier toekomstige leerkrachten kruist het correcte antwoord aan. Iets meer dan 40% denkt zelfs dat verandering in zonneactiviteit momenteel behoorlijk veel tot heel veel bijdraagt tot de huidige klimaatopwarming. Een op drie denkt hetzelfde over vulkaanactiviteit.

Opvallend is verder dat de ideeën over mogelijke natuurlijke oorzaken zowel bij de studenten lager, secundair, als de groep aardrijkskunde gelijklopen. De toekomstige leerkrachten aardrijkskunde houden er dus dezelfde foutieve inzichten op na.

Ook in het buitenland zijn dit gekende misvattingen. Zo denkt 53 % van de toekomstige leerkrachten in Griekenland dat een verhoogde zonneactiviteit de huidige klimaatopwarming veroorzaakt (Ikonomidis, 2012).

Dit loopt ook parallel met wat de gemiddelde Vlaming erover denkt. Uit een recente enquête door iVox blijkt namelijk dat 43,7 % de klimaatopwarming beschouwt als een natuurlijk proces dat komt en gaat ^[8].

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Gat in de ozonlaag

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	22,4	31,6	29,3	12,6	4
Secundair					
–aardrijkskunde	31,6	31	20,3	10,1	7
Aardrijkskunde	22,4	27,6	29,6	15,3	5,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	26,8	31,3	25	11,4	5,4
Totaal	25,8	30,5	26	12,3	5,3

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Zure regen

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	5,7	14,9	29,3	33,9	16,1
Secundair					
–aardrijkskunde	4,4	19,6	20,9	34,2	20,9
Aardrijkskunde	2	14,3	24,5	26,5	32,7
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	5,1	17,2	25,3	34	18,4
Totaal	4,4	16,5	25,1	32,3	21,6

Vraag 3, die peilt naar de kennis van het broeikaseffect, toonde al een grote verwarring met het gat in de ozonlaag. Op die vraag denkt bijna 60 % dat het gat in de ozonlaag een belangrijk effect heeft op de werking van het broeikaseffect (zie vroeger). De verwarring met het gat in de ozonlaag is hier, bij vraag vijf, echter veel prominenter. Een overweldigende 95 % rekent het gat in de ozonlaag tot de oorzaken van de klimaatopwarming. Voor iets meer dan 80 % is die link zelfs heel duidelijk.

In vergelijking met het buitenland zijn dit ongezien hoge percentages (zie vroeger). Maar de precieze vraagstelling speelt natuurlijk ook een belangrijke rol. De resultaten van vraag 5 zijn misschien het best vergelijkbaar met die van een recente enquête onder leerkrachten wetenschappen in het secundair onderwijs in Florida (VS) en Puerto Rico (Herman et al., 2015). In Florida ziet 77 % van de leerkrachten een oorzakelijk verband tussen het gat in de ozonlaag en de klimaatopwarming. Voor 45 % is dat verband zeer uitgesproken. In Puerto Rico ziet maar liefst 97 % een oorzakelijk verband tussen het gat in de ozonlaag en de klimaatopwarming. Voor 73 % is dat verband zeer uitgesproken.

Het is vreemd en verontrustend dat die verwarring ook geldt voor onze toekomstige leerkrachten aardrijkskunde. Ook hier is 80 % ervan overtuigd dat het gat in de ozonlaag in belangrijke mate verantwoordelijk is voor de huidige klimaatopwarming. Dit is des te meer opmerkelijk omdat ze, bij de beschrijving van het broeikaseffect (zie vraag 3) wel beter scoorden dan de andere respondenten. Binnen deze groep aardrijkskunde zijn er verder geen significante verschillen tussen de verschillende opleidingsjaren.

De verwarring met zure regen is bijna net zo groot. Vier op vijf toekomstige leerkrachten is ervan overtuigd dat zure regen medeverantwoordelijk is voor de klimaatopwarming. Voor bijna de helft van hen is dat zelfs heel duidelijk het geval. Ook in het buitenland leggen nogal wat leerkrachten (in opleiding) en leerlingen een foutieve link tussen de klimaatopwarming en zure regen. Zo vroeg men in Griekenland of zure regen het broeikaseffect versterkte. Zo'n 27% van de toekomstige leerkrachten antwoordde verkeerdelijk dat dit het geval was (Ikonomidis, 2012). In Canada denkt dan weer 53% van de toekomstige leerkrachten dat zure regen het gevolg is van de klimaatopwarming (Baker & Loxton, 2013).

De groep aardrijkskunde scoort hier iets beter, maar dan nog legt meer dan 40% een duidelijk oorzakelijk verband tussen zure regen en de klimaatopwarming. Slechts een op drie vinkt het correcte antwoord aan. Binnen de groep aardrijkskunde zijn er verder geen significante verschillen tussen de verschillende opleidingsjaren.

Vraag 5 zocht ook uit in hoeverre de studenten uit de lerarenopleiding de oorzaken van de klimaatopwarming in verband brachten met kerncentrales en giftige stoffen. Kernenergie is een milieuvriendelijke technologie omdat het zorgt voor langlevend gevaarlijk afval. Maar kerncentrales zijn wel klimaatneutraal omdat er tijdens de energieproductie weinig tot geen broeikasgassen vrijkomen. Kernenergie draagt dus niet bij tot de klimaatopwarming.

Broeikasgassen zijn in regel reuk- en kleurloze, niet-giftige gassen. We ademen bijvoorbeeld elke dag koolstofdioxide uit en planten nemen ze op om te groeien. Methaan is eveneens een kleur- en geurloos, niet-giftig gas dat in moerassen en op vuilstortplaatsen ontstaat, maar wel af en toe eens een koolmijn doet ontploffen.

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Giftige stoffen					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	12,1	28,7	27	27	5,2
Secundair					
–aardrijkskunde	15,2	34,2	15,8	25,9	8,9
Aardrijkskunde	10,2	22,4	32,7	25,5	9,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	13,6	31,3	21,7	26,5	6,9
Totaal	12,8	29,3	24,2	26,3	7,4

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Kerncentrales					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	21,8	35,1	22,4	13,8	6,9
Secundair					
–aardrijkskunde	24,1	25,3	24,1	9,5	17,1
Aardrijkskunde	12,2	22,4	20,4	24,5	20,4
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	22,9	30,4	23,2	11,7	11,7
Totaal	20,5	28,6	22,6	14,7	13,7

Over deze twee deelvragen heerst, net zoals bij het gat in de ozonlaag en zure regen, een grote verwarring. Het begrip 'giftige stoffen' is misschien vaag, maar het is duidelijk dat zowat alle respondenten denken dat broeikasgassen giftig zijn, of eender welke giftige stof als een belangrijke veroorzaker van de klimaatopwarming bestempelen. De groep aardrijkskunde is hier even verward als de twee andere groepen.

We zagen al bij vraag 4 dat behoorlijk wat toekomstige leerkrachten kernenergie aanstipten als de grootste uitstoter van broeikasgassen bij gelijke energieproductie (zie vroeger). Hier, bij vraag 5, peilen we wat dieper naar hun ideeën over kernenergie in relatie tot de klimaatopwarming.

De resultaten tonen aan dat de studenten uit de lerarenopleiding hier de bal volledig mislaan. Bijna 90 % ziet het gebruik van kernenergie als een van de oorzaken van de klimaatopwarming. Voor meer dan 75 % van de respondenten is die oorzakelijke link heel duidelijk.

De groep aardrijkskunde scoort hier iets beter. Toch legt meer dan de helft ook hier een belangrijk oorzakelijk verband tussen kernenergie en de klimaatopwarming. Slechts een op vijf toekomstige leraren aardrijkskunde vinkt het correcte antwoord aan. Binnen de groep aardrijkskunde zijn er verder geen significante verschillen tussen de verschillende opleidingsjaren.

Dat kernenergie als klimaatneutrale energiebron onder leerkrachten nauwelijks gekend is, stelt men ook in het buitenland vast. In Turkije denkt bijvoorbeeld bijna 60 % van de leraren in opleiding dat nucleaire voorraden het broeikas effect versterken (Kisoglu, 2010). In Puerto Rico denkt 88 % van de leerkrachten wetenschappen dat de opwekking van kernenergie bijdraagt tot de klimaatopwarming. Voor 44 % is dat verband zelfs zeer duidelijk.

De score van 102 leerkrachten wetenschappen in Florida (VS) daarentegen, is een stuk beter. Daar weet maar liefst 60 % van de respondenten dat kernenergie een klimaatneutrale energiebron is (Herman et al., 2015).

De negen resterende items onder vraag 5 zijn allemaal menselijke activiteiten die op een of andere manier broeikasgassen uitstoten. Onder deze negen items bevonden er zich drie die een (heel) groot aandeel hebben in de oorzaak van de huidige klimaatopwarming: de verbranding van fossiele brandstoffen voor warmte en elektriciteit, het wegverkeer en ontbossing. Volgens het laatste IPCC-rapport uit 2014 was de verbranding van fossiele brandstoffen voor warmte en elektriciteit in 2010 goed voor 25 % van het humane broeikas effect. Het wegverkeer stond toen in voor zo'n 14 % en ontbossing voor ongeveer 10 % van het humane broeikas effect.

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)

Verbranding fossiele brandstoffen voor warme en elektriciteit

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	36,2	42,5	15,5	5,2	0,6
Secundair					
–aardrijkskunde	31	39,9	27,2	1,9	0
Aardrijkskunde	37,8	41,8	15,3	5,1	0
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	33,7	41,3	21,1	3,6	0,3
Totaal	34,7	41,4	19,8	4	0,2

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)

Wegverkeer

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	45,4	36,8	13,8	4	0
Secundair					
–aardrijkskunde	39,2	38	17,1	4,4	1,3
Aardrijkskunde	32,7	45,9	18,4	3,1	0
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	42,5	37,3	15,4	4,2	0,6
Totaal	40,2	39,3	16	4	0,5

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Ontbossing					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	11,5	43,1	27	17,8	0,6
Secundair					
–aardrijkskunde	15,2	43	28,5	12	1,3
Aardrijkskunde	21,4	35,7	28,6	13,3	1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	13,3	43,1	27,7	15,1	0,9
Totaal	15,1	41,4	27,9	14,7	0,9

De impact van ontbossing op de klimaatopwarming schatten onze toekomstige leerkrachten over het algemeen goed in. Volgens 84% van de respondenten draagt ontbossing behoorlijk veel tot heel veel bij tot de huidige klimaatopwarming. Dit loopt parallel met de mening van de gemiddelde Belg. Volgens het klimaatonderzoek door de FOD volksgezondheid denkt 86% van de Belgen dat ontbossing een groot tot heel groot effect heeft op de klimaatopwarming (Klimaatonderzoek FOD volksgezondheid, 2014).

Het is opvallend dat toekomstige leerkrachten enerzijds de impact van het wegverkeer op de klimaatopwarming overschatten en anderzijds de impact van de verbranding van fossiele brandstoffen voor warmte en elektriciteit onderschatten. Het eerste heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat lespakketten over de klimaatopwarming de auto en het gebruik ervan, maar al te vaak eenzijdig ‘demoniseren’.

In hoeverre leerlingen en het grote publiek het aandeel van het wegverkeer overschatten is moeilijk na te gaan. In de Ovds-peiling bij meer dan 3000 Belgische leerlingen, vroeg men enkel of het wegverkeer broeikasgassen veroorzaakt. Zo'n 82 % van de Vlaamse leerlingen antwoordde daar positief op.

In diezelfde Ovds-vraag wilde men ook weten of elektriciteitscentrales op aardgas en de verwarming van huizen met mazout broeikasgassen veroorzaken. De leerlingen, net zoals hun leerkrachten, schatten de impact hiervan zowat de helft lager in dan die van het wegverkeer.

Ook bij de gemiddelde Belg is de impact van verwarming en elektriciteitsverbruik beduidend minder gekend in vergelijking met de uitstoot door de industrie, auto's en vliegtuigen (Klimaatonderzoek FOD volksgezondheid, 2014).

De cementproductie en het houden van koeien voor melk en vlees, dragen op zich minder bij tot de huidige klimaatopwarming dan de drie vorige items, maar hun aandeel blijft aanzienlijk.

Het verteringsproces van koeien stoot enerzijds methaan uit en anderzijds zorgen hun uitwerpselen voor de uitstoot van lachgas (N₂O). Daarnaast moet je ook de teelt van veevoeder en het transport dat de productie van rundsvlees en koemelk met zich meebrengt, in rekening brengen. Als je al deze parameters optelt, dan is het houden van koeien voor melk en vlees verantwoordelijk voor ongeveer 8 % van het humane broeikas effect ^[9].

Het aandeel van de cementsector bedraagt ongeveer 6 %. Cement is het basisbestanddeel van beton. Het wordt gemaakt door kalk en klei te sinteren (net niet versmelten) bij een temperatuur van 1450° C. Maar het verhitten van kalksteen is een kwalijke zaak voor het klimaat. Kalk vormde zich miljoenen jaren geleden uit de overblijfselen van kalkrijke zeedieren. Toen deze kalkrijke zeedieren stierven namen ze heel wat van de toenmalige CO₂ in het graf mee. Bij verhitting van kalk komt die fossiele CO₂, net zoals bij de verbranding van fossiele brandstoffen, terug in de atmosfeer. In die zin kan je kalk misschien het best omschrijven als een soort versteende versie van fossiele brandstoffen ^[10].

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Koeien

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	12,6	15,5	29,3	27	15,5
Secundair					
–aardrijkskunde	13,9	27,8	25,3	22,2	10,8
Aardrijkskunde	15,3	25,5	29,6	14,3	15,3
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	13,3	21,4	27,4	24,7	13,3
Totaal	13,7	22,3	27,9	22,3	13,7

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Cementproductie

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	1,1	10,9	24,1	35,6	28,2
Secundair					
–aardrijkskunde	5,1	7,6	27,8	36,7	22,8
Aardrijkskunde	2	6,1	22,4	29,6	39,8
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	3	9,3	25,9	36,1	25,6
Totaal	2,8	8,6	25,1	34,7	28,8

Iets meer dan een op vier leraren in opleiding schat het aandeel van het houden van koeien voor vlees en melk correct in, maar belangrijker is dat exact evenveel studenten het aandeel overschatten als onderschatten. Wij leiden daaruit af dat onze toekomstige leerkrachten over het algemeen voldoende op de hoogte zijn van het feit dat het houden van koeien een belangrijk aandeel heeft binnen de totale uitstoot van broeikasgassen door de mens.

Dat inzicht gaat duidelijk niet op voor de cementproductie. Ook hier vinkt een op vier toekomstige leerkrachten het correcte antwoord aan, maar het is duidelijk dat de cementsector een nobele onbekende is als belangrijke veroorzaker van broeikasgassen. Maar liefst 61,7 % onderschat de impact van cementproductie. Onder de toekomstige leraren aardrijkskunde is dat zelfs bijna 70 %.

De afvalproblematiek is zonder twijfel een belangrijk milieuprobleem, zeker in het licht van een groeiende wereldbevolking die steeds meer consumeert. Toch draagt de afvalsector, in tegenstelling tot het buikgevoel van veel mensen, slechts in beperkte mate bij tot de klimaatopwarming. Dat geldt zeker voor landen zoals België en Nederland, waar reeds een degelijk afvalbeleid bestaat. In België bedraagt het aandeel van de afvalsector dan ook niet meer dan een luttele 1,5 %. Wereldwijd is afvalverwerking goed voor iets meer dan 3 % van de menselijke uitstoot van broeikasgassen.

We vliegen steeds meer en steeds verder. In 1970 vlogen er 3.700 toestellen, in 2015 een kleine 25.000. Daartegenover staat dat vliegtuigen een heel wat efficiënter zijn geworden. Het brandstofverbruik per passagier en per kilometer daalde tussen 1960 en 2000 met 70 %. Alles samen is de luchtvaartsector momenteel goed voor 2 tot 3 % van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen.

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Afvalverwerking

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	6,3	32,2	41,4	18,4	1,7
Secundair					
–aardrijkskunde	8,9	33,5	35,4	18,4	3,8
Aardrijkskunde	4,1	29,6	38,8	25,5	2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	7,5	32,8	38,6	18,4	2,7
Totaal	6,7	32,1	38,6	20	2,6

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming?
(percentages gelden voor de hele wereld)

Vliegverkeer

	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	31	29,9	28,7	9,2	1,1
Secundair					
–aardrijkskunde	20,9	38,6	28,5	10,8	1,3
Aardrijkskunde	33,7	33,7	20,4	10,2	2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	26,2	34	28,6	9,9	1,2
Totaal	27,9	34	26,7	10	1,4

Over het algemeen overschatten de Vlaamse leraren in opleiding heel sterk de impact van afvalverwerking op de klimaatkwestie. Bijna 80 % is ervan overtuigd dat afvalverwerking behoorlijk veel tot heel veel bijdraagt tot de klimaatopwarming. Bijna niemand onderschat het aandeel. De groep aardrijkskunde scoort niet significant beter dan de rest.

Dit is geen verrassing. Didactische klimaatpakketten richten zich maar al te vaak op afvalverwerking als oorzaak van de klimaatkwestie. Reeds van in de lagere school krijgen leerlingen op die manier de verkeerde indruk dat het afvalprobleem in belangrijke mate bijdraagt tot de klimaatopwarming. Die verwarring komt eveneens prominent naar voor bij de analyse van de oplossingen (zie verder).

Ook in het buitenland zijn de (toekomstige) leerkrachten van mening dat er een sterk oorzakelijk verband bestaat tussen afval en klimaat. In Griekenland denkt een op vijf toekomstige leerkrachten dat het op straat gooien van afval voor een belangrijke uitstoot van broeikasgassen zorgt (Ikonomidis, 2012). In Canada is zelfs de helft van de toekomstige leerkrachten daarvan overtuigd (Baker & Loxton, 2013). Volgens 61,4 % van de leerkrachten in Turkije, tot slot, stoot niet-rottend afval (unspoiled waste) broeikasgassen uit (Kisoglu, 2006).

De overschatting van de globale impact van het vliegverkeer op de klimaatopwarming is zo mogelijk nog groter dan die van afvalverwerking. Zowat al onze toekomstige leerkrachten (89%) zijn ervan overtuigd dat het vliegverkeer veel bijdraagt tot de klimaatopwarming. Volgens een op vier is dat zelfs heel veel. Ook hier is er bijna niemand die het aandeel onderschat. Opnieuw scoort de groep aardrijkskunde niet significant beter dan de rest, integendeel.

De enorme overschatting van het aandeel van de luchtvaartsector heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat een vliegtuigreis gemiddeld een grotere uitstoot met zich meebrengt dan een gelijkaardige auto- of treinreis. Maar aangezien er wereldwijd veel minder vliegtuigen (25.000 stuks) dan voertuigen (meer dan 1,2 miljard stuks^[11]) zijn, ligt het totale aandeel van de luchtvaartsector een stuk lager.

Er worden momenteel ongeveer 1 miljard varkens gekweekt op aarde. Varkens zijn geen herkauwers. Hun verteringsproces stoot bijgevolg nauwelijks methaan uit zoals dat bij runderen het geval is. Varkens hebben ook veel minder ruimte nodig dan runderen. Maar hun uitwerpselen zorgen, net zoals bij de mens trouwens, voor de uitstoot van lachgas (N₂O). Neem je ook de teelt van veevoeder en het transport mee in rekening, dan staat de varkensteelt in voor 1 tot maximaal 1,5 % van het humane broeikas-effect (Gerber et al., 2013).

In het zuurstofarme water van rijstvelden produceren bacteriën het krachtige methaangas. Alles samen staan rijstvelden in voor iets meer dan 1 % van het humane broeikas-effect. Volgens onze gehanteerde indeling dragen varkens- en rijstteelt dus nauwelijks bij tot de huidige klimaatopwarming.

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Varkens					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	3,4	10,9	20,1	39,7	25,9
Secundair					
–aardrijkskunde	6,3	20,3	22,8	34,8	15,8
Aardrijkskunde	5,1	17,3	32,7	24,5	20,4
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	4,8	15,4	21,4	37,3	21,1
Totaal	4,9	15,8	24	34,4	20,9

5. Hoeveel draagt elk van onderstaande keuzemogelijkheden bij tot de huidige klimaatopwarming? (percentages gelden voor de hele wereld)					
Rijstteelt					
	Heel veel (minstens 20%)	Veel (minstens 9%)	Behoorlijk veel (minstens 4%)	In mindere mate (minstens 1,5%)	Nauwelijks tot niets (< 1,5%)
Lager	0,6	2,9	16,1	40,8	39,7
Secundair					
–aardrijkskunde	0,6	4,4	17,7	39,9	37,3
Aardrijkskunde	0	7,1	18,4	39,8	34,7
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	0,6	3,6	16,9	40,4	38,6
Totaal	0,5	4,4	17,2	40,2	37,7

Zowat 80 % van onze toekomstige leerkrachten schat het aandeel van de varkensteelt te hoog in. En volgens bijna de helft van hen draagt de varkensteelt zelfs behoorlijk veel tot heel veel bij aan de klimaatopwarming. Deze duidelijke overschatting heeft waarschijnlijk te maken met de verschillende campagnes en schoolse klimaatpakketten die aanraden minder vlees te eten om je klimaatimpact te reduceren. Deze campagnes maken echter zelden of nooit een duidelijk onderscheid tussen bijvoorbeeld rundsvlees, dat behoorlijk veel bijdraagt tot de huidige klimaatopwarming, en varkens- of kippenvlees dat er nauwelijks toe bijdraagt.

De impact van rijstteelt op het klimaat schatten onze leerkrachten in opleiding redelijk goed in. Volgens slechts een op vijf draagt rijstteelt behoorlijk tot heel veel bij aan de klimaatopwarming. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de kleine bijdrage van rijstteelt aan de klimaatopwarming zelden of nooit ter sprake komt.

GEVOLGEN (TOEKOMST EN VERLEDEN)

Bijna tien jaar geleden bestempelde VN-secretaris-generaal Ban Ki-moon de klimaatopwarming al als “the defining challenge of our age”. De gevolgen van een doorgedreven klimaatopwarming zijn dan ook niet te onderschatten. Niet alleen zullen talloze ecosystemen in de knoop raken of simpelweg ophouden te bestaan, de impact zal op elke vezel van onze menselijke samenleving enorm zijn. De klimaatopwarming is dan ook geen (zoveelste) milieuprobleem. Het is zoveel meer dan dat.

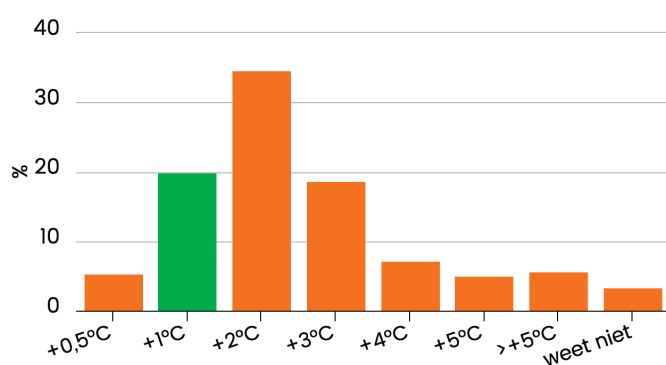
De trage responstijd van de planeet maakt het echter voor veel mensen moeilijk om dit (op tijd) in te zien. Onze huidige uitstoot zal bijvoorbeeld pas binnen dertig, veertig jaar en meer zijn volle effect hebben. Dat betekent meteen dat de huidige temperatuurstijging voornamelijk het gevolg is van de broeikasgasuitstoot uit de tijd van onze ouders en grootouders.

Bovendien lijkt een wereldwijde temperatuurstijging van 1°C lachwekkend weinig in vergelijking met de dagelijkse temperatuurschommelingen die we in ons eigen leven ervaren. Maar een wereldwijd, gemiddeld temperatuurverschil van 1°C is ongeveer een vierde tot een vijfde van de temperatuursverandering die in het verleden nodig was om de aarde in een ijstijd te storten.

Deze voorbeelden geven aan dat wie de gevolgen van de klimaatopwarming correct wil inschatten, een zekere notie van statistiek, tijd- en ruimtebesef moet hebben.

In vraag 6 vroegen we aan onze toekomstige leerkrachten hoeveel warmer de aarde is sinds de start van de metingen zo'n 125 jaar geleden. Het correcte antwoord is ongeveer +1°C. Het merendeel van die opwarming kwam er pas vanaf de jaren tachtig van de vorige eeuw.

Vraag 6. Hoeveel warmer is het op aarde sinds de start van de Industriële Revolutie, zo'n 125 jaar geleden?								
%	+0,5°C	+1°C	+2°C	+3°C	+4°C	+5°C	> +5°C	> +5°C
Lager	8,6	19	36,8	16,7	6,3	4,6	4	4
Secundair								
–aardrijkskunde	1,9	20,9	32,3	20,9	8,2	5,7	7,6	2,5
Aardrijkskunde	5,1	22,4	44,9	17,3	4,1	3,1	2	1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	5,4	19,9	34,6	18,7	7,2	5,1	5,7	3,3
Totaal	5,3	20,5	37	18,4	6,5	4,7	4,9	2,8



Vraag 6. Grafiek subtotaal

Slechts een op vijf leraren in opleiding weet dat de aarde vandaag ongeveer 1°C warmer is ten opzichte van de pre-industriële periode. Maar liefst 75 % is ervan overtuigd dat we nu al de tweegradengrens bereikt of overschreden hebben. Volgens 40 % van de respondenten leven we zelfs al in een driegradenwereld of meer.

Verrassend is dat de toekomstige leraren aardrijkskunde hier niet beter scoren dan hun collega's. Ook zij kunnen de huidige temperatuurstijging nauwelijks correct inschatten. De tweede- en derdejaarsstudenten aardrijkskunde scoren daarbij trouwens even slecht als hun collega's uit het eerste opleidingsjaar.

Een gelijkaardige vraag in een Duitse publieksenquête uit 2010 gaf eenzelfde resultaat. Toen duiden 19,4% van de ondervraagde Duitsers het juiste antwoord aan op de vraag hoeveel warmer het is op aarde sinds de start van de Industriële Revolutie (Menny et al., 2011).

Een zekere notie van de huidige wereldwijde temperatuurstijging is nochtans belangrijk. Op de klimaatop in Parijs herhaalden onze politici namelijk de belofte om de verdere opwarming van de aarde te beperken tot maximaal 2°C boven het pre-industriële niveau (referentiejaar 1850-1900). Tot die tweegradengrens zouden de gevolgen van de opwarming aanvaardbaar en beheersbaar blijven, maar helemaal zeker is dat niet.

Het is in elk geval een belofte die de internationale gemeenschap sinds 2009 jaarlijks heeft bevestigd. En aangezien de eerste graad al binnen is, blijft er nog minder dan 1°C over om onder de gevaarlijke tweegradengrens te blijven. Aan dit tempo bereiken we de tweegradengrens kort voor 2050. Dan start een wereld die geen enkele menselijke generatie voor ons heeft meegemaakt. Geen Egyptenaar, geen landbouwer uit de Vruchtbare Sikkkel, zelfs geen neanderthaler zou ons kunnen vertellen hoe het is om te leven in een wereld met twee graden extra of meer.

Enige notie van de tweegradengrens is dus essentieel om het gevaar en de urgentie van de klimaatopwarming te begrijpen.

Vraag 17. Op de klimaatop in Parijs beloofden onze politici (nog maar eens) om de verdere opwarming van de aarde te beperken. Hoeveel hoger mag de temperatuur volgens hun belofte maximaal stijgen ten opzichte van het pre-industriële niveau?

%	Geen stijging meer toegelaten	Max. 1°C extra	Max. 2°C extra	Max. 3°C extra	Max. 4°C extra	Max. 5°C extra	Weet niet
Lager	12,1	25,3	44,8	12,1	2,3	0	3,4
Secundair							
–aardrijkskunde	8,9	29,7	46,8	6,3	0,6	0	7,6
Aardrijkskunde	15,3	29,6	43,9	4,1	1	1	5,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	10,5	27,4	45,8	9,3	1,5	0	5,4
Totaal	11,6	27,9	45,3	8,1	1,4	0,2	5,3

Uit de resultaten van vraag 17 blijkt dat meer dan de helft van onze toekomstige leerkrachten niet vertrouwd is met de tweegradengrens. Ook de meerderheid van onze toekomstige leraren aardrijkskunde blijkt niet vertrouwd te zijn met deze internationaal aanvaarde maximumgrens. De tweede- en derdejaarsstudenten aardrijkskunde scoren daarbij even slecht als hun collega's uit het eerste opleidingsjaar.

In 2010 kregen 510 Duitsers een gelijkaardige vraag over de tweegradengrens voorgeschoteld (Menny et al., 2011). Slechts 31,2% van de Duitse respondenten vinkte toen het juiste antwoord aan. Het lijkt er dan ook op de gevaarlijke tweegradengrens in de afgelopen jaren aan bekendheid heeft gewonnen, ondanks het feit dat nog steeds meer dan de helft van onze respondenten er niet mee vertrouwd is.

Vraag 7 peilde naar enkele gevolgen van de klimaatopwarming voor België. Onze respondenten moesten uit vijf mogelijkheden aanduiden met welke gevolgen België in de (nabije) toekomst te kampen krijgt. Meerdere rapporten zijn daar erg duidelijk over (zie onder meer Brouwers et al., 2015 & Zesde Belgische nationale mededeling, 2013). We krijgen in België te maken met meer en langer durende hittegolven, meer overstromingen (vooral in de winter), zwaardere stormen, intensere stortbuien, enzovoort.

Twee van de drie voorgestelde gevolgen (meer gevallen van huidkanker en ernstig vervuilde waterlopen), hebben echter niets met de klimaatopwarming te maken.

Vraag 7. Welke van deze gevolgen van de klimaatopwarming zullen volgens experts in België voorvallen?

%	Lager	Sec.-aandr.	Aardrijksk.	Subtotaal -aandr.	Totaal
Meer hittegolven	40,8	53,2	62,3	46,7	50,2
Zwaardere stormen	51,7	46,8	54,1	49,4	50
Meer overstromingen	71,8	77,9	52	74,7	70
Beduidend meer gevallen van huidkanker	18,4	22,2	13,3	20,2	18,6
Ernstig vervuilde waterlopen	9,2	15,2	6,1	12,1	10,7

De resultaten van deze vraag zijn niet eenduidig te interpreteren. Enerzijds vinden we het vreemd dat de percentages, zonder aanwijsbare reden, voor het eerst soms behoorlijk verschillen naargelang de subgroep. Zo vinken beduidend minder respondenten uit de opleiding lager onderwijs de optie 'meer hittegolven' aan dan bijvoorbeeld de groep aardrijkskunde. Diezelfde groep aardrijkskunde kruist dan weer beduidend minder de optie 'meer overstromingen' aan. Ook de subgroepen 'lager' en 'secundair zonder aardrijkskunde' die op de andere vragen nauwelijks verschillen vertonen, lopen hier opvallend uit de pas.

Anderzijds liggen onze percentages over het algemeen een pak lager dan de percentages uit een publieke klimaatenquête door de Belgische overheid (Klimaatonderzoek FOD volksgezondheid, 2014). Op de vraag of klimaatverandering zal leiden tot meer hittegolven, antwoordt 81% van de Belgen daar positief op. In onze enquête is dat slechts 50,2%. In de algemene publieksenquête meent ongeveer de helft van de Belgen dat de klimaatverandering voor meer gevallen van huidkanker zal zorgen. In onze bevraging is dat nauwelijks 18,6%. En zo'n 84% van de Belgen voorspelt in de algemene publieksenquête meer orkanen en stormen. In onze bevraging raakt het percentage niet hoger dan 50%.

Ook als we vergelijken met de resultaten uit het buitenland, merken we diezelfde discrepantie op. Zo is meer dan 75% van de Griekse leerkrachten in opleiding matig tot sterk overtuigd dat de klimaatopwarming huidkanker veroorzaakt (Ikonomidis, 2012). In Canada is dit de mening van 60% van de leerkrachten in opleiding (Baker & Loxton, 2013). En in Turkije denkt 73,5% van de leerkrachten er zo over (Kisoglu, 2010).

Hoogstwaarschijnlijk interpreteerde een deel van de respondenten vraag 7 verkeerd. We merken namelijk dat elke student gemiddeld slechts twee antwoorden aankruiste. Dat is weinig omdat er enerzijds vijf keuzemogelijkheden zijn en anderzijds omdat drie van de vijf keuzemogelijkheden correcte antwoorden zijn. Het gemiddelde zou dus eerder 2,5 tot 3 antwoorden per student moeten bedragen.

We vermoeden dan ook dat een deel van de studenten foutief dacht dat er maar één antwoord mocht worden aangevinkt. De reden is ons niet helemaal duidelijk, maar misschien kon de vraag scherper worden geformuleerd. De formulering "Welke gevolgen..." in plaats van "Welke van deze gevolgen..." was misschien beter geweest. Een foutieve interpretatie bij de respondenten verklaart wel waarom de percentages tussen de drie groepen soms rare bokkensprongen maken en waarom onze percentages in vergelijking met andere onderzoeken systematisch lager liggen.

Bijgevolg lijkt het ons gevaarlijk grote conclusies te trekken uit de door ons verkregen resultaten van vraag 7 en nemen we ze liever niet op in de algemene analyse.

De voorspelde gevolgen van de klimaatopwarming zullen uiteraard niet allemaal op hetzelfde moment toeslaan. Voor België is het mogelijk om daar een zekere chronologische volgorde in aan te brengen. Vraag 9 peilde in hoeverre onze toekomstige leerkrachten daarover enig inzicht hebben.

Zo schrijft het IPCC in zijn laatste rapport dat de zeespiegel tegen 2100 tot maximaal een meter hoger zal staan. Dat is niet weinig, maar voor rijke landen zoals België een haalbare kaart. Wij zijn in principe in staat om ons daartegen te beschermen. De stijgende zeespiegel zal hier dus pas na 2100 voor grote problemen zorgen.

We weten ook dat volgens het business-as-usual scenario in eerste instantie landbouwers in het Midden-Oosten en in bepaalde delen van Afrika, Zuid-Amerika en Azië zullen getroffen worden door misoogsten. Dat zal de vluchtelingenstroom aanzienlijk doen toenemen. Ook al zijn exacte voorspellingen moeilijk hard te maken, toch neemt men aan dat er tegen 2050 zo'n 100 miljoen, en mogelijks zelfs tot 250 miljoen klimaatvluchtelingen zullen zijn (Adams et al., 2014).

Wanneer precies de oogsten in België onder druk komen te staan, is moeilijk in te schatten. Maar de meeste studies gaan ervan uit dat zelfs in een business-as-usual scenario, dit pas na 2050 het geval zal zijn.

**Vraag 9. Wanneer, bij ongewijzigd beleid, zullen de hieronder vermelde gevolgen van de klimaatopwarming in België voor grote problemen zorgen?
Plaats ze in de juiste volgorde: 1 (= eerst) tot 3 (= laatst)**

%	Klimaatvluchtelingen		Mislukte Oogsten		Zeespiegelstijging	
Lager	Eerst 19,5	Laatst 60,3	Eerst 21,3	Laatst 28,2	Eerst 59,2	Laatst 11,5
Secundair –aardrijkskunde	Eerst 20,9	Laatst 52,5	Eerst 27,8	Laatst 29,7	Eerst 51,3	Laatst 17,7
Aardrijkskunde	Eerst 24,5	Laatst 49,0	Eerst 26,5	Laatst 33,7	Eerst 49,0	Laatst 17,3
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	Eerst 20,2	Laatst 56,6	Eerst 24,4	Laatst 28,9	Eerst 55,4	Laatst 14,5
Totaal	Eerst 21,2	Laatst 54,9	Eerst 24,9	Laatst 30,0	Eerst 54,0	Laatst 15,1

De grote lijnen van wat ons de komende decennia in een business-as-usual scenario te wachten staat, zijn niet gekend bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding. Amper 8,4% van de respondenten slaagt erin om de drie items (klimaatvluchtelingen, mislukte oogsten en zeespiegelstijging) in een chronologisch correcte volgorde te plaatsen. Ook onder de toekomstige leraren aardrijkskunde ligt het 'slaagpercentage' (10,2%) uiterst laag.

De toestroom van klimaatvluchtelingen zien de meeste respondenten (54,9%) als het laatste grote probleem waarmee we in België te kampen krijgen, terwijl dat naar alle verwachting nog voor 2050 te gebeuren staat. Slechts een op vijf respondenten duidt het juiste antwoord aan: 'de toestroom van klimaatvluchtelingen zal als eerste voor grote problemen zorgen in België'.

Van de drie ernstige gevolgen die ons in een business-as-usual scenario te wachten staan, vinken de meeste Vlaamse leerkrachten in opleiding (54%) de zeespiegelstijging als eerste aan, terwijl die in België naar alle verwachting pas na 2100 echt problematisch wordt. Bijna niemand (15%) kruist het correcte antwoord aan.

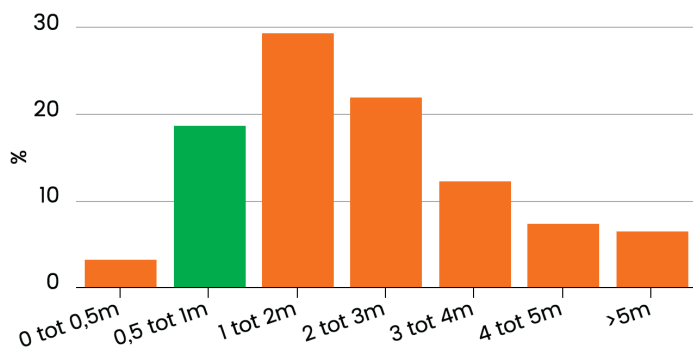
Ook de toekomstige leraren aardrijkskunde worstelen met dit inzichtelijke tekort. Deze verkeerde chronologische inschatting komt vermoedelijk door de proportioneel grote aandacht die naar de zeespiegelstijging gaat, dit zowel in de media als in de schoolse klimaatpakketten.

Het feit dat Vlaamse leerkrachten in opleiding de relatief late impact van de zeespiegelstijging verkeerd inschatten, kunnen we misschien ook verklaren door de antwoorden op vraag 8 van naderbij te bekijken.

Hier wilden we weten hoeveel hoger de zeespiegel naar schatting zal staan in 2100. Aangezien water en ijs relatief traag reageren op temperatuurverschillen, vermoeden wetenschappers dat de zeespiegel 0,5 tot 1 meter hoger zal staan tegen 2100.

Vraag 8. Hoeveel hoger zal de zeespiegel in 2100 staan volgens de meeste wetenschappers? (gerekend vanaf de pre-industriële periode)

%	0 tot 0,5 meter	0,5 tot 1 meter	1 tot 2 meter	2 tot 3 meter	3 tot 4 meter	4 tot 5 meter	> 5 meter
Lager	2,3	20,1	30,5	23,6	11,5	8	4
Secundair –aardrijkskunde	4,4	18,4	25,9	20,3	12	9,5	9,5
Aardrijkskunde	3,1	17,3	33,7	22,4	14,3	3,1	6,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	3,3	19,3	28,3	22	11,7	8,7	6,6
Totaal	3,3	18,8	29,5	22,1	12,3	7,4	6,5



Vraag 8. Grafiek o.b.v. de totaalcijfers

Meer dan driekwart (77,3%) overschat de stijging van de zeespiegel. De helft (49%) gaat er vanuit dat het zeewater tegen 2100 minstens twee tot drie meter hoger zal staan. En een op vier denkt dat de zeespiegel tegen 2100 zelfs minimaal drie tot vier meter hoger zal staan. De toekomstige leraren aardrijkskunde hebben hierover exact dezelfde mening als de andere leerkrachten in opleiding.

Enige notie van het begrip ‘kantelpunten’, ook wel ‘omslagpunten’ of ‘tipping points’ genoemd, is essentieel om de urgentie en de gevaren van de klimaatopwarming correct in te schatten. Vraag 10 wil nagaan in hoeverre onze toekomstige leerkrachten hiermee vertrouwd zijn.

Kantelpunten zijn natuurlijke elementen die abrupt kunnen veranderen en bepaalde aspecten van de klimaatopwarming versterken. Je kunt ze zien als dominostenen die onafhankelijk van elkaar kunnen vallen en onomkeerbare processen in gang zetten. Bepaalde kantelpunten zorgen ervoor dat wij de verdere opwarming niet meer zelf in de hand hebben. Zo zal (in het business-as-usual scenario) de oceaan op een dag zo verzuurd zijn dat hij niet langer CO₂ opneemt, maar zelf een bron van extra broeikasgassen wordt.

Vraag 10. Het begrip ‘kantelpunten’ (‘tipping points’ in het Engels) is essentieel als je de ware omvang van de klimaatproblematiek wil begrijpen. Kan je dit begrip ‘kantelpunten’ kort uitleggen?				
%	Nog nooit van gehoord	Al van gehoord, maar verder geen idee	Foutieve of onduidelijke omschrijving	Juiste omschrijving
Lager	42,5	36,2	17,8	3,4
Secundair				
–aardrijkskunde	49,4	34,2	14,6	1,9
Aardrijkskunde	29,6	34,7	28,6	7,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	45,8	35,2	16,3	2,7
Totaal	42,1	35,1	19	3,7

Het belangrijke klimaatbegrip ‘kantelpunten’, ook wel ‘omslagpunten’ of ‘tipping points’ genoemd, is totaal onbekend bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding. Een luttel 2,7% van de respondenten slaagt er in om het begrip min of meer correct te omschrijven.

Een op drie zegt er al van gehoord te hebben, maar heeft verder geen idee wat het betekent. Zo’n 60% heeft er zelfs nog nooit van gehoord of geeft een foutieve of onduidelijke omschrijving.

Slechts 7,1% van de toekomstige leraren aardrijkskunde slaagt erin om het begrip ‘kantelpunten’ min of meer correct te omschrijven. Bijna 60% heeft er zelfs nog nooit van gehoord of geeft een foutieve of onduidelijke omschrijving. De studenten aardrijkskunde uit het tweede of derde opleidingsjaar scoren daarbij niet beter dan hun collega’s uit het eerste opleidingsjaar.

Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst. Ze zijn uiterst geschikt om de gevolgen op een gefundeerde manier in te schatten. Aan de hand van vijf deelvragen peilde vraag 18 naar de inzichten van onze toekomstige leerkrachten op dat vlak. De respondenten konden telkens kiezen uit de antwoorden 'juist', 'fout' of 'geen idee'. Deze beperkte lijst aan keuzemogelijkheden zorgt er wel voor dat mogelijk gokgedrag hier zwaarder doorweegt.

**Vraag 18. Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst.
Beantwoord de volgende 5 stellingen.**

A) De huidige klimaatopwarming gaat een pak sneller dan gelijk welke klimaatverandering in het verleden.

%	Juist	Fout	Geen idee
Lager	73,6	23	3,4
Secundair			
–aardrijkskunde	72,8	18,4	8,9
Aardrijkskunde	69,4	23,5	7,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	73,2	20,8	6
Totaal	72,3	21,4	6,3

**Vraag 18. Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst.
Beantwoord de volgende 5 stellingen.**

B) Als we niet opletten, zal het tegen 2100 nog nooit zo warm zijn geweest op aarde.

%	Juist	Fout	Geen idee
Lager	62,1	28,2	9,8
Secundair			
–aardrijkskunde	57	22,8	20,3
Aardrijkskunde	63,3	28,6	8,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	59,6	25,6	14,8
Totaal	60,5	26,3	13,3

**Vraag 18. Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst.
Beantwoord de volgende 5 stellingen.**

C) De komst van een nieuwe ijstijd zal binnen enkele duizenden jaren de opwarming van de aarde compenseren.

%	Juist	Fout	Geen idee
Lager	17,2	59,2	23,6
Secundair			
–aardrijkskunde	13,9	48,7	37,3
Aardrijkskunde	18,4	59,2	22,4
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	15,7	54,2	30,1
Totaal	16,3	55,3	28,4

Vraag 18. Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst.
Beantwoord de volgende 5 stellingen.

D) Onze voorouders leefden ooit al eens in een wereld die iets warmer was dan vandaag. De zeespiegel stond toen zo'n 6 meter hoger.

%	Juist	Fout	Geen idee
Lager	36,8	28,2	35,1
Secundair			
–aardrijkskunde	36,1	23,4	40,5
Aardrijkskunde	37,8	33,7	28,6
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	36,4	25,9	37,7
Totaal	36,7	27,7	35,6

Vraag 18. Klimaatveranderingen uit het verleden kunnen ons veel leren over onze nabije toekomst.
Beantwoord de volgende 5 stellingen.

E) Enkele tientallen miljoenen jaren geleden was het zo warm op aarde dat er nergens ijs te bespeuren viel. Toen stond de zeespiegel maar liefst 75 meter hoger.

%	Juist	Fout	Geen idee
Lager	21,3	42,5	36,2
Secundair			
–aardrijkskunde	17,1	36,7	46,2
Aardrijkskunde	21,4	38,8	39,8
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	19,3	39,8	41
Totaal	19,8	39,5	40,7

Het is opvallend dat de groep 'secundair zonder aardrijkskunde' op elke deelvraag vaker de optie 'geen idee' aanduidt. De groepen 'lager onderwijs' en 'secundair met aardrijkskunde' tonen meer zelfzekerheid, maar scoren daarom niet beter. Daaruit leiden we af dat hun gokgedrag waarschijnlijk hoger ligt.

Uit de antwoorden op vragen 18a,b, c en d leiden we af dat de Vlaamse leerkrachten in opleiding de huidige klimaatsituatie op alle aspecten soms terecht, maar vaak ook ten onrechte als zeer uitzonderlijk beschouwen.

Zo kan slechts een op vijf zich inbeelden dat het op aarde tientallen miljoenen jaren geleden zo warm was dat er nergens ijs te bespeuren viel en de zeespiegel 75 meter hoger stond. Daarmee samenhangend denkt een grote meerderheid foutief dat het tegen 2100 nog nooit zo warm zal geweest zijn op aarde.

Bij stelling 18d "Onze voorouders leefden ooit al eens in een wereld die iets warmer was dan vandaag. De zeespiegel stond toen zo'n 6 meter hoger.", duidt een op drie het juiste antwoord aan. Meer dan 60% van de respondenten vinkt het foutieve antwoord aan of heeft geen idee.

Bijna drie op vier van de toekomstige Vlaamse leerkrachten heeft het bij het rechte eind over de stelling: "De huidige klimaatopwarming gaat een pak sneller dan gelijk welke klimaatverandering in het verleden (vraag 18a)". Maar gezien de zwakke resultaten op vragen 18b, c en d kan je je afvragen in hoeverre het sterke percentage op deze stelling het resultaat is van echte kennis, of eerder de veruitwendiging is van een algemeen gevoel dat de huidige klimaatsituatie op alle mogelijke vlakken uitzonderlijk is.

Ook de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde tasten over de klimaatveranderingen in het verleden in het duister. Een meerderheid van de Vlaamse leerkrachten in opleiding beseft dat de komst van een mogelijke nieuwe ijstijd de huidige klimaatopwarming niet zal compenseren. De aanvulling 'binnen enkele duizenden jaren' in de vraagstelling draagt waarschijnlijk bij tot de relatief sterke score op deze vraag.

De resultaten van vraag 18b zijn vergelijkbaar met de resultaten van een Amerikaanse publieke klimaatenquête uit 2010. Op de vraag “The Earth’s climate is warmer now than it has ever been before” antwoordde 55% foutief “ja”. Zo’n 30% duidde het juiste antwoord aan en 15% had geen idee (Leiserowitz et al., 2010).

OPLOSSINGEN

Als we de nadelen van een warmere wereld willen beperken, dan is er in feite slechts één realistische route: de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen moet zo snel mogelijk, en ten laatste voor 2020 naar beneden. De opdracht is dus om de behoeftes van een groeiende wereldeconomie te combineren met een sterke daling van de broeikasgasuitstoot. Volgens het IPCC is dat nog steeds een haalbare kaart. De wereld moet dan wel dringend strijden op twee fronten tegelijkertijd. Het eerste en belangrijkste front vereist het massaal inzetten op duurzame energie, energieopslag en het uittekenen van regionale slimme energienetwerken die duurzame energie over de landsgrenzen heen uitwisselen. Het tweede front is het inzetten op energiebesparende maatregelen en producten zodat we minder hernieuwbare energie moeten opwekken. Op die manier kunnen we onze economie sneller en makkelijker klimaatneutraal maken.

Vraag 11 peilde bij onze toekomstige leerkrachten naar wat zij of hun ouders kunnen doen om de klimaatopwarming tegen te gaan. Twee belangrijke voorbeelden waren voldoende. Een keuzelijst gaven we bewust niet omdat het ons belangrijk leek om na te gaan waar onze respondenten spontaan aan denken als het over concrete klimaatoplossingen gaat.

We brachten de antwoorden onder in vier categorieën.

- **Categorie 1**
Het antwoord bevat minstens één oplossing die ofwel in essentie niets met de klimaatopwarming te maken heeft, ofwel in hoofdzaak de oplossing is van een andere problematiek, zoals de afvalkwestie of de waterproblematiek. Het gaat hier om weinig ter zake doende voorstellen zoals afwasmiddelen en overbodige wasproducten vermijden, toilet met regenwater spoelen, geen afval op straat gooien, boterhammen in een brooddoos en niet in aluminiumfolie, kraan niet laten lopen (tijdens het poetsen van de tanden), douche nemen in plaats van een bad, meer glazen flessen gebruiken, meer fair trade of bio-producten kopen, minder hout verbranden tijdens de winter, minder vis eten, enz.
- **Categorie 2**
Het antwoord bevat minstens één oplossing die pleit voor een individuele gedragsverandering. Het gaat hier enerzijds om eenvoudige inspanningen die een (erg) beperkt klimaateffect hebben, zoals het tijdig doven van de lichten, meer de fiets nemen in plaats van de auto, ecologisch rijgedrag, laders niet in het stopcontact laten zitten, meer lokale groenten en fruit eten, enz.
Maar het gaat hier anderzijds ook over relatief drastische gedragsveranderingen die wel een grote klimaatwinst opleveren, zoals het opgeven van de auto en uitsluitend kiezen voor het openbaar vervoer of het uitsluitend eten van vegetarisch of veganistisch voedsel.
- **Categorie 3**
Het antwoord bevat minstens één oplossing die verwijst naar hernieuwbare energie of energieverlagende producten zoals LED-verlichting, isolatie, elektrische apparaten met A+++ label, wagens met lage uitstoot of hybride en elektrische voertuigen. Wat de hernieuwbare energie betreft gaat het hier onder meer om verwijzingen naar het kopen van groene stroom, zonnepanelen, warmtepompen, zonneboilers, enz. Ook het woord 'hernieuwbare energie' was op zich al voldoende om in deze categorie te worden opgenomen.
- **Categorie 4**
Het antwoord bevat minstens één oplossing die op een of andere manier druk wil uitoefenen op de eigen omgeving of de (lokale) overheid om de klimaatkwestie meer ter harte te nemen. Het gaat hier om individuele of collectieve acties zoals het ondersteunen van een CO₂-taks, deelname aan klimaatmanifestaties, bewust stemgedrag of het onderwerp niet uit de weg gaan en er durven over praten met mensen zodat ze bewust worden.

**Vraag 11. Wat kunnen jij of je ouders doen om de klimaatopwarming tegen te gaan?
(Max. 2 volgens jou belangrijke voorbeelden aub!)**

%	Lager	Sec. -aandr.	Aardrijksk.	Subtotaal -aandr.	Totaal
1. Verwarring	34,4	44,9	35,7	39,4	38,6
Uitsluitend 1	1,1	0	2	0,6	0,9
2. Individuele gedragsverandering	91,5	89,1	88,7	90,4	90
Uitsluitend 2	40,8	35,4	37,8	38,3	38,1
3. Hernieuwbare energie en/of energie verlagende producten	26,5	25,2	30,5	25,9	27
Uitsluitend 3	5,2	5	5,1	5,1	5,1
4. Acties om omgeving of overheid te beïnvloeden	0,6	1,8	2	1,2	1,6
Uitsluitend 4	0	0,6	1	0,3	0,5

We vestigen er de aandacht op dat aangezien de respondenten meerdere antwoorden konden geven, de totalen geen honderd procent maken.

Vraag 11 bevat veel interessante informatie over de manier waarop onze toekomstige leerkrachten naar klimaatoplossingen kijken.

De eerste opvallende vaststelling is dat nagenoeg geen enkele toekomstige leerkracht individuele of collectieve acties naar voor schuift die de naaste omgeving of de overheid moeten aanzetten tot meer en beter gecoördineerde maatregelen ter bevordering van een klimaatneutrale economie. Amper 0,6% tot 2% van de respondenten geeft dit aan als een belangrijke bijdrage in de strijd tegen de klimaatopwarming.

De tweede opvallende vaststelling is dat bijna 40 % van onze toekomstige leerkrachten oplossingen voorstelt die niets met de klimaatopwarming te maken hebben of een duidelijke verwarring met andere problematieken vertonen, zoals de water- en afvalkwestie. Hier wordt meteen duidelijk waarom een degelijke kennis van de oorzaken van de klimaatopwarming belangrijk is. Verder merken we binnen deze categorie een verschil van bijna 10 procentpunten tussen de groep secundair zonder aardrijkskunde enerzijds en de groepen lager onderwijs en secundair met aardrijkskunde anderzijds.

De derde opvallende vaststelling is dat 90% van de voorgestelde klimaatacties minstens één individuele gedragsverandering bevat. In de overgrote meerderheid van de gevallen (meer dan 85%) beperkt de voorgestelde gedragsverandering zich tot een eenvoudige inspanning met een (erg) gering klimaateffect. Bijna 40% van de respondenten raakt niet verder dan individuele gedragsveranderingen.

De vierde vaststelling is ongetwijfeld de meest verrassende. Slechts een op vier van onze toekomstige leerkrachten denkt in een van zijn antwoorden aan de inzet van hernieuwbare energie of energieverlagende producten als belangrijke bijdrage in de strijd tegen de klimaatopwarming. En amper 5% slaagt erin om enkel te antwoorden met voorbeelden van hernieuwbare energie of energieverlagende producten. Het merendeel binnen deze groep combineert dus een verwijzing naar hernieuwbare energie of energieverlagende producten met een antwoord dat ofwel nauwelijks tot niets met de klimaatopwarming te maken heeft, ofwel pleit voor een individuele gedragsverandering.

Als we al deze vaststellingen naast elkaar leggen, dan blijkt dat meer dan 70 % van onze toekomstige leerkrachten enkel klimaatoplossingen kan bedenken die ofwel nauwelijks tot niets met de klimaatopwarming te maken hebben, ofwel uitsluitend pleiten voor een individuele gedragsverandering.

Als we dit vergelijken met het buitenland, dan is het opvallend hoe laag de derde categorie hier scoort. In het buitenland zien de respondenten juist wel het meeste heil in hernieuwbare energie en energieverlagende producten (zie bijvoorbeeld Ambusaidi et al., 2012 & Leiserowitz et al., 2010). Maar we moeten uiteraard opletten met een simpele een-op-eenvergelijking. In de buitenlandse bevestigingen kregen de respondenten telkens een keuzelijst met mogelijke klimaatoplossingen. Wij vonden het daarentegen interessant om er een open vraag over te stellen. Zo merk je veel beter

waar mensen in de eerste plaats aan denken als hen gevraagd wordt wat ze zelf kunnen doen in de strijd tegen de klimaatopwarming. Acties die werkelijk een verschil maken komen dan vreemd genoeg op de laatste plaats.

Via vraag 12 en vraag 14 wilden we weten in hoeverre onze Vlaamse leerkrachten in opleiding op de hoogte zijn van de mogelijkheden van hernieuwbare energie en in hoeverre ze enkele belangrijke technologieën kennen die op een klimaatneutrale manier energie opwekken, opslaan of op andere manier belangrijk zijn als oplossing voor de klimaatkwestie.

Alle alternatieve energiebronnen samen zijn makkelijk in staat om de wereld vandaag en in de toekomst van de nodige elektriciteit te voorzien. In feite is alleen al de capaciteit van zonne-energie zo enorm dat de andere klimaatneutrale energiebronnen in principe niet nodig zijn om de wereld nu en in de toekomst van de nodige energie te voorzien (Patt, 2015). Op wereldschaal is er geen probleem dus. Ook op nationaal niveau is dat meestal geen probleem. De enige uitzondering hierop zijn de landen die een hoge bevolkingsdichtheid combineren met een hoge energievraag en weinig zonlicht hebben zoals Groot-Brittannië, Duitsland of de Benelux-landen. Deze landen zullen een deel van hun hernieuwbare energie dus uit landen en regio's moeten halen waar er een overschot is. Een voorbeeld daarvan is Desertec, het idee om zonne-energie in de Noord-Afrikaanse Sahara op te wekken en naar Europa te exporteren.

Vraag 12. Zijn de alternatieve energiebronnen, zoals wind- en zonne-energie, in staat om de wereld van alle nodige elektriciteit te voorzien?			
%	Ja	Nee	Weet niet
Lager	54	40,2	5,7
Secundair			
–aardrijkskunde	50	40,5	9,5
Aardrijkskunde	50	42,9	7,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	52,1	40,4	7,5
Totaal	51,6	40,9	7,4

De helft van alle Vlaamse leerkrachten in opleiding denkt dat de alternatieve energiebronnen, zoals wind- en zonne-energie, in staat zijn om de wereld van alle nodige elektriciteit te voorzien. Volgens 40,4% is dat echter onmogelijk en nog eens 7,5% weet het niet. Eenzelfde beeld zien we bij de groep aardrijkskunde.

De cijfers zijn vergelijkbaar met wat de gemiddelde Vlaming eind 2015 antwoordde op de vraag of de omslag naar een economie zonder olie of steenkool mogelijk is. Zo'n 40 procent geloofde dat de omslag mogelijk is, maar 33,4 procent was het daar niet mee eens ⁽¹²⁾.

Er zijn verschillende vormen van hernieuwbare energie. Behalve zon en wind behoren ook geothermie (aardwarmte), waterkracht, golfslag- en getijdenwerking en kleinschalige biomassa centrales tot de groep hernieuwbare energiebronnen. Twee verschillende technologieën werken met zonne-energie. De eerste technologie werkt aan de hand van fotovoltaïsche cellen (PV). Die zetten het licht direct om in elektriciteit. Zonnepanelen zijn daarvan een welgekend voorbeeld. De tweede technologie is de geconcentreerde zonne-energie of concentrated solar power (CSP) in het Engels. Er zijn meerdere types CSP's, maar de meesten richten het zonlicht via grote paraboolspiegels naar een centraal punt waar het erg heet wordt. De hitte creëert stoom en die drijft een turbine aan die elektriciteit produceert. Een gelijkaardig systeem wordt in kolen- en gas centrales toegepast. Het leuke van CSP's is dat ze tot 16 uren zonder zonlicht kunnen blijven draaien, waardoor de klok rond elektriciteit kan worden geproduceerd.

Vraag 14 onderzocht in hoeverre een aantal van deze klimaatneutrale energiebronnen gekend zijn bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding.

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

A) Geothermie

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	36,2	24,7	20,1	19
Secundair				
–aardrijkskunde	52,5	22,8	9,5	15,2
Aardrijkskunde	51	20,4	12,2	16,3
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	44	23,8	15,1	17,2
Totaal	45,6	23	14,4	17

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

B) Concentrated Solar Powers (CSP's)

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	29,9	22,4	24,1	23,6
Secundair				
–aardrijkskunde	37,3	22,8	12,7	27,2
Aardrijkskunde	26,5	23,5	25,5	24,5
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	33,4	22,6	18,7	25,3
Totaal	31,9	22,8	20,2	25,1

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

C) Biomassacentrales

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	19,5	21,8	31,6	27
Secundair				
–aardrijkskunde	24,1	25,3	24,1	26,6
Aardrijkskunde	19,4	27,6	27,6	25,5
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	21,7	23,5	28	26,8
Totaal	21,2	24,4	27,9	26,5

Zowel geothermie, CSP's als biomassacentrales zijn bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding nauwelijks gekende vormen van klimaatneutrale energieopwekking. Dit geldt ook voor de toekomstige leraren aardrijkskunde. Van CSP's hadden we dit ergens wel verwacht, aangezien deze technologie enkel in woestijngebied rendabel is. Maar geothermie en zeker biomassa zouden toch ingeburgerd moeten zijn.

- Slechts 24 % van de toekomstige leerkrachten weet dat biomassacentrales officieel tot het kransje klimaatneutrale energiebronnen gerekend worden. Ongeveer evenveel respondenten denkt dat ze op een andere manier bijdragen tot een klimaatoplossing en nog eens 28% koppelt de techniek aan energieopslag. Tot slot heeft ongeveer een op vijf leraren in opleiding nog nooit van biomassacentrales gehoord. Dat is vreemd. Momenteel levert biomassa, samen met biogas, namelijk het merendeel van de hernieuwbare energie in Vlaanderen (Jespers et al., 2016).
- Geothermie is misschien wel de minst gekende technologie. Ook hier vinkt 23 % van de toekomstige leerkrachten het correcte antwoord aan. Maar daarnaast geeft bijna de helft van de respondenten aan dat ze nog nooit van geothermie hebben gehoord. Ook de toekomstige leraren aardrijkskunde zijn nauwelijks op de hoogte van het feit dat aardwarmte een alternatieve energiebron is. Dit strookt met wat eerder onderzoek al bij Vlaamse leerlingen van 17 tot 18 jaar vaststelde. Ook voor hen is geothermie een nauwelijks gekende alternatieve energiebron (Ovds, 2015) Nochtans heeft geothermie een belangrijk potentieel in Vlaanderen. Verschillende proefboringen waren reeds succesvol. Zo zou diepe geothermie Vlaanderen kunnen helpen om de klimaatdoelstellingen te halen zonder grote meerkosten. Het zou warmte leveren aan bedrijven en 900.000 inwoners in 45 Antwerpse en Limburgse gemeenten. Ook zou 800 MW aan elektriciteit kunnen worden opgewekt. Dat is de productie van een middelgrote kerncentrale.
- Ook het gebruik van CSP's is nauwelijks gekend als alternatieve energiebron. Slechts 23 % van de respondenten kruist het correcte antwoord aan. Ongeveer een op drie respondenten heeft er zelfs nog nooit van gehoord. De toekomstige leraren aardrijkskunde scoren hier niet significant beter. Afgaande op de resultaten van de vraag over geothermie, verbaast het ons dat niet meer respondenten CSP's als een onbekende technologie hebben aangeduid. We vermoeden dan ook dat sommigen een gok waagden, aangezien uit de omschrijving 'concentrated solar power' reeds enige informatie over de aard van de technologie wordt prijsgegeven. Gokgedrag is trouwens duidelijk aantoonbaar in de antwoorden voor de vragen 14G en 14H (zie verder).

Zoals de naam impliceert, is kernfusie het proces waarbij kernen fuseren tot nieuwe kernen. Bij de versmelting van lichte kernen ontstaat energie. Indirect genieten we al dagelijks van de energie van kernfusie. Onze zon 'brandt' namelijk dankzij kernfusie.

Kernfusie heeft tal van voordelen en zou wel eens de energiebron van de toekomst kunnen worden: het is klimaatneutraal, veilig en het genereert weinig tot geen schadelijke restproducten. De nodige grondstoffen haal je doodgewoon uit zeewater. Het enige nadeel van kernfusie is het kostenplaatje. Aan het huidige investeringstempo kan het nog enkele decennia duren alvorens het rendabel is.

Kernreactoren van de vierde generatie wekken met dezelfde hoeveelheid uranium tot 50 keer meer energie op dan de vorige generaties, maar het gaat nog steeds met – zij het veel minder – radioactief afval gepaard. Ze zijn ook in staat om energie te produceren uit bestaand radioactief afval.

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

D) Kernfusie

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	16,1	31,6	27	25,3
Secundair				
–aardrijkskunde	19,6	34,2	25,3	20,9
Aardrijkskunde	17,3	28,6	23,5	30,6
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	17,8	32,8	26,2	23,2
Totaal	17,7	31,9	25,6	24,9

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

E) 4^e generatie kernreactoren

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	30,5	20,7	29,9	19
Secundair				
–aardrijkskunde	36,7	21,5	27,2	14,6
Aardrijkskunde	31,6	15,3	38,8	14,3
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	33,4	21,1	28,6	16,9
Totaal	33	19,8	30,9	16,3

Uit vorige vragen leidden we reeds af dat heel weinig leraren in opleiding weten dat kernenergie geen broeikasgassen genereert (zie oorzaken). Ook hier, op vraag 14E, duidt slechts een op vijf respondenten kernenergie aan als een klimaatneutrale energiebron. Bij de groep aardrijkskunde is dat zelfs maar 15%.

Bijna een op drie respondenten weet dat kernfusie een klimaatneutrale energiebron is. Maar volgens een op vier is het een techniek om energie op te slaan en volgens nog eens een op vier draagt het op een andere manier bij tot een klimaatoplossing. Slechts 17 % heeft er nog nooit van gehoord.

Waterstof is geen energiebron omdat het niet uit de grond kan worden gehaald. Het moet geproduceerd worden. Dit gebeurt onder meer via elektrolyse. Er is dus energie (elektriciteit) nodig om waterstof te creëren. Daarom is waterstof een energiedrager: een manier om energie op te slaan.

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek. Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?				
F) Waterstof				
%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	9,2	48,9	8	33,9
Secundair				
–aardrijkskunde	10,1	56,3	8,9	24,7
Aardrijkskunde	10,2	63,3	6,1	20,4
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	9,6	52,4	8,4	29,5
Totaal	9,8	54,9	7,9	27,4

Slechts een minderheid van de leraren in opleiding (9,8%) geeft aan nog nooit van waterstof te hebben gehoord. Maar het is duidelijk dat nagenoeg niemand weet wat deze techniek inhoudt. Amper 7,9 % weet dat het een manier is om energie op te slaan. Meer dan de helft van de respondenten denkt dat waterstof een klimaatneutrale energiebron is. Onder de toekomstige leerkrachten aardrijkskunde is dat zelfs 63,3 %.

Het geloof van de toekomstige Vlaamse leerkrachten in waterstof als energiebron, strookt met wat Vlaamse leerlingen over waterstof denken. Bij Waalse leerlingen lijkt die verwarring – om een onbekende reden – minder groot te zijn (Ovds, 2015).

Carbon capture and storage (CCS) en Biomass Energy Carbon Capture and Storage (BECCS) behoren tot de meest gekende technieken om CO₂ op te vangen en op te slaan. In de nabije toekomst zullen dergelijke technieken zonder twijfel een grote rol spelen in de strijd tegen de klimaatopwarming. Daarom wilden we graag weten in hoeverre de Vlaamse leerkracht in opleiding daar al mee vertrouwd is.

CCS is het afvangen en ondergronds opslaan van CO₂ dat vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Op die manier kunnen fossiele brandstoffen bijna klimaatneutraal worden toegepast. Het wordt algemeen gezien als een tussenoplossing, een manier om tijd te winnen die nodig is om schone technieken zoals duurzame energie of kernfusie ten volle te ontplooiën. Onderdelen van CCS worden vandaag al gebruikt, maar complete CCS-ketens zijn er voorlopig nog niet.

BECCS behoort tot het kranse technieken die op termijn CO₂ uit de atmosfeer moet halen om tegen 2100 alsnog onder de gevaarlijke tweegradengrens uit te komen. Het laatste IPCC-rapport omschrijft BECCS als een veelbelovende techniek om dat te doen. Het idee is simpel: Bomen en planten (biomassa) halen tijdens hun leven CO₂ uit de lucht. Wanneer je die vervolgens gaat verbranden om er elektriciteit mee te maken, vang je de vrijgekomen CO₂ op en steek je het in de grond. Op die manier heb je via de groei van bomen en planten CO₂ uit de atmosfeer genomen en er tegelijkertijd energie mee opgewekt. De grote vraag is echter in hoeverre BECCS ook op grote schaal ecologisch verantwoord en technisch uitvoerbaar is.

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek.

Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

G) Carbon Capture & Storage (CCS)

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	50,6	4,6	42	2,9
Secundair				
–aardrijkskunde	52,5	2,5	42,4	2,5
Aardrijkskunde	45,9	3,1	46,9	4,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	51,5	3,6	42,2	2,7
Totaal	50,2	3,5	43,3	3

14. Vandaag zijn er al heel wat technologieën die op een klimaatneutrale manier energie produceren, stockeren of op een andere manier bijdragen tot een oplossing voor de klimaatproblematiek.

Hieronder vind je een lijst. Wat weet je erover?

H) Biomass Energy Carbon Capture & Storage (BECCS)

%	Nog nooit van gehoord	Dit is een klimaatneutrale energiebron	Dit is een manier om energie op te slaan	Dit draagt op een andere manier bij tot een klimaatoplossing
Lager	46,6	6,9	39,1	7,5
Secundair				
–aardrijkskunde	50	3,2	41,8	5,1
Aardrijkskunde	39,8	3,1	48	9,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	48,2	5,1	40,4	6,3
Totaal	46,3	4,7	42,1	7

De meest besproken technieken om CO₂ op te vangen en op te slaan zijn totaal onbekend bij de Vlaamse leerkrachten in opleiding. Amper 3,5 tot 5 % kruist het juiste antwoord aan. De kleine helft van de respondenten geeft eerlijk aan nog nooit van Carbon capture and storage (CCS) of Biomass Energy Carbon Capture and Storage (BECCS) te hebben gehoord. De andere kleine helft meent dat zowel CCS als BECCS een manier is om energie op te slaan. De Engelse term 'storage' komt dan ook in beide benamingen voor. Het is een duidelijk bewijs dat, in dit geval foutief, gokgedrag een belangrijke rol kan spelen bij beperkte keuzemogelijkheden.

Ondanks een iets groter gokgedrag blijken CCS en BECCS ook bij de toekomstige leraren aardrijkskunde totaal onbekend te zijn.

BELEID

Het Parijse klimaatverdrag van december 2015 is niet het eerste klimaatverdrag. In 1997, in het zogenaamde Kyoto-protocol, beloofden de industriële of 'ontwikkelde' landen om hun emissies met 5,2 % te verminderen ten opzichte van 1990 tijdens de periode 2008-2012. Voor de deelnemende landen werden volgens economische kracht verschillende doelstellingen vastgelegd. De Europese Unie tekende toen voor een reductie van 8 %. De grootste uitstoter van dat moment, de Verenigde Staten, heeft het Kyoto-protocol echter nooit willen ratificeren.

Vraag 15. Het Parijse klimaatverdrag van december 2015 is niet het eerste klimaatverdrag. Hoe heet het eerste klimaatverdrag ooit getekend?					
%	Het Londense protocol	Het Atlanta protocol	Het Montreal Protocol	Het Kyoto protocol	Weet niet
Lager	2,3	1,7	9,8	77,6	8,6
Secundair					
–aardrijkskunde	1,3	6,3	4,4	77,2	10,8
Aardrijkskunde	4,1	3,1	7,1	79,6	6,1
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	1,8	3,9	7,2	77,4	9,6
Totaal	2,3	3,7	7,2	77,9	8,8

Meer dan drie op vier (77,9%) leerkrachten in opleiding vindt het Kyoto-protocol terecht aan als het eerste internationale klimaatverdrag ooit getekend.

Vraag 13 wilde nagaan in hoeverre onze toekomstige leerkrachten enig idee hebben hoeveel procent van het Vlaamse energieverbruik momenteel van hernieuwbare bronnen afkomstig is. Ze kregen daarbij de keuze uit verschillende percentages, gaande van een 0,5 % tot meer dan 40,5 %.

In 2014 kwam slechts 5,7 % van de totaal in Vlaanderen verbruikte energie van hernieuwbare bronnen zoals wind, zonnepanelen en andere. Vlaanderen is van Europa verplicht om dat tegen 2020 op te trekken naar 10,5 % (Jespers et al., 2016).

Vraag 13. Hoeveel procent van de totaal in Vlaanderen verbruikte energie komt op dit ogenblik van hernieuwbare bronnen zoals wind, zonnepanelen en andere?								
%	+0,5%	5,5%	10,5%	15,5%	20,5%	25,5%	>30,5%	Weet niet
Lager	1,1	14,4	17,2	17,8	17,2	6,3	19	6,9
Secundair								
–aardrijkskunde	1,3	14,6	19	17,7	19	4,4	10,9	13,3
Aardrijkskunde	2	15,3	18,4	15,3	17,3	3,1	16,3	12,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	1,2	14,5	18,1	17,8	18,1	5,4	15	9,9
Totaal	1,4	14,7	18,1	17,2	17,9	4,9	15,4	10,5

De Vlaamse leerkracht in opleiding overschat heel sterk de bijdrage die hernieuwbare energie vandaag levert in de totaal verbruikte energie in Vlaanderen. Slechts 14,7 % duidt het correcte antwoord (5,5%) aan en maar liefst 73,4 % overschat het aandeel. De rest heeft er geen idee van. Volgens zo'n 40 % van onze toekomstige leerkrachten bedraagt het aandeel hernieuwbare energie in Vlaanderen vandaag zelfs al 20,5% of meer. De inzichten van de toekomstige leraren aardrijkskunde vertonen geen significante verschillen ten opzichte van de andere groepen.

Deze grote overschatting van het aandeel hernieuwbare energie loopt parallel met de ideeën die de leerlingen daarover hebben. Zo weet slechts 11% van de Belgische leerlingen dat het aandeel van hernieuwbare energie in onze elektriciteitsvoorziening heel beperkt blijft (Ovds, 2015). De onderzoekers van deze enquête schrijven daarover het volgende: "Jongeren zijn tegenwoordig gewoon om windmolens en zonnepanelen te zien in hun omgeving. Ze zien

minder vaak gascentrales of kerncentrales. Daardoor hebben ze de neiging om het aandeel hernieuwbare energie sterk te overschatten. Dit leidt er toe de urgentie van een overschakeling naar duurzame energiebronnen te minimaliseren en heeft dus onvermijdelijk gevolgen voor de maatschappelijke en politieke keuzes.”

Het zijn voornamelijk de industrielanden, aangevuld met China, die veel broeikasgassen uitstoten. Zij dragen dan ook de grootste verantwoordelijkheid in de strijd tegen de klimaatopwarming.

De gemiddelde aardbewoner stoot momenteel zo'n 4,9 tCO₂ per jaar uit. De gemiddelde Indiër, maar vooral de gemiddelde Congolees doet het op dat vlak, met respectievelijk 2 tCO₂ en amper 0,05 tCO₂ per jaar, heel wat beter. De gemiddelde Europeaan en de gemiddelde Chinees zitten er met een jaarlijkse uitstoot van respectievelijk 6,8 en 7,1 tCO₂ dan weer een stuk boven. De gemiddelde Belg stoot momenteel zelfs 8,9 tCO₂ per jaar uit. Maar vooral de inwoners van de Verenigde Staten doen het met een jaarlijkse uitstoot van 17,4 tCO₂ heel slecht (Le Quéré et al., 2015 en IEA, 2015).

Als inwoners van een land met een relatief grote uitstoot van broeikasgassen is het uiteraard van essentieel belang dat wij ons van deze situatie bewust zijn, zodat we correct kunnen inschatten welke veranderingen er nodig zijn en welke landen er vooral inspanningen moeten leveren.

Bij vraag 16 kregen de respondenten de CO₂-uitstoot van een gemiddelde Europeaan (EU-28), uitgedrukt in ton CO₂ voor het jaar 2014. Vervolgens vroegen we hen een grove inschatting te maken van de gemiddelde CO₂-uitstoot van een doorsnee aardbewoner en een doorsnee inwoner van de Verenigde Staten, China, Congo en India.

Vraag 16. In 2014 bedroeg de CO₂-uitstoot in de Europese Unie (EU28) 6,8 tCO₂ per inwoner. Hoeveel bedroeg de CO₂-uitstoot per inwoner toen in de volgende landen? Je moet in elke rij 1 vakje aankruisen.

Totaal

%	Democratische Republiek Congo	India	Gemiddelde wereld	China	Verenigde Staten
< 0,5 tCO ₂	9,5	0,2	0,2	0,2	0,2
1 tCO ₂	11,2	2,8	0,2	0,5	0,2
2 tCO ₂	18,6	8,4	1,9	0,7	0,2
3 tCO ₂	29,3	10	5,6	2,6	0,5
5 tCO ₂	12,8	13	19,8	4,9	4,4
7 tCO ₂	8,4	10,2	28,8	5,1	8,6
9 tCO ₂	4	12,1	24,2	9,1	15,6
11 tCO ₂	3	11,9	10,9	13,7	18,6
13 tCO ₂	2,6	10,2	6	13	16
15 tCO ₂	0,7	8,6	1,2	16,5	17
17 tCO ₂	0	5,6	0,5	12,1	7,7
> 17 tCO ₂	0	7	0,7	21,6	10,9

De gemiddelde leraar in opleiding is zich niet bewust van de verantwoordelijkheid die de gemiddelde Europeaan heeft, laat staan de gemiddelde Belg, om de verdere klimaatopwarming in te perken.

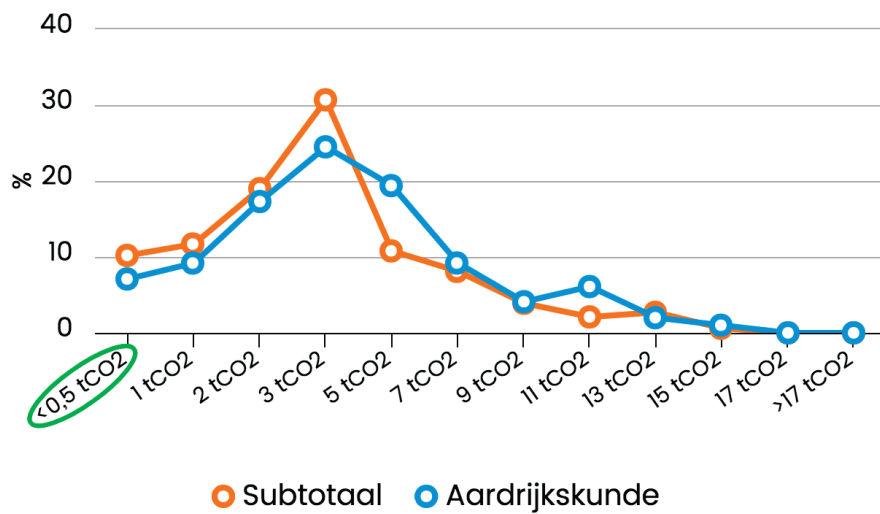
Bijna drie op vier (72,3%) is bijvoorbeeld van mening dat de gemiddelde aardbewoner evenveel of meer broeikasgassen uitstoot dan de gemiddelde Europeaan. Slechts een op vijf duidt het juiste antwoord aan. Nagenoeg niemand schat het wereldwijd gemiddelde lager in dan 5 tCO₂ per persoon per jaar, het correcte antwoord. Bij alle subgroepen schommelt de door de respondenten aangegeven waarde rond 7,8 tCO₂ p/jr.

Ook het aandeel van de gemiddelde Indiër en de gemiddelde Chinees worden zwaar overschat. Zo zijn onze respondenten van mening dat de uitstoot van de gemiddelde Indiër vandaag zo'n 8,9 tCO₂ p/jr. bedraagt. Volgens de toekomstige leraren aardrijkskunde is dat gemiddelde zelfs 9,5 tCO₂ p/jr. Daarmee overschatten ze de werkelijke uitstoot van de gemiddelde Indiër met een factor vijf.

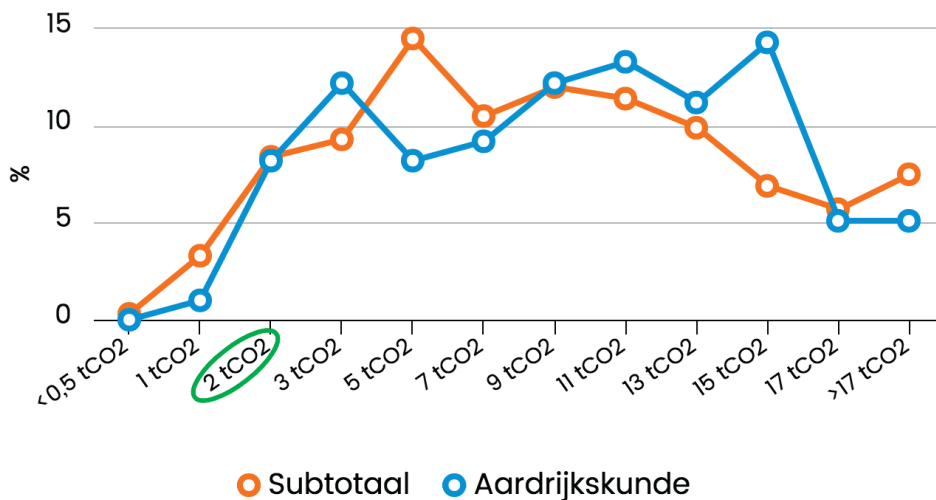
Betreffende China vinkt slechts een op vijf leraren in opleiding een min of meer correct antwoord aan (tussen 5 en 9 tCO₂ p/jr.). Maar liefst 86% van de respondenten schat het aandeel van de gemiddelde Chinees te hoog in. Onze respondenten

schatten de Chinese uitstoot per inwoner zelfs hoger in dan de Amerikaanse uitstoot per inwoner. Wat China betreft denken ze gemiddeld aan zo'n 13,1 tCO₂ p/jr. en wat de Verenigde Staten betreft aan 12,2 tCO₂ p/jr. Daarmee is er enerzijds een sterke overschatting van het werkelijke aandeel van de gemiddelde Chinees (7,1 tCO₂ p/jr.), maar anderzijds ook een behoorlijke onderschatting van het werkelijke aandeel van de gemiddelde Amerikaan (17,4 tCO₂ p/jr.). Voor de Democratische Republiek Congo is de overschatting met een gemiddelde van 3,8 tCO₂ p/jr. ook groot, maar twee op drie respondenten vindt tenminste een lagere waarde aan dan het wereldwijde gemiddelde per inwoner.

Onze toekomstige leerkrachten delen hier dezelfde foutieve percepties met de leerlingen. Ook zij overschatten de Chinese uitstoot per inwoner sterk. Opvallend is wel dat de leerlingen, in tegenstelling tot de gemiddelde leerkracht in opleiding, de Chinese uitstoot per hoofd van de bevolking correct lager inschat dan die van de Verenigde Staten (Ovds, 2015). Het is tot slot opvallend dat de groep aardrijkskunde op alle items van vraag 16 gemiddeld net iets zwakker scoort dan de andere subgroepen. Op onderstaande grafieken voor Congo en India is dit goed te zien.



Congo



India

Tenslotte wilden we weten in welke mate de klimaatopwarming aan bod komt in de lerarenopleiding. Daarom vroegen we de respondenten of ze tijdens hun lerarenopleiding in een bepaald vak al iets bijgeleerd hebben over de klimaatopwarming. Zo ja, in welke mate en in welk(e) vak(ken).

Vraag 19. Heb je tijdens je lerarenopleiding in een bepaald vak al iets bijgeleerd over de klimaatopwarming?						
%	Nee	Ja	Zeer vluchtig	Meerdere keren	Eén lesuur aan besteed	Meerdere lesuren
Lager	39,7	60,3	13,2	15	13,2	18,9
Secundair						
–aardrijkskunde	44,9	55,1	19,6	13,9	12,7	8,9
Aardrijkskunde	37,8	62,2	16,3	15,3	17,4	13,2
Subtotaal –Sec. aardrijksk.	42,2	57,8	16,2	14,5	13	14,2
Totaal	41,2	58,8	16,3	14,6	13,9	13,9

De klimaatopwarming kwam volgens onze respondenten het meest aan bod (meerdere keren tot meerdere lesuren) in de opleiding lager onderwijs (47,1%) en de opleiding secundair onderwijs, met specialisatie aardrijkskunde (45,9%). Bij de groep 'secundair zonder aardrijkskunde' ligt dat percentage zo'n 10 punten lager (35,5%). Twee op drie respondenten binnen deze groep geeft dus aan dat de klimaatopwarming (nog) niet of slechts zeer vluchtig aan bod kwam tijdens de opleiding.

Het is opvallend dat de studenten uit de opleiding aardrijkskunde en de opleiding lager onderwijs evenveel met de klimaatopwarming in aanraking komen tijdens hun hogere studies. Je zou verwachten dat dit voor de groep aardrijkskunde veel meer het geval is. Maar misschien kunnen we dit verklaren omdat binnen de groep aardrijkskunde een belangrijk contingent eerstejaarsstudenten zit. Om daarachter te komen, splitsten we de antwoorden van de groep aardrijkskunde nog eens op per opleidingsjaar. Daaruit blijkt echter net het omgekeerde van wat we verwachtten: vooral studenten uit het eerste opleidingsjaar (n=32) geven aan meerdere momenten tot meerdere lesuren aan de klimaatopwarming besteed te hebben tijdens hun hogere studies (56,2%). Bij de tweede- (=60) en derdejaarsstudenten (n=6) is dat respectievelijk maar 41,6% en 33,3%.

Aardrijkskunde en wereldoriëntatie zijn met voorsprong de vakken waar de klimaatopwarming het meest aan bod komt en dit zowel in de opleiding lager onderwijs als in de opleiding secundair onderwijs. Geschiedenis staat daarbij stevast op plaats drie, biologie op plaats vier.

Het is misschien ook vermeldenswaardig dat in de Ovds-enquête uit 2015 meer dan de helft van de Vlaamse leerlingen zegt dat de klimaatopwarming tenminste vluchtig ter sprake kwam in de lessen godsdienst of zedenleer. Onze respondenten vermelden de vakken godsdienst of zedenleer nauwelijks of niet. Nochtans is godsdienst of zedenleer een vast onderdeel van nagenoeg alle curricula van de Vlaamse lerarenopleidingen.

BIBLIOGRAFIE

- Adams, S., Aich, V., Albrecht, T., Baarsch, F., Boit, A., Canales Trujillo, N., ... Fader, M. (2014). Turn down the heat: confronting the new climate normal. Washington, D.C.: The World Bank.
- Álvarez-García, O., Sureda-Negre, J., & Comas-Forgas, R. (2015). Environmental Education in Pre-Service Teacher Training: A Literature Review of Existing Evidence. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17(1).
- Ambusaidi, A., Boyes, E., Stanisstreet, M., & Taylor, N. (2012). Omani pre-service science teachers' views about global warming: Beliefs about actions and willingness to act, deel 7, nr. 2, 233–251.
- Anyanwu, R., Le Grange, L. & Beets, P., & Department of Curriculum Studies, Stellenbosch University, South Africa. (2015). Climate change science: The literacy of Geography teachers in the Western Cape Province, South Africa. *South African Journal of Education*, 35(3), 1–9.
- Bain, P. G., Milfont, T. L., Kashima, Y., Bilewicz, M., Doron, G., Garðarsdóttir, R. B., ... Saviolidis, N. M. (2015). Co-benefits of addressing climate change can motivate action around the world. *Nature Climate Change*.
- Baker, J., & Loxton, J. (2013). Climate change knowledge and attitudes of pre- and in-service Nova Scotia teachers: An assessment of educator readiness and needs. Nova Scotia.
- Boakye, C. (2015). Climate Change Education: The Role of Pre-Tertiary Science Curricula in Ghana. *SAGE Open*, 5(4).
- Boon, H. (2014). Teachers and the Communication of Climate Change Science: A Critical Partnership in Australia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 1006–1010.
- Boon, H. J. (2010). Climate Change? Who Knows? A Comparison of Secondary Students and Pre-service Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(1).
- Boon, H. J. (2015). Climate change ignorance: an unacceptable legacy. *The Australian Educational Researcher*, 42(4), 405–427.
- Boon, H. J. (2016). Pre-Service Teachers and Climate Change: A Stalemate? *Australian Journal of Teacher Education*, 41(4), 39–63.
- Boussemaere, P. (2015). Eerste hulp bij klimaatverwarring: waarom de opwarming van de aarde veel meer is dan een milieuprobleem. Leuven: Davidfonds Uitgeverij.
- Bråten, I., Strømsø, H. I., & Salmerón, L. (2011). Trust and mistrust when students read multiple information sources about climate change. *Learning and Instruction*, 21(2), 180–192.
- Brechin, S. R., & Bhandari, M. (2011). Perceptions of climate change worldwide. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(6), 871–885.
- Brouwers, J., Peeters, B., Van Steertegem, M., & van Lipzig, N. et al. (2015). MIRA Klimaatrapport 2015, over waargenomen en toekomstige klimaatveranderingen. (p. 147). Aalst: Vlaamse Milieumaatschappij i.s.m. KU Leuven, VITO en KMI.
- Capstick, S., Whitmarsh, L., Poortinga, W., Pidgeon, N., & Upham, P. (2015). International trends in public perceptions of climate change over the past quarter century: International trends in public perceptions of climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(1), 35–61.
- Chang, C. H. (2014). *Climate change education: knowing, doing and being*. New York: Routledge.
- Chang, C.-H. (2015). Teaching climate change – a fad or a necessity? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(3), 181–183.
- Chawla, L. (2009). Growing up Green: Becoming an Agent of Care for the Natural World, 4(1), 6–23.
- Chow, Y. W., Pietranico, R., & Mukerji, A. (1975). Studies of oxygen binding energy to hemoglobin molecule. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 66(4), 1424–1431.
- Cordero, E. C., Marie Todd, A., & Abellera, D. (2008). Climate Change Education and the Ecological Footprint. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(6), 865–872.
- Dal, B., Alper, U., Özdem-Yilmaz, Y., Öztürk, N., & Sönmez, D. (2015). A model for pre-service teachers' climate change awareness and willingness to act for pro-climate change friendly behavior: adaptation of awareness to climate change questionnaire. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(3), 184–200.
- Dijkstra, E. M., & Goedhart, M. J. (2012). Development and validation of the ACSI: measuring students' science attitudes, pro-environmental behaviour, climate change attitudes and knowledge. *Environmental Education Research*, 18(6), 733–749.
- Duarte, R., Escario, J.-J., & Sanagustín, M.-V. (2015). The influence of the family, the school, and the group on the environmental attitudes of European students. *Environmental Education Research*, 1–20.

- Effeney, G., & Davis, J. (2013). Education for Sustainability: A Case Study of Pre-service Primary Teachers' Knowledge and Efficacy. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(5).
- FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, dienst Klimaatverandering. (2014). *Klimaatonderzoek. Herhaling van een publieksenquête. Eindresultaten.* (p. 121). M.A.S. - Market Analysis & Synthesis. Retrieved from http://www.klimaat.be/files/6614/0015/0109/enquete_klimaatverandering_2013_-_eindrapport.pdf
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO.
- Gowda, M. V., & Magelky, R. (1997). Students' understanding of climate change: insights for scientists and educators, 78(10), 2232–2240.
- Han, Q. (2015). Education for Sustainable Development and Climate Change Education in China: A Status Report. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 62–77.
- Harker-Schuch, I., & Bugge-Henriksen, C. (2013). Opinions and Knowledge About Climate Change Science in High School Students. *AMBIO*, 42(6), 755–766.
- Hayhoe, D., Bullock, S., & Hayhoe, K. (2011). A Kaleidoscope of Understanding: Comparing Real with Random Data, Using Binary-Choice Items, to Study Preservice Elementary Teachers' Knowledge of Climate Change*. *Weather, Climate, and Society*, 3(4), 254–260.
- Heberlein, T. A. (2012). *Navigating environmental attitudes.* New York: Oxford University Press.
- Herman, B. C. (2015). The Influence of Global Warming Science Views and Sociocultural Factors on Willingness to Mitigate Global Warming: GLOBAL WARMING VIEWS AND SOCIOCULTURAL FACTORS. *Science Education*, 99(1), 1–38.
- Herman, B. C., Feldman, A., & Vernaza-Hernandez, V. (2015). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education.*
- Hufnagel, E. (2015). Preservice elementary teachers' emotional connections and disconnections to climate change in a science course: EMOTIONAL CONNECTIONS AND DISCONNECTIONS TO CLIMATE CHANGE. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(9), 1296–1324.
- Huxster, J. K., Uribe-Zarain, X., & Kempton, W. (2015). Undergraduate Understanding of Climate Change: The Influences of College Major and Environmental Group Membership on Survey Knowledge Scores. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 149–165.
- Ikonomidis, S., Papanastasiou, D., Melas, D., & Avgoloupis, S. (2012). The Anthropogenic "Greenhouse Effect": Greek Prospective Primary Teachers' Ideas About Causes, Consequences and Cures. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 768–779.
- Immerwahr, J. (1999). *Waiting for a Signal: Public Attitudes Toward Global Warming, the Environment and Geophysical Research.* A Report from Public Agenda.
- International Energy Agency. (2015). *Co2 emissions from fuel combustion 2015.* Place of publication not identified: Organization For Economic.
- IPCC (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* New York, NY: Cambridge University Press.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jang, M.-D. (2015). Preservice Elementary Teachers' Understandings of the Key Concepts related to the Greenhouse Effect. *Elementary Science Education*, 34(1), 15–31.
- Jespers, K., Aernouts, K., & Wetzels, W. (2016). *Inventaris hernieuwbare energiebronnen Vlaanderen 2005-2014.* Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek.
- Kahan, D. M., Wittlin, M., Peters, E., Slovic, P., Ouellette, L. L., Braman, D., & Mandel, G. N. (2011). The Tragedy of the Risk-Perception Commons: Culture Conflict, Rationality Conflict, and Climate Change. *SSRN Electronic Journal.* <http://doi.org/10.2139/ssrn.1871503>

- Kaiser, F. G., & Fuhrer, U. (2003). Ecological Behavior's Dependency on Different Forms of Knowledge. *Applied Psychology, 52*(4), 598–613.
- Karpudewan, M., Roth, W.-M., & Abdullah, M. N. S. B. (2015). Enhancing Primary School Students' Knowledge about Global Warming and Environmental Attitude Using Climate Change Activities. *International Journal of Science Education, 37*(1), 31–54.
- Khalid, T. (2003). Pre-service High School Teachers' Perceptions of Three Environmental Phenomena. *Environmental Education Research, 9*(1), 35–50.
- Kisoglu, M., Gurbuz, H., Erkol, M., Akar, M. S., & Akilli, M. (2010). Prospective Turkish Elementary Science Teachers' Knowledge Level about the Greenhouse Effect and Their Views on Environmental Education in University, Vol. 2(2), 217–236.
- Lambert, J. L., & Bleicher, R. E. (2013). Climate Change in the Preservice Teacher's Mind. *Journal of Science Teacher Education, 24*(6), 999–1022. <http://doi.org/10.1007/s10972-013-9344-1>
- Lambert, J. L., Lindgren, J., & Bleicher, R. (2012). Assessing Elementary Science Methods Students' Understanding About Global Climate Change. *International Journal of Science Education, 34*(8), 1167–1187.
- Lee, T. M., Markowitz, E. M., Howe, P. D., Ko, C.-Y., & Leiserowitz, A. A. (2015). Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *Nature Climate Change, 5*(11), 1014–1020.
- Leiserowitz, A. (2006). Climate Change Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery, and Values. *Climatic Change, 77*(1-2), 45–72.
- Leiserowitz, A., Smith, N., & Marlon, J. R. (2010). Americans' Knowledge of Climate Change. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication: Yale University. Retrieved from <http://environment.yale.edu/climate/files/ClimateChangeKnowledge2010.pdf>
- Le Quééré, C., Moriarty, R., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Sitch, S., Korsbakken, J. I., ... Zeng, N. (2015). Global Carbon Budget 2015. *Earth System Science Data, 7*(2), 349–396.
- Levine, D. S., & Strube, M. J. (2012). Environmental Attitudes, Knowledge, Intentions and Behaviors Among College Students. *The Journal of Social Psychology, 152*(3), 308–326.
- Liu, S.-Y., Yeh, S.-C., Liang, S.-W., Fang, W.-T., & Tsai, H.-M. (2015). A National Investigation of Teachers' Environmental Literacy as a Reference for Promoting Environmental Education in Taiwan. *The Journal of Environmental Education, 46*(2), 114–132.
- Lombardi, D., & Sinatra, G. M. (2013). Emotions about Teaching about Human-Induced Climate Change. *International Journal of Science Education, 35*(1), 167–191.
- McNeal, K. S., Hammerman, J. K. L., Christiansen, J. A., & Carroll, F. J. (2014). Climate Change Education in the Southeastern U.S. Through Public Dialogue: Not Just Preaching to the Choir. *Journal of Geoscience Education, 62*(4), 631–644.
- Meinhold, J. L. (2005). Adolescent Environmental Behaviors: Can Knowledge, Attitudes, and Self-Efficacy Make a Difference? *Environment and Behavior, 37*(4), 511–532.
- Menny, C., Osberghaus, D., Pohl, M., & Werner, U. (2011). General Knowledge about Climate Change, Factors Influencing Risk Perception and Willingness to Insure. *SSRN Electronic Journal*.
- Michail, S., Stamou, A. G., & Stamou, G. P. (2007). Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education, 91*(2), 244–259.
- Milér, T., Hollan, J., Válek, J., & Sládek, P. (2012). Teachers' Understanding of Climate Change. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 69*, 1437–1442. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.083>
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate Change Education in the Context of Education for Sustainable Development: Rationale and Principles. *Journal of Education for Sustainable Development, 9*(1), 4–26.
- Monroe, M. C., Oxarart, A., & Plate, R. R. (2013). A Role for Environmental Education in Climate Change for Secondary Science Educators. *Applied Environmental Education & Communication, 12*(1), 4–18.
- Norgaard, K. M. (2009). Cognitive And Behavioral Challenges In Responding To Climate Change. The World Bank. Retrieved from <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/1813-9450-4940>
- Ocal, A., Kisoglu, M., Alas, A., & Gurbuz, H. (2011). Turkish prospective teachers' understanding and misunderstanding on global warming. *International Research in Geographical and Environmental Education, 20*(3), 215–226.
- Ojala, M. (2015). Hope in the Face of Climate Change: Associations With Environmental Engagement and Student Perceptions of Teachers' Emotion Communication Style and Future Orientation. *The Journal of Environmental Education, 46*(3), 133–148.
- O'Neill, S. J. (2013). Image matters: Climate change imagery in US, UK and Australian newspapers. *Geoforum, 49*, 10–19

- Ovds (2015). School, Energie, Klimaat, Wat weten onze leerlingen over de uitputting van energiebronnen en de klimaatverandering? (Oproep Voor een Democratische School). Retrieved from: <http://www.skolo.org/spip.php?article1829>
- Oversby, J. (2015). Teachers' Learning about Climate Change Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 167, 23–27.
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299–307.
- Patt, A. (2015). *Transforming energy. Solving climate change with technology policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Plutzer, E., McCaffrey, M., Hannah, A. L., Rosenau, J., Berbeco, M., & Reid, A. H. (2016). Climate confusion among U.S. teachers. *Science*, 351(6274), 664–665.
- Pongiglione, F. (2012). The key role of causal explanation in the climate change issue. *THEORIA. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 27(2), 175–188.
- Poulou, M. (2007). Personal Teaching Efficacy and Its Sources: Student teachers' perceptions. *Educational Psychology*, 27(2), 191–218.
- Puk, T. G., & Stibbards, A. (2012). Systematic ecological illiteracy? Shedding light on meaning as an act of thought in higher learning. *18(3)*, 353–373.
- Ratinen, I., Viiri, J., & Lehesvuori, S. (2013). Primary School Student Teachers' Understanding of Climate Change: Comparing the Results Given by Concept Maps and Communication Analysis. *Research in Science Education*, 43(5), 1801–1823.
- Read, D., Bostrom, A., Morgan, M. G., Fischhoff, B., & Smuts, T. (1994). What Do People Know About Global Climate Change? 2. Survey Studies of Educated Laypeople. *Risk Analysis*, 14(6), 971–982.
- Reynolds, T. W., Bostrom, A., Read, D., & Morgan, M. G. (2010). Now What Do People Know About Global Climate Change? Survey Studies of Educated Laypeople: Now What Do People Know About Global Climate Change? *Risk Analysis*, 30(10), 1520–1538.
- Robelia, B., & Murphy, T. (2012). What do people know about key environmental issues? A review of environmental knowledge surveys. *Environmental Education Research*, 18(3), 299–321.
- Shi, J., Visschers, V. H. M., Siegrist, M., & Arvai, J. (2016). Knowledge as a driver of public perceptions about climate change reassessed. *Nature Climate Change*, 6(8), 759–762.
- Skamp, K., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2013). Beliefs and Willingness to Act About Global Warming: Where to Focus Science Pedagogy?: BELIEFS AND WILLINGNESS TO ACT ABOUT GLOBAL WARMING. *Science Education*, 97(2), 191–217.
- Sullivan, S. M. B., Ledley, T. S., Lynds, S. E., & Gold, A. U. (2014). Navigating Climate Science in the Classroom: Teacher Preparation, Perceptions and Practices. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 550–559.
- Tobler, C., Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2012). Consumers' knowledge about climate change. *Climatic Change*, 114(2), 189–209.
- Trajber, R., & Mochizuki, Y. (2015). Climate Change Education for Sustainability in Brazil: A Status Report. *Journal of Education for Sustainable Development*, 9(1), 44–61.
- Van Petegem, P., Blicke, A., Imbrecht, I., & Van Hout, T. (2005). Implementing environmental education in preservice teacher training. *Environmental Education Research*, 11(2), 161–171.
- Wise, S. B. (2010). Climate Change in the Classroom: Patterns, Motivations, and Barriers to Instruction Among Colorado Science Teachers. *Journal of Geoscience Education*, 58(5), 297–309.
- ZESDE BELGISCHE NATIONALE MEDEDELING Onder het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering. (2013). (No. 6). Brussel.

EINDNOTEN

- ^[1] Zelfs het klimaatakkoord van Parijs (dec. 2015) biedt geen garantie om onder de gevaarlijke twee gradengrens te blijven. Als de huidige beloftes worden waargemaakt, zal de temperatuur tijdens de periode 2081-2100 tussen de 2,7°C en 4°C hoger liggen ten opzichte van de pre-industriële periode (zonder uitvoering beloftes = tussen 3,2°C en 5,4°C). De anderhalve gradengrens bereiken we dan omstreeks 2030/2035 en de twee gradengrens tegen 2050.
- ^[2] http://unfccc.int/cooperation_support/education_outreach/overview/items/8946.php
- ^[3] United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Adoption of the Paris agreement. Retrieved from http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php
- ^[4] De 430 valide enquêtes komen uit negen verschillende campussen die samen zes hogescholen vertegenwoordigen.
- ^[5] In 2014 behaalden in Vlaanderen respectievelijk 1.411 en 2.159 studenten hun diploma bachelor lager en bachelor secundair onderwijs.
<http://onderwijs.vlaanderen.be/nl/eerdere-edities-statistisch-jaarboek-van-het-vlaams-onderwijs>
- ^[6] In 2014 behaalden in Vlaanderen respectievelijk 1.411 en 2.159 studenten hun diploma bachelor lager en bachelor secundair onderwijs.
<http://onderwijs.vlaanderen.be/nl/eerdere-edities-statistisch-jaarboek-van-het-vlaams-onderwijs>
- ^[7] In een lerarenopleiding bestaat het derde opleidingsjaar hoofdzakelijk uit schoolstages. De derdejaarsstudenten zijn bijgevolg maar sporadisch aanwezig op de hogeschool en krijgen nog nauwelijks les. De vakinhoudelijke input bij toekomstige Vlaamse leerkrachten op bachelor niveau beperkt zich dus in realiteit vooral tot de eerste twee opleidingsjaren en een deel van het eerste semester van het derde opleidingsjaar. In die zin kan je stellen dat 92,3% van de respondenten het grootste deel van hun vakinhoudelijke vorming achter de rug hadden toen ze de enquête invulden.
- ^[8] Le Quéré, C., Moriarty, R., Andrew, R. M., Canadell, J. G., Sitch, S., Korsbakken, J. I., ... Zeng, N. (2015). Global Carbon Budget 2015. *Earth System Science Data*, 7(2), 349–396
- ^[9] Sioen, L. (2015, November 16). Eén op de vijf Vlamingen gelooft niet in klimaatopwarming door mens. *De Standaard*. Retrieved from http://www.standaard.be/cnt/dmf20151125_01989074
- ^[10] Volgens de FAO (Gerber et al., 2013) waren rundsvlees en koemelk in 2005 samen goed voor zo'n 8,8 % van de wereldwijde humane uitstoot van broeikasgassen. Het aandeel van fossiele brandstoffen kende sinds 2005 echter een sterke stijging waardoor het relatieve aandeel van rundsvlees en koemelk vandaag met zekerheid lager ligt dan 8,8 %.
- ^[11] Cijfer afgeleid uit http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184.pdf
- ^[12] http://www.greencarreports.com/news/1093560_1-2-billion-vehicles-on-worlds-roads-now-2-billion-by-2035-report
- ^[13] Sioen, L. (2015, November 16). Een op vijf Vlamingen gelooft niet in klimaatopwarming door mens. *De Standaard*. Retrieved from http://www.standaard.be/cnt/dmf20151125_01989074

campus Brugge

Xaverianenstraat 10
8200 Brugge

vives.be

katholieke hogeschool
associatie KU Leuven

