

# **CHEMIE 2.0 : EEN MEER SPECIFIEKE BLIK OP DUURZAAMHEID.**

**DE FOSSIELE GRONDSTOFFEN EN HUN DUALE ROL VOOR DE  
CHEMISCHE INDUSTRIE.**

Aantal woorden: 12725

**Nathalie Vanneste**

Studentennummer: 02112719

Promotor(en): Prof. dr. Katrien Strubbe, Ellen Vandenplas (copromotor)

Verkorte Educatieve Masterproef (9SP) voorgelegd tot het behalen van de graad van de  
Educatieve Master of Science in de wetenschappen en technologie (verkort traject) :  
engineering en technologie

Academiejaar: 2022 - 2023, Educatieve Masteropleiding





## Voorwoord

Deze masterproef is voor mij het sluitstuk na 2 jaar studeren aan de Universiteit van Gent [UGent] op een iets rijpere leeftijd dan de gemiddelde student. Het was niet altijd evident om werk, gezin en studies te combineren. Maar ik zag altijd het einddoel : leerkracht worden als nieuw hoofdstuk in mijn actieve loopbaan na 26,5 jaar gewerkt te hebben in de privésector.

Met vallen en opstaan ontdekte ik een boeiende nieuwe wereld van de vakdidactiek, het klasmanagement, de digitalisering van het onderwijs en zoveel meer na jaren van ervaring in de chemische en aanverwante industrieën. Ik ben ervan overtuigd dat de combinatie van deze beide werelden zeker ten goede zal komen aan de studenten, aan wie ik toekomstig les zal geven in de wetenschappelijke vakken.

Ik wil ook een aantal mensen bedanken die mij in deze verandering gesteund en geholpen hebben. Eerst en vooral mijn man en 2 kinderen die me soms wel moesten missen omdat ik 's avonds lessen volgde of in het weekend bezig was met de zoveelste taak of stagevoorbereiding. Daarna wil ik ook mijn werkgevers danken, bij wie ik in die periode heb gewerkt, voor de flexibiliteit zodat ik mij kon vrijmaken voor de examens of de opdrachten op verplaatsing tijdens de werkuren. Als we het dan hebben over deze masterproef wil ik tenslotte ook specifiek een aantal mensen in de bloemetjes zetten. Eerst en vooral Prof. dr. Katrien Strubbe en Ellen Vandenplas, die respectievelijk mijn promotor en copromotor waren. Jullie stonden mij altijd bij met goede raad en een kritische blik om dit werk naar een hoger niveau te tillen. Daarna een aantal collega's van de Sint-Rembert scholengroep in Torhout die me wat tips gaven. Bedankt specifiek aan Annemie, Jasper en Silke. Daarnaast dank je, Mevrouw Van hooland van Hogeschool VIVES en wat vrienden voor het herlezen van deze thesis.

Tenslotte wil ik de studenten niet vergeten die mij in hun antwoorden op de verschillende vragen de nodige info gaven over de interventie over één specifiek duurzaamheidsthema en in hoever zij meer duurzaamheidsonderwerpen aan bod willen zien komen in de lessen. Hopelijk kon ik hun visie aanscherpen om ook op dit vlak verantwoordelijke burgers van de 21<sup>e</sup> eeuw te worden.

Gent, mei 2023

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	3
Inhoudsopgave .....	4
Lijst van afkortingen .....	6
Lijst van figuren .....	7
Lijst van tabellen .....	8
Abstract .....	9
1. Inleiding .....	10
2. Literatuurstudie .....	11
2.1 Referentiekaders van duurzaamheid .....	11
2.1.1 Het globaal niveau .....	11
2.1.2 Het Europees niveau .....	12
2.2 Invloed van de duurzaamheidsreferentiekaders op het bedrijfsleven	13
2.2.1 De rol van de vakorganisaties .....	14
2.2.2 De rol van Vlaanderen .....	15
2.3 De link tussen duurzaamheid en het onderwijs .....	15
2.3.1 De Europese sleutelcompetenties voor het onderwijs .....	15
2.3.2 De 21e-eeuwse vaardigheden .....	16
2.3.3 Initiatieven in het hoger onderwijsveld .....	17
2.4. Meer info over fossiele grondstoffen .....	20
2.4.1 Kadering en begrip van fossiele grondstoffen .....	21
2.4.2 Belang en uitdagingen van fossiele grondstoffen in chemie	23
2.4.3 Alternatieve grondstoffen en de link met duurzaamheid ...	24
2.4.4 Duiding van het complex duurzaamheidskader .....	27
3. Methodologie .....	28
3.1 Onderzoeksdoelstellingen, onderzoeksdesign en-model.....	28
3.2 Verloop van het onderzoek .....	30
3.2.1 Inventarisatie van de stand van zaken .....	30
3.2.2 Opbouw van de interventie .....	30
3.2.2.1 Kaderen van de interventie .....	30
3.2.2.2 Bepalen van duidelijke lesdoelen .....	32
3.2.2.3 Bepalen van doeltreffende werkvormen .....	33

3.3 Dataverzameling .....	34
4. Resultaten, discussie en reflectie .....	34
4.1 Algemene resultaten .....	34
4.2 Kwalitatieve deelresultaten .....	38
4.3 Kwantitatieve deelresultaten .....	39
4.4 Discussie en reflectie .....	51
5. Conclusie .....	55
Literatuurlijst .....	56
Bijlagen .....	59

## Lijst van afkortingen

3 P's	: Triple P (Planet, Prosperity (or Profit) and People)
a.h.v.	: Aan de hand van
CCUS	: Carbon (dioxide) Capture, Utilization and Storage
CO <sub>2</sub>	: Koolstofdioxide, Carbon dioxide
EDUMA	: Educatieve Master
EU	: Europese Unie
H <sub>2</sub>	: Waterstofgas
HOT's	: High Order Thinking skills
i.p.v.	: In plaats van
IRA	: Inflation Reduction Act
LCA	: Life Cycle Analysis
m.b.t.	: Met betrekking tot
m.h.v.	: Met (de) hulp van
nl.	: Namelijk
o.a.	: Onder andere
P21	: The partnership for 21st century skills
pdf	: Portable document format
SDG's	: Sustainable Development Goals
t.e.m.	: Tot en met
t.o.v.	: Ten opzichte van
UBK's	: Universiteitsbrede Beleidskeuzes
UGent	: Universiteit van Gent
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
VNCI	: Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie
VN	: Verenigde Naties

## Lijst van figuren

- Figuur 1** : De duurzame ontwikkelingsdoelstellingen (VN, 2022)
- Figuur 2** : Genest model van de drie P's (sterke duurzaamheid)
- Figuur 3** : De broeikasgasemissies van België t.o.v. Europa
- Figuur 4** : De 21e-eeuwse vaardigheden
- Figuur 5** : Kennisdomeinen actiegerichte kennis gebaseerd op Jensen (2002, 2004)
- Figuur 6** : Het ontstaan van fossiele grondstoffen
- Figuur 7** : Gefractioneerde destillatie van aardolie
- Figuur 8** : "Overshoot day" prognose voor 2023
- Figuur 9** : De 4R's gebruikt o.a. in de chemische industrie (reduce, reuse, recycle, recover)
- Figuur 10** : De algemene circulariteitsladder met 10 R's
- Figuur 11** : Het 6-stappen duurzaamheidsplan (eigen creatie)
- Figuur 12** : Aantal Wooclap deelnemers tijdens de interventie op 31 maart 2023
- Figuur 13** : Gestelde vragen tijdens de interventie m.h.v. Wooclap
- Figuur 14** : Resultaten op vraag 2 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 15** : Voortest op vraag 1 en 2 op de stageplaats Hogeschool VIVES
- Figuur 16** : Resultaten op vraag 3 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 17** : Resultaten op vraag 4 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 18** : Resultaten op vraag 5 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 19** : Resultaten op vraag 6 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 20** : Resultaten op vraag 7 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 21** : Resultaten op vraag 8 via Wooclap tijdens de interventie
- Figuur 22** : Resultaten op vraag 10 via Wooclap tijdens de interventie

## **Lijst van tabellen**

**Tabel 1** : Resultaten op vraag 1 via Wooclap tijdens de interventie

**Tabel 2** : Resultaten op vraag 9 via Wooclap tijdens de interventie



## Abstract

Duurzaamheid is een woord dat actueel in veel verschillende contexten wordt gebruikt. Bovendien is dit begrip polariserend, complex, soms emotioneel negatief beladen en enorm interpretatief. In het onderwijs is de plaats en de vertaalslag van dit thema ook niet altijd duidelijk. Het educatief onderzoeksonderwerp- en vraag van deze masterproef is daarom "Hoe maken we het complexe karakter van duurzaamheid concreet in één specifiek vak voor één bepaald doelpubliek?"

Breder denkend : "Kan een complex duurzaamheidsbegrip didactisch vertaald worden via een holistische methode zodat studenten een objectief multiperspectivistisch kader leren ontdekken om het meer tastbaar te maken, beter te begrijpen, oplossingen te creëren en daarmee hun duurzaamheidsvaardigheden aan te scherpen als onderdeel van de 21e-eeuwse vaardigheden?"

Dit educatief onderzoek omvatte o.a. het geven van een les aan de UGent aan studenten academische bachelor over de duale rol van fossiele grondstoffen in de chemische industrie. Via vraagstelling met het digitaal platform Wooclap werden bepaalde voorkennis en eventuele misconcepties gecontroleerd. Daarna werd een eigen ontwikkeld duurzaamheidsstappenplan aangeboden, dat de studenten daarna gedeeltelijk konden toepassen op één bepaalde casestudy. Resultaten tonen aan dat er een beperkte voorkennis was over het thema en dat het stappenplan de studenten een noodzakelijk kader gaven om het op de casestudy toe te passen. Conclusie is dat we via dit kleinschalig onderzoek vaststellen dat we als onderwijs zeker een rol kunnen spelen om complexe duurzaamheidsthema's te integreren en concreet te maken in een les mits de juiste omkadering. Adviezen naar de toekomst toe zijn dat het breder moet getest worden en dat het eerder een lessenpakket zou moeten worden i.p.v. één les en liefst in een offline vorm. Uiteraard noopt dit tot verder onderzoek in andere afstudeerrichtingen en voor andere vakken om te controleren of gelijkaardige conclusies getrokken kunnen worden. Dit moet gezien worden als een begin van een veel breder en langer onderzoek om te leren hoe het onderwijs duurzaamheid beter en concreter kan implementeren in de lessen en de curricula. Zodoende helpen we burgers te vormen die meewerken aan volhoudbare ontwikkeling in een duurzame maatschappij.

## 1. Inleiding

Het woord duurzaamheid wordt in heel wat contexten in de mond genomen, maar de interpretatie is heel complex en voor iedereen wel anders. Ook binnen het onderwijs merk je dat het moeilijk ligt om dit begrip te vertalen in een leerplan, een studierichting, een studiefiche of een specifiek lesdoel tijdens een les. Aan de UGent zijn er reeds een aantal initiatieven om duurzaamheid in het onderwijs te integreren. Deze masterproef werd daarom aangegrepen om het duurzaamheidsthema fossiele grondstoffen aan te brengen binnen een specifieke context, nl. een les chemie bij 2<sup>e</sup> bachelor handelsingenieur aan de UGent.

Naast mijn onderzoeksonderwerp "Hoe maken we het complexe karakter van duurzaamheid concreet in één specifiek vak voor één bepaald doelpubliek?" waren de belangrijkste deelonderzoeksvragen daarbij: "Bestaat er vanaf het begin al voldoende voorkennis en/of zijn er eventuele misconcepties over het duurzaamheidsthema?", "Hoe wordt verzekerd dat het objectief multiperspectivistisch duurzaamheidsdenken aan bod komt?", "Hoe kunnen hun duurzaamheidsvaardigheden aangescherpt worden?", "Hoe kan de invloed van de les op hun inzichten en visie getest worden?" en "Hoe maak je de les interactief?" Deze masterproef is opgedeeld in 4 paragrafen.

Het eerste deel is een literatuurstudie waar er vanuit multiperspectiviteit gekeken werd welke referentiekaders voor duurzaamheid er bestaan en hoe het hoger onderwijs daarvan gebruik kan maken om uiteindelijk tot een vakspecifieke benadering te komen. Daarnaast werd er nagegaan met de literatuurstudie hoe het duurzaamheidsdenken kan geïntegreerd worden in het kader van de 21e-eeuwse vaardigheden van de studenten en wat bepaalde actoren daarvan verwachten.

In dit deel werd ook het thema over fossiele grondstoffen uitgediept als voorbereiding voor het tweede deel. Dit was de methodologie hoe dit onderzoek werd aangepakt. In het derde deel werden de resultaten geanalyseerd en besproken met een kritische reflectie. Hier werden nog een aantal aanbevelingen gedaan om volgende onderzoeken uit te breiden en doelgerichter te maken en om eventuele aanpassingen te doen binnen de curricula. Tenslotte werd in een vierde deel de conclusie geformuleerd. Alles in het kader om duurzaamheid concreter te maken voor de studenten en hun duurzaamheidsvaardigheden aan te scherpen.

## 2. Literatuurstudie

In deze literatuurstudie wordt eerst op macroniveau gekeken om het groter kader te zien van duurzaamheid, daarna wordt dit thema steeds specifiek om zodoende te komen tot ons uiteindelijk doel, namelijk duurzaamheid concreter maken op het vlak van één specifiek thema, één specifiek vak binnen één specifieke doelgroep en opleiding. Via het geven van een speciaal hiertoe ontworpen les zal het onderzoek vorm krijgen. De algemene betekenis van duurzaamheid, die heel breed interpreteerbaar is, wordt in deze literatuurstudie minder belicht. Daartegenover wordt het thema van de fossiele grondstoffen iets meer belicht ter voorbereiding van de les op het specifiek bepaald microniveau. Ook wordt er rekening gehouden met het feit dat studenten in bepaalde andere vakken al verschillende duurzaamheidsaspecten voorgeschoteld zullen krijgen of kregen.

### 2.1 Referentiekaders van duurzaamheid

#### 2.1.1 Het globaal niveau

In 2015 werden 17 duurzaamheidsdoelen, de Sustainable Development Goals [SDG's] (Figuur 1) geformuleerd door de Verenigde Naties [VN] op het globaal vlak.

**Figuur 1:** De duurzame ontwikkelingsdoelstellingen (VN, 2022)

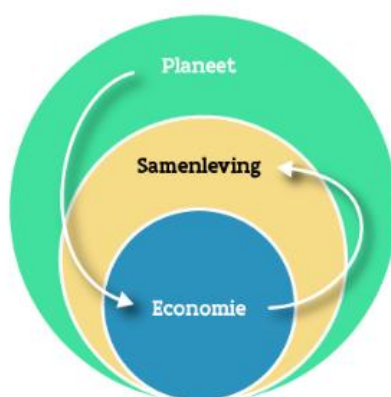


(United Nations, z.j.) geraadpleegd op 27 januari 2023  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

Kort samengevat komt het erop neer dat iedere ontwikkeling, van welke aard dan ook, altijd in balans moet zijn met de sociale, economische en ecologische duurzaamheid. Men noemt dit ook de triple P [3 P's], nl. People (de sociale dimensie), Planet (de ecologische dimensie) en Prosperity (of Profit) (de economische dimensie). (United Nations, z.j.)

Het genest model (Figuur 2) van deze 3 P's stelt dat een economie ten dienste moet staan van een sociaal rechtvaardige samenleving zonder de draagkracht van de aarde te overschrijden. Uiteraard geeft dit ook aanleiding tot een groter maatschappelijk debat over hoe alles hier gedefinieerd kan worden. (Vandenplas & Block, 2022)

**Figuur 2:** Genest model van de drie P's (sterke duurzaamheid)



(Vandenplas & Block, 2022)

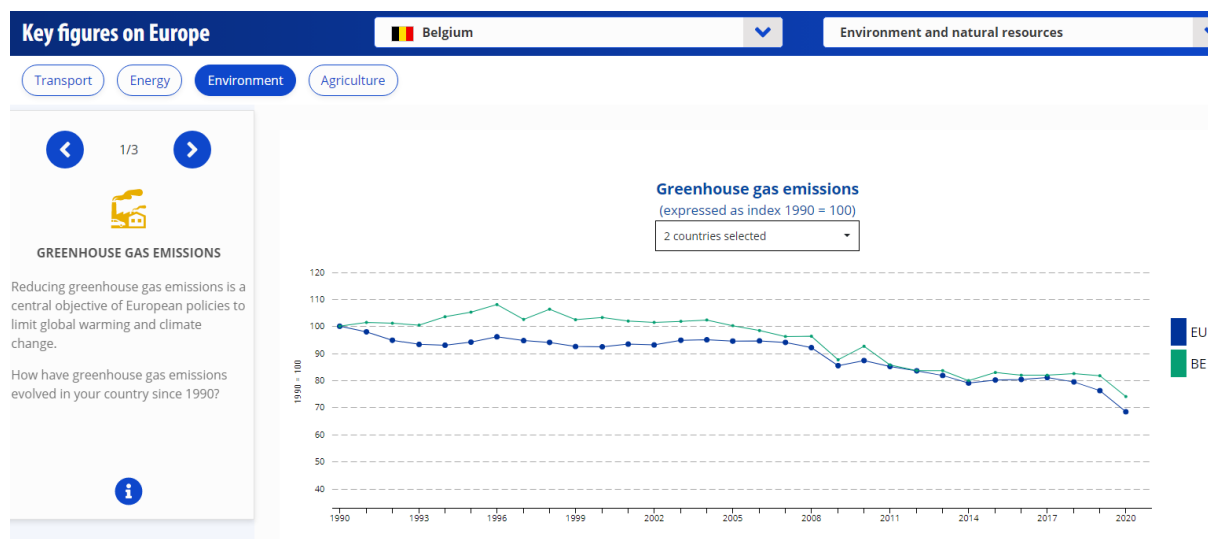
Op vlak van de duurzaamheidsdoelen is het belangrijk om zich te beperken tot die specifieke die in een studie van toepassing zijn om de juiste focus te behouden.

### **2.1.2 Het Europees niveau**

Europa heeft deze SDG's gebruikt als basis voor zijn Europees milieubeleid tot 2050. Men heeft de Europese "Green Deal" in het leven geroepen om Europa tot

het eerste koolstof- en klimaatneutrale continent te maken tegen 2050 door in te zetten op groene grondstoffenefficiënte technologie en energiebronnen zonder volksgezondheid en -welzijn in gevaar te brengen. Op vlak van kunststofverpakkingen is er o.a. een richtlijn naar maximale recycleerbaar- en herbruikbaarheid tegen 2030. (Europese Unie, Europese Green Deal, 2022) Verder verbindt de Europese Unie [EU] zich tot het succesvol uitvoeren van het akkoord van Parijs (wereldwijde temperatuurstijging beperken tot maximaal 2°C) en de uitvoering van de EU-regeling van de handel van emissierechten van broeikasgassen. België scoort op dit vlak minder goed dan het Europees gemiddelde. (Figuur 3) (European Union, z.j.)

**Figuur 3:** De broeikasgasemissies van België t.o.v. Europa



(European Union, z. j.), geraadpleegd op 27 januari 2023

<https://ec.europa.eu/eurostat>

Als lidstaat van de EU moet België zich uiteraard aan deze richtlijnen houden en heeft het daarboven ook nog een eigen duurzaamheidsbeleid, dat we hier niet verder gaan bekijken omdat dit ons té ver zou leiden.

## 2.2 Invloed van de duurzaamheidsreferentiekaders op het bedrijfsleven

Belangrijk te vermelden is dat tijdens dit onderzoek ook regelmatig publicaties, richtlijnen of initiatieven uit Nederland werden meegenomen omdat deze op

bepaalde vlakken aanvullend zijn met wat er in België gebeurt op het vlak van de vertaalslag van duurzaamheid naar het onderwijs en het bedrijfsleven toe. In de chemische industrie werken België en Nederland heel nauw samen met elkaar en deze interactie heeft een verrijkend effect. Daarom juist deze keuze.

### **2.2.1 De rol van de vakorganisaties**

Essenscia is de vakorganisatie van de chemische industrie in België. Ze vertegenwoordigt een grote sector die goed is voor 315500 jobs en daarom kunnen ze ook wegen op bepaalde beslissingen binnen deze industrie. Sinds 2009 lanceert deze organisatie een duurzaamheidsrapport dat in kerncijfers de duurzaamheid van de Belgische chemische, life science- en kunststoffenindustrie op jaarlijkse basis weergeeft en dit op basis van specifiek bepaalde indicatoren die uiteraard een link hebben met de SDG's en wat Europa verwacht. (Essenscia, Belgische chemie en life science engageert zich met nieuw duurzaamheidsrapport voor Europese Green Deal, 2021)

Uit het laatste rapport van 2021 blijkt dat de sector zowel het waterverbruik als de emissies van broeikasgassen verder gereduceerd heeft t.o.v. het vorig rapport en dat er meer afval gerecycleerd werd. De sector is goed voor bijna de helft van alle industriële uitgaven in onderzoek en ontwikkeling in Vlaanderen. Essenscia doet ook aanbevelingen hoe de sector naar de toekomst toe nog beter kan scoren in duurzaamheid. Hun rol is hierin dus niet te onderschatten.

Volgens de directeur van innovatie van Essenscia moeten we 3 hoofdthema's onderscheiden in de innovatieagenda van de chemische en kunststoffenindustrie: ten eerste de ontwikkeling van technologieën voor koolstofdioxide [CO<sub>2</sub>]-reductie, zoals Carbon (dioxide) Capture, Utilisation and Storage [CCUS], ten tweede een doorgedreven circulaire economie van grondstoffen en materialen en tenslotte nieuwe duurzame producten met minimale impact op mens en milieu. Verder is een doorgedreven digitalisatie daarbij een must.

De Koninklijke Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie [VNCI], gaat in zijn visie nog iets verder. Ze spreekt extra over twee pilaren voor de duurzame chemie, nl. de synthese van chemische bouwstenen door recycleerbaar afval als alternatieve koolstofbronnen in te zetten en ten tweede bij het ontwerp van nieuwe kunststoffen rekening te houden met de recyclage achteraf of nog Eco Design for Recycling. ((VNCI, 2021), (Kunststoffverpakkingen, 2023))

## **2.2.2 De rol van Vlaanderen**

In Vlaanderen zijn er ook een aantal initiatieven om de chemische industrie te helpen in de richting van duurzaamheid. Duurzame chemie is één van de vijf sleutelsectoren in de Vlaamse economische circulaire toekomstvisie. Er worden hier een aantal van die initiatieven vermeld, vanwege de relevantie binnen de masterproef. Binnen "Circulair Vlaanderen", het knooppunt voor circulaire economie in Vlaanderen, is de agenda "chemie en kunststoffen" één van de zes werkagenda's waarrond men projecten uitbouwt. Daarnaast hebben we het "Blue Chem" project, een incubator voor duurzame chemie in de haven van Antwerpen met als hoofddoel om grondstoffen uit chemische reststromen te recupereren. (Bluechem, z.j.) Dit past binnen de strategische doelen van Calesti, de speerpuntcluster voor chemie en kunststoffen. Tenslotte hebben we de "Vlaamse waterstofvisie", die o.a. vermeldt dat waterstofgas een belangrijke molecule is voor onze industriële bevoorrading en energievoorziening. Vlaanderen wil daarom een belangrijke Europese waterstofgashub worden als we spreken over onderzoek, import en inzetbaarheid in nieuwe technologieën. ((Circulair, z.j), (Vlaamse regering, 2020 ))

## **2.3 De link tussen duurzaamheid en het onderwijs**

### **2.3.1 De Europese sleutelcompetenties voor het onderwijs**

Binnen het Europees referentiekader bestaan er acht sleutelcompetenties, die nodig zijn voor de zelfontplooiing van elk individu en voor de maatschappelijke inzetbaarheid van elke burger. Ze werden ontwikkeld vanuit het perspectief van levenslang leren. Duurzaamheid behoort tot deze acht sleutelcompetenties en aandacht gaat naar de complexiteit van duurzaamheidsvraagstukken, duurzame ontwikkeling en het systeemdenken.

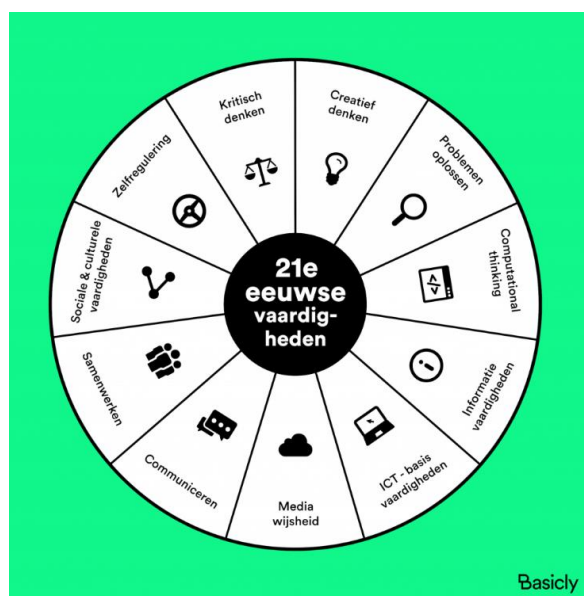
In Vlaanderen heeft men de duurzaamheidscompetentie op verschillende onderwijsniveaus proberen te vertalen via de eindtermen, via de curricula, ... echter dit blijkt niet evident. Dit didactisch vertalen is dus een educatieve uitdaging. ((Agentschap voor hoger onderwijs, ... (AHOVOKS),z.j.), (Departement onderwijs Vlaanderen, z.j.))

Bovenstaande vaststelling toont het belang en de relevantie van het onderzoeksonderwerp van deze masterproef binnen de onderwijspraktijk.

### 2.3.2 De 21e-eeuwse vaardigheden

The partnership for 21st century skills [P21] vormt het kader (Figuur 4) van deze 21e-eeuwse competenties en deze zijn nodig om succesvol te werken en leven in de 21<sup>e</sup> eeuw.

**Figuur 4:** De 21e-eeuwse vaardigheden



Geraadpleegd via Google afbeeldingen op 27 januari 2023  
<https://basicly.co/blog/21e-eeuwse-vaardigheden-in-de-klas>  
(tekening op de webpagina)

Alle vaardigheden kunnen op specifieke thema's vertaald worden en daarvan is duurzaamheid zeker een goed voorbeeld. Veel actoren binnen onze maatschappij gebruiken P21 ook als referentiekader om de link te leggen tussen onderwijs en duurzaamheid. De bedrijfswereld verwacht dat duurzaamheid een integraal onderdeel wordt van ieder curriculum dat studenten zodoende in staat stelt om in hun vakgebied hun keuzes altijd langs de duurzaamheidslat te leggen zowel op technisch, economisch als sociaal-maatschappelijk vlak.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation [UNESCO] heeft ook zijn verwachtingen m.b.t. duurzaamheid en heeft daar ook een 2 jaar durende



studie op uitgevoerd en zij spreekt over het nieuwe sociale contract voor het onderwijs. Uit de studie blijkt dat het onderwijs zijn belofte, om studenten te leren een vreedzame, rechtvaardige en duurzame wereld te creëren, niet waarmaakt. Daarom is de aanbeveling van UNESCO om de curricula te veranderen zodanig dat het ecologisch, intercultureel en interdisciplinair leren wordt benadrukt. (UNESCO, platform Vlaanderen, 2021)

Ook studenten hebben een bepaald verwachtingspatroon over duurzaamheid. Een enquête aan de UGent in 2021 laat duidelijk blijken dat studenten meer aan de slag willen gaan met actuele en concrete duurzaamheidsvraagstukken en dit in een interfacultaire setting. (Bleys, et al., 2021) Zij voelen zich na de studies niet in staat om in een werkcontext met duurzaamheid om te gaan. Na de studie werden o.a. aanbevelingen gedaan om de volgende vijf FUTUREproof criteria in de curricula te verwerken: vormen van T-shaped professionals, inter-, multi- en transdisciplinaire invulling van het curriculum, stepping stone-principe voor het verwerven van internationale en interculturele competenties, inbedding in de maatschappij en het centraal stellen van de student. Verder werd aanbevolen dat UGent ook meer moet investeren in inter- en transdisciplinaire onderwijspraktijken, ook voorbij samenwerkingsvormen met voornamelijk industriële partners en buiten de klassieke leslokalen.

Uiteraard is ook het onderwijsveld vragende partij om duurzaamheidsvaardigheden te vertalen op meso- en microniveau. Daarom doet de UGent ook aanbevelingen hoe je dit kan integreren in een les. (Universiteit Gent, Duurzaamheid als beleidsthema, 2022)

Tenslotte probeert ook Vlaanderen een bindende factor te zijn om dit waar te maken. "Duurzaam educatiepunt" is daarin één belangrijk referentiepunt dat we in de volgende paragraaf even toelichten.

### **2.3.3 Initiatieven in het hoger onderwijsveld**

In het kader van deze masterproef wordt er enkel gekeken wat er bestaat op vlak van het hoger onderwijs.

Het "Duurzaam educatiepunt", dat binnen het departement Omgeving valt in de Vlaamse overheid, werkt projecten uit, organiseert regelmatig vormingen en creëert lespakketten om de duurzaamheidsvaardigheden van professoren,

leerkrachten, begeleiders en studenten te bevorderen. (Vlaamse overheid duurzaam educatiepunt, z.j.)

Uit de informatieve website met de naam "lesgeven voor en over duurzaamheid" wordt er een gefundeerde basis gegeven hoe je duurzaamheid theoretisch en in de praktijk kan meenemen in de lessen. De inhoud van deze website is het resultaat van een samenwerking tussen de 5 Vlaamse universiteiten. Verder wordt ook het "Whole Institute Approach" aangeraden als men met duurzaamheidseducatie aan de slag wenst te gaan. Dat betekent dat duurzaamheid op alle vlakken gedragen moet worden binnen de universiteit en ook duidelijk zichtbaar moet zijn. Aangezien mijn doelpubliek in deze masterproef 2<sup>e</sup> bachelor handelingsingenieur zijn, is het ook belangrijk om te refereren naar een gezamenlijk project tussen de Hogeschool PXL (een Hogeschool in Belgisch Limburg) en CIFAL Flanders (expertise centrum in SDG's training). (CIFAL Flanders, 2023) Eén van de trajecten daar is om in de masteropleiding van handelsingenieur, maatschappelijk verantwoord ondernemen mee te nemen in hun masterproefportfolio. Tenslotte is het wenselijk om ook nog "Ecocampus" te vermelden, dat een milieuzorgproject is van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid, op maat van het hoger onderwijs. Dit project richt zich op de vraag hoe milieuzorg meer aan bod kan komen in de opleidingen, maar ook in het campus- en studentenleven.

Aangezien deze masterproef gebeurt binnen de UGent, werd tijdens de literatuurstudie de aandacht besteed aan de initiatieven die van hieruit reeds opgestart werden en die voor deze masterproef de basis vormen om de interpretatie van het onderzoek, namelijk een eigen hoorcollege, voor te bereiden. De UGent engageert zich met een ambitieuze duurzaamheidsvisie en wil duurzaamheid integreren in haar onderwijs, onderzoek, maatschappelijke dienstverlening en bedrijfsvoering. Bovendien is duurzaamheid één van de Universiteitsbrede Beleidskeuzes [UBK's] van de UGent die door de huidige beleidsploeg naar voren geschoven wordt. De UGent kiest duidelijk voor de sterke interpretatie van het duurzaamheidsaspect of nog het genest model (Figuur 2). ((Universiteit Gent, Duurzaamheid als beleidsthema, 2022), (Vandenplas & Block, 2022))

Op de website van de UGent kan men verschillende aanbevelingen en studies bekijken over hoe je duurzaamheid in opleidings- en eindcompetenties vertaalt, welke werkvormen je kan gebruiken en hoe je dit finaal evalueert. In september

2022 werd o.a. de derde editie van de zomerschool "Klimaat" aan de UGent georganiseerd en dit bood de mogelijkheid om een week te discussiëren en kennis op te doen op vlak van de gelaagdheid van het begrip duurzaamheid.

Uit een duurzaamheidsenquête van 2021 bij de studenten aan de UGent, met als hoofdvraag hoe je duurzaamheid meer kan verankeren in de opleidingen, blijkt dat er een nood is om meer aandacht te besteden aan duurzaamheid in hun opleiding. (Bleys, et al., 2021)

Hier volgen een aantal hoofdlijnen van deze duurzaamheidsenquête die ook in het onderzoek zullen meegenomen worden.

Duurzaamheid wordt gezien als een "wicked problem". Dat betekent dat er niet alleen een wetenschappelijke discussie bestaat over de feitelijke kennis en over wat nu precies het probleem is, maar dat er daarnaast ook een maatschappelijke discussie is. In het onderzoek binnen deze masterscriptie zal het zeer belangrijk zijn om enerzijds aan de studenten de best beschikbare kennis mee te geven, maar anderzijds ook de complexiteit van een duurzaamheidsvraagstuk te duiden. (Vandenplas & Block, 2022)

Alvorens duurzaamheid wordt meegenomen in de opleiding is het enorm belangrijk om vooraf te bepalen wat studenten moeten geleerd hebben na één of meerdere duurzaamheidscolleges en vooral welke werkvormen er gebruikt zullen worden om dat te bereiken. De invulling kan vanuit een puur feitelijke invalshoek zijn, maar ook vanuit een normatief of pluralistisch kader of zelfs een combinatie van de drie. Daarom dat er binnen deze studie opgeroepen wordt om dat binnen de opleidingen goed te bespreken en het voorgesteld zelfanalysekader te gebruiken waarin men als vakgroep of als professor een aantal duurzaamheidsvragen doorloopt. Een mooie samenvatting over wat men wenst dat studenten leren wordt getoond in de figuur over actiegerichte kennis. (Figuur 5).

**Figuur 5:** Kennisdomeinen actiegerichte kennis gebaseerd op Jensen (2002, 2004)



(Vandenplas & Block, 2022 )

Uit deze literatuurstudie volgt duidelijk dat de integratie van het concept "duurzaamheid" in het onderwijs niet eenvoudig is en dit wegens de complexiteit en de abstractheid van het woord duurzaamheid. Wanneer we studenten willen leren om over duurzaamheid na te denken en oplossingen te zoeken voor duurzaamheidsvraagstukken, is er dus een didactiek nodig die hen leert hoe ze met deze complexiteit en abstractie moeten omgaan. Het doel van deze masterproef is een dergelijke didactiek te ontwikkelen en te onderzoeken of het met behulp van deze didactiek mogelijk is om via een les over één specifiek thema binnen één specifiek vak en voor één specifieke doelgroep, het begrip duurzaamheid concreet te maken.

Er werd gekozen om de ontwikkelde didactiek toe te passen in een les van het vak scheikunde in het tweede jaar bachelor handelsingenieur aan de faculteit "Economie en bedrijfskunde" van de Ugent. Als thema werd fossiele grondstoffen gekozen. In de volgende sectie wordt dit thema wetenschappelijk uitgediept.

## **2.4. Meer info over fossiele grondstoffen**

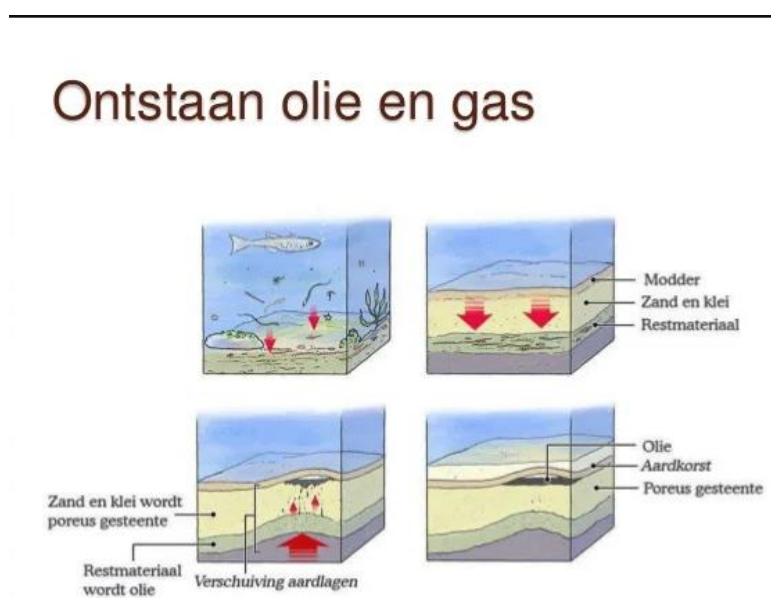
De reden waarom er gekozen werd voor het vak scheikunde in het tweede jaar bachelor handelsingenieur aan de faculteit "economie en bedrijfskunde" van de UGent was omdat de promotor voor deze masterproef daar ook professor is. Het moeilijkste was het kiezen van het thema. Uiteindelijk is het fossiele grondstoffen

geworden en in de volgende rubrieken wordt dit thema wetenschappelijk uitgediept. Ook hier geldt weer het principe dat er over de grens met Nederland werd gekeken wegens eerder omschreven redenen.

### 2.4.1 Kadering en begrip van fossiele grondstoffen

Fossiele grondstoffen zijn koolwaterstofverbindingen die zijn ontstaan uit resten van plantaardig en dierlijk leven in het geologisch verleden van de aarde. Door druk van verschillende bovenliggende aardlagen, bepaalde temperaturen en de lange tijdsduur ontstaan mogelijks ontginbare en bruikbare fossiele grondstoffen.(Figuur 6)

**Figuur 6:** Het ontstaan van fossiele grondstoffen

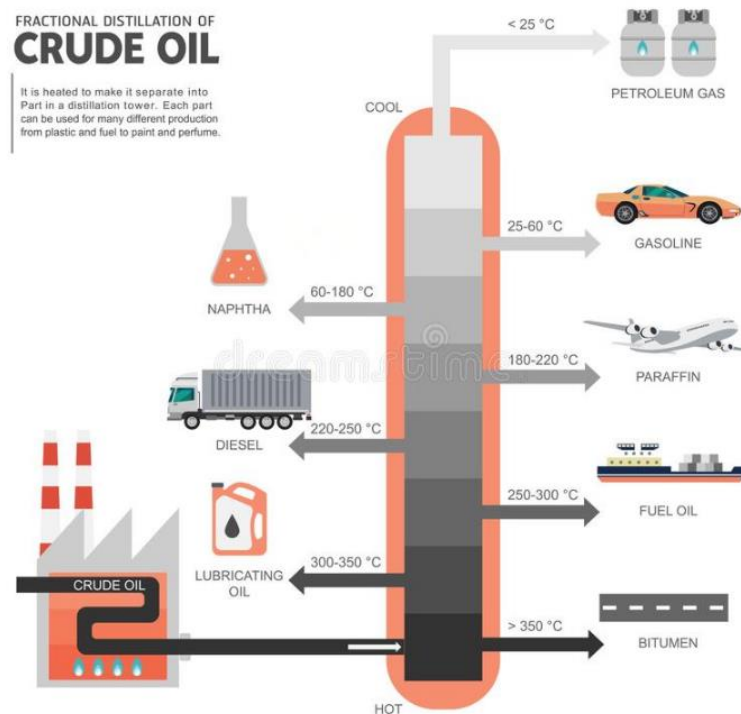


Geraadpleegd via google afbeeldingen op 20 februari 2023  
<https://www.pinterest.com/pin/449515606536493701/>

Hieronder vallen aardolie, aardgas, steenkool, bruinkool en turf. Deze gaven oorspronkelijk geen CO<sub>2</sub> af omdat ze zich bevonden onder de vele lagen aarde. Eens ze opgeboord of opgegraven worden geven ze al voor eerste keer CO<sub>2</sub> af. (Wikipedia, 2023) De fossiele grondstoffen worden gebruikt als energiebron (fossiele brandstoffen), maar ook voor het maken van diverse producten ("de nafta"). Er bestaat in de volksmond zeer veel verwarring als het gaat over fossiele

bronnen.nl. men spreekt vooral over de fossiele brandstoffen, maar veel minder over de fossiele grondstoffen. Dit is logisch omdat bij de gefractioneerde destillatie van ruwe olie bijvoorbeeld, slechts 10 tot 15% van deze olie gebruikt wordt als grondstoffen voor de verwerkende chemische en aanverwante industrie en 90 tot 85% voornamelijk gebruikt wordt in en als brandstoffen. (Figuur 7)

**Figuur 7:** Gefractioneerde destillatie van aardolie



Geraadpleegd via google afbeeldingen op 20 februari 2023  
<https://thumbs.dreamstime.com/b/gefractioneerde-distillatie-van-ruwe-oliediagram-103307657.jpg>

Het is heel belangrijk om tijdens het onderzoek voor deze thesis aan de studenten mee te geven dat er nu vooral bij de duurzaamheidsdiscussie over fossiele bronnen hoofdzakelijk gedacht wordt aan de vervuilende brandstoffen en minder aan het totale pakket. Op dit gebied is zeker nood aan een duidelijk kader zodat iedereen hetzelfde startpunt heeft alvorens dit thema tegen de duurzaamheidslat te leggen. De koolstofcyclus uitleggen als een normaal proces op deze aarde is ook een noodzaak om het geheel wetenschappelijk te kaderen.

### 2.4.2 Belang en uitdagingen van fossiele grondstoffen in chemie

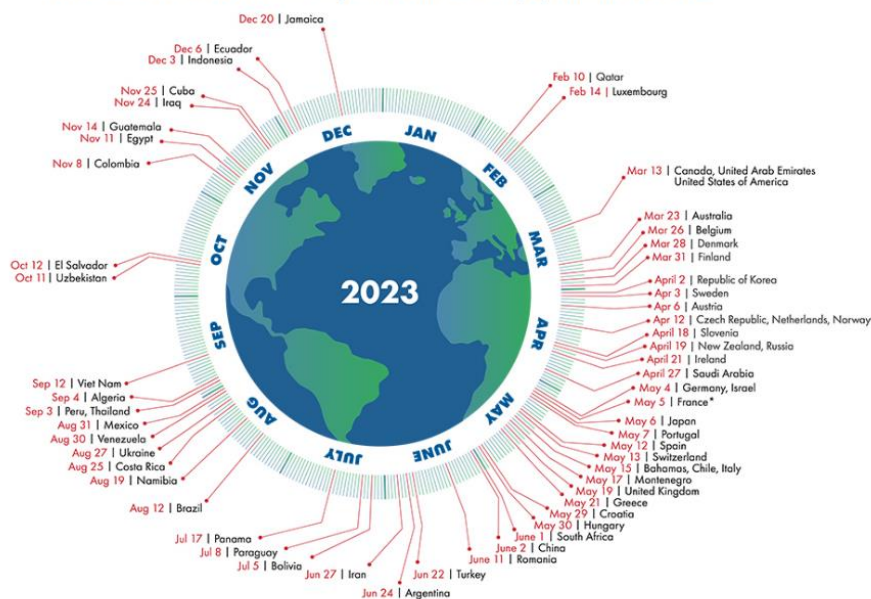
De verklaring waarom er veel fossiele grondstoffen gebruikt worden, is omdat deze een aantal voordelen hebben zoals: eenvoudige winning, goedkoop, gemakkelijk op te slaan en te transporteren en een heel hoge calorische waarde. In de chemische industrie zijn deze fossiele grondstoffen dus de basis als energie- én als grondstofbron om verschillende chemische moleculen te produceren. Deze sector kan niet zonder fossiele grondstoffen omdat er in veel gevallen actueel nog geen evenwaardige alternatieven zijn. De chemische industrie kan dus zeker, met de actuele wetenschappelijke kennis, niet koolstofneutraal worden en werken.

Echter fossiele grondstoffen hebben ook heel wat nadelen zoals: bij verbranding de afgifte van de broekasgassen CO<sub>2</sub>, zwavel- en stikstofverbindingen, fijn stof, roet, ..., de uitputbaarheid, de negatieve invloed op de omgeving (aardbevingen, olievlekken, ...) en het feit dat ze niet overal in gelijke mate aanwezig zijn waardoor er veel onzekerheden kunstmatig kunnen gecreëerd worden op vlak van beschikbaarheid en prijs. (redactie, duurzaamheidsbedrijfsleven, 2019)

De problematiek is vooral dat, door de groeiende bevolking (9 miljard tegen 2050) en door een enorme vraag naar industriële en consumptiegoederen, we eigenlijk té veel van deze natuurlijke grondstoffen verbruiken en daarmee de natuurlijke draagkracht van het systeem aarde vele malen overschrijden. Er komt té veel CO<sub>2</sub> in de koolstofcyclus waardoor we een versterkt broeikaseffect creëren. De prognose van de overshoot day voor 2023 ligt globaal op 13 mei en voor België zou dit al zijn op 26 maart. (Figuur 8) (Footprint network, 2023)

**Figuur 8:** "Overshoot day" prognose voor 2023

## When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



Geraadpleegd op 20 februari 2023

<https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/#:~:text=The%20133rd%20day%20of%202022%20is%20the%2013th,greater%20than%20global%20biocapacity%20per%20person%20%281.6%20gha%29.>

Uit voorgaande literatuurstudie wordt het duaal karakter van fossiele grondstoffen voor de chemische industrie duidelijk geschetst.

Eenzijds kan de chemische industrie niet zonder de koolstofchemie (fossiele grondstoffen) en is deze industrie verantwoordelijk voor een té hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot. Anderzijds zijn wij, met onze stijgende consumptiepatronen, ook één van de oorzaken van deze stijgende uitstoot. Zeker ook belangrijk om te duiden dat fossiele grondstoffen overall aanwezig zijn. Van kledij, naar hygiëneproducten, voeding,... maar ook in hernieuwbare toepassingen zoals coatings van windmolens, ...

### 2.4.3 Alternatieve grondstoffen en de link met duurzaamheid



De chemische industrie moet, waar mogelijk, op zoek naar duurzame bronnen van koolstof als aanvulling. Dat wordt enerzijds ingegeven door de bovenstaande genoemde nadelen van fossiele grondstoffen, maar anderzijds ook door verschillende wetgevingen en door de roep vanuit de maatschappij om ethisch verantwoord te produceren. Actueel worden volgende koolstofbronnen als mogelijks meer duurzame alternatieven gezien om chemische producten te maken of energie op te wekken. (Znidarsic, z.j.)

1. Het recycleren van bestaande kunststoffen op mechanisch, fysisch en chemisch vlak
2. Het gebruik van biomassa (algen, hout, suikerbiet, ...) als grondstof (CO<sub>2</sub> – fermentatie)
3. Het hergebruik van CO<sub>2</sub> (afvalgassen, lucht, biogas,...) uit gassen als grondstofbron
4. Hernieuwbare energiebronnen zoals wind- en zonne-energie en geothermie (warmtenetten bijvoorbeeld)
5. Inzetten van H<sub>2</sub> als alternatieve energiedrager

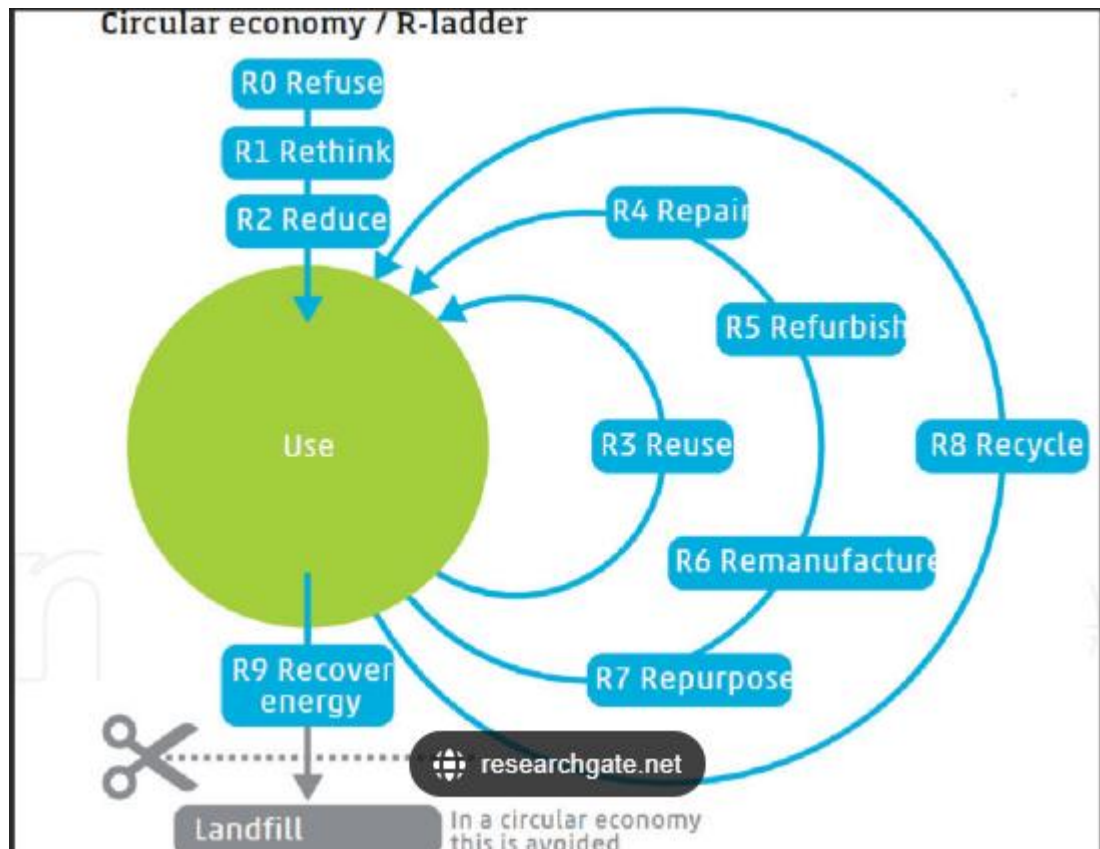
Echter veel van deze bronnen worden nog maar kleinschalig ingezet of zitten nog in de onderzoeksfase. Zoals eerder vermeld zullen deze alternatieven, met de huidige stand van zaken, altijd moeten gezien worden als een aanvulling van de fossiele grondstoffen. Actueel wordt circulariteit binnen de chemische industrie o.a. veel als basisidee genomen, en binnen de ladder van circulariteit meer specifiek de volgende 4R's nl. "Reduce, Reuse, Recycle en Recover". (Figuur 9) en (Figuur 10)

**Figuur 9:** De 4R's gebruikt o.a. in de chemische industrie (reduce, reuse, recycle, recover)



Geraadpleegd via google afbeeldingen op 20 februari 2023  
<https://id.pinterest.com/duniaprintingSKP/4r-reduce-reuse-recycle-recover/>

**Figuur 10:** De algemene circulariteitsladder



Geraadpleegd via google afbeeldingen op 20 februari 2023  
[https://www.researchgate.net/figure/R-ladder-of-circularity-strategies-Source-Netherlands-environmental-assessment-agency\\_fig2\\_352518011](https://www.researchgate.net/figure/R-ladder-of-circularity-strategies-Source-Netherlands-environmental-assessment-agency_fig2_352518011)

Deze 4 R-woorden schetsen best wat er actueel binnen deze industrie gebeurt. We kunnen natuurlijk niet voorspellen hoe dit in de toekomst zal evolueren. Daarentegen zijn er ook wat hinderpalen om deze circulaire grondstoffen te kunnen inzetten. In het volgende stuk (2.4.4) zullen deze van naderbij bekeken worden. Dit hoofdstuk dient vooral om te duiden in het onderzoek dat er al heel wat alternatieve pistes bekeken worden door de chemische industrie. En uiteraard moet er duidelijk gemaakt worden dat duurzaamheid binnen deze chemische sector ook betekent dat er vanaf de grondstofwinning tot de afvalwerking, Life

Cycle Analysis [LCA], gekeken wordt wat de voetafdruk is gebaseerd op de 3 P's. Duurzaamheidsbeleid moet altijd een multisparenbeleid zijn en dat moet ook duidelijk gemaakt worden tijdens het onderzoek. Als men spreekt over duurzaamheid van alternatieven, moet de link ook altijd gelegd worden met de gouden regel van de regeneratie in de natuur: "Afval van de ene is voeding voor de andere, niets gaat verloren." (De Smedt, 2023)

#### **2.4.4 Duiding van het complex duurzaamheidskader**

Via verschillende wereldwijde klimaatprotesten (Milieudefensie, z.j.) vragen vele mensen zich af waarom het allemaal niet vlugger kan, want we hebben geen tweede planeet om op te leven. Een aantal factoren maken dat het inderdaad niet zo gemakkelijk is om duurzamer te werken.

Als de belangrijkste factor wordt hier de subsidiëring vanuit de overheden genoemd en dit is absoluut noodzakelijk om te komen tot volwaardige duurzame oplossingen. In Vlaanderen hebben we naast "Bluechem" en "Het waterstofnet" ook het project "Moonshot", dat 20 miljoen euro per jaar voorziet om disruptief onderzoek te doen aan Vlaamse universiteiten en kennisinstellingen, echter dat is ruim onvoldoende. Bedrijven gaan hun eigen kapitaal aanspreken of organiseren een fundraising om aanvullende onderzoeken te financieren. In de actuele moeilijke economische situaties loopt dit niet optimaal en is er soms uitstel te zien omdat er andere prioriteiten zijn. Dit is te betreuren, maar is wel een blijvende realiteit.

Daarnaast is de wetgeving er niet altijd of niet duidelijk genoeg om bepaalde nieuwe technologieën gemakkelijker te kunnen introduceren. Denken we daarbij ook aan de verschillen tussen de Verenigde Staten en Europa die beiden op een andere manier duurzame projecten subsidiëren. Zo is er enerzijds het Amerikaanse Inflation Reduction Act [IRA], dat interessante subsidies voorziet aan bedrijven met duurzame technologieën en zo ook Europese bedrijven lokt om hun innovatieve duurzame ontwikkelingen bij hen te verwezenlijken. Anderzijds heb je in Europa het Green Deal Industrial Plan die helemaal vervaagt op het vlak van subsidies t.o.v. het IRA. Er is als het ware een wedloop om bedrijven aan te trekken en dit op basis van financiële impulsen. (Trends) (z.n., 2023)

Verder zit de chemische industrie ook met een imagoprobleem. Denken we maar aan de meerdere protesten in het recente verleden in het havengebied van Antwerpen, dat de grootste chemiecluster is van Europa.

Tenslotte moet er ook benadrukt worden dat deze alternatieve koolstofbronnen nog altijd vele malen calorisch minder efficiënt zijn dan de fossiele bronnen en dat speelt uiteraard ook mee. (energievergelijk, z.j.) Aansluitend zwijgen we dan ook nog over de huidige mindere economische winsten i.v.m. de fossiele grondstoffen. Er zijn nog heel wat andere factoren die alles complex maken, maar deze worden hier niet verder belicht. Belangrijkste punt dat we hier meenemen is dat duurzaamheid altijd in relatie moet gezien worden met de verschillende actoren binnen de maatschappij.

Uit deze literatuurstudie blijkt duidelijk dat het enerzijds moeilijk is om het complexe thema van duurzaamheid didactisch te vertalen tijdens de les en anderzijds dat het noodzakelijk is om dit te integreren als een 21e-eeuwse vaardigheid. Er is dus een duidelijke noodzaak van dit educatief onderzoek.

De probleemstelling "Hoe maken we het complexe karakter van duurzaamheid concreet in één specifiek vak voor één bepaald doelpubliek?" is één mogelijke benadering van een onderzoek en dat zal hier verder uitgewerkt worden.

En om het onderzoek beter vorm te geven is er een noodzaak om op volgende onderzoeksvragen een antwoord te vinden "Bestaat er vanaf het begin al voldoende voorkennis en/of zijn er eventuele misconcepties over het duurzaamheidsthema?" , "Hoe wordt verzekerd dat het objectief multiperspectivistisch duurzaamheidsdenken aan bod komt?" , "Hoe kunnen hun duurzaamheidsvaardigheden aangescherpt worden?", "Hoe kan de invloed van de les op hun inzichten en visie getest worden?" en "Hoe maak je de les interactief?"

### **3. Methodologie**

#### **3.1 Onderzoeksdoelstellingen, onderzoeksdesign en -model**

De doelstellingen waren hier hoe we de duurzaamheid concreet kunnen maken op een microniveau binnen een complex, multidisciplinair en multiperspectivistisch macrokader en hoe de effecten daarvan kunnen gemeten worden.

Om na te gaan of het mogelijk is om duurzaamheid concreet te maken binnen één specifiek vak en één specifieke doelgroep werd er enerzijds een les met een zelf gecreëerde methode voorbereid en gegeven en anderzijds werden de studenten tijdens de les regelmatig geactiveerd en bevraagd via het digitale platform Wooclap om het effect van de interventie na te gaan. Dit platform wordt door de UGent ondersteund als digitaal stemplatform wegens de verzekerde anonimiteit en de grote verscheidenheid aan interactiemogelijkheden. (Universiteit Gent, Wooclap : een digitaal stelsysteem, 2023)

Het actiegerichte kennismodel werd gebruikt als het theoretisch model. (Figuur 5). Mijn onderzoek is vooral een interventiestudie.

De kennis over de effecten en de grondoorzaken van het gebruik van fossiele grondstoffen werd tijdens de les wetenschappelijk belicht met een PowerPointpresentatie die een leidraad was en die veel concrete voorbeelden gaf. Een zelf-ontwikkeld 6-stappen-duurzaamheidsplan (Figuur 11), als rode draad doorheen de les, werd toegepast op de fossiele grondstoffen binnen de chemische industrie en later gedeeltelijk op een nieuwe situatie.

**Figuur 11:** Het 6-stappenduurzaamheidsplan (eigen creatie)



Het moest ook de mogelijke veranderingsstrategieën en visies, noodzakelijk binnen een bedrijfscontext en voor de eigen ontwikkeling van de studenten, duidelijk maken.

De studie werd uitgevoerd volgens de richtlijnen uit het Algemeen Ethisch Protocol van de faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen (Universiteit Gent, z.j.). Studenten werden vooraf verwittigd via het UGent Ufora platform, konden vooraf het informatie- en toestemmingsformulier (informed consent) (Bijlage 3 en 4) bekijken en werden daardoor op de hoogte gesteld van het vrijwillig en anoniem karakter van dit onderzoek. Tijdens de interventie werd dit nog eens herhaald en was er ook een mogelijkheid om het geïnformeerd toestemmingsdocument in afgedrukte versie te ontvangen en anoniem te tekenen. Studenten werden geïnformeerd dat bepaalde van hun antwoorden anoniem kunnen gebruikt worden binnen dit onderzoek.

## **3.2 Verloop van het onderzoek**

### **3.2.1 Inventarisatie van de stand van zaken**

Na overleg met de promotor en copromotor werd er voorgesteld dat ik een les ging maken over één specifiek duurzaamheidsonderwerp voor 2<sup>e</sup> bachelor handelsingenieur aan de UGent voor het vak scheikunde. Er werd gekozen voor deze richting omdat hier al verschillende initiatieven lopen om duurzaamheid te integreren in het curriculum. (Vandenplas & Block, 2022)

Er werd een screening gedaan op de website van de UGent bij de studiekeizer op het niveau van de opleiding bachelor of science handelsingenieur en daar werd opgemerkt dat het woord "duurzaamheid" niet echt voorkomt in de beschrijving van de inhoud van deze opleiding. De lesfiche van het vak scheikunde binnen deze opleiding werd daarna gecontroleerd en ook daar wordt er actueel nog geen verwijzing gedaan naar duurzaamheid. Na een gesprek met de professor van het vak chemie blijkt dat duurzaamheid af en toe aangekaart wordt, maar het blijkt eerder fragmentarisch en niet structureel te zijn.

### **3.2.2 Opbouw van de interventie**

#### **3.2.2.1 Kaderen van de interventie**

Aangezien er slechts iets meer dan 2 uren tijd was voor de interventie, was het belangrijk om de les binnen de juiste kaders te situeren en zeer gestructureerd en opbouwend te werken.

Met betrekking tot het eerder vermeld duurzaamheidsthema is er nog specifiek gekozen voor "de fossiele grondstoffen en hun duale rol voor de chemische industrie". Deze keuze werd gemaakt vanwege drie redenen : ten eerste heb ik zelf meer dan 25 jaar in deze sector gewerkt, ten tweede stel ik iedere keer weer vast in gesprekken met verschillende actoren dat er over het thema wel wat misconcepties bestaan in relatie met de duurzaamheid en ten derde worden handelsingenieurs opgeleid als een schakel tussen economie en wetenschappen. Zij kunnen een belangrijke rol spelen in het vinden van duurzame oplossingen. Tijdens de les was het belangrijk dat ik enerzijds meegaf dat de chemische industrie niet zonder de koolstofchemie (fossiele grondstoffen) kan en een grote uitstoot van CO<sub>2</sub> veroorzaakt, maar dat anderzijds ook onze bestaande en groeiende consumptiepatronen meespelen in de discussie over de stijgende CO<sub>2</sub>-uitstoot. Zeker ook belangrijk om te duiden dat fossiele grondstoffen gebruikt worden voor allerlei toepassingen (van kledij, naar hygiëneproducten, voeding, ... maar ook in hernieuwbare toepassingen zoals in coatings van windmolens, kunststofonderdelen bij zonnepanelen, ...).

Met betrekking tot de SDG's werd hier voor deze thesis een selectie gemaakt van SDG 7 (betaalbare en duurzame energie), SDG 9 (industrie, innovatie en infrastructuur), en SDG 12 (verantwoorde consumptie en productie ). (United Nations, z.j.) Uiteraard zijn alle SDG's in elkaar verstrengeld en is het soms sterker om ook een SDG te kiezen die atypisch is voor het vak, maar om de juiste focus te behouden, werd dit hier in deze studie niet meegenomen. De aandacht werd vooral toegespitst op de economische en ecologische duurzaamheid en minder op de sociale duurzaamheid.

Er werd zelf een 6-stappenplan (Figuur 11) bedacht en gemaakt om hen een objectief kader te bieden, dat ze dan mogelijks ook voor andere duurzaamheidsthema's binnen andere vakken, buiten de scheikunde, kunnen gebruiken. De multi-inzetbaarheid was hier doorslaggevend.

Heel belangrijk om tijdens de les voldoende momenten in te plannen zodat enerzijds de voorkennis en eventuele misconcepties bij de studenten over het thema kunnen gecheckt worden, maar anderzijds ook de effecten van deze les. Dat zullen de meetresultaten worden binnen dit onderzoek.

Daarom werden veel vragen gesteld en werd aan de studenten gevraagd om een deel van het stappenplan toe te passen op een nieuwe casestudy uit de chemische industrie met als vraag : "Wat doen we met het lood uit batterijen dat nu in de afvalstroom belandt?"

### **3.2.2.2 Bepalen van duidelijke lesdoelen**

Zoals bij iedere les is het cruciaal om over duidelijke lesdoelen te beschikken. Bij het bepalen van de lesdoelen voor dit college moest er voor ogen gehouden worden dat de lestijd zeer beperkt was en dat het mogelijk moest zijn om iets te kunnen meten om de bijdrage van de les te kunnen inschatten. Zoals we in het vak krachtige leeromgevingen binnen de Educatieve Master [EDUMA] opleiding geleerd hebben: "Wat wil je dat de studenten kennen en doen tijdens en na je les?" (Valcke, 2019) Daarom werden volgende lesdoelen geformuleerd:

Het hoofdoel:

"De studenten zien in dat fossiele grondstoffen een sterk duale rol hebben in de chemische sector. Enerzijds zijn ze van levensbelang maar putten de aarde uit en anderzijds maken onze levensstijl en het niet bestaan van evenwaardige alternatieven het moeilijk om volledig fossielvrij te werken."

Via een specifieke vraagstelling en de daartoe aangepaste werkvormen, wordt er voor en na de les gekeken of er een verandering te zien is op het vlak van het denkpatroon en de inzichten van de studenten.

Wat de studenten moeten kunnen na de les, is dat ze bij een volgend duurzaamheidsvraagstuk beseffen dat het complex is, dat ze eraan denken om het duurzaamheidsstappenplan te gebruiken en dat ze multidisciplinair en multiperspectief te werk gaan bij de keuze(s) van mogelijke oplossingen.

Om het nog concreter te maken werden er nog een aantal deellesdoelen toegevoegd, nl.:

Deellesdoel 1:

"De studenten kunnen fossiele grondstoffen binnen de chemische industrie kaderen, erkennen het belang en de nadelen, kennen mogelijke alternatieven en kunnen dit linken aan een complex duurzaamheidskader."



Deellesdoel 2:

“De studenten begrijpen de rol van het objectief duurzaamheidsstappenplan, dat multiperspectivistisch duurzaamheidsdenken stimuleert, binnen de les zodat de fossiele grondstoffen binnen de chemische industrie via verschillende brillen bekeken worden.”

Deellesdoel 3:

“De studenten kunnen het objectief duurzaamheidsstappenplan gedeeltelijk toepassen op een ander duurzaamheidsvraagstuk.”

Deellesdoel 4 :

“Studenten kunnen hogere orde denkprocessen, High Order Thinking skills [HOT's] gebruiken, zoals toepassen, analyseren en creëren bij het omzetten van de theorie in een nieuwe situatie. De studenten gebruiken 21e-eeuwse vaardigheden (het kritisch, creatief en oplossingsgericht denken) om complexe duurzaamheidsvraagstukken op te lossen.”

### **3.2.2.3 Bepalen van doeltreffende werkvormen**

Tijdens de les werden er verschillende werkvormen gecombineerd. Directe instructie, met de hulp van video- en simulatiemateriaal, werd afgewisseld met specifieke interactieve werkvormen. Daar is er o.a. gekozen om te werken met het digitale stemplatform Wooclap, dat ook ondersteund wordt binnen de UGent. Dat werd enerzijds gebruikt om data te verzamelen over de voorkennis, de visie en de eventuele misconcepties over het duurzaamheidsthema bij de studenten en anderzijds om de effecten van de les te meten en de feedback en feedforward te krijgen van de studenten. Dat laatste diende dan ook als evaluatie. (Universiteit Gent, Wooclap: een digitaal stelsysteem, 2023)

Daarnaast werd er gewerkt met het UGent Ufora platform voor scheikunde (F000903 A), waarop ze een aantal documenten konden vinden en gebruiken om de theorie om te zetten in een specifieke situatie. We werkten daar met het Think-pair-share principe. (Wikipedia, Think-pair-share, 2022)

Dit principe is gebaseerd op het feit dat studenten voldoende tijd krijgen tijdens een opdracht om zelf na te denken en dan samen met één of meerdere studenten

te kunnen discussiëren en delen. Uiteraard hadden de studenten ook de vrije keuze om alleen te werken.

Op het einde werd er gecheckt of er een verschil was in kennis, attitude en inzichten t.o.v. het begin.

### **3.3 Dataverzameling**

Om de vragen voldoende doelgericht te maken, werd tijdens het voorbereiden van de interventie gecheckt met de verantwoordelijke lesgever, wat de basiskennis van de studenten was over het duurzaamheidsthema en het duurzaamheidsdenken zodat de latere vraagstelling voldoende kwalitatieve data zou kunnen opleveren. A.h.v. deze info werd dan een reeks vragen opgesteld zodat er gericht data voor en na de interventie op hun effect kon vergeleken worden. Mijn copromotor hielp me om de vragen nog wat te verfijnen. Er werd, zoals eerder vermeld, met Wooclap gewerkt als online stemplatform en met Worddocumenten voor de informed consent en de casestudy die alle studenten online en/of gedrukt (voor studenten aanwezig in de aula) konden lezen en invullen. Alle dataverzameling gebeurde tijdens de les. Een kleine voortest werd op eigen initiatief gedaan tijdens een stage aan de Hogeschool VIVES, maar had eerder als bedoeling om te testen of Wooclap functioneerde en welke antwoorden naar boven kwamen. Enkel de 2 voorkennisvragen werden daar getest en vermeld in dit onderzoek.

## **4. Resultaten, discussie en reflectie**

### **4.1 Algemene resultaten**

Tijdens de interventie op 31 maart 2023 waren er 25 mensen fysiek aanwezig in de Franz Cumont aula aan de campus Boekentoren van de UGent. (Bijlage 1) Hoeveel mensen online volgden kon niet exact gemeten worden. Toen het Wooclap platform online werd geactiveerd, waren er 71 deelnemers. (Figuur 12)

**Figuur 12:** Aantal Wooclap deelnemers tijdens de interventie op 31 maart 2023

[← Terug](#)

## DUURZAAMHEID FOSSIELE GRONDSTOFFEN TESTFASE

Aantal deelnemers: 71

<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, Geraadpleegd in april 2023.

Dat betekent dat er nog minstens 46 studenten online aan het meevolgen waren. Dit is echter niet 100% zeker. Afhankelijk van de vraag varieert het aantal respondenten, gemiddeld antwoordden 58 deelnemers. Dat kan erop wijzen dat ze vrijwillig gekozen hebben om bepaalde vragen wel of niet te beantwoorden, dat zowel on- als offline. Tenslotte kan het voor bepaalde interacties ook zijn dat 1 respondent meerdere antwoorden heeft gestuurd.

Voor de start van de les werden 27 getekende informed consent (Bijlage 3) documenten ingediend op een anonieme manier, echter meer studenten namen potentieel het document online door tijdens de interventie of ervoor. Alle documenten waren vooraf beschikbaar op het Ufora platform. (Bijlage 4)

Er werden 10 vragen via Wooclap gesteld, waarvan er 2 waren om de voorkennis te testen over het duurzaamheidsthema van de fossiele grondstoffen. Met 2 andere vragen werd gecheckt of de studenten multiperspectivistisch kunnen denken en een duidelijke visie kunnen verwoorden. Tenslotte waren er 6 vragen om enerzijds het effect te testen van de interventie en om anderzijds de feedback en feedforward te krijgen van de studenten. (Figuur 13)

**Figuur 13:** Gestelde vragen tijdens de interventie m.h.v. Wooclap

**wooclap**

[www.wooclap.com](http://www.wooclap.com)

*Event code = ADAONE*

**Even jullie mening....**

“Hoeveel % (ongeveer) in deze studentenkamer is op basis van fossiele grondstoffen ?”

“Wat maakt dat fossiele grondstoffen in het debat over klimaatverandering ter discussie staan ?”



Door deelname aan wooclap ga je akkoord dat de resultaten geanonimiseerd gebruikt worden voor mijn masterproef.

**Stap 2 : Actuele objectieve info over het thema**

**Fossiele grondstoffen : het belang voor de chemische industrie**

**wooclap**

[www.wooclap.com](http://www.wooclap.com)

*Event code = ADAONE*

**Opnieuw jullie mening .....**

“Waarom zijn fossiele grondstoffen cruciaal voor de chemische industrie ?”

“Wat maakt het complex, volgens jullie, om fossielvrij te werken ?”



Door deelname aan wooclap ga je akkoord dat de resultaten geanonimiseerd gebruikt worden voor mijn masterproef.

## Feedback over de aanpak van deze les

### Opnieuw jullie mening .....

wooclap

[www.wooclap.com](http://www.wooclap.com)

Event code = ADAONE



“ Welk inzicht(en) op vlak van duurzaamheid en foss.grond. hebben jullie vandaag geleerd ? ”

“ Hoe kan/kon het stappenplan helpen in het zoeken naar oplossingen voor een complex duurzaamheidsprobleem ? “

“ Wat is de meerwaarde om duurzaamheid concreet te maken op 1 specifiek thema tijdens deze les chemie ? ”

“ Hoe kunnen duurzaamheidsvragen nog beter en anders in een les geïntegreerd worden ? ”

“ Prioriseer de verschillende onderwerpen uit de les . ”

“ Wat vonden jullie minder aan deze interventie ? “

Door deelname aan wooclap ga je akkoord dat de resultaten geanonimiseerd gebruikt worden voor mijn masterproef

### Eigen creaties

Er werden 20 ingevulde casestudies ontvangen waarvan 13 op papier en 7 online. (Bijlage 2) Tijdens deze casestudy werd aan de studenten gevraagd om stap 3 en 4 van het duurzaamheidsstappenplan (Figuur 11) te doorlopen nadat ze vooraf wat algemene info konden doornemen die voor het onderzoek werd voorbereid. Sommige studenten werkten alleen, andere studenten vormden groepjes van 2 of 3 personen. Het duurzaamheidsthema was hier “lood in afgedankte batterijen”. Ze moesten zich afvragen wat 2 mogelijke duurzame oplossingen konden zijn en dan doorgeven waarvoor ze gekozen hadden. Deze keuze was enerzijds gebaseerd op de info die ze kregen of die ze zelf zochten over het nieuwe thema en de alternatieven en anderzijds op het toepassen van een deel van het duurzaamheidsstappenplan die ze tijdens de les kregen. Ze konden gebruik maken van het internet om te zoeken naar duurzame oplossingen. Ze kregen daarvoor iets meer dan 30 minuten. De vraagstelling was : “Zijn er alternatieven met dezelfde eigenschappen en een beter duurzaamheidsprofiel ?” , “Kunnen we 1 of meerdere R’s gebruiken van de circulariteitsladder ?” (Figuur 10), “Hebben jullie andere innovatieve ideeën, maar gebaseerd op een wetenschappelijk basis? ” Met Wooclap kan je gemakkelijk een overzicht van de resultaten visualiseren. Woordenwolken en priorisering werden hier onder een portable document format [pdf] vorm verwerkt. Dat waren vragen 2 t.e.m. 8 en vraag 10. (Figuur 14 t.e.m.

22, die verder in deze thesis te zien zijn) Cijfermateriaal werd onder een Excel-vorm bewaard, dat waren vragen 1 en 9. (Tabel 1 en 2) (verder te zien in de thesis)

Voor de casestudy werden zowel de ingediende afgedrukte versies als de online versies overlopen. Daar werd vooral gekeken naar hun denkproces om tot 2 duurzame oplossingen en 1 finale keuze te komen en minder naar de juistheid van hun antwoorden. Er werd ook nagegaan welke bronnen ze gebruikten en of ze multiperspectief hadden nagedacht. Om die multiperspectiviteit te bevorderen werd er gevraagd naar een alternatief of naar een hergebruik of naar een nieuw idee. Verder werd er ook geverifieerd wat hun feedback was op 3 gestelde vragen over hoe ze deze oefening ervaren hadden. Er werd voor alles nagegaan of er één of meerdere trends zichtbaar werden.

Er kon worden vastgesteld dat het aantal respondenten per vraag sterk varieerde. De vraag of en hoe duurzaamheidsvragen nog beter geïntegreerd kunnen worden tijdens een les aan de UGent had 70 respondenten. De vraag over wat ze minder vonden aan deze interventie had slechts 27 respondenten. Maar alles is uiteindelijk voldoende om mee te nemen in het onderzoek.

Verder kon er ook vastgesteld worden dat een minderheid niet alle vragen bij de casestudy hadden ingevuld en sommigen lieten de feedback volledig open.

Anderen daarentegen vulden alles goed in. (Bijlage 2)

## **4.2 Kwalitatieve deelresultaten**

Tijdens de les merkte ik in het begin een wat afwachtende houding van de studenten aanwezig in de aula. Maar naarmate we vorderden binnen het thema zag ik een positieve evolutie in de interactie. Dat werd bewerkstelligd door af en toe hun mening te vragen en daarvoor lukraak iemand uit het publiek aan te spreken. Tijdens de casestudy liep ik ook rond in de aula, ik zag actieve deelname (Bijlage 1) en sprak af en toe studenten aan om te zien hoe het verliep. Er kwamen vragen tijdens het uitvoeren van de taak. Op het einde van de les had ik een apart vragenmoment voorzien en ook daar kwamen er spontaan een aantal. Tenslotte stelden een aantal studenten mij nog extra vragen na de les. Door deze verschillende vragen leek het dat er interesse was gewekt bij sommige studenten en dat de les wel interactiviteit teweegbracht.

De studenten die online meevolgden, antwoordden alleen op de Wooclap vragen, een minderheid diende de casestudy in. Er was geen chatmogelijkheid.

Alle data die verkregen werden, werden meegeteld in dit onderzoek.

### 4.3 Kwantitatieve deelresultaten

Bij de analyse van de vragen die via Wooclap werden gesteld, kon het volgende worden vastgesteld.

Op vraag 1: (Tabel 1)

“Hoeveel % (ongeveer) in deze studentenkamer is op basis van fossiele grondstoffen ?”

stel ik vast dat er 47 geantwoord hebben en dat 27,7% het juiste antwoord hadden, nl. dat de fossiele grondstoffen overal zitten. Dat bevestigt dat de studenten niet altijd weten waar deze grondstoffen allemaal gebruikt worden. Bij het stellen van deze zelfde vraag aan studenten van de richting agrotechnologie aan de Hogeschool VIVES werd een gelijkaardig resultaat verkregen. Daar hadden 29% het juiste antwoord. (figuur 15) Het doelpubliek had dezelfde leeftijd. Het gebeurde tijdens een eerder geplande stage en diende als kleine voortest.

Uit deze vraag kunnen we afleiden dat niet iedereen weet waar fossiele grondstoffen inzitten.

**Tabel 1:** Resultaten op vraag 1 via Wooclap tijdens de interventie

Hoeveel % (ongeveer) in deze studentenkamer is op basis van fossiele grondstoffen ?		
Keuze	Aantal stemmen	%
60%	31	65,96
0%	0	0
100%	13	27,66
30%	3	6,38
Via sms	0	
Via website	47	

<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 2: (Figuur 14)

“Wat maakt dat fossiele grondstoffen in het debat over klimaatverandering ter discussie staan?”

zie ik dat er 65 antwoorden verstuurd zijn. 49% daarvan gaan over CO<sub>2</sub>-uitstoot en broeikasgassen, 29% gaan in de richting van de eindigheid en de uitputting waardoor er schaarste kan ontstaan, 22% zijn iets meer gevarieerde woordcombinaties zoals “niet duurzaam”, “Russen”, “ geografische ongelijkheid”, “afhankelijkheid”, “vervuilend” en “schadelijk”.

Bij het stellen van deze vraag aan dezelfde studenten, zoals hierboven beschreven, aan de Hogeschool VIVES kwamen gelijkaardige antwoorden. Echter daar kwam “Poetin” en “de oorlog” nog sterker naar boven dan aan de UGent. (figuur 15)

Ik zie hier op geen enkel moment woorden zoals “ hun dual karakter” ( we hebben ze nodig, maar ze stoten CO<sub>2</sub> uit ) of “ons stijgend consumptiepatroon”. Dat is wat hen tijdens de les daarna ook nog extra werd uitgelegd.

**Figuur 14:** Resultaten op vraag 2 via Wooclap tijdens de interventie



 **2. Wat maakt dat fossiele grondstoffen in het debat over klimaatverandering ter discussie staan ?** 65 respondenten



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

**Figuur 15:** Voortest op vraag 1 en 2 op de stageplaats Hogeschool VIVES



3. **Waarom staan fossiele grondstoffen in discussie op vlak van klimaatveranderingen ?**

111 respondenten



<https://app.wooclap.com/events/ZGQKGJ/0>, geraadpleegd in maart 2023

Op vraag 3: (Figuur 16)

“Waarom zijn fossiele grondstoffen cruciaal voor de chemische industrie ?”

lees ik 42 antwoorden en 29% daarvan spelen in op de energetische waarde, 24% zien het als goedkope grondstof en energie, 17% refereren duidelijk naar de kunststofproductie. In de overige 30% van de woordcombinaties kan je “organische stoffen”, “geen alternatieven”, “alkanen”, “rendabel” en “productie van brandstoffen, pharmacie en voedingsmiddelen” vinden.

Ik mis hier woorden als “ook gebruikt voor hernieuwbare producten” en minder voorbeelden van minder evidente gebruiksgoederen zoals “kledij, verzorgingsproducten, ...”. Dat is wat hen tijdens de les daarna ook extra nog werd uitgelegd.

**Figuur 16:** Resultaten op vraag 3 via Wooclap tijdens de interventie

### 3. **Waarom zijn fossiele grondstoffen cruciaal voor de chemische industrie?**

42 respondenten



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 4: ( Figuur 17)

“Wat maakt het complex, volgens jullie, om fossielvrij te werken ?”

kan ik 41 antwoorden vinden. 39% melden dat er geen evenwaardige alternatieven zijn en moeilijk om die te vinden, 32% gaan in de richting dat fossielvrij duur is, de resterende 29% spreken over “té weinig technologische kennis”, “belangenvermenging” en “tijdstekort”. Ik zie op geen enkel moment “belemmeringen door wetgevingen” , “té weinig financiële ondersteuning” of “een stijgend consumptiepatroon”. Dat is wat hen tijdens de les daarna ook extra nog werd uitgelegd.

**Figuur 17:** Resultaten op vraag 4 via Wooclap tijdens de interventie

#### 4. Wat maakt het complex, volgens jullie, om fossielvrij te werken ?

41 respondenten



<https://app.woodlap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 5: (Figuur 18)

“ Welk(e) inzicht(en) op vlak van duurzaamheid en fossiele grondstoffen hebben jullie vandaag geleerd ? ”

tel ik 46 antwoorden. Echter er zijn twee antwoorden die vermoedelijk foutieve ingaves zijn en die daarom nietszeggend zijn. Daarom laten we er maar 44 meetellen. 50% hebben geleerd dat men veel alternatieven test en dat bepaalde al gebruikt worden, maar dat het moeilijk blijft (té duur), 25% geven aan dat ze geleerd hebben dat fossiele grondstoffen echt overal zitten en dat met de actuele kennis fossielvrij werken niet mogelijk is. De resterende 25% hebben het volgende genoteerd : “complexiteit”, “er is een duaal probleem in de chemische industrie”, “ actueel moet men combineren ( fossiel en fossielvrij )” en “het hoeft niet allemaal negatief bekeken te worden”. Uitgebreidere info is terug te vinden in bijlage 5. Daar worden hun volledige antwoorden letterlijk geciteerd.

De bovenstaand vermelde woorden zijn allemaal tijdens de les aangehaald geworden.

**Figuur 18:** Resultaten op vraag 5 via Wooclap tijdens de interventie

4/6/23, 11:22 AM

Wooclap

5. **Welk inzicht(en) op vlak van duurzaamheid en fossiele grondstoffen hebben jullie vandaag geleerd ?** 46 respondenten



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 6: (Figuur 19)

“Hoe kan/kon het stappenplan helpen in het zoeken naar oplossingen voor een complex duurzaamheidsprobleem?”

heb ik 51 antwoorden gevonden in het overzicht. 39% loven het feit dat ze daarmee een structuur, een overzicht en een houvast hebben. 29% zeggen dat het een hulp is om multiperspectief en oplossingsgericht te denken, 18% prijzen de eenvoud en de bruikbaarheid van de methode aan. De resterende 12% spreken van “ook bruikbaar in andere contexten”, “nauwkeurig”, “kritisch tewerk gaan” en “duidelijke verwachtingen”.

Slechts 1 antwoord (2%) is negatief en meldt dat het geen meerwaarde is.

Deze antwoorden doen vermoeden dat de gebruikte methode toch eerder een duidelijke impact heeft gehad.

**Figuur 19:** Resultaten op vraag 6 via Wooclap tijdens de interventie

4/6/23, 11:22 AM

Wooclap

**6. Hoe kan/kon het stappenplan helpen in het zoeken naar oplossingen voor een complex duurzaamheidsprobleem ?** 51 respondenten



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 7: (Figuur 20)

“Wat is de meerwaarde om duurzaamheid concreet te maken op 1 specifiek thema tijdens deze les chemie?”

kreeg ik 66 keer een antwoord. 2 zijn daarvan niet bruikbaar (Not applicable). Het hoofdwoord daar is “toepassing”, 19% geven aan dat dit heel toepasbaar is. Het tweede meest in het oog springend woord is “inzicht” met 14%. Andere woorden of zinnen die interessant zijn om te vermelden zijn “...een extra boost want dit is zeer waardevol”, “duidelijk”, “Het zet ons aan om na te denken over de toekomst”, “wetenschappelijke onderbouwing”, “voldoende diepgang”, “Anders blijft het té vaag, té algemeen” en “Duurzaamheidsdenken activeren bij studenten”. Er is hier geen enkel negatief antwoord gegeven.



Andere interessante woorden waren “taken”, “Niet op het einde als er tijd over is”, “Studie aan werk koppelen” en “economische gevolgen van bepaalde duurzaamheidsstrategieën voldoende duiden”.

Het thema van duurzaamheidsvragen blijkt duidelijk te leven bij deze studentengroep en de luide roep om dat meer aan bod te laten komen tijdens hoorcolleges of practica, komt heel pertinent naar boven uit hun antwoorden.

**Figuur 21:** Resultaten op vraag 8 via Wooclap tijdens de interventie



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 9: (Tabel 2)

“Prioriseer de verschillende onderwerpen uit de les.”

De studenten moesten 100 punten verdelen over de verschillende items.



Hier werd "het concreet en tastbaar maken van duurzaamheid door de keuze van 1 specifiek thema" als hoogste prioriteit vernoemd. Het was 25% van de totale score. Daarna volgde "het eigen gemaakte duurzaamheidsstappenplan", dat 21% voor zijn rekening nam. Op de derde plaats kwam "de multiperspectivistische en multidisciplinaire kijk op het thema" met 19%, gevolgd door "de casestudy" en "de instructie en didactiek" die beiden 18% haalden.

Ik merk dat alles redelijk behoorlijk scoort, daaruit zou men kunnen afleiden dat alles wel zijn plaats had in het groter geheel van de interventie.

**Tabel 2:** Resultaten op vraag 9 via Wooclap tijdens de interventie

Prioriseer de volgende onderwerpen van het nuttigst tot het minst bruikbaar m.b.t. het duurzaamheidsdenken in een complex kader ? ( ook voor andere thema's of bij andere vakken in de toekomst) ( geef aan alles een score tot je in totaal 100 % hebt)	
Keuze	Totaal punten
Het concreet en tastbaar maken van duurzaamheid door de keuze van 1 specifiek onderwerp	1009
Het "duurzaamheid" stappenplan	826
De multiperspectieve en multidisciplinaire kijk op het gekozen onderwerp tijdens de les	741
De case-study om wat we gezien hebben toe te passen op een ander duurzaamheidsvraag	715
De instructie en didactiek van de lesgever	709
Via sms	0
Via website	40

<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Op vraag 10: (Figuur 22)

"Wat vonden jullie minder aan deze interventie ?"

kwamen 27 antwoorden. Ik haal hier enkel de hoogste scores uit. Er was duidelijk een nood om meer tijd en uitleg te krijgen voor en over de casestudy. Studenten vonden het té kort binnen het geheel van de les. 26% van de antwoorden waren in die richting. Dat was ook te verwachten. 22% vonden dat bepaalde dingen

voor hen herhaling waren. 11% hadden graag iets meer cijfers gezien. De rest waren eerder iets persoonlijkere commentaren of minder specifiek.

Er waren er die geen opmerkingen hadden en die alles in orde vonden.

**Figuur 22:** Resultaten op vraag 10 via Wooclap tijdens de interventie



<https://app.wooclap.com/events/ADAONE/0>, geraadpleegd in april 2023.

Met betrekking tot het tweede stuk van de interventie:

Bij het bekijken van de verschillende uitwerkingen van de casestudy kan ik eigenlijk vaststellen dat ieder document aantoont dat ze met een kritische blik twee alternatieven bekeken hebben, daarvan de voor-en nadelen afgewogen hebben om dan een keuze te maken en dat ze verschillende bronnen hebben bekeken om info in te winnen. Het voorstel dat het meeste naar voor kwam als alternatief voor de loodaccu was de Lithium-ion-batterij, in 60% van de gevallen was dat één van de opties. Daarna kwam met 35% de zoutwaterbatterij als één van de opties. Wat er helaas heel weinig aan bod kwam was de recyclage, slechts 1 iemand had daaraan gedacht.

Diezelfde persoon kwam ook met een innovatief idee om zoveel mogelijk componenten te recyclen uit oude zonnepanelen. Een ander innovatief idee was dat een groepje studenten ook een economisch investeringsplan had vermeld om vlugger tot goedgekeurde alternatieven te komen. Dat "out of the box" denken komt op 10% van de totale casestudies, hieruit blijkt dat het multiperspectivistisch karakter van het onderzoekswerk minder sterk naar boven kwam. Vermoedelijk kan de beperkte tijd hier een rol spelen. Het viel ook op dat 3 casestudies (15%) niet volledig werden ingevuld. (Bijlage 2) Het was ook verrassend dat een aantal studenten de chatbot ChatGPT gebruikten als bron van info. Andere bronnen waren de alom bekende zoals Wikipedia, Sciencedirect,... maar ook heel wat sites uit Nederland zoals [www.zonnefabriek.nl](http://www.zonnefabriek.nl), [www.elfa.nl](http://www.elfa.nl), [www.accudienst.nl](http://www.accudienst.nl), [www.tue.nl](http://www.tue.nl), [www.handyman.nl](http://www.handyman.nl),... .

Daar kan men zich wel wat vragen bij stellen of ze de meest efficiënte bronnen gevonden hebben om correcte info te vinden, echter tijdsgebrek zal hier zeker bepalend geweest zijn. Ik stel vast dat ze hier eigenlijk niet altijd wetenschappelijk onderbouwde bronnen hebben gebruikt. Maar men moet zich ook afvragen of de studenten dit op deze leeftijd ook al voldoende beheersen.

Bij de feedback kwam duidelijk naar voren dat ze vonden dat ze té weinig tijd en info hadden om gefundeerde keuzes te maken. Verder vonden de meesten dat het duurzaamheidsstappenplan hen had geholpen en dat het moeilijk was om voor- en nadelen van oplossingen t.o.v. elkaar af te wegen. Dit werd ook aangehaald in de les dat kiezen bij zo'n complexe vragen altijd een beetje verliezen is en dat hebben de studenten ook duidelijk gemeld dat dit hier het geval was. Er kwam ook heel duidelijk naar boven dat ze zich zeker niet in een comfortzone voelden.

#### **4.4 Discussie en reflectie**

A.h.v. bovenvermelde resultaten is het nu belangrijk om dit even te kaderen binnen mijn onderzoeksonderwerp of -vraag en binnen de gestelde lesdoelen en dit allemaal aan een discussie te onderwerpen.

Op de onderzoeksonderwerp en -vraag : ""Hoe maken we het complexe karakter van duurzaamheid concreet in één specifiek vak voor één bepaald doelpubliek ?" is het duidelijk dat het concreet maken hier kon waargemaakt worden door een goed onderbouwde PowerPoint presentatie te voorzien als middel over het duurzaamheidsthema "Fossiele grondstoffen en de duale rol in de chemische

sector.” Tijdens de les kon duidelijk de actiegerichte kennis aangebracht worden. Daarbovenop kon het complexe karakter geduid worden met de 6 stappen van het duurzaamheidsstappenplan. De antwoorden op vraag 7 bevestigen dit en tonen de validiteit aan.

Op de diepgaandere vraag:

“Kan een complex duurzaamheidsbegrip didactisch vertaald worden via een holistische methode zodat studenten een objectief multiperspectivistisch kader leren ontdekken om het meer tastbaar te maken, beter te begrijpen, oplossingen te creëren en daarmee hun duurzaamheidsvaardigheden aan te scherpen als onderdeel van de 21e-eeuwse vaardigheden?” is het antwoord ook positief en zeker door de ontwikkeling van een eigen 6-stappenplan. De antwoorden op vraag 6 ( 98% van de antwoorden waren dat het stappenplan een meerwaarde was ) en 9 (“het concreet en tastbaar maken van duurzaamheid door de keuze van 1 specifiek thema” werd als hoogste prioriteit vernoemd) en de antwoorden op de casestudies zijn daar overtuigend.

Op het hoofdoel: “De studenten zien in dat fossiele grondstoffen een sterk duale rol hebben in de chemische sector. Enerzijds zijn ze van levensbelang maar putten de aarde ook uit en anderzijds maken onze levensstijl en het niet bestaan van evenwaardige alternatieven het moeilijk om volledig fossielvrij te werken.”

kan er uit de antwoorden, enerzijds op de voorkennisvragen 1 en 2 en anderzijds daarna op de controlevragen 5 en 7 na de interventie, afgeleid worden dat een extra kadering van het hoofdthema van fossiele grondstoffen nodig was en zijn nut had. Maar meer tijd zou daar gerust mogen aan besteed worden. Dat was hier duidelijk een beperking.

Op het deellesdoel 1: “De studenten kunnen fossiele grondstoffen binnen de chemische industrie kaderen, erkennen het belang en de nadelen, kennen mogelijke alternatieven en kunnen dit linken aan een complex duurzaamheidskader.”

kan een gelijkaardige conclusie als hierboven gemaakt worden, nl. dat extra kadering van het hoofdthema van fossiele grondstoffen nodig was en zijn nut had en dat er meer tijd mocht aan besteed worden.

Op het deellesdoel 2:

“De studenten begrijpen de rol van het objectief duurzaamheidsstappenplan, dat multiperspectivistisch duurzaamheidsdenken stimuleert, binnen de les zodat de fossiele grondstoffen binnen de chemische industrie via verschillende brillen bekeken worden.”

kan iets minder duidelijk ingeschat en gemeten worden. De antwoorden op vraag 5 geven een bepaalde richting aan, maar zijn niet voldoende onderbouwd om hier vast te stellen dat de interventie een invloed had.

Op het deellesdoel 3:

“De studenten kunnen het objectief duurzaamheidsstappenplan gedeeltelijk toepassen op een ander duurzaamheidsvraagstuk.”

kan er gerefereerd worden naar de output van de casestudies. Ze kunnen het duidelijk toepassen, maar moet meerdere malen geoefend worden om daar betere resultaten uit te halen en de randvoorwaarden, zoals tijd, correcte vraagstelling en het gidsend werken van de lesgever, blijken hier cruciaal te zijn en zijn dan meteen ook suggesties.

Deellesdoel 4:

“Studenten kunnen hogere orde denkprocessen, High Order Thinking skills [HOT's] gebruiken, zoals toepassen, analyseren en creëren bij het omzetten van de theorie in een nieuwe situatie. De studenten gebruiken 21e-eeuwse vaardigheden ( het kritisch, creatief en oplossingsgericht denken ) om complexe duurzaamheidsvraagstukken op te lossen.”

Daar tonen de antwoorden op vraag 3 en 4 dat ze HOT's gebruiken. De resultaten op vraag 6 en de casestudy tonen ook aan dat ze al over 21e-eeuwse vaardigheden beschikken en dat deze interventie die vermoedelijk aangescherpt

hebben. Echter ook hier weer de opmerking, zoals hierboven, dat meer oefeningen nodig zijn om dat bevestigd te zien.

Uiteraard moet er ook gereflecteerd worden over de voor- en nadelen van deze interventie om de kritische blik te verzekeren. Eén van de sterke punten dat hier duidelijk naar boven is gekomen was het eigen gemaakte duurzaamheidsstappenplan. In zijn gestructureerde, concrete, eenvoudige en duidelijke opbouw kon het de studenten begeleiden tijdens de les en bij de casestudy en vermoedelijk kan het ook als basis dienen voor andere duurzaamheidsthema's. Dat blijkt uit de antwoorden op vraag 6 en 9. Ik kon ten tweede tijdens de instructiefase wat meer diepgang geven aan het gekozen duurzaamheidsonderwerp en hun duurzaamheidsdenken. Er kan een duidelijke evolutie in de voorkennisvragen 1 en 2 en daarna de controlevragen 5 en 7 na de interventie vastgesteld worden. Een derde voordeel is dat door in interactie te gaan met de aanwezige studenten in de aula, er ook meer betrokkenheid kon gecreëerd worden. De verschillende vragen die ze stelden, waren daarvan de getuigen en toonden dat er interesse was opgewekt.

Uiteraard zijn er ook een aantal nadelen te noemen. Antwoorden op vraag 10 gaven daar zeker een richting. De interactie met de online studenten was er niet en dat is uiteraard jammer. Dit was te merken aan het lage aantal dat de casestudy invulde online. Dat is een verbeterpunt indien dit nogmaals zou uitgetest worden. Het is noodzakelijk om daar in toekomstige gelijkaardige onderzoeken een chat- en videofunctionaliteit te voorzien. Of volledig te kiezen voor offline les. Verder was de beperkte tijd hier een enorm nadeel en dat werd ook meermaals aangekaart door de studenten. Lag ook in de lijn van de verwachtingen. Daar is de aanbeveling dat meer tijd voorzien moet worden. Het zou een lessenkast moeten worden i.p.v. één les. Dat zal ook de multiperspectivistische en multidisciplinaire kijk van de studenten beter funderen, wat hier ook niet voldoende kon verzekerd worden tijdens de casestudy. Verder had ik de indruk dat bepaalde duurzaamheidsaspecten reeds gekend of gezien waren en dat daar in de toekomst nog meer gecheckt moet worden wat bij welke vakken reeds toegelicht wordt. Te veel herhaling is misschien niet opportuun.

Verder is er ook een duidelijke roep van de studenten dat ze op hun honger zitten als het gaat over de tijdsbesteding tijdens de lessen m.b.t.

duurzaamheidsthema's. Antwoorden op vraag 8 waren daarover heel duidelijk. Daar is de aanbeveling om vakoverschrijdend een duidelijk plan te maken wie welke duurzaamheidsaspecten gaat integreren in de hoorcolleges en opdrachten en om daarvoor voldoende beschikbare tijd te voorzien. Maak het een duidelijk en zichtbaar onderdeel van de curricula. Tenslotte is het heel belangrijk om bij een opdracht en/of een casestudy, heel goed te kaderen. Hier kon de vraagstelling nog éénduidiger zijn en kon de lesgever meer gidsend zijn.

Het onderzoek was tenslotte betrouwbaar en de meetresultaten waren grotendeels wat gemeten moest worden, dus de validiteit was er.

## **5. Conclusie**

Mijn kleinschalig onderzoek maakt heel duidelijk dat je duurzaamheid kan integreren en kan concreet maken in een les voor een bepaald doelpubliek. Maar het vraagt voldoende vakoverschrijdende discussies en voorbereidingen. Het is ook heel belangrijk om met éénduidige, breed toepasbare en eenvoudige methoden te werken en in effectieve interactie te gaan met de studenten.

Uiteraard noopt dit tot verdere onderzoeken bij andere richtingen en andere doelgroepen om te zien of zo'n interventie daar ook gelijkaardige resultaten zal opleveren zodat men een bredere visie daarrond kan ontwikkelen over hoe men met duurzaamheid op een verantwoorde didactische methode kan omgaan.

## Literatuurslijst

- Agentschap voor hoger onderwijs, ... (Ahovoks). (z.j.). *Sleutelcompetentie duurzaamheid*. Retrieved januari 27, 2023, from Kwalificaties en curriculum: <https://www.kwalificatiesencurriculum.be/sites/default/files/2022-06/Sleutelcompetentie%20Duurzaamheid.pdf>
- Bleys, B., Vandenplas, E., Moerman, E., Lootens, F., Van Gysel, L., Block, T., . . . Van Hoyweghen, N. (2021). *Studenten over en voor duurzaamheid in hun opleiding*. Gent: Universiteit Gent.
- Bluechem. (z.j.). *Duurzame chemie*. Retrieved februari 20, 2023, from Bluechem: <https://www.bluechem.be/over-bluechem/duurzame-chemie/>
- Bulut, M., & Vleeschouwers, R. (2023). *Alternatieve grondstoffen*. (Vito) Retrieved februari 20, 2023, from Vito: <https://vito.be/nl/impact/alternatieve-grondstoffen>
- Business school, D. (z.j.). *Actie gericht ontwikkelen*. Retrieved januari 27, 2023, from DNHS Business school: <https://dnhs.nl/modellen/actiegericht-ontwikkelen/>
- Centre of expertise biobased economy. (z.j.). *Fossiele grondstoffen*. Retrieved februari 20, 2023, from Coebbe: <https://www.coebbe.nl/biobased-wiki/fossiele-grondstoffen/#:~:text=Fossiele%20grondstoffen%20zijn%20koolwaterstof%20verbindingen%20die%20zijn%20ontstaan,maar%20ook%20voor%20het%20maken%20van%20diverse%20producten.>
- CIFAL Flanders. (2023). *SDB learning network*. Retrieved januari 3, 2023, from CIFAL Flanders: <https://cifal-flanders.org/who-we-are/sdg-learning-network/>
- Circulair, V. (z.j.). *Werkagenda chemie en kunststoffen*. (Vlaamse Overheid) Retrieved februari 20, 2023, from Circulair Vlaanderen: <https://vlaanderen-circulair.be/nl/onze-aanpak/werkagenda-s/chemie-kunststoffen>
- De Smedt, S. (2023, februari 18). De natuur als inspiratie voor vernieuwende ideeën. *De Tijd*, pp. Retrieved februari 18, 2023
- Departement Onderwijs Vlaanderen. (z.j.). *Sleutelcompetenties*. Retrieved maart 1, 2023, from Onderwijs Vlaanderen: <https://www.onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijspersoneel/van-basis-tot-volwassenenonderwijs/lespraktijk/onderwijsdoelen-en-leerplannen/sleutelcompetenties>
- Energievergelijk. (z.j.). *Fossiele brandstoffen*. Retrieved februari 20, 2023, from Energievergelijk: <https://www.energievergelijk.nl/onderwerpen/fossiele-brandstoffen>
- Essenscia. (2019, oktober 22). *Duurzaamheidsrapport*. Retrieved februari 20, 2023, from Essenscia: [https://www.essenscia.be/featured\\_media/lancering-duurzaamheidsrapport-2019/](https://www.essenscia.be/featured_media/lancering-duurzaamheidsrapport-2019/)
- Essenscia. (2021, oktober 20). *Belgische chemie en life science engageert zich met nieuw duurzaamheidsrapport voor Europese Green Deal*. Retrieved februari 20, 2023, from Essenscia: <https://www.essenscia.be/industrie-in-transitie-belgische-chemie-en-life-sciences-engageert-zich-met-nieuw-duurzaamheidsrapport-voor-europese-green-deal/>
- European Union. (z.j.). *Data visualisations and key figures*. Retrieved februari 20, 2023, from Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat>
- Europese Unie. (2021, april 14). *EU-strategie voor chemische stoffen*. Retrieved januari 27, 2023, from Consilium Europe: <https://www.consilium.europa.eu/nl/infographics/eu-chemicals-strategy/>
- Europese Unie. (2022, december 6). *Europese Green Deal*. Retrieved januari 27, 2023, from Consilium Europe: <https://www.consilium.europa.eu/nl/policies/green-deal/>
- Europese Unie. (z.j.). *De weg naar een groener en duurzamer Europa*. Retrieved januari 27, 2023, from European Union: [https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/environment\\_nl](https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/environment_nl)
- Expertisecentrum hoger onderwijs. (2016, mei). *Duurzaam onderwijs in de praktijk*. Retrieved februari 20, 2023, from Universiteit Antwerpen: <https://www.uantwerpen.be/nl/centra/expertisecentrum-hoger-onderwijs/didactische-info/onderwijstips-chronologisch/archief/duurzaam-onderwijs/>
- Footprint network, G. (2023). *Country overshoot days 2023*. Retrieved februari 20, 2023, from Earth overshoot day: <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot->



- days/#:-:text=The%20133rd%20day%20of%202022%20is%20the%2013th,greater%20than%20global%20biocapacity%20per%20person%20%281.6%20gha%29.
- Fronza, V., & Velazquez, A. (2020). *Sustainability in formal education : ways to integrate it now*. Firenze: IUL University Research.
- Koopman, C., & Urbanus, J. (z.j.). *Biomassa als vervanger van fossiele grondstoffen*. Retrieved februari 20, 2023, from Brightsite center: <https://brightsitecenter.com/wp-content/uploads/2021/01/Biomassa-als-vervanger-van-fossiele-grondstoffen..pdf>
- Kunststoffverpackungen, I. (2023). *Design for recycling*. Retrieved februari 20, 2023, from Round table eco design of plastics packaging: <https://ecodesign-packaging.org/en/guidelines/strategies/design-for-recycling/#:-:text=Design%20for%20recycling%20aims%20at%20facilitating%20the%20recovery,gas%20emissions%2C%20which%20are%20responsible%20for%20climate%20change>.
- Milieudefensie. (z.j.). *Klimaatprotest door de jaren heen*. Retrieved maart 1, 2023, from Milieudefensie: <https://milieudefensiejong.nl/>
- Plastics Europe. (2021). *Introductie van chemische recycling : plastic afval wordt een waardevolle hulbron*. Den Haag: Plastics Europe. Retrieved from [https://plasticseurope.org/nl/wp-content/uploads/sites/6/2022/01/PlasticsEurope\\_Postition-Paper\\_Februari\\_2021\\_Chemische\\_recycling\\_DEF.pdf](https://plasticseurope.org/nl/wp-content/uploads/sites/6/2022/01/PlasticsEurope_Postition-Paper_Februari_2021_Chemische_recycling_DEF.pdf)
- Prima onderwijs, R. (2023). *Prima onderwijs tips en inspiratie*. (R. Prima onderwijs, Producer, & EDG Media) Retrieved januari 27, 2023, from Prima onderwijs: <https://www.primaonderwijs.nl/tips-inspiratie/15-x-lesideen-duurzaamheid>
- Redactie duurzaamheidsbedrijfsleven. (2019, april 24). *Chemiesector geeft inzicht in eigen duurzaamheid*. Retrieved februari 20, 2023, from Changeinc: <https://www.change.inc/industrie/chemiesector-geeft-inzicht-in-eigen-duurzaamheid-31443>
- Redactie media planet. (2021, april 29). *Chemiesector als bakermat van een betere wereld*. Retrieved februari 20, 2023, from Media planet: <https://nl.planet-future.be/duurzame-chemie/debat-de-chemiesector-als-bakermat-van-een-betere-wereld/>
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (2020, juli 30). *R-ladder : strategieën van circulariteit*. Retrieved januari 3, 2023, from RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/r-ladder>
- Scharlaekens, T. (2022, december 22). *Belangrijkste innovatiethema's op een rijtje*. Retrieved januari 27, 2023, from Sciencelink: <https://www.sciencelink.net/mensen-and-meningen/ticket/20981.article>
- Stiers, S. (2022, maart 3). *Plezier in je werk*. (L. Ylia, Producer) Retrieved januari 27, 2023, from 21e eeuwse vaardigheden, wat zijn dat ?: <https://plezierinjewerk.be/21e-eeuwse-vaardigheden-wat-zijn-dat/>
- TNO. (z.j.). *Duurzame chemische industrie*. Retrieved februari 20, 2023, from TNO: <https://www.tno.nl/nl/duurzaam/duurzame-chemische-industrie/>
- Unesco Platform Vlaanderen. (2019, juni 12). *17 doelstellingen om onze wereld te transformeren*. Retrieved januari 27, 2023, from Unesco Vlaanderen: <https://www.unesco-vlaanderen.be/unesco-in-de-kijker/publicaties/17-doelstellingen-om-onze-wereld-te-transformeren>
- Unesco platform Vlaanderen. (2021, november 18). *Hoe moet de toekomst van het onderwijs eruitzien ?* Retrieved februari 20, 2023, from Unesco Vlaanderen: <https://www.unesco-vlaanderen.be/unesco-in-de-kijker/achtergrond/hoe-moet-de-toekomst-van-het-onderwijs-eruitzien>
- United Nations. (z.j.). *17 goals to transform our world*. Retrieved januari 3, 2023, from Sustainable development goals: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>
- Universiteit Gent. (2017). *Duurzaamheidsdenken*. Retrieved januari 27, 2023, from Centrum voor duurzame ontwikkeling Universiteit Gent: <https://www.cdo.ugent.be/education/het-opleidingsonderdeel-duurzaamheidsdenken>
- Universiteit Gent. (2022, mei 30). *Duurzaamheid als beleidsthema*. Retrieved februari 20, 2023, from Onderwijstips Universiteit Gent: <https://onderwijstips.ugent.be/nl/tips/duurzaamheid-als-beleidsthema/>
- Universiteit Gent. (2023, maart). *Wooclap : een digitaal stelsysteem*. Retrieved maart 5, 2023, from Universiteit Gent: <https://onderwijstips.ugent.be/nl/tips/wooclap/>

- Universiteit Gent. (z.j.). *Regels en protocollen*. Retrieved februari 4, 2023, from Universiteit Gent: <https://www.ugent.be/pp/nl/onderzoek/ec#regelsenprotocollen>
- Valcke, M. (2019). *Krachtige leeromgevingen*. Gent: Academia Press. Retrieved maart 5, 2023
- Van den Branden, K. (2019, november 20). *Van stem naar ECOSI-stem*. Retrieved februari 20, 2023, from Duurzaam onderwijs: <https://duurzaamonderwijs.com/2019/11/20/van-stem-naar-ecosistem/>
- Van der Hoeven, D. (2018, augustus 13). *Renewable carbon, the key to a sustainable chemical industry*. Retrieved februari 20, 2023, from Bio-based press: <https://www.biobasedpress.eu/2018/08/renewable-carbon-the-key-to-a-sustainable-chemical-industry/>
- Vandenplas, E., & Block, T. (2022). *Wervende werven en recycleerbare resultaten. Duurzaamheid verankeren in opleidingen aan de Ugent*. Gent: Universiteit Gent.
- VNCI. (2021, april 22). *Chemische industrie in 2050 : groene fabrieken én groene producten*. Retrieved februari 20, 2023, from Duurzaam ondernemen: <https://www.duurzaamondernemen.nl/chemische-industrie-in-2050-groene-fabrieken-en-groene-producten/>
- Vlaamse overheid duurzaam educatiepunt. (2022). *Implementatie van duurzaamheid in lerarenopleiding*. Retrieved januari 3, 2023, from Omgeving Vlaanderen: <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/implementatie-van-duurzaamheid-in-de-lerarenopleiding-lager-onderwijs>
- Vlaamse overheid duurzaam educatiepunt. (z.j.). *Leermodule in samenwerking met Vlaamse Universiteiten*. Retrieved februari 20, 2023, from Leren over en voor duurzaamheid: <https://www.lesgevenvooreenoverduurzaamheid.be/>
- Vlaamse regering. (2020, november 19). *Vlaamse regering maakt werk van Vlaamse Waterstofvisie*. Retrieved februari 20, 2023, from Waterstofnet: <https://www.waterstofnet.eu/nl/nieuws/vlaamse-regering-maakt-werk-van-vlaamse-waterstofvisie>
- Vleeschouwers, R. (2023). *Chemie de weg naar duurzaamheid*. Retrieved februari 20, 2023, from Vito: <https://vito.be/nl/impact/chemie-de-weg-naar-duurzaamheid>
- Wiek, A., Bernstein, M., Foley, R., Cohen, M., Forrest, N., Kuzdas, C., . . . Keeler, L. (2015). *Operationalising competencies in higher education for sustainable development*. Routledge handbook, elsevier.
- Wikipedia. (2022, januari 19). *Think-pair-share*. Retrieved maart 5, 2023, from Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Think-pair-share>
- Wikipedia. (2023). *Fossiele brandstof*. Retrieved februari 20, 2023, from Wikipedia: <https://www.energievergelijk.nl/onderwerpen/fossiele-brandstoffen>
- z.n. (2023). Groene subsidies dagen interne markt uit. *Trends*, pp. 28-30.
- Znidarsic, I. (z.j.). Alternatieve koolstof: niet-fossiele grondstoffen onmisbaar voor behalen van klimaatdoelen. *Chemie Magazine*, p. pp. Retrieved februari 20, 2023, from <https://www.vnci.nl/chemie-magazine/actueel/artikel?newsitemid=5808193536&title=alternatieve-koolstof-niet-fossiele-grondstoffen-onmisbaar-voor-behalen-klimaatdoelen>

## Bijlagen

### Bijlage 1: foto tijdens uitvoeren casestudy op 31/3/2023



Eigen fotomateriaal

## Bijlage 2: Voorbeelden van ingevulde casestudies ( 1 voorbeeld volledig ingevuld, 1 voorbeeld onvolledig ingevuld )

### Goed voorbeeld ( volledig ingevuld )

**En nu aan jou!**

**Stap 3: duurzame alternatieven**

Zijn er alternatieven met dezelfde eigenschappen en een beter duurzaamheidsprofiel? Kunnen we de 2 of meerdere N's gebruiken van de criteria/label 1, andere innovatieve ideeën, maar gebaseerd op wetenschappelijke basis?!

Samenvatting van deze alternatieven: (maximaal 2 alternatieven)

De meest duurzame optie: **CD, OWA, OPT gevonden**

Alternatief 1: **duurzaam - verantwoordig**

---

Wat voor voordeel heeft deze oplossing in een andere omgeving? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?

Wat voor nadelen heeft deze oplossing? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?

Alternatief 2: **nietkeer jaar betrouwen**

**Stap 4: Maak een keuze uit de alternatieven die je gevonden hebt**

Vul hier in welke keuze je neemt en waarom?

Samenvatting van je alternatieven:

De keuze voor het volgende: **nietkeer jaar betrouwen**

De reden voor de keuze is dat het een duurzame oplossing is. De nadelen in andere omgevingen hebben een goede reden op het milieu dan die in nietkeer jaar betrouwen. Het is een beter duurzaamheidsprofiel.

**Wat voor voordeel heeft deze oplossing in een andere omgeving? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?**

De oplossing die ik voor mijzelf heb gekozen is dat ik nietkeer jaar betrouwen. Het is een duurzame manier om het probleem op te lossen.

### Minder goed voorbeeld ( niet volledig ingevuld )

**En nu aan jou!**

**Stap 3: duurzame alternatieven**

Zijn er alternatieven met dezelfde eigenschappen en een beter duurzaamheidsprofiel? Kunnen we de 2 of meerdere N's gebruiken van de criteria/label 1, andere innovatieve ideeën, maar gebaseerd op wetenschappelijke basis?!

Samenvatting van deze alternatieven: (maximaal 2 alternatieven)

De meest duurzame optie: **CD, OWA, OPT gevonden**

Alternatief 1: **duurzaam - verantwoordig**

---

Wat voor voordeel heeft deze oplossing in een andere omgeving? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?

Wat voor nadelen heeft deze oplossing? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?

Alternatief 2: **nietkeer jaar betrouwen**

**Stap 4: Maak een keuze uit de alternatieven die je gevonden hebt**

Vul hier in welke keuze je neemt en waarom?

Samenvatting van je alternatieven:

De keuze voor het volgende: **nietkeer jaar betrouwen**

De reden voor de keuze is dat het een duurzame oplossing is. De nadelen in andere omgevingen hebben een goede reden op het milieu dan die in nietkeer jaar betrouwen. Het is een beter duurzaamheidsprofiel.

**Wat voor voordeel heeft deze oplossing in een andere omgeving? Hoe kan deze oplossing in een andere situatie worden toegepast? In welke andere omgeving kan deze oplossing worden toegepast?**

# Bijlage 3: Informatie- en toestemmingsformulier (informed consent)

## INFORMATIE- EN TOESTEMMINGSFORMULIER

Doelpubliek: Handelsingenieur 2<sup>e</sup> bachelor (UGent, campus Blandijn) (academiejaar 2022-2023)

Rechtsgrond: nvt, anonieme dataverzameling (er worden geen persoonsgegevens verzameld)

Taal: Nederlands

### LUIK 1 – INFORMATIEBRIEF DEELNEMERS ONDERZOEK

Titel van de studie: Onderzoek in het kader van mijn masterproef met als titel "Chemie 2.0 : een ruimere (en specifiekere) blik op duurzaamheid" tot het behalen van mijn diploma van de Educatieve Master of Science in de wetenschappen en technologie (verkort traject) : engineering en technologie.

Dit is een onderzoek dat wordt uitgevoerd aan de Universiteit Gent. De verantwoordelijke onderzoeker en promotor zijn:

Onderzoeker	Promotor
Vanneste Nathalie	Katrien Strubbe
Verkorte educatieve master	Wetenschappen en technologie
Universiteit Gent	Universiteit Gent
E-mail: nathalie.vanneste@ugent.be	E-mail: katrien.strubbe@ugent.be
Tel. nr.: 0475 36 85 07	Tel.nr.: 09 264 48 67

#### A. Informatie over de studie

Beste,

Ik ga les geven op 31/03/2023 in het kader van mijn masterproef en daarbij zullen een aantal vragen gesteld worden, die gelinkt zijn met mijn onderzoeksdoel (hieronder vermeld).

U wordt uitgenodigd om aan mijn onderzoek deel te nemen. Neem voldoende tijd om deze informatiebrief aandachtig te lezen voor u beslist deel te nemen aan de vragen tijdens de les. Aarzel niet om vragen te stellen aan de onderzoeker als er onduidelijkheden zijn of indien u bijkomende informatie wenst. Zorg ervoor dat u alles begrijpt. Eens u beslist heeft om deel te nemen aan de studie (vragen en opdracht tijdens de les) zal men u vragen om het toestemmingsformulier achteraan deze bundel te ondertekenen.

#### Wat is het doel van het onderzoek?

Het doel is na te gaan of mijn les jullie kan helpen om complexe duurzaamheidsvragen aan te pakken. Ik zal jullie een methode aanreiken en ik wil weten of mijn didactiek en werkmethode hierin slaagt.



1



2

#### Ethische goedkeuring

De studie wordt uitgevoerd volgens de richtlijnen uit het Algemeen Ethisch Protocol van de Faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen (Universiteit Gent)<sup>1</sup>. De onderzoekers voeren dit onderzoek uit in overeenstemming met de geaccepteerde maatstaven voor wetenschappelijk en ethisch gedrag. Hierbij hanteren ze goede onderzoekspraktijken en houden zij zich aan de principes van onderzoeksethiek zoals beschreven in "Ethics in Social Science and Humanities" (EU, 2018)<sup>2</sup>.

#### Informatie m.b.t. Privacy en Persoonsgegevens

In deze studie worden geen persoonsgegevens verzameld. Alle gegevens die worden verzameld zijn van bij aanvang anoniem. Dit betekent dat wij noch andere personen uw identiteit kunnen afleiden uit de verzamelde gegevens of deze gegevens kunnen koppelen aan uw identiteit.

#### B. Informatie m.b.t. deelname

##### Wat houdt deelnemen aan dit onderzoek in?

Tijdens de les van 2uren 30 minuten zullen er data verzameld worden op 2 verschillende manieren:

1. Via woodlap (digitaal platform goedgekeurd voor gebruik door UGent)
2. Via een opdracht tijdens de les

In beide gevallen zullen de verzamelde gegevens anoniem gebruikt worden in mijn masterproef om een antwoord te zoeken op mijn onderzoeksvraag.

Indien jullie niet wensen deel te nemen, dan kan dat op ieder ogenblik en dit heeft geen gevolgen voor jullie.

De deelname aan het onderzoek is volledig vrijwillig en er kan op geen enkele manier sprake zijn van dwang. U kunt weigeren om deel te nemen aan de studie en u kunt zich op elk ogenblik terugtrekken uit de studie zonder dat u hiervoor een reden moet opgeven.

<sup>1</sup> <https://www.ugent.be/pp/nl/onderzoek/et/Regelingsprotocollen>

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/h2020\\_ethics-soc-science-humanities\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/h2020_ethics-soc-science-humanities_en.pdf)



3



4





## LUIK 2 – TOESTEMMINGSFORMULIER

### A. Toestemming m.b.t. deelname aan de studie

Gelieve het juiste vakje aan te kruisen	Ja	Nee
Ik neem vrijwillig deel aan deze wetenschappelijke studie en geef toestemming aan de onderzoekers om mijn gegevens te verwerken, ze te bewaren, te analyseren en erover te rapporteren.		
Ik weet dat ik me op elk ogenblik uit de studie mag terugtrekken zonder een reden voor deze beslissing op te geven en zonder dat dit op enige wijze een invloed zal hebben op mijn verdere relatie met de onderzoeker.		
Ik heb het informatieformulier gelezen en heb voldoende uitleg gekregen over de aard, het doel, de duur, en de voorziene effecten van de studie. Ik kreeg de gelegenheid om vragen te stellen en ik heb op al mijn vragen een bevredigend antwoord gekregen.		

Naam deelnemer	Naam onderzoeker
	Vanneste Nathalie
Datum:	Datum: 31/3/2023
Handtekening	Handtekening 

## Bijlage 4: De beschikbaarheid van documenten en info vooraf op Ufora


UNIVERSITEIT GENT F000903A - Scheikunde    NV Nathalie Vanneste 





Ufora Inhoud Agenda Aankondigingen Groepen Ufora-tools Overige tools Cursusbeheer




Mijn kluis Groepskluisen

Bestanden uploaden Nieuw bestand Nieuwe map E-mail sturen aan groepsleden

### Group 2

Zoeken naar...  Zoekopties tonen 901,84 KB (0 %) van 732,42 MB gebruikt

 Bewerken  Verplaatsen  Downloaden  Verwijderen

<input type="checkbox"/>	Bestandsnaam ▲	Grootte	Laatst gewijzigd	Gewijzigd door
<input type="checkbox"/>	 Case-study lood meer info over stap 1 en stap... ▼	815,87 KB	28 maart 2023 16:51	Nathalie Vanneste
<input type="checkbox"/>	 Informatie- en toestemmingsformulier van Ugent... ▼	59,67 KB	28 maart 2023 16:51	Nathalie Vanneste
<input type="checkbox"/>	 Qpdracht m.b.t. de case-study over lood.docx ▼	26,3 KB	28 maart 2023 16:51	Nathalie Vanneste

Verwijderen

<input type="checkbox"/>	Titel	Startdatum	Einddatum	Status
<input type="checkbox"/>	les 31 maart ▾	30 maart 2023 14:02	-	Gepubliceerd

Beste student,

Morgen ziet de les er anders uit dan anders. Een studente uit de educatieve masteropleiding chemie met jarenlange ervaring in de chemische industrie zal een gastles verzorgen in het kader van haar masterproef. Het onderwerp van de les is "duurzaamheid binnen de chemische industrie". Over de inhoud van deze les zal op het examen een vraag gesteld worden. De les wordt morgen gestreamd, maar ze wordt later NIET op ufora geplaatst.

Aangezien de les kadert in een masterproef is het de bedoeling data te verzamelen om een antwoord te vinden op een onderzoeksvraag. Het spreekt vanzelf dat we hopen op jullie medewerking om deze vraag te kunnen beantwoorden. De vraagstelling is zodanig dat er geen link kan worden gelegd met een individuele student, en de dataverwerking is dus volkomen anoniem. Jullie vinden alle informatie betreffende deze dataverzameling in een document op ufora. Mogen we vragen deze info door te nemen voor de les begint.

Niemand is verplicht om aan de dataverzameling deel te nemen, en niet meedoen heeft geen enkel effect op jullie cijfer op het einde van het jaar.

Bij aanvang van de les zal deze info nog eens kort worden herhaald.

vriendelijke groet

## Bijlage 5: Uitgebreider geheel van antwoorden op vraag 5 via Wooclap

Welk inzicht(en) op vlak van duurzaamheid en fossiele grondstoffen hebben jullie vandaag geleerd ?

Antwoord

“We kunnen niet zonder

Het is broodnodig

We hebben ze nodig

Fossiele brandstoffen zijn echt overal

Even goede alternatieve bestaan er nog niet

Dat we ons moeten toespitsen op een specifiek thema.

Meer toepassingen dan gedacht

hoe belangrijk ze zijn

Moeilijk om een goed alternatief te vinden

Belang hernieuwbare energie

Alternatieven zoeken is belangrijk

Fossiele grondstoffen zijn overal rondom ons

alternatieven

Nood aan alternatieven  
Dat het niet perseer slecht is  
Het is niet allemaal negatief omtrent fossiele brandstoffen  
de grond is warm  
Moeilijk vervangbaar  
Het is overal aanwezig  
Er zijn voldoende duurzame alternatieven  
De alternatieven die voornamelijk gebruikt worden in de chemische industrie  
We zijn te afhankelijk van fossiele grondstoffen om te stoppen met het ontginnen  
van aardolie/ -gas  
De blijvende stijging van gebruik van fossiele brandstoffen  
chemisch recycleren  
veel alternatieven voor de toekomst  
Nieuwe alternatieven  
Overall  
we zitten met een duaal probleem in de chemische industrie  
Er is veel verandering nog nodig  
Er zijn alternatieven die we verder moeten onderzoeken!!  
hernieuwbare bronnen hebben ook fossiele grondstoffen nodig  
Fossiele grondstoffen>fossiele brandstoffen  
Er zijn al wat alternatieven  
Een combinatie van beiden zal de toekomst zijn  
Geen volwaardige alternatieven  
Duurzamer mee omgaan

De stap richting hernieuwbare energie zal niet gemakkelijk passeren  
Er wordt al veel gedaan en er is wil tot actie, maar beslissingen nemen is moeilijker  
dan gedacht  
Niets is evident aan de overstap  
De R's  
CCUS  
niet duurzaam maar toch nog sterk nodig  
hernieuwbare energie  
Complexiteit"