



Campus Mercator – Departement bedrijfs- en organisatie  
Henleykaai 84, 9000 Gent

# De bijdrage van groene infrastructuur aan koolstofopslag op campus Schoonmeersen

Een analyse ter ondersteuning van het klimaatbeleid van HOGENT

**Opgemaakt door:**  
Tristan Kerger

*Met oog op het behalen van het attest van*  
Milieu-coördinator B

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Afstudeerrichting:</b>        | Milieu- en duurzaamheidsmanagement  |
| <b>Academiejaar:</b>             | 2025-2026                           |
| <b>Bachelorproef-begeleider:</b> | Linde Raport                        |
| <b>Opdrachtgever:</b>            | Veerle Lamote, Karen Van Bastelaere |
| <b>Datum:</b>                    | 13 januari 2026                     |

# Woord vooraf

Voor u ligt de bachelorproef “De bijdrage van groene infrastructuur aan koolstofopslag op campus Schoonmeersen”. Dit rapport vormt het eindwerk van mijn opleiding Milieu- en Duurzaamheidsmanagement aan HOGENT.

Natuur en biodiversiteit zijn thema's die mij nauw aan het hart liggen. Het schrijven van dit rapport was dan ook een leerzame en uitdagende opdracht, die zich tot mijn plezier niet enkel beperkte tot bureauwerk.

Graag wil ik iedereen bedanken die mij bij dit onderzoek heeft geholpen. Mijn oprechte dank gaat in de eerste plaats uit naar mijn promotor Linde Raport voor de constructieve begeleiding. Ook bedank ik mijn opdrachtgevers, Veerle Lamote en Karen Van Bastelaere, voor de interessante probleemstelling en de kans om dit onderzoek op de campus uit te voeren.

Verder wil ik An De Schrijver en Aaron De Decker van de onderzoeksgroep AgroFoodNature enorm bedanken. Jullie data en hulp bij de verwerking van de bodemstalen waren onmisbaar voor het eindresultaat.

Tot slot bedank ik mijn familie en vrienden voor hun steun tijdens de afgelopen maanden.

Tristan Kerger  
Gent, 13 januari 2026

# Inhoudsopgave

Woord vooraf

Lijst met afkortingen

Lijst van figuren

Lijst van tabellen

Managementrapport

|          |                                                                         |          |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                                        | <b>1</b> |
| 1.1      | Probleemstelling . . . . .                                              | 1        |
| 1.2      | Doelstelling en onderzoeksvragen . . . . .                              | 2        |
| 1.3      | Leeswijzer . . . . .                                                    | 2        |
| <b>2</b> | <b>Literatuurstudie</b>                                                 | <b>3</b> |
| 2.1      | Inleiding . . . . .                                                     | 3        |
| 2.2      | Klimaatverandering en de verstoorde koolstofcyclus . . . . .            | 3        |
| 2.2.1    | De natuurlijke koolstofcyclus . . . . .                                 | 3        |
| 2.2.2    | Verstoring door menselijke activiteiten . . . . .                       | 4        |
| 2.2.3    | Gevolgen voor het klimaat . . . . .                                     | 5        |
| 2.3      | Beleidskader rond klimaat en koolstofopslag . . . . .                   | 5        |
| 2.3.1    | Internationale en Europese klimaatdoelstellingen . . . . .              | 5        |
| 2.3.2    | Nationaal energie- en klimaatbeleid . . . . .                           | 6        |
| 2.3.3    | Vlaams energie- en klimaatbeleid . . . . .                              | 6        |
| 2.4      | Meten en rapporteren van klimaatimpact . . . . .                        | 6        |
| 2.4.1    | Greenhouse Gas Protocol . . . . .                                       | 6        |
| 2.4.2    | Rapporteringskaders CSRD en ESRS-standaarden . . . . .                  | 7        |
| 2.5      | Acties van organisaties tegen klimaatverandering . . . . .              | 7        |
| 2.5.1    | Mitigatiemaatregelen . . . . .                                          | 7        |
| 2.5.2    | Adaptatiemaatregelen . . . . .                                          | 8        |
| 2.6      | Klimaatbeleid binnen HOGENT . . . . .                                   | 8        |
| 2.6.1    | Ambitie klimaatneutraliteit+ . . . . .                                  | 8        |
| 2.6.2    | Huidige carbon footprint . . . . .                                      | 8        |
| 2.6.3    | Relevantie voor campus Schoonmeersen . . . . .                          | 9        |
| 2.7      | Technologische versus natuurlijke CO <sub>2</sub> -captatie . . . . .   | 9        |
| 2.8      | Koolstofopslag in vegetatie en bodem . . . . .                          | 9        |
| 2.8.1    | Koolstofstock en koolstofflux . . . . .                                 | 9        |
| 2.8.2    | Koolstofverdeling in vegetatie en bodem . . . . .                       | 10       |
| 2.9      | Factoren die koolstofopslag in vegetatie en bodem beïnvloeden . . . . . | 11       |
| 2.9.1    | Bodemtype en textuur . . . . .                                          | 11       |

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.9.2    | Vegetatietype en biodiversiteit . . . . .                                 | 11        |
| 2.9.3    | Bodemgebruik en beheer . . . . .                                          | 11        |
| 2.9.4    | Klimaat . . . . .                                                         | 11        |
| 2.10     | Inzichten uit Vlaamse koolstofmonitoring . . . . .                        | 12        |
| 2.11     | Vegetatietypes en koolstofopslag . . . . .                                | 13        |
| 2.11.1   | Graslanden . . . . .                                                      | 13        |
| 2.11.2   | Gazon . . . . .                                                           | 13        |
| 2.11.3   | Bos . . . . .                                                             | 13        |
| 2.11.4   | Wadi's en onverharde terreinen . . . . .                                  | 13        |
| 2.12     | Methoden en modellen om CO <sub>2</sub> -captatie te bepalen . . . . .    | 14        |
| 2.12.1   | Stock-difference en gain-loss methoden voor koolstofmodellering . . . . . | 14        |
| 2.12.2   | IPCC-richtlijnen en methodes . . . . .                                    | 14        |
| 2.13     | Relevante initiatieven en organisaties. . . . .                           | 15        |
| <b>3</b> | <b>Methodologie</b>                                                       | <b>16</b> |
| 3.1      | Studiegebied . . . . .                                                    | 16        |
| 3.2      | Onderzoeksstrategie . . . . .                                             | 16        |
| 3.3      | Methodologische aanpak . . . . .                                          | 17        |
| 3.4      | Afbakening van het terrein en vegetatie-indeling . . . . .                | 17        |
| 3.4.1    | Indeling in vegetatietypes . . . . .                                      | 17        |
| 3.4.2    | Oppervlaktebepaling . . . . .                                             | 18        |
| 3.5      | IPCC – Classificatie van klimaat en bodem . . . . .                       | 19        |
| 3.5.1    | Klimaatzone en bodemtype . . . . .                                        | 19        |
| 3.5.2    | Bepaling van de referentie koolstofvoorraad . . . . .                     | 19        |
| 3.6      | Tier 1 Methode: Koolstofvoorraad bodem (SOC Stock) . . . . .              | 19        |
| 3.7      | Tier 1: Koolstofflux en bosbiomassa . . . . .                             | 21        |
| 3.7.1    | Bodemkoolstof flux . . . . .                                              | 21        |
| 3.7.2    | Bosbiomassa flux . . . . .                                                | 21        |
| 3.8      | Tier 2 Methode: Koolstofvoorraad bodem (SOC Stock) . . . . .              | 22        |
| 3.8.1    | Bodemkoolstof flux . . . . .                                              | 22        |
| 3.8.2    | Interpretatie en beperkingen van de Tier 2 flux . . . . .                 | 22        |
| 3.9      | Bemonsteringsstrategie . . . . .                                          | 23        |
| 3.9.1    | Bemonsterde locaties . . . . .                                            | 23        |
| 3.9.2    | Chemische analyse van bodemkoolstof . . . . .                             | 25        |
| <b>4</b> | <b>Resultaten</b>                                                         | <b>26</b> |
| 4.1      | Koolstofvoorraad en flux via theoretische modellen . . . . .              | 26        |
| 4.1.1    | Koolstofvoorraad . . . . .                                                | 26        |
| 4.1.2    | Jaarlijkse verandering . . . . .                                          | 26        |
| 4.2      | Meetresultaten bodemkoolstof . . . . .                                    | 27        |
| 4.2.1    | Algemene bodemkarakteristieken . . . . .                                  | 27        |
| 4.2.2    | Koolstofvoorraad per vegetatietype . . . . .                              | 28        |
| 4.2.3    | Campus totaal . . . . .                                                   | 29        |
| 4.3      | Analyse en interpretatie . . . . .                                        | 29        |
| 4.3.1    | Bos . . . . .                                                             | 29        |
| 4.3.2    | Gazon . . . . .                                                           | 30        |
| 4.3.3    | Extensief grasland . . . . .                                              | 30        |
| 4.3.4    | Wadi's . . . . .                                                          | 31        |
| 4.4      | Validatie en conclusie . . . . .                                          | 31        |
| <b>5</b> | <b>Beleidsaanbevelingen</b>                                               | <b>33</b> |
| 5.1      | Transformatie van gazon naar grasland . . . . .                           | 33        |

|          |                                                                |           |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2      | Integratie in het Masterplan: Bescherming en herstel . . . . . | 34        |
| 5.3      | Vergroten van het opslagpotentieel . . . . .                   | 34        |
| 5.4      | Anticiperen op toekomstige duurzaamheidsrapportering . . . . . | 35        |
| <b>6</b> | <b>Verder onderzoek</b>                                        | <b>36</b> |
| <b>7</b> | <b>Conclusie</b>                                               | <b>37</b> |
|          | <b>Literatuurlijst</b>                                         | <b>39</b> |
|          | <b>Bijlagen</b>                                                | <b>44</b> |

# Lijst met afkortingen

| Afkorting       | Voluit                                                   |
|-----------------|----------------------------------------------------------|
| AFOLU           | Agriculture, Forestry and Other Land Use                 |
| AGB             | Above-Ground Biomass (Bovengrondse biomassa)             |
| BDB             | Bodemkundige Dienst van België                           |
| BGB             | Below-Ground Biomass (Ondergrondse biomassa)             |
| CCS             | Carbon Capture and Storage                               |
| CCU             | Carbon Capture and Utilisation                           |
| CH <sub>4</sub> | Methaan                                                  |
| Cmon            | Vlaams Koolstofmonitoringnetwerk                         |
| CO <sub>2</sub> | Koolstofdioxide                                          |
| CSRD            | Corporate Sustainability Reporting Directive             |
| ESRS            | European Sustainability Reporting Standards              |
| FAO             | Food and Agriculture Organization of the United Nations  |
| FI              | Factor Input (Koolstofinputfactor)                       |
| FLU             | Factor Land Use (Landgebruiksfactor)                     |
| FMG             | Factor Management (Beheerfactor)                         |
| GHG             | Greenhouse Gas (Broeikasgas)                             |
| ILVO            | Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek |
| INBO            | Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek                   |
| IPCC            | Intergovernmental Panel on Climate Change                |
| LAC             | Low Activity Clay (Bodem met lage kleiactiviteit)        |
| LSRG            | Land Sector and Removals Guidance                        |
| LULUCF          | Land Use, Land Use Change and Forestry                   |
| Minaraad        | Milieu- en Natuurraad Vlaanderen                         |
| NEKP            | Nationaal Energie- en Klimaatplan                        |
| SOC             | Soil Organic Carbon (Bodemorganische koolstof)           |
| VEKP            | Vlaams Energie- en Klimaatplan                           |

# Lijst van figuren

|     |                                                                                              |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | De natuurlijke koolstofcyclus . . . . .                                                      | 4  |
| 2.2 | Gemiddelde organische koolstofvoorraad in Vlaamse bodems per landgebruik en diepte . . . . . | 12 |
| 3.1 | Locatie van de staalnamepunten (1) . . . . .                                                 | 24 |
| 3.2 | Locatie van de staalnamepunten (2) . . . . .                                                 | 24 |
| 4.1 | Boxplot van het percentage organische koolstof (0-15 cm) per biotoop . . . . .               | 28 |
| 7.1 | Voorbeeld van de staalnames op campus Schoonmeersen . . . . .                                | 47 |
| 7.2 | Voorbeeld bodemstaal . . . . .                                                               | 48 |

# Lijst van tabellen

|     |                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 | Indeling vegetatietypes en IPCC classificatie . . . . .        | 18 |
| 3.2 | onverharde oppervlaktes campus Schoonmeersen . . . . .         | 18 |
| 3.3 | Oppervlakte per vegetatietype . . . . .                        | 19 |
| 3.4 | Overzicht Tier 1 SOC Stock berekeningen . . . . .              | 20 |
| 3.5 | Parameters voor bosbiomassa flux . . . . .                     | 21 |
| 3.6 | Tier 2 Koolstofvoorraad waarden . . . . .                      | 22 |
| 4.1 | Vergelijking Tier 1 en Tier 2 resultaten . . . . .             | 27 |
| 4.2 | Koolstofvoorraad per vegetatietype en diepte . . . . .         | 29 |
| 4.3 | Totale koolstofvoorraad campus . . . . .                       | 29 |
| 7.1 | Berekening SOC Stock (Tier 1) . . . . .                        | 44 |
| 7.2 | Jaarlijkse verandering bodemkoolstof (Tier 1) . . . . .        | 44 |
| 7.3 | Parameters en resultaat bosbiomassa (Tier 1) . . . . .         | 45 |
| 7.4 | Berekening SOC Stock op basis van Cmon-data (Tier 2) . . . . . | 45 |
| 7.5 | Flux scenario analyse (Tier 2) . . . . .                       | 45 |
| 7.6 | Analyse bodemstalen . . . . .                                  | 46 |

# Managementrapport

HOGENT heeft de ambitie om tegen 2050 klimaatneutraal+ te zijn en werkt hiervoor aan een CO<sub>2</sub>-reductieplan dat in eerste instantie focust op het beperken van emissies. Naast emissie-reductie kan ook natuurlijke koolstofopslag een ondersteunende rol spelen binnen het klimaat-beleid. Deze bachelorproef brengt in kaart welke bijdrage de groene infrastructuur op campus Schoonmeersen levert aan koolstofopslag in bodem en vegetatie, met het oog op beleidsmatige toepassing binnen duurzaam campusbeheer.

Voor de analyse werd gebruikgemaakt van internationaal erkende IPCC-methodologieën, aangevuld met lokale bodemmetingen. Op basis van de aanwezige groeninfrastructuur werd de koolstofvoorraad bepaald en werd een orde-van-grootte-inschatting gemaakt van mogelijke jaarlijkse veranderingen in bodemkoolstof. De resultaten zijn gebaseerd op transparante aannames en sluiten aan bij methodes die zullen worden gebruikt binnen toekomstige duurzaamheidsrapportering.

Uit het onderzoek blijkt dat de groene infrastructuur op campus Schoonmeersen (ca. 10,15 ha) een aanzienlijke bodemkoolstofvoorraad van 801,5 ton koolstof bevat, wat overeenkomt met 2.939 ton CO<sub>2</sub>-equivalent. Vooral bossen en extensief beheerde graslanden vertonen hierbij hogere koolstofgehalten dan intensief beheerde gazons. De potentiële jaarlijkse koolstofopname wordt geschat tussen de 18 en 38 ton CO<sub>2</sub> per jaar. In verhouding tot de totale broeikasgasemissies van HOGENT (ca. 16.800 ton CO<sub>2</sub>) betekent dit een compensatie van iets meer dan 0,2%. Natuurlijke koolstofopslag kan emissiereductie dan ook niet vervangen, maar vormt wel een aanvullende maatregel die bijdraagt aan klimaatmitigatie, biodiversiteit en bodemkwaliteit. Bovendien vormt de groeninfrastructuur een essentiële buffer van bijna 3.000 ton CO<sub>2</sub> die veilig in de bodem moet blijven.

Voor het beleid van HOGENT betekenen deze resultaten dat het behoud van bestaande groen-zones en een aangepast beheer van groene infrastructuur een meerwaarde bieden binnen de klimaatstrategie. In het bijzonder kan de omvorming van intensief beheerde gazons naar extensieve graslanden bijdragen aan een verhoogde koolstofopslag zonder bijkomende ruimtedruk. Daarnaast benadrukt de studie het belang van bodemvriendelijk beheer om bestaande koolstofvoorraden te beschermen.

Deze bachelorproef levert HOGENT een praktisch toepasbaar kader aan om koolstofopslag op campusterreinen op een consistente en reproduceerbare manier te evalueren. De inzichten kunnen worden meegenomen in toekomstig campusbeheer en vormen een voorbereidende stap richting mogelijke opname van natuurlijke koolstofverwijderingen in toekomstige duurzaamheidsrapportering.

# Hoofdstuk 1

## Inleiding

Wanneer klimaatmaatregelen en CO<sub>2</sub>-reductie ter sprake komen, gaat de aandacht vaak uit naar zichtbare ingrepen zoals zonnepanelen, windenergie of energie-efficiënte gebouwen. Minder aandacht gaat daarbij naar de rol van de bodem, terwijl deze een essentiële schakel vormt in de wereldwijde koolstofcyclus. Bodems kunnen grote hoeveelheden koolstof opslaan en spelen daardoor een belangrijke rol in het mitigeren van klimaatverandering.

HOGENT hecht veel belang aan duurzaamheid en kiest er bewust voor om haar strategie te kaderen binnen de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (SDG's) van de Verenigde Naties. De hogeschool heeft de ambitie om tegen 2050 'klimaatneutraal+' te zijn. Dit betekent dat de instelling niet enkel streeft naar een netto-nuluitstoot van broeikasgassen, maar ook een positieve bijdrage wil leveren aan de planetaire grenzen.

Om dit engagement te concretiseren, is een CO<sub>2</sub>-reductieplan opgesteld. Dit plan richt zich momenteel voornamelijk op de reductie van emissies. Naast het reduceren van uitstoot heeft HOGENT echter ook potentieel voor koolstofopslag op eigen terrein. Campus Schoonmeersen beschikt immers over een grote variatie aan groeninfrastructuur.

### 1.1 Probleemstelling

Hoewel bekend is dat groene infrastructuur CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer opneemt en vastlegt, is dit bij veel organisaties nog geen actieve strategie. Ook bij HOGENT is er nog relatief weinig aandacht voor koolstofopslag. Waar de uitstoot van broeikasgassen al in kaart is gebracht, ontbreekt het inzicht in de opslagcapaciteit van de bodem en vegetatie.

Zonder deze data is het niet mogelijk om een volledig beeld te vormen van de netto-klimaatimpact van de hogeschool. Daarnaast is niet duidelijk in welke mate het huidige groenbeheer bijdraagt aan de klimaatdoelstellingen, en of aanpassingen in dit beheer de koolstofopslag zouden kunnen verhogen. Deze kennis is noodzakelijk om het klimaatbeleid wetenschappelijk te onderbouwen en voor te bereiden op toekomstige duurzaamheidsrapporteringen.

## 1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van deze bachelorproef is na te gaan in welke mate de aanwezige groene infrastructuur op campus Schoonmeersen bijdraagt aan het opnemen en vastleggen van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer. Hiervoor worden bestaande rekenmodellen gebruikt als ook effectieve metingen van het koolstofgehalte in de bodem.

De globale onderzoeksvraag luidt als volgt:

*In welke mate draagt de groene infrastructuur op campus Schoonmeersen bij aan de opslag van koolstof, en hoe kunnen deze resultaten geïntegreerd worden in het klimaatbeleid van HOGENT met de ambitie om tegen 2050 klimaatneutraal+ te zijn?*

## 1.3 Leeswijzer

Deze studie start met een literatuurstudie waarin het theoretisch kader rond koolstofcaptatie en de relevante beleidsinstrumenten wordt geschetst. In hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht, inclusief de beschrijving van het veldwerk en de bodemanalyses op de campus. Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten, waarbij de theoretische waarden worden getoetst aan de effectieve metingen. Tot slot worden er beleidsaanbevelingen geformuleerd en eventuele vervolgonderzoek aanbevolen.

## Hoofdstuk 2

# Literatuurstudie

### 2.1 Inleiding

De literatuurstudie vormt het theoretisch, beleidsmatig en methodologisch fundament voor het onderzoek naar de koolstofopslagcapaciteit van de groene infrastructuur op campus Schoonmeersen. Koolstofopslag in vegetatie en bodem speelt een steeds belangrijkere rol in zowel internationale klimaatstrategieën als in duurzaamheidsrapportering onder de Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD).

Hoewel rapportering van koolstofverwijderingen niet voor alle organisaties verplicht is, kunnen ondernemingen met significante landgebruiksactiviteiten wel onder de rapporteringsvereisten vallen. Voor andere organisaties is het opbouwen van inzicht in koolstofverwijderingen geen verplichting, maar wel een relevante voorbereiding op mogelijke toekomstige verplichtingen en op een versterkt duurzaamheidsbeleid.

Publieke instellingen zoals hogescholen of universiteiten beschikken vaak over uitgestrekte campussen met onderbenutte groene infrastructuur, waardoor zij een specifieke rol kunnen spelen in natuurlijke koolstofopslag. Voor HOGENT vormt campus Schoonmeersen een relevante case omdat het terrein een grote diversiteit aan vegetatietypes bevat, die potentieel bijdragen aan koolstofopslag. Daarom onderzoekt deze literatuurstudie de ecologische processen achter koolstofopslag, de beleidskaders die deze processen sturen, de rol van vegetatie- en bodemtypes in koolstofvastlegging en de beschikbare methodes om CO<sub>2</sub>-captatie te berekenen. Deze inzichten vormen de basis voor de methodologische aanpak van de bachelorproef en situeren het onderzoek binnen het bredere klimaatbeleid van HOGENT.

### 2.2 Klimaatverandering en de verstoorde koolstofcyclus

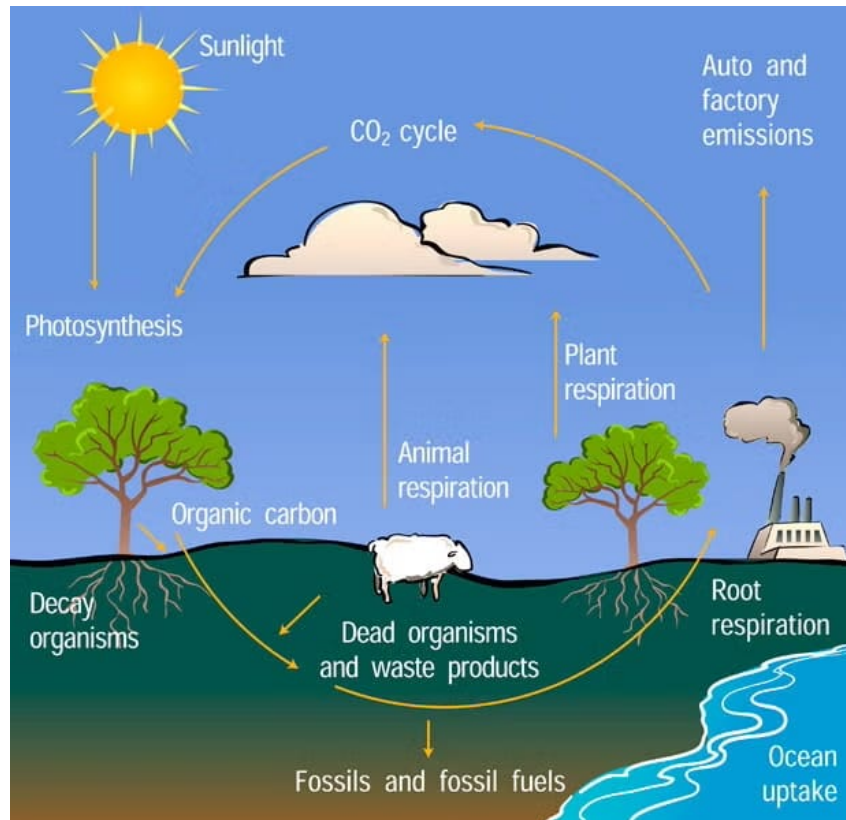
#### 2.2.1 De natuurlijke koolstofcyclus

De koolstofcyclus toont ons hoe koolstof in de vorm van CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en andere verbindingen voortdurend circuleert en uitgewisseld wordt tussen de atmosfeer, bodem, planten, en oceanen. De natuurlijke koolstofcyclus kan opgedeeld worden in twee kringlopen (zie figuur 2.1).

De korte koolstofkringloop: deze cyclus duurt van enkele dagen tot honderd jaar. Vegetatie is hierin een belangrijke factor. Door middel van fotosynthese nemen planten en andere vegetatietypes CO<sub>2</sub> op uit de lucht en zetten dit met behulp van zonlicht om in organische verbindingen. Niet alle CO<sub>2</sub> die opgenomen wordt door vegetatie wordt gebruikt, een deel van de opgenomen koolstof komt opnieuw vrij door ademhaling van de planten (respiratie). Het resterende

deel wordt vastgelegd in de biomassa en de bodem, waar de koolstof tijdig of langdurig wordt opgeslagen in de vorm van organische koolstof.

De lange koolstofkringloop daarentegen omvat processen over duizenden tot miljoenen jaren. Plantenresten die blijven liggen op de bodem zakken steeds dieper, door de nieuwe lagen die hierop komen. De toenemende druk en specifieke geologische omstandigheden zorgen ervoor dat diep in de grond koolstof omgevormd wordt tot fossiele koolstofreservoirs, zoals aardgas, aardolie en steenkool (Klimaatstichting HIER, 2022; KNMI, 2020).



Figuur 2.1: De natuurlijke koolstofcyclus  
(Bron: Pixii, 2025)

### 2.2.2 Verstoring door menselijke activiteiten

De natuur zorgt altijd voor evenwicht in processen. De natuurlijke koolstofcyclus is in evenwicht wanneer de opname en afgifte van koolstof elkaar compenseren. Door menselijke activiteiten is dit evenwicht echter verstoord. Sinds de industriële revolutie zijn mensen veel meer CO<sub>2</sub> gaan uitstoten, vooral door grootschalige ontginning en verbranding van fossiele brandstoffen. Daarnaast is de mens ook begonnen met ontbossing, intensieve landbouw, verharding en verstedelijken van gronden, wat de capaciteit om koolstof op te slaan sterk beperkt of verhindert.

Wanneer bodems verstoord worden, bijvoorbeeld door intensieve landbouw, komt de opgeslagen koolstof vrij in de vorm van CO<sub>2</sub>. Door de combinatie van een hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot en het beperken van de capaciteit om koolstof op te vangen, is het natuurlijke evenwicht verstoord. Dit zorgt voor een grote impact op het klimaat (Klimaatstichting HIER, 2022; KNMI, 2025).

Deze verstoring van de koolstofcyclus vormt de aanleiding voor dit onderzoek. Door koolstof lokaal vast te leggen in vegetatie en bodem kan campus Schoonmeersen functioneren als een kleinschalige koolstofsink binnen een verstedelijkte omgeving. Het kwantificeren van deze opslag

is noodzakelijk om de potentiële bijdrage van campusterreinen aan klimaatmitigatie te kunnen beoordelen.

### **2.2.3 Gevolgen voor het klimaat**

Door de toename van broeikasgassen sinds de industriële revolutie is het klimaat veel veranderd. Broeikasgassen zoals CO<sub>2</sub>, methaan, ozon, laten zonlicht door maar houden ook warmte vast, waardoor het natuurlijk broeikaseffect ontstaat. Dit zorgt ervoor dat de aarde leefbaar is voor de mens. Maar door de toename in concentratie van broeikasgassen is dit effect zich gaan versterken.

Het broeikaseffect leidt tot wereldwijde stijging van de gemiddelde temperatuur. De stijgende temperatuur is een belangrijke drijvende kracht achter klimaatverandering. Door warmere winters en veranderde weerpatronen zijn er bepaalde diersoorten en vegetatie die makkelijker kunnen overwinteren, of breiden ze hun leefgebied uit waardoor hun populaties toenemen. Andere soorten zijn minder goed aangepast aan de snelle temperatuurverandering en nemen daardoor af of kunnen zelfs volledig verdwijnen (KNMI, 2025; European Commission, 2025).

Naast de verandering en vermindering in biodiversiteit heeft het broeikaseffect nog veel andere gevolgen voor het klimaat. Het veroorzaakt zowel een stijging van de zeespiegel, als ook een opwarming van de oceanen. Oceanen vormen de grootste natuurlijke koolstofsink, maar door de temperatuurstijging is er groot verlies aan biodiversiteit (koralen, plankton), waardoor de CO<sub>2</sub>-opslagcapaciteit van de oceanen onder druk komt te staan (VRT NWS, 2025).

## **2.3 Beleidskader rond klimaat en koolstofopslag**

De wereldwijde klimaatproblematiek veroorzaakt grote onzekerheden over de toekomst. Hierdoor zijn op verschillende niveaus, beleidsinitiatieven en maatregelen ontwikkeld gericht op klimaatmitigatie en koolstofreductie.

### **2.3.1 Internationale en Europese klimaatdoelstellingen**

Het akkoord van Parijs is een internationaal klimaatverdrag dat in 2015 ondertekend werd door 195 landen, waaronder alle landen van de Europese Unie. Het verdrag heeft als doel de opwarming van de aarde tegen te gaan en zo de klimaatverandering te beperken. Dit akkoord bepaalt dat de globale temperatuurstijging beperkt moet blijven tot maximaal 2°C, met als streefdoel 1,5°C tegenover de pre-industriële periode. Het klimaatakkoord van Parijs legt de basis voor het internationale en nationale klimaatbeleid van de komende decennia. Het akkoord van Parijs is een juridisch bindend internationaal verdrag, wat betekent dat de ondertekenende landen wettelijk verplicht zijn om klimaatplannen op te stellen (European Council, 2025).

Uit dit verdrag lanceerde de Europese Unie in 2019 de Europese Green Deal. Dit pakket van beleidsinitiatieven bevat maatregelen en regels op om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, vervuiling tegen te gaan en ecosystemen te gaan herstellen. Het hoofddoel is om de Europese Unie tegen 2050 het eerste klimaatneutrale continent ter wereld te maken (European Commission, 2025).

Om deze doelstelling te halen, kijkt de Europese Commissie expliciet naar de sector landgebruik. Het beleid erkent dat deze sector niet alleen broeikasgassen uitstoot, maar ook de unieke capaciteit heeft om CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer te verwijderen via zogenaamde ‘sinks’, zoals bossen en bodems. Dit principe is wettelijk verankerd in Verordening (EU) 2018/841. In artikel 4 van deze verordening wordt vastgelegd dat elke lidstaat ervoor moet zorgen dat de uitstoot door landgebruik niet hoger ligt dan de verwijderingen, dit wordt ook wel de ‘no-debit’-regel genoemd. Concreet betekent dit dat eventuele emissies volledig gecompenseerd moeten worden

door extra koolstofopslag in andere gebieden. Hiermee verplicht de wetgever lidstaten om hun natuurlijke koolstofvoorraden in stand te houden en waar mogelijk uit te breiden (Verordening (EU) 2018/841, 2018).

### **2.3.2 Nationaal energie- en klimaatbeleid**

Op nationaal niveau wordt het Belgische beleid vastgelegd in het Nationaal Energie- en Klimaatplan (NEKP). Dit beleidsdocument vormt de Belgische implementatie van het Europese raamwerk en beschrijft hoe ons land bijdraagt aan de doelstellingen voor 2030. Aangezien België een federale staatsstructuur heeft, dient het NEKP als een overkoepelend instrument dat de Vlaamse, Waalse en Brusselse maatregelen bundelt.

Op 6 oktober 2025 keurde het overlegcomité de definitieve actualisatie van dit plan goed. Voor dit onderzoek is het relevant dat het NEKP expliciet aandacht besteedt aan de sector landgebruik (LULUCF). België engageert zich hierin om de natuurlijke koolstofvoorraden in bodems en bossen te beschermen en te verhogen, om zo te voldoen aan de Europese 'no-debit'-regel (Nationale Klimaatcommissie, 2025).

### **2.3.3 Vlaams energie- en klimaatbeleid**

De Vlaamse overheid hanteert twee centrale beleidskaders om de klimaatdoelstellingen te behalen. De Vlaamse Klimaatstrategie 2050 richt zich op de langetermijnvisie om tegen 2050 een klimaatneutrale samenleving te realiseren. Daarnaast bevat het Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP) 2021-2030 concrete maatregelen om de broeikasgasuitstoot tegen 2030 met 47% te reduceren ten opzichte van 2005.

Een essentieel onderdeel van dit plan, dat nauw aansluit bij dit onderzoek, is de focus op LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry). Hierin wordt er expliciet ingezet op bosuitbreiding en het vrijwaren van open ruimte. Daarnaast vormt de 'Blue Deal' een belangrijk beleidspunt om om via vernatting en het herstel van wetlands de waterhuishouding te verbeteren, wat de natuurlijke capaciteit van de bodem herstelt om koolstof langdurig op te slaan. Ook voor de stedelijke omgeving stimuleert het beleid ontharding en vergroening als buffer tegen klimaatverandering (Vlaamse Regering, 2023).

Om dit beleid wetenschappelijk te onderbouwen en de voortgang te bewaken, heeft de Vlaamse overheid het Vlaams koolstofmonitoringnetwerk (Cmon) opgericht. Het koolstofmonitoringnetwerk omvat verschillende meetlocaties die niet enkel focussen op bossen of landbouwgrond, maar ook onverhard ruimtebeslag. Omdat hieronder ook parken, bermen, tuinen en andere groenelementen vallen, kan de monitoring op locaties zoals campus Schoonmeersen bijdragen aan een onderdeel van de Vlaamse klimaatstrategie (Oorts et al., 2025).

## **2.4 Meten en rapporteren van klimaatimpact**

### **2.4.1 Greenhouse Gas Protocol**

Het Greenhouse Gas Protocol vormt wereldwijd de basis voor het opstellen van broeikasgasinventarissen. Het protocol onderscheidt drie emissiecategorieën (scope 1, 2 en 3) en biedt richtlijnen om emissies op een consistente en transparante manier toe te wijzen en te rapporteren. De bestaande standaarden zijn voornamelijk gericht op emissies afkomstig van energiegebruik en de verbranding van fossiele brandstoffen. Om ook emissies en verwijderingen gerelateerd aan landgebruik correct te kunnen opnemen, ontwikkelt het GHG Protocol sinds 2020 een bijkomende richtlijn, de Land Sector and Removals Guidance (LSRG). Deze richtlijn heeft als doel het beschrijven hoe bedrijven en organisaties GHG-emissies en removals door landgebruik, land-use change, bos, bodem of CO<sub>2</sub>-verwijderingstechnologieën kunnen boeken en rapporteren. De

LSRG-documenten die momenteel beschikbaar zijn, bevinden zich in conceptstatus en vormen nog geen definitieve standaard. De definitieve publicatie is door het GHG Protocol voorzien voor eind januari 2026. De Land Sector and Removals Guidance stelt dat organisaties landgerelateerde emissies en CO<sub>2</sub>-verwijderingen kunnen opnemen in hun broeikasgasinventaris, waarbij emissies en removals afzonderlijk moeten worden berekend en gerapporteerd. De richtlijn bepaalt dat de dataverzameling en methodologische keuzes moeten steunen op gegevens van voldoende kwaliteit, en dat organisaties alle gebruikte methodes, aannames en datastromen moeten documenteren, zodat de resultaten transparant, traceerbaar en reproduceerbaar zijn. In de voorlopige versie van 2022 worden hiervoor de IPCC Tier-methodes beschreven als niveaus van methodologische complexiteit en nauwkeurigheid. Voor dit onderzoek is vooral relevant dat het GHG Protocol met de Land Sector and Removals Guidance een kader ontwikkelt waarin landgebonden emissies en CO<sub>2</sub>-verwijderingen expliciet kunnen worden opgenomen in de broeikasgasinventaris van een organisatie. Omdat het document zich nog in draft-fase bevindt, is toepassing momenteel optioneel en vereist dit een transparante rapportering van gebruikte data, aannames en methodologische keuzes. (Greenhouse Gas Protocol, 2004; Greenhouse Gas Protocol, 2024)

## **2.4.2 Rapporteringskaders CSRD en ESRS-standaarden**

De Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) is een Europese richtlijn die een verplichting oplegt voor grote ondernemingen, beursgenoteerde bedrijven en in een latere fase ook bepaalde middelgrote ondernemingen om uitgebreide duurzaamheidsinformatie te rapporteren. De inhoud en structuur van deze rapportering worden vastgelegd in de European Sustainability Reporting Standards (ESRS). De CSRD introduceert daarbij het principe van dubbele materialiteit, wat betekent dat organisaties zowel hun impact op milieu en maatschappij moeten beoordelen als de risico's die milieu- en klimaateffecten voor de organisatie zelf kunnen vormen. Binnen de ESRS-standaarden zijn twee thema's rechtstreeks relevant voor koolstofopslag in vegetatie en bodem. ESRS E1 (klimaatverandering) bepaalt hoe ondernemingen moeten rapporteren over broeikasgasemissies, maar ook over hun koolstofverwijderingen, klimaatdoelstellingen en mitigatiestrategieën. De standaard vereist dat emissies of verwijderingen afzonderlijk worden weergegeven en verduidelijkt dat removals niet zonder toelichting mogen worden gebruikt binnen claims rond netto-nul of klimaatneutraliteit. Een andere belangrijke ESRS-standaard is de E4 (biodiversiteit en ecosystemen). Deze standaard legt vast hoe organisaties hun impact op ecosystemen en landgebruik moeten rapporteren. De relevantie met koolstofcaptatie ligt hier in de ecosysteemconditie. Gezonde, biodiverse bodems en vegetaties functioneren efficiënter als koolstofopslagplaats en houden de koolstof betert vast. ESRS E4 vereist onder andere dat ondernemingen hun materiële impacts, afhankelijkheden, risico's en kansen met betrekking tot ecosystemen en landgebruik identificeren en rapporteren, en indicatoren geven over ecosystemenconditie (EFRAG, 2023; EFRAG, 2024; European Commission, 2025).

## **2.5 Acties van organisaties tegen klimaatverandering**

Om de doelstellingen van het Akkoord van Parijs te vertalen naar de praktijk, stellen organisaties klimaatplannen op. In deze plannen wordt meestal gewerkt met twee verschillende luiken, namelijk klimaatmitigatie en adaptatie.

### **2.5.1 Mitigatiemaatregelen**

Mitigatiemaatregelen richten zich op het beperken van klimaatverandering zelf. Voor een organisatie als HOGENT betekent dit enerzijds het verminderen van de uitstoot, maar anderzijds ook het actief uit de lucht halen van CO<sub>2</sub> via de natuur. De groene infrastructuur op de campus, dragen hier bij als een natuurlijke opslagplaats voor koolstof. Wanneer deze zones goed beheerd worden om de koolstofopslag te maximaliseren, vormt dit een actieve mitigatiestrategie.

### 2.5.2 Adaptatiemaatregelen

Waar mitigatie kijkt naar de wereldwijde impact, richt adaptatie zich op de lokale gevolgen. Het gaat erom de campus weerbaar te maken tegen de gevolgen van de klimaatverandering, zoals extreme weersomstandigheden. Een goed voorbeeld op campus Schoonmeersen zijn de wadi's, deze zijn in de eerste plaats aangelegd om regenwater op te vangen bij hevige neerslag, maar een wadi zorgt er ook voor dat het hemelwater traag infiltreert wat beter is voor de bodem. Dit is essentieel voor het voorkomen van lokale wateroverlast en het herstel van de grondwaterstand.

## 2.6 Klimaatbeleid binnen HOGENT

Het klimaatbeleid van HOGENT maakt deel uit van een bredere duurzaamheidsstrategie waarin zowel ecologische, sociale als maatschappelijke doelstellingen gecombineerd worden. Duurzaamheid wordt in de beleidsdocumenten omschreven als een rode draad die zowel in onderwijs, onderzoek als in de bedrijfsvoering moet worden geïntegreerd. Binnen dit beleid neemt klimaatmitigatie een duidelijke plaats in, met aandacht voor emissiereductie, mobiliteit, energiegebruik en de indirecte effecten van campusbeheer.

Hoewel HOGENT op dit moment niet wettelijk verplicht is om volgens de CSRD te rapporteren, kiest de instelling er bewust voor om haar klimaatimpact op te volgen en periodiek te rapporteren via carbonfootprintanalyses. Het kwantificeren van koolstofopslag op campus Schoonmeersen biedt HOGENT de mogelijkheid om natuurlijke verwijderingen op te nemen in haar toekomstige duurzaamheidsrapportering (HOGENT, 2022).

### 2.6.1 Ambitie klimaatneutraliteit+

In het duurzaamheidsbeleid van HOGENT wordt duidelijk aangegeven dat er ambities zijn naar klimaatneutraliteit+ en het structureel verminderen van de ecologische voetafdruk. De duurzaamheidsvisie benadrukt het belang van energie-efficiëntie, een vermindering van fossiel brandstofgebruik en het vergroenen van mobiliteit en aankopen. De campusinfrastructuur wordt steeds meer afgestemd op energiezuinig beheer, en er wordt gewerkt aan gedragsverandering bij personeel en studenten om duurzame keuzes te stimuleren.

Klimaatneutraliteit+ houdt in dat HOGENT verder wil gaan dan emissieneutraliteit. HOGENT wil bijdragen aan herstel van ecosystemen, biodiversiteit en koolstofopslag, onder meer via vergroening van campussen en duurzame ruimtelijke inrichting. Door deze verbreding wordt de klimaatmitigatie ook gekoppeld aan een sociale en ecologische meerwaarde (HOGENT, 2022; Van Bastelaere & Haesaerts, 2023).

### 2.6.2 Huidige carbon footprint

HOGENT beschikt momenteel over twee broeikasgasinventarissen, namelijk de nulmeting voor het jaar 2019 en de meest recente berekening voor 2023. Beide rapporten werden opgesteld volgens de richtlijnen van het Greenhouse Gas Protocol, waarbij emissies worden toegewezen aan de scopes 1, 2 en 3.

Uit de meest recente carbonfootprint volgt dat de grootste emissiebronnen binnen HOGENT afkomstig zijn van mobiliteit, energieverbruik en aankoop van goederen en diensten. De rapporten tonen aan dat de voetafdruk sinds 2019 een lichte daling vertoont in bepaalde categorieën, maar dat structurele reductie inspanningen nog noodzakelijk zijn om richting klimaatneutraliteit+ te evolueren (Cierkens, 2021; Van Bastelaere & Haesaerts, 2023).

### 2.6.3 Relevantie voor campus Schoonmeersen

Campus Schoonmeersen is binnen het klimaatverhaal van HOGENT een interessante case. De campus behoort tot de grootste en meest energie-intensieve sites van HOGENT. De campus beschikt over een grote variëteit aan groenzones en open ruimten, die interessant kunnen zijn voor het realiseren van de klimaatdoelstellingen.

HOGENT communiceerde in een recente mededeling dat het masterplan voor campus Schoonmeersen werd goedgekeurd en verder wordt ontwikkeld als een “duurzame kerncampus”, met aandacht voor energie-efficiëntie, groene inrichting en ecologisch beheer. Deze geplande ontwikkelingen versterken de relevantie van de site in het kader van onderzoek naar natuurlijke koolstofopslag. Dit omdat de toekomstige aanpassingen in groenstructuur en infrastructuur een grote impact kunnen hebben op de koolstofdynamiek van de campus. De combinatie van een omvangrijke en gevarieerde campus, de aanwezigheid van groenelementen, beschikbare data en geplande duurzaamheidsontwikkelingen maakt Schoonmeersen een geschikte locatie voor het analyseren van koolstofopslag in vegetatie en bodem op campusterreinen (HOGENT, 2025).

## 2.7 Technologische versus natuurlijke CO<sub>2</sub>-captatie

In de literatuur wordt onderscheid gemaakt tussen technologische en natuurlijke methoden voor koolstofvastlegging. Technologische benaderingen omvatten voornamelijk Carbon Capture and Storage (CCS) en Carbon Capture and Utilisation (CCU). Bij CCS wordt CO<sub>2</sub> afgevangen uit industriële emissies, vervolgens getransporteerd en permanent opgeslagen in ondergrondse geologische lagen. CCU daarentegen richt zich op het hergebruiken van afgevangen CO<sub>2</sub> als grondstof voor nieuwe producten, zoals synthetische brandstoffen of bouwmaterialen (Carbon180, 2024).

Natuurlijke CO<sub>2</sub>-captatie steunt op biologische processen. Planten nemen CO<sub>2</sub> op via fotosynthese en leggen koolstof vast in biomassa en in de bodem. Een groot deel van de koolstofopslag vindt plaats in de bodem, voornamelijk in de vorm van organische stof die afkomstig is van wortels, micro-organismen en afgebroken plantenresten. De hoeveelheid koolstof die op deze manier wordt vastgelegd, wordt vaak aangeduid als Soil Organic Carbon (SOC) (FAO, 2017).

## 2.8 Koolstofopslag in vegetatie en bodem

### 2.8.1 Koolstofstock en koolstofflux

Binnen de natuurlijke koolstofcyclus wordt een onderscheid gemaakt tussen de koolstofstock en de koolstofflux. De koolstofstock verwijst naar de totale hoeveelheid koolstof die op een bepaald moment aanwezig is in een ecosysteem, zowel in vegetatie als in de bodem, uitgedrukt in ton C per hectare. De grootte van deze voorraad wordt bepaald door historische vegetatieproductie, landgebruik, bodemtype, verstoringen en afbraakprocessen. Omdat veranderingen in koolstofvoorraden traag verlopen, kan deze stock gezien worden als een langetermijndicator voor klimaatmitigatie.

De koolstofflux beschrijft de CO<sub>2</sub> uitwisseling van de voorraad in de tijd, meestal op jaarbasis. Wanneer de flux positief is, functioneert het ecosysteem als een koolstofsink en neemt het netto CO<sub>2</sub> op. Een negatieve flux betekent dat er meer koolstof vrijkomt dan wordt vastgelegd, waardoor het systeem functioneert als een koolstofbron. De verhouding tussen deze twee parameters bepaalt de klimaatimpact van een ecosysteem.

Fluxen beschrijven dus de snelheid van verandering, terwijl stocks de hoeveelheid beschrijven. Een ecosysteem kan een grote stock hebben maar een kleine flux (oude bossen), of een kleine stock maar een hoge flux (intensief beheerde gazons). Het onderscheid tussen stock en flux is

essentieel in rapporteringskaders zoals het IPCC en het GHG-protocol, waar fluxen worden gebruikt om jaarlijkse emissies of verwijderingen te berekenen, terwijl stocks worden gerapporteerd als totale koolstofvoorraad per landgebruikscategorie (IPCC, 2006, Vol. 4).

### 2.8.2 Koolstofverdeling in vegetatie en bodem

De koolstofvoorraad in terrestrische ecosystemen bevindt zich in verschillende plaatsen, waaronder levende biomassa, dode organische materialen en vooral de bodem. Hoewel deze plaatsen met elkaar zijn verbonden via continue koolstofstromen, verschillen ze sterk in omvang en stabiliteit.

Bodems vormen daarbij het grootste koolstofreservoir op land. In de bovenste meter wordt wereldwijd twee tot drie keer meer koolstof opgeslagen dan in alle vegetatie samen. De bodemorganische koolstof (SOC) omvat humus, microbiel materiaal, wortelresten en organische verbindingen die aan bodemdeeltjes zijn gebonden. SOC ontstaat wanneer organisch materiaal wordt afgebroken en gestabiliseerd via fysische, chemische en biologische processen. Doordat deze stabilisatie relatief traag verloopt, is SOC veel minder veranderlijk dan vegetatiekoolstof en kan het gedurende decennia tot eeuwen in de bodem opgeslagen blijven (Schmidt et al., 2011).

De koolstof die in de vegetatie zelf zit wordt opgeslagen in bladeren, stammen, takken en wortels. Koolstof bevindt zich dus in zowel bovengrondse als ondergrondse biomassa. De hoeveelheid die opgeslagen wordt hangt af van het vegetatietype, leeftijd, dichtheid en beheer. Bossen hebben gemiddeld de grootste hoeveelheid bovengrondse biomassa, omdat houtige vegetatie langdurig koolstof vasthoudt. Graslanden daarentegen hebben relatief weinig bovengrondse biomassa, maar compenseren dit door hun groot aandeel aan ondergrondse koolstofopslag, waardoor graslanden alsnog een zeer belangrijke bron van koolstofopslag vormen (IPCC, 2006, Vol. 4).

De verticale verdeling van SOC is een belangrijk aspect in koolstofonderzoek. Uit het Vlaamse Koolstofmonitoring project blijkt dat rond de 55% van de koolstof zich in de bovenste 30 cm bevindt. Het deel koolstof dat zich dieper in de bodem bevindt blijft vaak ook langer opgeslagen. Diepgelegen koolstof is minder gevoelig aan verstoring door landgebruik of -beheer, maar kan onder bepaalde omstandigheden alsnog vrijkomen (ILVO, 2025; Departement Omgeving, 2025).

Het landgebruik speelt een bepalende rol in de verdeling van koolstof tussen vegetatie en bodem. Permanente graslanden en bossen behoren in Europa tot de systemen met de hoogste SOC-voorraden. Verschillende studies tonen aan dat omgeploegde landbouwgronden gemiddeld 30-50% minder bodemkoolstof bevatten dan vergelijkbare graslandbodems. Deze verliezen ontstaan voornamelijk door bodemverstoring en het uitputten van nutriënten en andere noodzakelijke grondstoffen. In tegenstelling daarmee vertonen extensief beheerde graslanden, natuurterreinen en bossen vaak een stabiele of zelfs toenemende SOC-opbouw, vooral wanneer ze weinig verstoord worden en een constante input van wortel en strooiselmateriaal genereren.

De relatie tussen vegetatie en bodem is cyclisch en wederzijds afhankelijk. Vegetatie levert de input die SOC opbouwt, en de bodemkwaliteit beïnvloedt op haar beurt de productiviteit en groei van vegetatie (IPCC, 2006, Vol. 4; ILVO, 2025).

Deze inzichten onderbouwen de focus van dit onderzoek op bodemkoolstof tot een diepte van 30 cm. Aangezien het grootste deel van de koolstof zich in de bovenste bodemlagen bevindt en deze lagen het meest gevoelig zijn voor beheer, is bodemstalenanalyse op campus Schoonmeersen een geschikte methode om verschillen tussen vegetatietypes en beheerpraktijken zichtbaar te maken.

## 2.9 Factoren die koolstofopslag in vegetatie en bodem beïnvloeden

De capaciteit van een ecosysteem om koolstof op te slaan wordt bepaald door een combinatie van biotische en abiotische factoren. Deze factoren beïnvloeden zowel de jaarlijkse koolstoffluxen als de langetermijnopbouw van koolstofstocks. In terrestrische systemen is de interactie tussen vegetatie, bodem en beheer bepalend voor de hoeveelheid koolstof die kan worden vastgelegd of verloren gaat (IPCC, 2006, Vol. 4; Schmidt et al., 2011).

### 2.9.1 Bodemtype en textuur

Bodemtextuur is één van de sterkste determinanten van SOC-opslag. Bodems met een hoge bodemorganische stof, goede structuur en voldoende nutriënten ondersteunen meer vegetatie-biomassa en sterkere wortelsystemen, wat leidt tot hogere koolstofinput. Kleibodems kunnen door hun mineralogische eigenschappen meer koolstof stabiliseren dan zandbodems. Binnen de CMON-resultaten blijkt dat Vlaamse klei- en leembodems systematisch hogere stocks vertonen dan zandbodems, zelfs bij vergelijkbaar landgebruik. De textuur bepaalt dus mede welke maximale koolstofvoorraad haalbaar is binnen een bepaald ecosysteem (Oorts et al., 2025; Schmidt et al., 2011).

### 2.9.2 Vegetatietype en biodiversiteit

Vegetatie bepaalt de hoeveelheid en de kwaliteit van koolstofinput in de bodem. Bossen hebben over het algemeen een grote strooisellaag en diepwortelende biomassa, wat leidt tot hoge bovengrondse en ondergrondse koolstofopslag. Graslanden daarentegen produceren een relatief kleine hoeveelheid bovengrondse biomassa, maar investeren sterk in wortelgroei, waardoor ze bijzonder efficiënt zijn in SOC-opbouw (IPCC, 2006, Vol. 4).

Een hogere variëteit aan plantensoorten leidt doorgaans tot hogere productiviteit, grotere worteldieptevariatie en hogere ondergrondse koolstofinput. Kruidenrijke graslanden en gemengde bossen hebben daarom een grotere koolstofvastleggingscapaciteit dan monoculturen (Yang et al., 2019). Wadi's en ongehinderde vegetatiezones in de stad profiteren hiervan op dezelfde manier omdat zij minder vaak worden beheerd en meer soorten toelaten dan gazons (Oorts et al., 2025).

### 2.9.3 Bodemgebruik en beheer

Beheer bepaalt in sterke mate de snelheid waarmee organische koolstof wordt opgebouwd of afgebroken. Bodembewerking zoals ploegen verhoogt de blootstelling van organisch materiaal aan zuurstof, waardoor SOC sneller mineraliseert. Dit verklaart waarom akkerland doorgaans 30 tot 50% minder SOC bevat dan grasland of bos. Omgekeerd stimuleren extensief beheer, beperkte verstoring en behoud van permanente vegetatie de opbouw van stabiele koolstofvoorraden. In stedelijke context spelen extra factoren zoals verdichting, grondverzet en bodemafdekking een rol. Verdichte bodems hebben minder poriën, wat zowel wortelgroei als microbiële activiteit vermindert en zo de koolstofverandering beïnvloedt (IPCC, 2006, Vol. 4; ILVO, 2025).

### 2.9.4 Klimaat

Klimaatcondities spelen een centrale rol in de koolstofopslag. Temperatuur bepaalt de snelheid van fotosynthese en respiratie, maar beïnvloedt ook de afbraaksnelheid van organisch materiaal in de bodem. Hydrologische condities hebben ook een impact op de koolstofbalans. Natte bodems, zoals wadi's of natte natuurgebieden, kunnen extra koolstof opslaan door tragere afbraak, aan de andere kant zorgen oververzadigde bodems voor een zuurstoftekort wat de wortelactiviteit beperkt. Extreme droogte heeft ook een aanzienlijke invloed. Droogte zorgt voor een beperking van de fotosynthese en wortelgroei (Davidson & Janssens, 2006).

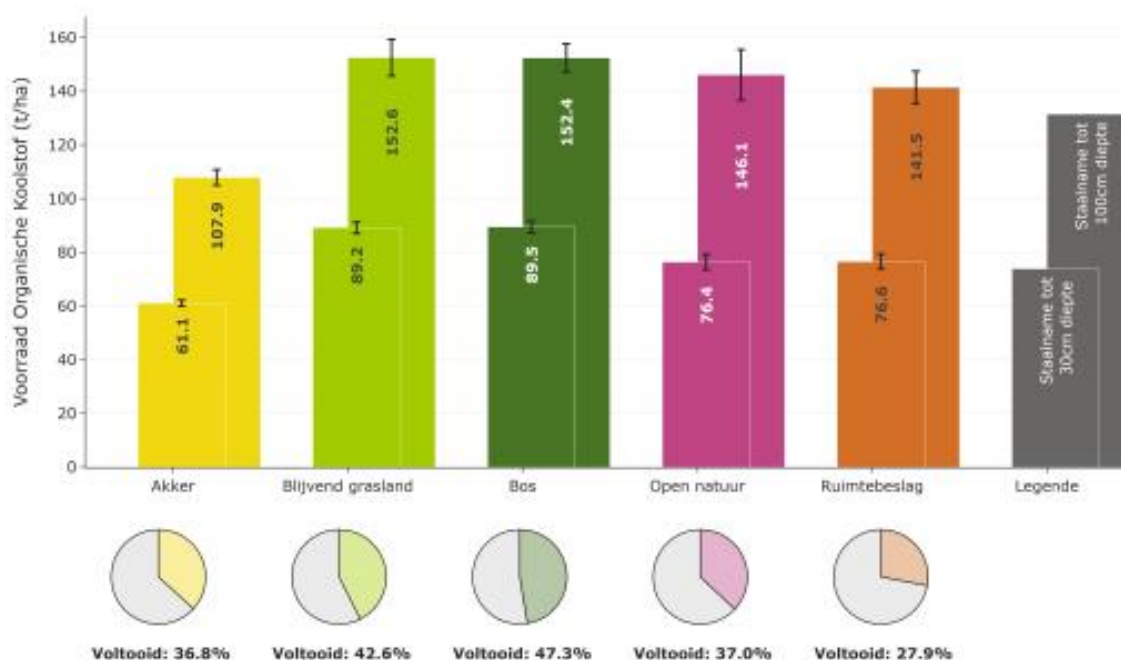
## 2.10 Inzichten uit Vlaamse koolstofmonitoring

Het Vlaamse bodemkoolstofmonitoringnetwerk, afgekort Cmon, heeft tot doel om de organische koolstofvoorraden (SOC) en de evoluties daarin te monitoren voor vijf hoofdcategorieën van landgebruik: akkerland, blijvend grasland, bos, open natuur en ruimtebeslag. Het meetnet is ontworpen om beleidsrelevante data te leveren voor onder andere de LULUCF-rapportering en het Vlaamse klimaatbeleid (Oorts et al., 2025).

Het Cmon-netwerk werkt met een meetcyclus van 10 jaar. Omdat het praktisch onmogelijk is om alle locaties in één keer te bemonsteren, wordt jaarlijks een deel van de plots bemonsterd. Na afloop van de cyclus worden de locaties in dezelfde volgorde opnieuw bezocht, wat het mogelijk maakt om na 10 jaar de verandering in koolstofvoorraad per locatie exact te bepalen (Oorts et al., 2025).

De selectie van de meetpunten gebeurde op basis van een statistisch design (Balanced Generalized Random Tessellation Stratified) om een representatieve spreiding over Vlaanderen te garanderen (Oorts et al., 2025).

In totaal wordt er data verzameld van 2.594 meetlocaties, verdeeld over de verschillende landgebruiksklassen, namelijk akkerland, grasland, bos, open natuur en onverhard ruimtebeslag zoals tuinen, parken, recreatiedomeinen, bermen en andere groenelementen. Alle bodemstalen worden geanalyseerd op organische koolstofconcentratie (%), totale stikstof, pH en bodemtextuur. Op basis van de concentraties, de bulkdichtheid en de laagdikte wordt vervolgens de organische koolstofvoorraad (in ton C/ha) berekend voor de dieptes 0-30 cm en 0-100 cm (Oorts et al., 2025).



Figuur 2.2: Gemiddelde organische koolstofvoorraad in Vlaamse bodems per landgebruik en diepte

(Bron: Departement Omgeving, 2025)

## 2.11 Vegetatietypes en koolstofopslag

Vegetatietypes verschillen sterk in hun vermogen om koolstof vast te leggen en op te slaan. Deze variatie wordt bepaald door verschillen in biomassaopbouw, wortelstructuur, beheerintensiteit en interacties met de bodem. Volgens de IPCC-richtlijnen voor LULUCF wordt koolstofopslag in vegetatie bepaald door zowel bovengrondse biomassa (AGB) als ondergrondse biomassa (BGB), aangevuld met de jaarlijkse input van organisch materiaal via strooisel en wortelafsterving. In Vlaamse context waar verschillende vormen van stedelijk en semi-stedelijk groen voorkomen, zijn vooral graslanden, gazons, wadi's en bosstructuren relevant voor de totale koolstofbalans (IPCC, 2006, Vol. 4).

### 2.11.1 Graslanden

Graslanden zijn wereldwijd belangrijke koolstofreservoirs, ondanks hun relatief beperkte bovengrondse biomassa. Dit komt doordat een groot deel van de productie naar wortelvorming gaat. Die wortels dragen sterk bij tot de vorming van organische stof, omdat zij dieper in de bodem worden ingebracht en trager worden afgebroken dan bovengrondse resten. Extensief beheerde graslanden blijken bijzonder efficiënt in SOC-accumulatie. Vlaamse rapporten tonen dat graslanden tot de hoogste SOC-stocks behoren binnen niet-bos landgebruik, mede door de relatief lage verstoringsgraad (IPCC, 2006, Vol. 4; Schmidt et al., 2011; Oorts et al., 2025).

### 2.11.2 Gazon

Gazons functioneren ecologisch anders dan graslanden. Door intensief beheer, zoals frequent maaien en bemesten, blijft de bovengrondse biomassa laag en is de koolstofstock in vegetatie relatief beperkt. Metingen van het Bodemkoolstofmonitoringnetwerk tonen dat gazons op verstoorte bodems doorgaans lagere SOC-waarden hebben dan semi-natuurlijke graslanden, maar dat gazons onder gunstige omstandigheden toch substantiële SOC-opbouw kunnen realiseren (Oorts et al., 2025).

### 2.11.3 Bos

Bossen vertegenwoordigen de grootste koolstofstocks in levende vegetatie, vooral omdat houtige biomassa lang blijft bestaan en grote hoeveelheden koolstof kan vastleggen. Mondiaal worden bossen beschouwd als de belangrijkste bovengrondse terrestrische koolstofsinks. Naast de opslag in levende biomassa dragen ook dode houtvoorraden, strooisellagen en uitgebreide wortelstelsels aanzienlijk bij tot de totale koolstofbalans van bosesystemen.

Vlaamse bosinventarisaties tonen dat bossen, ondanks hun relatief jonge leeftijd en versnipperde structuur, een duidelijk patroon vertonen. Jonge bossen bouwen snel biomassa op, terwijl oudere en minder verstoorte bossen geleidelijk meer koolstof vastleggen in zowel houtige biomassa als in de bodem. Een andere belangrijke factor voor koolstofopslag in Vlaamse bossen is de structuurvariatie, dode houtmassa en continuïteit van bosbeheer (Agentschap voor Natuur en Bos & INBO, 2023; Pan et al., 2011).

### 2.11.4 Wadi's en onverharde terreinen

Wadi's en infiltratiegroen, die hoofdzakelijk ontworpen zijn voor waterbeheer in stedelijke gebieden, blijken ook relevante koolstofopslagplaatsen te zijn. Door hun lage beheerintensiteit en hun hoge bodemvochtbeschikbaarheid kunnen ze een gunstig microklimaat creëren waarin organische stof efficiënt wordt opgebouwd. Vegetatie in wadi's bestaat vaak uit een kruidenrijke mix. Hoewel er minder onderzoek is naar koolstofopslag in wadi's, tonen Vlaamse bodemobservaties aan dat vegetatie bij waterbeheer een grote bijdrage kan leveren aan SOC-opbouw wanneer de bodem voldoende doorlucht en niet verdicht (Oorts et al., 2025).

## 2.12 Methoden en modellen om CO<sub>2</sub>-captatie te bepalen

Het bepalen van CO<sub>2</sub>-captatie door vegetatie en bodem vereist een combinatie van metingen, berekeningen en gestandaardiseerde rapporteringskaders. Binnen klimaatrapportering worden deze berekeningen voornamelijk gebaseerd op de internationale richtlijnen van het Greenhouse Gas Protocol en de IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas inventories. Deze kaders beschrijven hoe koolstofvoorraden en jaarlijkse fluxen moeten worden bepaald voor verschillende vormen van landgebruik. Het IPCC onderscheidt twee hoofdmethoden om koolstofverandering in vegetatie en bodem te berekenen. De stock-difference methode en de gain-loss methode. De stock-difference methode bepaalt koolstofveranderingen door begin en eindvoorraden te vergelijken, terwijl de gain-loss methode werkt met jaarlijkse fluxen zoals groei, afbraak en beheer (IPCC, 2006, Vol. 4, Ch. 2).

### 2.12.1 Stock-difference en gain-loss methoden voor koolstofmodellering

Modellen om koolstofopslag en CO<sub>2</sub>-captatie te bepalen sluiten doorgaans aan bij één van de twee IPCC-methoden, of combineren elementen van beide afhankelijk van het beschikbare dataniveau. In stock-difference toepassingen wordt de totale hoeveelheid koolstof die aanwezig is in biomassa en bodem bepaald. Voor vegetatie gebeurt dit meestal via biomassamodellen of allometrische vergelijkingen die biomassa afleiden uit diameter, hoogte en houtdichtheid. Voor bodemkoolstof worden waarden berekend op basis van koolstofgehalte, bulkdichtheid en bemonsteringsdiepte. Wanneer lokale gegevens ontbreken, kunnen de IPCC “default values” worden gebruikt per klimaatzone en bodemtype.

Modellen die de gain-loss method volgen, richten zich op de jaarlijkse fluxen van koolstof in een ecosysteem. Voor vegetatie omvat dit koolstoftoename door groei en koolstofverliezen door afbraak, snoei of beheer. Deze benadering is vooral relevant wanneer men de jaarlijkse verandering wil bekijken, bijvoorbeeld om de effecten van beheer, maaifrequentie of verandering in vegetatietype te evalueren (IPCC, 2006, Vol. 4).

### 2.12.2 IPCC-richtlijnen en methodes

De IPCC-richtlijnen leggen niet alleen vast hoe koolstofvoorraden en fluxen moeten worden berekend, maar ook hoe nauwkeurig die berekeningen moeten zijn. Hiervoor wordt het Tier-systeem gebruikt. Dit systeem onderscheidt drie niveaus van detail en datakwaliteit. De toepassing van verschillende Tier-niveaus binnen deze bachelorproef laat toe om het verschil tussen globale aannames, regionale gemiddelden en lokale metingen te kwantificeren.

De Tier 1-methode maakt gebruik van globale IPCC-standaardwaarden, bijvoorbeeld voor biomassa, wortelverhoudingen en bodemkoolstof. Het vereist weinig lokale gegevens en kent daarom een relatief hoge onzekerheid.

De Tier 2-methode gebruikt land of regio gebonden waarden, zoals nationale of regionale koolstofmonitoringscampagnes. De berekeningen volgen nog steeds de IPCC-methodologie, maar zijn nauwkeuriger dan de Tier 1-methode omdat ze beter aansluiten bij de lokale situatie.

De tier 3-methode omvat gedetailleerde modellen, permanente meetnetwerken of geavanceerde simulaties. Dit niveau wordt gebruikt wanneer nauwkeurige schattingen nodig zijn, bijvoorbeeld voor lange-termijn beleidsbeslissingen.

Voor bodemkoolstof bevindt Vlaanderen zich op Tier 2-niveau, omdat er gebruikgemaakt wordt van regiospecifieke data uit het bodemkoolstofmonitoringsnetwerk. Voor vegetatie hangt het toegepaste Tierniveau af van de beschikbaarheid van lokale inventarisgegevens. In kleinere gebieden of projecten waar zeer gedetailleerde metingen beschikbaar zijn kan de berekening

evolueren richting Tier 3, dat door het IPCC wordt gedefinieerd door een hoog niveau van datadetail en nauwkeurigheid.

Naast de Tier-niveaus voorzien de IPCC-richtlijnen ook een uniforme omzetting van koolstof naar CO<sub>2</sub>-equivalent. De standaardconversie is gebaseerd op de verhouding tussen de molecuul-massa van koolstof (12 g/mol) en CO<sub>2</sub> (44 g/mol), waardoor 1 ton koolstof overeenkomt met 3,67 ton CO<sub>2</sub>. Deze factor is verplicht binnen nationale broeikasgasinventarissen en zorgt voor internationale vergelijkbaarheid (Oorts et al., 2025; IPCC, 2006, Vol. 1; Vol. 4).

## 2.13 Relevante initiatieven en organisaties.

Om de resultaten van dit onderzoek te kaderen, is het noodzakelijk om te kijken naar bestaande initiatieven waar koolstofopslag door organisaties reeds wordt bestudeerd of toegepast. In Vlaanderen wordt de monitoring van koolstofvoorraden uitgevoerd door overheidsinstanties en onderzoekscentra. Het Vlaams koolstofmonitoringnetwerk, uitgevoerd door het Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek (INBO) en Instituut voor Landbouw-, Visserij en Voedingsonderzoek (ILVO) in opdracht van het Departement Omgeving, vormt de belangrijkste wetenschappelijke benchmark voor deze studie (Departement Omgeving, 2025).

Daarnaast werkt de Bodemkundige Dienst van België (BDB) aan een project rond "Carbon Farming", waarbij zij de bodemvruchtbaarheid en koolstofstocks op percelen analyseren en adviseren over beheermaatregelen om deze voorraden te verhogen. Hierdoor kunnen landbouwers een financiële vergoeding krijgen voor koolstofopslag (Bodemkundige Dienst van België, 2025).

Hoewel er een grote aandacht gaat naar het opslaan van koolstof wordt het vooral in land- en bosbouwprojecten toegepast. De studie van de Milieu- en Natuurraad Vlaanderen (Minaraad) bevestigt dat niet alleen landbouwers of natuurverenigingen, maar ook bedrijven met onverharde terreinen potentiële aanbieders zijn op een toekomstige koolstofmarkt. Dit rapport verkent hoe natuurlijke processen kunnen bijdragen aan het behalen van de Europese en Vlaamse klimaatdoelen. Het rapport stelt dat de sector landgebruik (LULUCF) in Vlaanderen momenteel een netto-uitstoter is, maar dat we dit moeten ombuigen naar een sink, door beter bodembeheer (Minaraad, 2021).

In de praktijk zijn er echter nog nauwelijks voorbeelden van Belgische bedrijven (buiten de landbouwsector) die de bodemkoolstof van hun eigen terreinen effectief hebben geïnventariseerd via staalnames. De meeste organisaties beperken zich in hun duurzaamheidsrapportering tot het berekenen van hun uitstoot (carbon footprint) of focussen op biodiversiteit, zonder de fysieke opslagcapaciteit van hun bodem mee te rekenen.

## Hoofdstuk 3

# Methodologie

### 3.1 Studiegebied

Dit onderzoek werd uitgevoerd op campus Schoonmeersen van HOGENT, gelegen in Gent. De campus vormt een grootschalige onderwijsomgeving met een aanzienlijke oppervlakte aan groene infrastructuur. Binnen het studiegebied komen verschillende vegetatietypes voor, waaronder intensief beheerde gazons, extensief beheerde graslanden, boszones en wadi's. Deze diversiteit maakt de campus bijzonder geschikt om verschillen in koolstofopslag in bodem en vegetatie te analyseren.

De bodems op campus Schoonmeersen worden hoofdzakelijk gekenmerkt door een zandige textuur. Hierdoor zijn verschillen in koolstofopslag in belangrijke mate toe te schrijven aan vegetatie, hydrologie en beheer, eerder dan aan bodemtype. Dit biedt een gunstig uitgangspunt om de impact van beheer en landgebruik op bodemkoolstof te evalueren.

### 3.2 Onderzoeksstrategie

Om de koolstofopslag op campus Schoonmeersen in kaart te brengen, is gekozen voor een gecombineerde onderzoeksopzet waarin theoretische modellen en veldwerk elkaar aanvullen. Deze methodologische keuze is gebaseerd op de internationale richtlijnen van het Intergovernmental Panel on Climate Change voor landgebruik (LULUCF), zoals beschreven in de literatuurstudie. De strategie hanteert de zogenaamde Tier-benadering, waarbij berekeningen worden uitgevoerd op drie verschillende niveaus om een wetenschappelijk onderbouwd beeld te krijgen van de werkelijke koolstofvoorraad.

Ter voorbereiding en validatie van deze methodologische keuzes werd advies ingewonnen bij vakexperts om de theoretische kaders te toetsen aan de praktijk. Zo vond er op 3 november 2025 een overleg plaats met Stien Beirinckx, Wetenschappelijk coördinator Carbon Farming & Carbon Removals Vlaanderen. Tijdens dit overleg werden de IPCC-methodes besproken en werden de mogelijkheden rond de berekening van bovengrondse koolstofopslag geëvalueerd. De resultaten van de theoretische modellen werden later ook via e-mail getoetst op hun orde van grootte.

Aanvullend werd schriftelijk advies ingewonnen bij Pieter Vangansbeke, onderzoeker Bosbeheer bij het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Hij verschaftte inzichten over de toepassing van bovengrondse koolstofopslag binnen de specifieke context van de campus. Aangezien bomen en boszones in een stedelijke context een andere dynamiek kennen dan bomen in een gesloten bosbestand, adviseerde hij om naast de generieke IPCC-methodiek gebruik te maken van de CARAT-tool (Carbon Sequestration in Arable Land and Roadside Trees), ontwikkeld

door het ILVO. Deze tool is specifiek ontworpen voor agroforestry-systemen en bomen in open omgevingen zoals parken. Door bomen ruimtelijk in te tekenen en soortspecifieke groeisnelheden te hanteren, biedt CARAT een simulatie van de koolstofvoorraad door de tijd heen die nauwkeuriger aansluit bij de situatie op Schoonmeersen (ILVO, 2023).

In dit onderzoek wordt de CARAT-tool echter nog niet toegepast omdat de bomeninventarisatie op de campus nog niet is afgerond, waardoor er onvoldoende data beschikbaar was. De CARAT-tool vormt in de toekomst wel een waardevol instrument om de verzamelde inventarisatiedata te vertalen naar nauwkeurige koolstofmodellen (Agroforestry Vlaanderen, 2023).

### 3.3 Methodologische aanpak

De methodologische aanpak van dit onderzoek is opgebouwd volgens de IPCC-richtlijnen voor landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (LULUCF) en combineert verschillende niveaus van koolstofinschatting. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de Tier-benadering, waarbij methodes verschillen in complexiteit en datakwaliteit.

Wanneer er weinig effectieve data beschikbaar is wordt de Tier 1-methode toegepast, die steunt op globale standaardwaarden en algemene aannames over bodemkoolstof en koolstofverandering. Deze methode laat toe om op een eenvoudige en internationaal vergelijkbare manier een eerste inschatting te maken van koolstofvoorraden, maar houdt geen rekening met regionale of lokale verschillen in bodemontwikkeling en beheer.

Om deze globale benadering te verfijnen, wordt in een tweede stap gebruikgemaakt van de Tier 2-methode, die gebaseerd is op Vlaamse referentiewaarden. Deze methode weerspiegelt beter de regionale context waarin campus Schoonmeersen zich bevindt en houdt rekening met typische bodem- en landgebruikskarakteristieken in Vlaanderen. Hoewel Tier 2 een realistischer beeld geeft dan Tier 1, blijft ook deze benadering grotendeels theoretisch, aangezien ze uitgaat van gemiddelde waarden en geen rekening houdt met de specifieke beheerhistoriek en ruimtelijke structuren binnen de campus.

De kern van dit onderzoek ligt daarom bij de toepassing van de Tier 3-methode, waarbij de koolstofvoorraad wordt bepaald op basis van lokaal gemeten bodemgegevens. Door zelf bodemstalen te nemen en te analyseren, wordt het mogelijk om de theoretische aannames van Tier 1 en Tier 2 te confronteren met empirische data. Deze trapsgewijze aanpak maakt het niet alleen mogelijk om de meerwaarde van lokale metingen aan te tonen, maar ook om de beperkingen van louter modelmatige benaderingen bloot te leggen. Omdat Tier 3 expliciet rekening houdt met de actuele bodemconditie en het specifieke beheer op campus Schoonmeersen, biedt deze methode de meest realistische inschatting van de huidige koolstofvoorraad en vormt ze het centrale referentiekader voor de interpretatie van de resultaten in deze bachelorproef.

### 3.4 Afbakening van het terrein en vegetatie-indeling

#### 3.4.1 Indeling in vegetatietypes

De groene infrastructuur op de campus werd ingedeeld in vier vegetatietypes: bos, gazon, grasland, en wadi/ruigte. De campusvegetaties sluiten niet perfect aan bij de IPCC-AFOLU-landgebruikscategorieën. Daarom werd een reeks aannames toegepast om de vegetatietypes te koppelen aan de best mogelijke IPCC-categorie (zie tabel 3.1) (IPCC, 2006, Vol 4).

Tabel 3.1: Indeling vegetatietypes en IPCC classificatie

| Vegetatietype | Classificatie & Beheer                                                          | IPCC-Aanname                    | Toelichting                                                                                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bos           | Houtachtige vegetatie met gesloten of halfgesloten kruinlaag.                   | Forest Land                     | Voldoet aan de minimale criteria voor bosstructuur van het Agentschap voor Natuur & Bos en de IPCC-richtlijnen. (Agentschap voor Natuur en Bos, 2025) |
| Gazon         | Intensief beheerd, frequent gemaaid, lage vegetatiestructuur.                   | Degraded Grassland              | Intensief maaien en de daarmee gepaard gaande bodemverstoring en lage koolstofinput uit de vegetatie benadert de conditie van gedegradeerd grasland.  |
| Grasland      | Extensief beheerd (max. drie keer per jaar gemaaid), hogere vegetatiestructuur. | Improved Grassland              | Het lage beheer en de grotere biomassa stemmen overeen met extensief beheerde graslanden die een hogere koolstofvastlegging kennen.                   |
| Wadi/ruigte   | Wadi's en ruigtes samengenomen. Lage beheersintensiteit, onverhard.             | Natuur/Ruimtebeslag (onverhard) | Deze theoretische koppeling is noodzakelijk om aan te sluiten bij de beschikbare Vlaamse koolstofmonitoring en rapporteringskaders.                   |

### 3.4.2 Oppervlaktebepaling

De oppervlaktes van de verschillende vegetatietypes werden bepaald op basis van de bestaande campusinventarissen opgesteld door de onderzoeksgroep AgroFoodNature van HOGENT.

Tabel 3.2: onverharde oppervlaktes campus Schoonmeersen

| Vegetatietype                           | Oppervlakte (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Bos                                     | 20,378                        |
| Gazon                                   | 21,420                        |
| Grasland                                | 44,758                        |
| Wadi                                    | 2,238                         |
| Ruigte                                  | 1,079                         |
| Tijdelijke natuur (geklepeld grasland)* | 11,657                        |
| Open water                              | 3,403                         |

(Bron: AgroFoodNature. (2025))

\*De categorie tijdelijke natuur (11.657 m<sup>2</sup>) bestaat uit geklepeld grasland. Hoewel klepelen een beheermaatregel is die de bodem meer verstoort dan maaien, sluit het beheerregime het dichtst aan bij dat van extensief grasland. Op basis van de vegetatiestructuur en biomassa wordt dit

daarom ondergebracht binnen de bredere Grasland-categorie. Open water werd niet opgenomen in de berekeningen.

Omdat alle IPCC- en ILVO-waarden uitgedrukt worden per hectare, werden de oppervlaktes omgerekend volgens  $1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$ . Deze oppervlaktes vormen de basis voor de Tier 1- en Tier 2-berekeningen in de volgende secties.

Tabel 3.3: Oppervlakte per vegetatietype

| Vegetatietype          | Oppervlakte (ha)           |
|------------------------|----------------------------|
| Bos                    | 2,0378                     |
| Gazon                  | 2,1420                     |
| Grasland (Totaal)      | $4,4758 + 1,1657 = 5,6415$ |
| Wadi + ruigte (Totaal) | $0,2238 + 0,1079 = 0,3317$ |

## 3.5 IPCC – Classificatie van klimaat en bodem

### 3.5.1 Klimaatzone en bodemtype

Campus Schoonmeersen bevindt zich in een gematigd zeeklimaat, wat overeenkomt met het klimaattype "Warm Temperate Moist" volgens de IPCC-indeling. De bodemclassificatie is gebaseerd op een benadering van de lokale bodemkaarten en input van de onderzoeksgroep AgroFoodNature. De aanname is een verhouding van 80% Sandy soils en 20% LAC soils (Low Activity Clay soils) (IPCC, 2006, Vol 4).

### 3.5.2 Bepaling van de referentie koolstofvoorraad

De SOC<sub>ref</sub> vertegenwoordigt de koolstofvoorraad in de bovenste 30 cm van de bodem onder referentielandgebruik. Met behulp van de IPCC-standaardwaarden is de gewogen SOC<sub>ref</sub> berekend:

Waarden IPCC: Sandy soils (34 t C/ha), LAC soils (63 t C/ha).

Berekening:

$$SOC_{ref} = (0,80 \times 34 \text{ t C/ha}) + (0,20 \times 63 \text{ t C/ha}) = 39,8 \text{ t C/ha}$$

Deze waarde van 39,8 t C/ha wordt als theoretische referentiewaarde gebruikt waarop in de Tier 1-berekeningen correctiefactoren worden toegepast.

## 3.6 Tier 1 Methode: Koolstofvoorraad bodem (SOC Stock)

In de Tier 1-methode wordt de bodemkoolstofvoorraad berekend door de referentiewaarde (SOC<sub>ref</sub>) te corrigeren met standaardfactoren voor landgebruik (FLU), beheer (FMG) en koolstofinput (FI).

$$SOC_{Stock} = SOC_{ref} \times FLU \times FMG \times FI$$

Er worden twee situaties berekend om de impact van het landgebruik te bepalen:

Beginsituatie SOC<sub>begin</sub>: Dit is een theoretische uitgangstoestand die de historische, verstoorde bodemkwaliteit van de stedelijke campus representeert. De beheerfactor (FMG) wordt hierbij

op 1,00 gehouden, maar er wordt een verlaagde landgebruiksfactor (FLU) toegepast om de graad van bodemverstoring door verstedelijking te simuleren.

- Zwaar verstoord (Gazon, Wadi/ruigte): Krijgt de factor 0,70. Deze waarde sluit aan bij de IPCC-categorie “Severely degraded” en weerspiegelt een bodem die historisch onderhevig was aan intensieve verstoring, zoals grondverzet of bouwactiviteiten, wat typisch is voor een stedelijke omgeving (IPCC, 2006, Vol 4).
- Matig verstoord (Bos, Grasland): Krijgt de factor 0,95. Deze waarde sluit aan bij de IPCC-categorie “Moderately degraded”. Dit veronderstelt een minder intense historische verstoring of een zekere mate van bodemherstel voorafgaand aan de huidige vegetatieontwikkeling (IPCC, 2006, Volume 4).

Actuele Situatie (SOCactueel): Dit representeert de huidige toestand. De landgebruiksfactor FLU is hier 1,0 (stabiel landgebruik), maar de beheerfactor FMG varieert per vegetatietype:

- Bos: Krijgt de factor 1,00. Dit is de standaardfactor die aangeeft dat het bosbeheer het dichtst bij de referentietoestand blijft of gelijk wordt gesteld aan het referentielandgebruik (IPCC, 2006, Vol 4).
- Grasland: Krijgt de factor 1,14. Deze hoge waarde is gelinkt aan de categorie “Improved Grassland” binnen het IPCC. Gebaseerd op de maaifrequentie van maximaal 3x per jaar (IPCC, 2006, Vol 4).
- Gazon: Krijgt de factor 0,95. Dit is gekoppeld aan Degraded Grassland of intensief beheer. Het frequente maaien en de verstoring van de bodem verlagen de koolstofvoorraad ten opzichte van de referentie (IPCC, 2006, Vol 4).
- Wadi/ruigte: Krijgt de factor 1,00. Deze waarde weerspiegelt een lage beheersintensiteit zonder frequente verstoring, waarbij vegetatie grotendeels ongemoeid blijft en natuurlijke processen domineren. Binnen de IPCC-methodologie sluit dit het best aan bij extensief of natuurlijk beheerde vegetaties zonder intensieve beheermaatregelen.

*\*Opmerking over Tier 1: De Tier 1-methode van het IPCC, maakt gebruik van standaard of globale-waarden waar bepaalde factoren op worden toegepast. De onzekerheid van Tier 1 is relatief hoog, aangezien de methode geen rekening houdt met specifieke, lokale bodem- of klimaatkenmerken, wat in stedelijke omgevingen een belangrijke beperking vormt.*

## Overzicht van de berekende Tier 1 SOC Stock:

Tabel 3.4: Overzicht Tier 1 SOC Stock berekeningen

| Vegetatietype | SOCref<br>(t C/ha) | FLU<br>begin | FMG<br>begin | SOC<br>begin<br>(t C/ha) | FLU<br>actueel | FMG<br>actueel | SOC<br>actueel<br>(t C/ha) |
|---------------|--------------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
| Bos           | 39,8               | 0,95         | 1,00         | 37,8                     | 1,00           | 1,00           | 39,8                       |
| Gazon         | 39,8               | 0,70         | 1,00         | 27,9                     | 1,00           | 0,95           | 37,8                       |
| Grasland      | 39,8               | 0,95         | 1,00         | 37,8                     | 1,00           | 1,14           | 45,4                       |
| Wadi/ruigte   | 39,8               | 0,70         | 1,00         | 27,9                     | 1,00           | 1,00           | 39,8                       |

(Bron: Bijlage A.1 Tier 1 Koolstofvoorraad (Stock))

De uiteindelijke voorraad (in t C) wordt omgerekend naar t CO<sub>2</sub> door te vermenigvuldigen met de factor 3,667.

## 3.7 Tier 1: Koolstof flux en bosbiomassa

De Tier 1-methode beperkt zich niet tot de voorraad in de bodem. Om een compleet beeld te krijgen van de potentiële koolstofvastlegging (flux), wordt berekend hoeveel koolstof er jaarlijks wordt opgenomen door zowel de verandering in de bodem als door de groei van biomassa in de boszones.

### 3.7.1 Bodemkoolstof flux

Voor de berekening van de koolstof flux wordt onderscheid gemaakt tussen de scenario-beginsituatie en de actuele situatie.

Formule voor flux per hectare: De jaarlijkse bodemflux wordt berekend als de verandering tussen de theoretische beginsituatie ( $SOC_{begin}$ ) en de actuele situatie ( $SOC_{actueel}$ ), over een standaardperiode van 20 jaar.

$$\text{Jaarlijkse verandering per hectare (t C/ha/jaar)} = \frac{(SOC_{actueel} - SOC_{begin})}{20 \text{ jaar}}$$

Formule voor totale Flux:

$$\text{Totale Flux (t C/jaar)} = \text{Oppervlakte (ha)} \times \text{Jaarlijkse verandering per hectare}$$

Deze berekening geeft aan of de bodem onder het huidige beheer fungeert als koolstofsink of als koolstofbron.

### 3.7.2 Bosbiomassa flux

Voor de vegetatietypes gazon, grasland en wadi/ruigte wordt de jaarlijkse opslag in biomassa in Tier 1 verwaarloosbaar gezien. Dit omdat de vegetatie hier jaarlijks verwijderd wordt of geen aanzienlijke toename in biomassa kennen. Voor de categorie bos is de jaarlijkse aanwas van biomassa echter een essentiële factor. De berekening omvat zowel de bovengrondse biomassa (stam, takken, bladeren) als de ondergrondse biomassa (wortels). Hiervoor zijn de standaardwaarden van het IPCC en de FAO voor een "Temperate Oceanic Forest" gehanteerd (FAO, 2018; IPCC, 2006, Vol 4).

Berekening:

De totale koolstofvastlegging in bosbiomassa wordt berekend door de jaarlijkse groei te vermenvuldigen met de koolstoffractie en de factor voor wortelbiomassa:

$$\text{Totale C-Flux (t C/jaar)} = (AGB \text{ growth} \times CF \times (1 + R)) \times \text{Oppervlakte Bos (ha)}$$

Tabel 3.5: Parameters voor bosbiomassa flux

| Parameter            | Waarde | Eenheid      | Toelichting                                                                   |
|----------------------|--------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| AGB growth           | 4,4    | t dm/ha/jaar | Jaarlijkse groeisnelheid van bovengrondse droge massa (IPCC/FAO Table A/R-1). |
| R (Root:Shoot Ratio) | 0,25   | /            | Verhouding wortels t.o.v. bovengrondse massa (IPCC/FAO Table DM-4).           |
| CF (Koolstoffractie) | 0,47   | t C / t dm   | Fractie koolstof in droge biomassa (IPCC 2006).                               |

(Bron: FAO. (2011))

### 3.8 Tier 2 Methode: Koolstofvoorraad bodem (SOC Stock)

Om de onzekerheid van de Tier 1-methode te verkleinen, wordt voor de uiteindelijke fluxberekening gebruikgemaakt van de Tier 2-aanpak. Hierbij worden de berekende actuele waarden vervangen door regionale meetdata.

Voor de Tier 2-berekening wordt de theoretisch bepaalde SOC Stock vervangen door de “actuele” bodemkoolstofvoorraad. Deze waarden komen uit het “Rapport Bodemkoolstofmonitoringnetwerk” en tonen een gemiddelde waarde van de koolstofopslag in de bovenste 30 cm bij bepaalde vegetatietypes en beheerpraktijken (Vlaams Departement Omgeving, 2024).

Tabel 3.6: Tier 2 Koolstofvoorraad waarden

| Vegetatietype | SOCbegin (t C/ha) | SOC actueel (t C/ha) |
|---------------|-------------------|----------------------|
| Bos           | 37,8              | 80,9                 |
| Gazon         | 27,9              | 78,6                 |
| Grasland      | 37,8              | 89,2                 |
| Wadi/Ruigte   | 27,9              | 83,0                 |

(Bron: Overgenomen uit het Cmon jaarrapport (Oorts et al., 2025) & Tabel 3.4)

\*De waarden voor SOCbegin zijn overgenomen uit de scenario-beginsituatie berekend in Tier 1 (zie 3.4.1), om rekening te houden met de historische stedelijke verstoring.

#### 3.8.1 Bodemkoolstof flux

In deze berekening wordt, in tegenstelling tot de Tier 1-methode, geen aparte beheerfactor FMG meer toegepast. De gebruikte SOC-waarden zijn gebaseerd op directe metingen in Vlaamse bodems onder gelijkaardige omstandigheden. Het effect van het specifieke beheerregime zit hierdoor al opgenomen in de meetresultaten.

**Formule:**

$$\text{TotaleSOCFlux (t C/jaar)} = \frac{(\text{SOCactuele situatie} - \text{SOCbegin})}{20 \text{ jaar}} \times \text{Oppervlakte (ha)}$$

#### 3.8.2 Interpretatie en beperkingen van de Tier 2 flux

Het is belangrijk om de berekende Tier 2-flux correct te interpreteren. De berekening gaat uit van een lineaire toename over een periode van 20 jaar. In werkelijkheid verloopt de opbouw van bodemkoolstof doorgaans niet strikt lineair en kan de snelheid van de verandering variëren naargelang bodemtextuur, hydrologie, organische aanvoer en beheerintensiteit. Daarnaast representeren de gebruikte SOCactueel-waarden een regionaal gemiddelde en niet noodzakelijk de exacte locatie.

Hierdoor moet de resulterende jaarlijkse SOC-flux worden geïnterpreteerd als een scenario-indicatie en niet als een vastgesteld historisch opslagtempo. Wanneer de werkelijke beginsituatie minder gedegradieerd was dan verondersteld, zal de berekende flux de werkelijke gemiddelde jaarlijkse koolstofopslag overschatten. De resultaten worden daarom gerapporteerd als indicatieve potentiële verandering ten opzichte van een gestandaardiseerde verstoorde stadsbodems scenario. Met dit methodologisch kader als basis worden in hoofdstuk 4 de berekende SOC-stocks en SOC-fluxen voor de verschillende vegetatietypes op campus Schoonmeersen gerapporteerd en vergeleken tussen Tier 1 en de Tier 2-scenarioanalyse.

## 3.9 Bemonsteringsstrategie

Voor dit onderzoek zijn in totaal 45 boringen uitgevoerd met een gutsboor, verdeeld over de vier vegetatietypes. Elke boring werd direct in het veld opgesplitst in een toplaag (0-15 cm) en een onderliggende laag (15-30 cm). Om lokale variatie op te vangen, is gewerkt met mengmonsters. Per zone zijn de deelmonsters van dezelfde diepte samengevoegd. Dit resulteerde in 12 mengmonsters van de toplaag die chemisch zijn geanalyseerd. De verdeling is als volgt:

- Gazon: 3 mengmonsters (samengesteld uit 13 boringen)
- Grasland: 3 mengmonsters (samengesteld uit 12 boringen)
- Wadi: 3 mengmonsters (samengesteld uit 9 boringen)
- Bos: 3 mengmonsters (samengesteld uit 11 boringen)

Van de diepere laag (15-30 cm) zijn ook mengmonsters samengesteld. Hiervan is per vegetatietype slechts één monster effectief geanalyseerd om de referentieprofielen op te stellen.

De chemische analyses werden uitgevoerd door de Bodemkundige Dienst van België (BDB). Gezien de lange doorlooptijd bij het laboratorium en de beperkte tijd van de studie, werden voor de hoofdanalyse enkel de monsters van de toplaag (0-15 cm) geanalyseerd. Om toch een inschatting te kunnen maken van de totale koolstofvoorraad tot 30 cm, werd per vegetatietype één referentieprofiel uitgewerkt waarbij ook de laag van 15-30 cm werd bemonsterd en geanalyseerd. De uitgevoerde bodemanalyses leveren een momentopname van het organisch koolstofgehalte en laten geen berekening toe van een koolstofflux, aangezien hiervoor herhaalde metingen over meerdere jaren noodzakelijk zijn.

### 3.9.1 Bemonsterde locaties

De verschillende staalnamepunten zijn weergegeven op figuur 3.1 en 3.2.

- Gazon (13 stalen): zones SCH10, SCH42 en SCH60.
- Grasland (12 stalen): zones SCH72, SCH40 en SCH60.
- Wadi (9 stalen): zones SCH69, SCH64 en SCH60.
- Bos (11 stalen): verspreid over boszone 1, 2 en 3 (SCH62).



Figuur 3.1: Locatie van de staalnamepunten (1)



Figuur 3.2: Locatie van de staalnamepunten (2)  
(Bron: De Decker & De Schrijver, 2023)

Een bijzondere locatie in dit onderzoek is zone SCH60 (aan de hoofdingang voor de auto's, linksboven figuur 3.1). Hier grenzen drie vegetatietypes direct aan elkaar, intensief beheerd gazon, extensief grasland en een wadi. Omdat de bodemtextuur en geschiedenis van deze zone

identiek zijn, krijgen we een interessant beeld. Daarom zijn er op deze plaats stalen genomen van alle drie de types om de verschillen goed naast elkaar te kunnen leggen.

### 3.9.2 Chemische analyse van bodemkoolstof

De bodemstalen werden door de Bodemkundige Dienst van België (BDB) geanalyseerd op het totaal organisch koolstofgehalte (TOC). Aangezien de bodems op campus Schoonmeersen gekenmerkt worden door een hoge pH ( $> 7$ ), is er ook anorganische koolstof in de vorm van carbonaten aanwezig. Om het gehalte aan organische koolstof correct te bepalen, werd daarom gewerkt met een verschilmethode (VITO, 2021). Hierbij werd eerst een analyse van de totale koolstof (organisch + anorganisch) uitgevoerd. Vervolgens werd het staal op zeer hoge temperatuur verast om de organische fractie te verwijderen, waarna het restgehalte aan anorganische koolstof werd bepaald. Het percentage organische koolstof werd berekend als het verschil tussen de totale en de anorganische koolstof.

De resultaten werden uitgedrukt in procent organische koolstof en omgerekend naar koolstofvoorraden ( $t\ C/ha$ ) op basis van de bulkdichtheid en de bemonsteringsdiepte (A. De Schrijver, 2025).

De statistische verwerking van de meetresultaten voor de toplaag (0–15 cm) werd uitgevoerd met behulp van de software R. Om na te gaan of er significante verschillen bestaan in koolstofgehalten tussen de vegetatietypes, is een one-way ANOVA toegepast. Voorafgaand aan deze toetsing werden de statistische assumpties gecontroleerd: de normaliteit van de residuen (Shapiro-Wilk test) en de homogeniteit van de varianties (Levene's test). Bij vaststelling van significante hoofdeffecten werd een Tukey HSD post-hoc test uitgevoerd om paarsgewijze verschillen tussen de biotopen te identificeren. De resultaten zijn gevisualiseerd door middel van boxplots met vermelding van de globale p-waarde (A. De Schrijver, 2025).

# Hoofdstuk 4

## Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek naar de koolstofopslag op campus Schoonmeersen gepresenteerd en geanalyseerd. De resultaten volgen een trapsgewijze structuur. In eerste instantie worden de resultaten van de theoretische rekenmodellen (IPCC Tier 1 en Tier 2) besproken, die gebruikt worden als een theoretisch referentiekader. De kern van deze analyse ligt echter bij de zelfgenomen bodemstalen (Tier 3). Deze metingen vormen de meest waardevolle bron voor interpretatie, omdat ze een realistisch beeld geven van de actuele bodemkwaliteit en de impact van het specifieke beheerregime op de campus.

### 4.1 Koolstofvoorraad en flux via theoretische modellen

#### 4.1.1 Koolstofvoorraad

De toepassing van de IPCC Tier 1-methode resulteert in een totale koolstofvoorraad van 431 ton koolstof voor campus Schoonmeersen. Deze waarde is uitsluitend gebaseerd op globale standaardwaarden en corrigerende factoren en dient beschouwd te worden als een conservatieve ondergrens. De Tier 1-resultaten laten toe om de campus te positioneren binnen een internationaal vergelijkbaar kader, maar houden geen rekening met regionale bodemontwikkeling of lokaal beheer.

De Tier 2-berekening, gebaseerd op Vlaamse referentiewaarden, resulteert in een aanzienlijk hogere totale voorraad van 864 ton C. Dit verschil benadrukt het belang van regionale context bij koolstofinschattingen. De Tier 2-resultaten benaderen het opslagpotentieel van Vlaamse bodems, maar blijven abstract in de zin dat zij geen rekening houden met de specifieke bodemgeschiedenis en eigenschappen van de campus.

De vergelijking tussen beide benaderingen toont aan dat theoretische modellen een nuttig kader bieden voor schaalinschatting, maar onvoldoende zijn om uitspraken te doen over de feitelijke koolstofvoorraad op lokaal niveau, en dat de keuze van het rekenmodel een grote impact heeft op het eindresultaat.

#### 4.1.2 Jaarlijkse verandering

Voor de jaarlijkse verandering in koolstofvoorraad resulteert de Tier 1-methode in een beperkte toename van 3,60 ton C/jaar. Deze waarde weerspiegelt de IPCC-aanname dat bodems zich doorgaans in een toestand van dynamisch evenwicht bevinden, waarbij jaarlijkse koolstofinputs grotendeels worden gecompenseerd door afbraakprocessen.

De Tier 2-berekening resulteert in een theoretische jaarlijkse toename van 25,23 ton C/jaar. Dit hoge cijfer in Tier 2 vereist een genuanceerde interpretatie. Het is een rechtstreeks gevolg van de

'inhaalbeweging' in het rekenmodel. De flux wordt berekend als de sprong van een theoretisch slechte startpositie naar de hoogwaardige Vlaamse eindwaarden over een periode van 20 jaar. Indien de werkelijke bodemkwaliteit bij aanvang minder gedegradieerd was dan het theoretische model veronderstelt, dan is de berekende accumulatie van 25 ton C/jaar een overschatting van de historische realiteit. Het cijfer illustreert eerder het maximale potentieel dat bereikt kan worden wanneer een verstoorde bodem zich ontwikkelt tot een volwaardige, koolstofrijke bodem.

Tabel 4.1: Vergelijking Tier 1 en Tier 2 resultaten

| Vegetatietype | Oppervlakte<br>(ha) | Tier 1 Stock<br>(t C) | Tier 2 Stock<br>(t C) | Tier 1 Flux<br>(t C/jr) | Tier 2 Flux<br>(t C/jr) |
|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Bos           | 2,04                | 81,1                  | 164,9                 | 0,20                    | 4,39                    |
| Gazon         | 2,14                | 81,0                  | 168,4                 | 1,07                    | 5,43                    |
| Grasland      | 5,64                | 256,1                 | 503,2                 | 2,13                    | 14,50                   |
| Wadi / Ruigte | 0,33                | 13,2                  | 27,5                  | 0,20                    | 0,91                    |
| <b>TOTAAL</b> | <b>10,15</b>        | <b>431,4</b>          | <b>864,0</b>          | <b>3,60</b>             | <b>25,23</b>            |

(Bron: Excel SOC berekeningen)

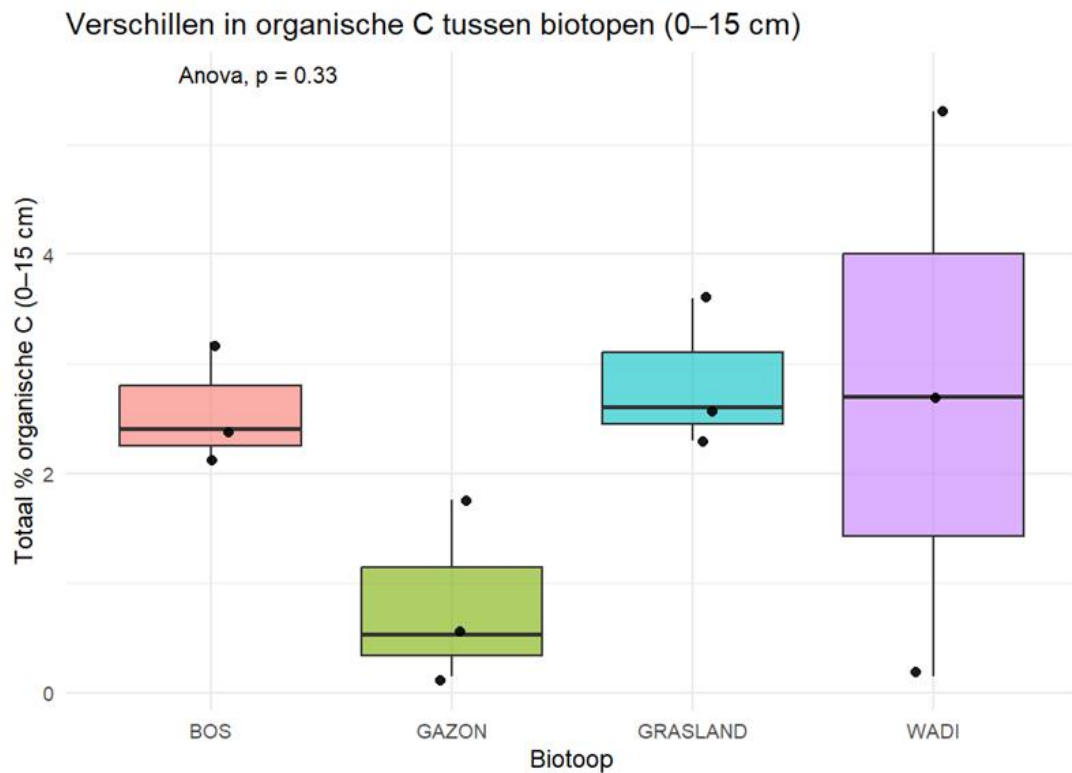
## 4.2 Meetresultaten bodemkoolstof

De spreiding van de gemeten organische koolstofpercentages wordt visueel weergegeven in de onderstaande figuur 4.1. De grafiek is gebaseerd op de 12 geanalyseerde mengmonsters van de toplaag (0-15cm), wat neerkomt op 3 datapunten per vegetatietype. Ondanks de beperkte steekproefgrootte is er een duidelijke trend zichtbaar waarbij de extensief beheerde zones systematisch hoger scoren dan de intensief beheerde zones.

### 4.2.1 Algemene bodemkarakteristieken

Uit de textuuranalyse blijkt dat de campus overwegend bestaat uit zandgronden en lemig zand. Dit is belangrijk voor de interpretatie, aangezien zandgronden van nature minder koolstof vasthouden dan kleigronden.

In figuur 4.1 is een duidelijke trend zichtbaar waarbij de extensief beheerde zones systematisch hoger scoren dan de intensief beheerde zones. Daarnaast is er een aanzienlijke variatie zichtbaar bij de wadi's.



Figuur 4.1: Boxplot van het percentage organische koolstof (0-15 cm) per biotoop (Bron: A. De Schrijver, 2025)

#### 4.2.2 Koolstofvoorraad per vegetatietype

Om een inschatting te maken van de totale bodemkoolstofvoorraad tot 30 cm diepte, is per vegetatietype één mengmonster geselecteerd waarvan zowel de top laag (0-15 cm) als de onderliggende laag (15-30 cm) effectief in het laboratorium zijn geanalyseerd. Deze volledige meting dient als referentieprofiel. De gemeten waarde van de diepere laag uit dit profiel is vervolgens gebruikt om de koolstofvoorraad op diepte bij de overige meetpunten in te schatten.

Uit deze extrapolatie blijkt dat de koolstofvoorraad in de laag 15-30 cm een substantiële bijdrage levert aan de totale bodemkoolstofvoorraad, maar dat het grootste aandeel zich bevindt in de bovenste 15 cm. De relatieve bijdrage van de diepere bodemlaag verschilt per vegetatietype, waarbij graslanden en wadi's een grotere koolstofopslag op diepte vertonen dan intensief beheerde gazons.

Tabel 4.2: Koolstofvoorraad per vegetatietype en diepte

| Vegetatietype      | Gemiddelde top laag<br>(0-15 cm, n=45) | Meting per laag                     | Totaal profiel<br>(0-30 cm) |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Gazon (n=13)       | 20,5 t C/ha                            | 0-15 cm: 12,6 t<br>15-30 cm: 29,2 t | 41,8 t C/ha                 |
| Bos (n=11)         | 51,3                                   | 0-15 cm: 48,2 t<br>15-30 cm: 29,0 t | 77,2 t C/ha                 |
| Grasland<br>(n=12) | 49,3 t C/ha                            | 0-15 cm: 67,0 t<br>15-30 cm: 30,1 t | 97,1 t C/ha                 |
| Wadi (n=9)         | 40,4 t C/ha *                          | 0-15 cm: 3,6 t<br>15-30 cm: 17,2 t  | 20,8 t C/ha                 |

(Bron: Bijlage B tabel 7.6. analyse bodemstalen)

\* Het gemiddelde bij de wadi (40,4 t) is gebaseerd op drie verschillende wadi's, die erg variëren in koolstofpercentages. Voor de berekening van de totale diepe voorraad is gewerkt met specifieke referentieprofielen waarvan ook de laag 15-30 cm geanalyseerd werd. Voor de wadi is hier gerekend met een droog profiel, wat de lagere totaalwaarde verklaart t.o.v. het gemiddelde (dat door natte wadi's wordt opgetrokken).

#### 4.2.3 Campus totaal

Wanneer de resultaten van de bodemanalyses geëxtrapoleerd worden naar de volledige oppervlakte van de campus, bedraagt de totale gemeten koolstofvoorraad in de bodem (0-30 cm) 801,5 ton koolstof. Dit komt overeen met een opgeslagen equivalent van 2.939 ton CO<sub>2</sub>.

Tabel 4.3: Totale koolstofvoorraad campus

| Vegetatietype | Oppervlakte (ha) | Gem. voorraad (t C/ha) | Totale voorraad (t C) |
|---------------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Bos           | 2,0378           | 77,2                   | 157,3                 |
| Gazon         | 2,1420           | 41,8                   | 89,5                  |
| Grasland      | 5,6415           | 97,1                   | 547,8                 |
| Wadi          | 0,3317           | 20,8                   | 6,9                   |
| <b>TOTAAL</b> | <b>10,15</b>     |                        | <b>801,5</b>          |

(Bron: Bijlage B tabel 7.6. analyse bodemstalen)

### 4.3 Analyse en interpretatie

De resultaten tonen aan dat de koolstofopslag op campus Schoonmeersen niet louter bepaald wordt door de bodemtextuur, maar sterk varieert naargelang de vegetatie, het beheer en de hydrologie.

#### 4.3.1 Bos

Binnen de bemonsterde vegetatietypes vertonen de boszones consistent hoge koolstofconcentraties, met een gemiddelde voorraad van 51,3 t C/ha in de bovenste 15 cm. Hoewel de piekwaarden op de campus werden aangetroffen in de natte wadi (SCH60) en het historisch grasland (SCH72), presteert het bos aanzienlijk beter en stabielere dan de gazonzones. Wanneer deze waarden via de

bepaalde extrapolatiefactor worden omgerekend naar de volledige bodemlaag (0–30 cm), wordt een gemiddelde totale voorraad van circa 82 t C/ha bereikt. Dit resultaat sluit naadloos aan bij de Tier 2-referentiewaarde voor Vlaamse bossen (80,9 t C/ha).

In tegenstelling tot de gazons, waar de werkelijkheid ver achterblijft op de Vlaamse gemiddelden, blijkt de bodemkwaliteit van de boszones op campus Schoonmeersen dus in lijn te liggen met de verwachtingen voor gezonde, Vlaamse bosbodems. De data tonen aan dat de bospercelen, ondanks de stedelijke ligging, een volwaardige ecosysteemdienst leveren op vlak van koolstofopslag.

### 4.3.2 Gazon

De gazons presteren met een gemeten totale voorraad van 41,8 t C/ha (0-30 cm) opvallend zwak. Wanneer we dit cijfer vergelijken met de Vlaamse referentiewaarde voor gazons (78,6 t C/ha voor 0-30 cm), blijkt dat de campusbodem slechts 53% van de koolstofvoorraad van een gemiddeld gazon in Vlaanderen bevat.

De oorzaak voor deze lage score is terug te vinden in de bodemstructuur. De invloed van bodemdichtheid op de koolstofopslag komt duidelijk naar voren in de meetresultaten. Volgens bodemkundige studies is er bij zandgronden sprake van bodemverdichting wanneer de bulkdichtheid hoger is dan 1,6 g/cm<sup>3</sup>. De metingen op campus Schoonmeersen tonen waarden tot 1,59 g/cm<sup>3</sup>, waarmee de bodem deze kritische grens benadert (Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, 2018; Ecopedia, 2025).

Dat deze dichtheid in de praktijk al problematisch is voor de koolstofopslag, wordt bevestigd door een interne vergelijking van de meetdata. De gazonzones die tegen deze grenswaarde aanzitten (SCH10 en SCH42) vertonen een beperkte koolstofopslag van slechts 4 tot 13 ton C/ha in de toplaag. In contrast staat gazonzone SCH60. Hier is de bodem met een dichtheid van 1,39 g/cm<sup>3</sup> aanzienlijk luchtiger en blijft deze ruim onder de drempelwaarde voor verdichting. Dit resulteert direct in een veel hogere koolstofvoorraad van 37 ton C/ha. Dit toont aan dat een dichtheid van 1,59 g/cm<sup>3</sup> op de campus een kantelpunt heeft bereikt waarbij de bodemkwaliteit en wortelontwikkeling sterk worden geremd.

Ten tweede speelt het intensieve maaibeheer een cruciale rol. De gazons op de campus worden frequent gemaaid, waarbij het maaisel doorgaans wordt afgevoerd. Hierdoor wordt de koolstofkringloop doorbroken en komt er nauwelijks organisch materiaal terug in de bodem. Daarnaast beperkt het kort houden van de vegetatie de wortelontwikkeling. Zoals beschreven in het rapport over “Carbon Sequestration in Turfgrass–Soil Systems”, heeft de intensiteit van het beheer een directe impact op de koolstofdynamiek. Volgens het ecologische principe van de ‘shoot-root ratio’ investeert een plant met weinig bovengrondse biomassa ook minder energie in zijn wortelstelsel. Dit verklaart waarom de toplaag van de gazons zo arm blijft in vergelijking met de dieper wortelende vegetatie in de graslandzones (Wang et al. 2022).

### 4.3.3 Extensief grasland

Dat beheer een grotere invloed heeft op de koolstofopslag, wordt bevestigd door de metingen op de locatie SCH60. Op deze locatie liggen zones intensief beheerd gazon (voornamelijk gebruikt als wandelpad) en zones extensief grasland direct naast elkaar, waar de bodemeigenschappen hetzelfde zijn.

Uit de analyse blijkt dat het gazon op deze locatie 36,7 ton C/ha bevat in de toplaag, terwijl in de aangrenzende graslandzone 52,3 ton C/ha werd vastgesteld. Het extensieve grasland bevat dus circa 43% meer koolstof dan het gazon. Aangezien de bodemomstandigheden gelijk zijn, kan dit verschil uitsluitend toegeschreven worden aan het maaibeheer en de betredingsgraad. Aangezien zone SCH60 sinds maart 2021 in extensief beheer is, toont dit aan dat de koolstofvoorraad in

een gazon op vijf jaar tijd met bijna de helft kan toenemen door extensivering (De Schrijver, 2025).

Wanneer dit gekoppeld wordt aan de literatuur, sluiten deze bevindingen aan bij het onderzoek van Yang et al. (2019). Hierin wordt aangetoond dat een hogere plantendiversiteit leidt tot een grotere variatie in wortelstructuren. Een soortenrijk grasland bevat planten met verschillende worteldieptes en -structuren, waardoor een groter volume van de bodem wordt benut voor koolstofopslag. In het kortgemaaide gazon blijft de beworteling daarentegen oppervlakkig en uniform, wat de koolstofopbouw beperkt.

#### 4.3.4 Wadi's

Bij wadi's zien we de grootste uitersten. Eén van de gemeten wadi's (SCH69) op de campus staat het grootste deel van het jaar droog, wat resulteert in lage koolstofwaarden. Hier werd 20,8 t C/ha gemeten. Van alle bodemstalen zijn hier degene met de laagste koolstofwaarden en dus het armste gemeten deel van de bodem op de campus.

Aan de andere kant werd ook een wadi gemeten (SCH60) die langdurig onder water staat. Deze wadi behaalde een waarde van 86,7t C/ha. De verklaring hierachter is hydrologisch. In natte bodems ontstaan zuurstofarme omstandigheden. Dit remt de activiteit van bodemorganismen die organisch materiaal afbreken. Omdat de afbraak trager verloopt dan de aanvoer van plantenresten, stapelt de organische koolstof zich op in de bodem. Dit proces is in essentie het beginstadium van veenvorming.

Veenbodems zijn wereldwijd heel belangrijke koolstofopslagplaatsen. Hoewel ze maar een heel beperkt aandeel van het landoppervlak bedekken, zijn ze heel efficiënt in het opslaan van koolstof. De metingen op de campus tonen aan dat zelfs kleinschalige 'vernatting' deze efficiëntie in gang kan zetten. Aan de andere kant is het ook belangrijk om vernatte of veengebieden vochtig te houden. Wanneer deze gebieden uitdrogen, zal veel van de opgeslagen materialen weer vrijkomen.

### 4.4 Validatie en conclusie

De integratie van de theoretische modellen met de effectieve veldmetingen maakt het mogelijk om de betrouwbaarheid van standaardrekenregels voor een stedelijke campus te evalueren. Uit de vergelijking blijkt dat de Tier 1-methode met een schatting van 431,4 ton koolstof een te pessimistisch beeld schetst. Vooral de graslanden en boszones presteren in werkelijkheid vele malen beter dan de globale standaardwaarden. Tier 1 onderschat dus systematisch de ecologische waarde van de campus.

Het Tier 2-model met een schatting van 864 ton koolstof benadert het totaal van de eigen metingen (801,5 t C), maar geeft een vertekend beeld voor de intensief beheerde zones. De betrouwbaarheid hangt hier volledig af van het beheer. Voor bos en grasland komen de Vlaamse gemiddelden goed overeen met de gemeten koolstofwaarden, wat bewijst dat de extensief beheerde zones op de campus zich gedragen als normale, natuurlijke bodems.

Bij de gazons daarentegen faalt het Tier 2-model. De referentie voorspelt 78,6 t C/ha, terwijl de realiteit op de campus slechts 41,8 t C/ha bedraagt (53% van de referentiewaarde). Dit bevestigt dat de gazonbodems op de campus meer verstoord zijn dan het gemiddelde Vlaamse gazon, maar dus ook ruimte voor verbetering bieden.

De wadi's tonen de grootste variatie, waarbij de hydrologie doorslaggevend is, natte wadi's slaan veel koolstof op (tot 86,7 t C/ha), terwijl droge wadi's één van de laagste waarden van de campus bevatten.

Het antwoord op de vraag of de bijdrage van de campus substantieel is, hangt sterk af van het referentiekader en de interpretatie van de onzekerheden. De berekende jaarlijkse opname (flux) volgens het Tier 2-scenario bedraagt theoretisch circa 92,5 ton CO<sub>2</sub> per jaar (gemiddeld 9,1 ton CO<sub>2</sub>/ha/jaar). Dit cijfer moet echter met grote voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Het model gaat uit van een lineaire koolstofopbouw, wat typisch is voor jonge bodems in ontwikkeling. Wetenschappelijke studies in Vlaanderen tonen aan dat bij gunstige omstandigheden zoals de conversie van akker naar grasland de actieve opslag plafonneert rond 1,8 tot 3,7 ton CO<sub>2</sub>/ha/jaar. Wanneer we dit realistischere bereik toepassen op de oppervlakte van campus Schoonmeersen, resulteert dit in een potentieel van slechts 18 tot 38 ton CO<sub>2</sub> per jaar (D'Hose et al., 2017).

Wanneer we deze cijfers vergelijken met de totale carbon footprint van HOGENT uit 2023 (16.847 ton CO<sub>2</sub>), geeft dit een bijdrage van minder dan 0,3%, wat verwaarloosbaar lijkt. Wanneer we echter kijken naar Scope 1 en 2 (de eigen uitstoot van ca. 2.396 ton CO<sub>2</sub>), zien we een ander beeld. In dat geval compenseert de jaarlijkse campusopslag (18 tot 38 ton) tussen de 0,8% en 1,6% van de directe emissies. Dit toont aan dat de groene infrastructuur wel degelijk een relevant aandeel heeft in het compenseren van de eigen uitstoot.

Hierbij moet echter een belangrijke nuance gemaakt worden. De schaal van de vergelijking komt niet overeen. De voetafdruk omvat de emissies van alle locaties van de hogeschool, terwijl dit onderzoek zich beperkt tot de groene infrastructuur van slechts één campus. Dit geeft een vertekend beeld. Indien de groeninfrastructuur op alle campussen in kaart gebracht en geoptimaliseerd zou worden, zou de absolute bijdrage aan koolstofopslag stijgen en het compensatiepercentage in de praktijk een stuk hoger liggen.

Aan de andere kant is het wel belangrijk om de tijdsfactor correct in te schatten. Bodemkoolstofopslag is geen oneindig proces. Wanneer ecosystemen zich langdurig ongestoord kunnen ontwikkelen naderen ze een koolstofevenwicht (Soussana et al., 2004). Zonder vervolgmetingen en een volledige inventarisatie van alle HOGENT-sites is de exacte impact moeilijk te kwantificeren.

Wat wel vaststaat, is dat de waarde van de groene infrastructuur niet enkel schuilt in de jaarlijkse compensatie, maar ook in het permanent behoud van de voorraad. De gemeten voorraad van 801,5 ton koolstof (equivalent aan 2.939 ton CO<sub>2</sub>) zit veilig vastgelegd in de bodem. Het behoud van deze voorraad is cruciaal. Bij bodemverstoring zou deze koolstof opnieuw kunnen vrijkomen als emissie. De groene infrastructuur dient dus primair gekoesterd te worden als een koolstofreservoir dat actief beschermd moet worden.

## Hoofdstuk 5

# Beleidsaanbevelingen

Dit onderzoek toont aan dat de groene infrastructuur op campus Schoonmeersen een aanzienlijk maar deels onbenut potentieel heeft voor koolstofopslag. Waar de theoretische rekenmodellen een eerste beeld schetsen, bewijzen de veldmetingen dat de effectieve koolstofvoorraad sterk afhankelijk is van lokaal beheer en bodemcondities.

Het verschil in koolstofopslag tussen het intensief beheerde gazon en het extensieve grasland legt een belangrijke hefboom bloot voor het klimaatbeleid van HOGENT. HOGENT heeft de ambitie uitgesproken om tegen 2050 'klimaatneutraal+' te zijn. Om deze doelstelling te bereiken is, naast emissiereductie, ook het maximaliseren van natuurlijke koolstofcaptatie noodzakelijk. Uit de resultaten blijkt dat een optimalisatie van het groenbeheer niet alleen bijdraagt aan biodiversiteit, maar ook een meetbare impact heeft op de koolstofbalans van de campus.

In dit hoofdstuk worden de wetenschappelijke bevindingen vertaald naar concrete, toepasbare beleidsmaatregelen. De aanbevelingen focussen op het extensiveren van maaibeheer en de koppeling aan het Masterplan. Daarnaast wordt advies gegeven over hoe deze data geïntegreerd kunnen worden in de toekomstige CSRD-duurzaamheidsrapportering.

### 5.1 Transformatie van gazon naar grasland

De impactvolle maatregel die HOGENT op korte termijn kan nemen, is het extensiveren van het maaibeheer. Uit de resultaten blijkt dat de huidige gazons minder dan de helft van hun koolstofopslagpotentieel benutten in vergelijking met de extensieve graslanden op de campus.

Het wordt daarom aanbevolen om een ruimtelijke evaluatie uit te voeren van de gazonzones. Op locaties die geen intensieve recreatieve functie hebben voor studenten of personeel, kan de maaifrequentie verlaagd worden naar twee tot drie keer per jaar met afvoer van het maaisel. Hierbij kan gewerkt worden met gemaaide wandelpaden doorheen de vegetatie, zodat de toegankelijkheid gegarandeerd blijft terwijl het grootste deel van de oppervlakte kan uitgroeien.

Deze aanpassing in beheer zal een positieve impact hebben op de campus. Door de vegetatie de kans te geven om hoger uit te groeien, ontwikkelen de planten een aanzienlijk dieper wortelstelsel. Dit kan niet enkel helpen met het voorkomen van bodemverdichting, maar zorgt ook voor een significante toename van de ondergrondse koolstofvoorraad richting de waarden van volwaardig grasland. Bovendien levert deze omschakeling een operationeel voordeel op door een daling in de intensiteit van het onderhoud, en versterkt het de lokale biodiversiteit.

Indien we als denkoefening stellen dat alle gazons op de campus (2,14 ha) door aangepast beheer zouden evolueren naar de kwaliteit van de huidige graslanden, levert dit een theoretische winst op van 118,45 ton extra koolstofopslag. Omgerekend naar CO<sub>2</sub> betekent dit een extra buffer

van 434,9 ton CO<sub>2</sub>. Uiteraard is het in de praktijk niet realistisch om elk stukje gazon om te vormen tot grasland. De campus heeft ook een recreatieve en functionele rol. Maar deze berekening toont wel aan waar de grootste winst te halen valt. Voor de vele stukjes gazon is er potentieel. Door deze zones te extensiveren kan HOGENT op termijn honderden tonnen extra CO<sub>2</sub> vastleggen in de bodem, en dit door het verlagen van de beheersintensiteit of zonder dat er één boom extra geplant hoeft te worden.

## 5.2 Integratie in het Masterplan: Bescherming en herstel

Met de recente goedkeuring van het Masterplan Campus Schoonmeersen kiest HOGENT voor een visie van een “natuurlijke campus” en het versterken van het “blauw-groenmassief”. Hoewel dit plan sterke ambities formuleert rond biodiversiteit en ontharding, schuilt er een risico in de uitvoeringsfase.

Bodemverstoring door werfverkeer of tijdelijke opslag van materialen kan de bodemstructuur ernstig beschadigen. Uit de resultaten blijkt dat er nu al een grote kans is op bodemverdichting. Indien de toekomstige werken te veel bodemverstoring met zich mee zouden brengen, kunnen de vooropgestelde klimaatdoelen in gedrang komen. Een verdichte bodem verliest niet alleen opslag aan koolstof, maar ook zijn waterinfiltrerend vermogen.

Daarom is het sterk aanbevolen om de bodemzorg goed te bespreken met de partners en controle en preventiemaatregelen te nemen. Naast bescherming biedt het Masterplan ook kansen voor optimalisatie via de geplande "robuuste groenstructuren". Waar graslanden vooral ondergronds koolstof opslaan, zorgen bomen en struwelen voor aanzienlijke bovengrondse opslag in hout-massa. In de uitwerking van de groene doorsteken en randzones is het essentieel om de huidige en nieuwe boszones goed te beheren en op te volgen. Daarnaast kan het in de toekomst ook interessant zijn om de bovengrondse koolstofopslag in de boszones te gaan kwantificeren.

Tot slot vereist de bodemkwaliteit op diverse plekken actief herstel om de waterrobuustheid te garanderen. Op intensief beheerde of historisch verstoorde zones wordt geadviseerd om te zaaien met diepwortelende kruidenmengsels. De krachtige penwortels van deze soorten zorgen voor beluchting, ze breken de verdichte lagen op natuurlijke wijze open. Dit is een effectief en efficiënte maatregel die de infiltratiesnelheid en koolstofopslag in diepere bodemlagen verhoogt (Departement Landbouw en Visserij, 2025).

## 5.3 Vergroten van het opslagpotentieel

Om de klimaatambities van HOGENT verder te ondersteunen, ligt er naast het beheer van de bestaande bodems en vegetatie ook een kans in het vergroten van de actieve groene oppervlakte en het duurzamer omgaan met de geproduceerde biomassa.

De maximale opslagcapaciteit van de campus wordt echter bepaald door de beschikbare onverharde oppervlakte. In lijn met het Masterplan wordt aanbevolen om bij toekomstige werken maximaal in te zetten op ontharding. Door overbodige verharding te verwijderen, wordt de bodem opnieuw blootgesteld aan de atmosfeer en kan het proces van koolstofopslag starten. Elke vierkante meter die wordt omgezet van grijs naar groen, vergroot direct de koolstof-buffer van de campus.

Daarnaast is het zinvol om kritisch te kijken naar wat er gebeurt met het maaisel en snoeihout dat vrijkomt. Momenteel wordt dit materiaal meestal afgevoerd om te composteren. Hoewel dit nuttig is, zorgt het composteringsproces er wel voor dat een groot deel van de opgeslagen koolstof vrij snel terugkeert in de atmosfeer. Een duurzaam alternatief is om de dikkere takken en stammen te gebruiken als natuurlijke afbakening langs de wandelpaden. Hierdoor blijft de

koolstof voor lange tijd veilig vastgelegd in het hout op de campus zelf. Ook voor het grasmaaisel liggen er kansen. Door het extensieve beheer wordt het gras langer en vezelrijker. In een ideale wereld wordt dit gebruikt voor de verwerking tot bio-gebaseerde isolatiematerialen of andere hoogwaardige circulaire toepassingen. Zo kan koolstof worden vastgelegd in gebouwen.

## 5.4 Anticiperen op toekomstige duurzaamheidsrapportering

Hoewel HOGENT momenteel niet wettelijk verplicht is om te rapporteren volgens de CSRD-richtlijnen, wordt de klimaatimpact wel periodiek in kaart gebracht via een Carbon Footprint. Het opnemen van een extra luik rond CO<sub>2</sub>-captatie kan HOGENT niet alleen voorbereiden op toekomstige verplichtingen, maar ook bijdragen aan een versterking van het duurzaamheidsimago van de hogeschool.

Uit dit onderzoek blijkt dat het werken met eigen metingen een hogere nauwkeurigheid biedt dan de algemene Vlaamse koolstofmonitoring. De Vlaamse waarden kunnen zeker gebruikt worden om een relatief correct beeld te schetsen en eventuele vergelijkingen op te maken met de zelf gemeten waarden.

In toekomstige rapportages en communicatie kunnen de meetgegevens uit deze studie gehanteerd worden als nulmeting. Door deze data op termijn te actualiseren met nieuwe metingen, kan een betrouwbaar beeld worden opgebouwd van de evolutie van de koolstofopslag op de campus. Dit maakt de effectiviteit van beheersmaatregelen inzichtelijk en laat toe om de bijdrage van HOGENT aan de klimaatdoelstellingen op een transparante en onderbouwde manier te communiceren.

## Hoofdstuk 6

# Verder onderzoek

Dit onderzoek heeft een eerste wetenschappelijke basis gelegd voor het kwantificeren van koolstofopslag op campus Schoonmeersen. Om de ambities van HOGENT richting 'klimaatneutraliteit+' volledig te ondersteunen, worden vier concrete pistes voor vervolgonderzoek aanbevolen.

Deze studie beperkte zich tot campus Schoonmeersen. Hoewel dit de grootste groene campus is, beschikken ook andere locaties over onverharde zones met potentieel voor koolstofopslag. Een logische vervolgstap is het uitrollen van de hier toegepaste Tier 3-methode naar de overige sites. Dit zal leiden tot een volledige koolstofinventaris, wat noodzakelijk is voor een accurate duurzaamheidsrapportering.

De huidige focus lag voornamelijk op bodemorganische koolstof. Het afronden van de bosinventarisaties op de campus biedt de kans om ook bovengrondse biomassa op te nemen. Toekomstig onderzoek kan de gemeten boomparameters (stamdiameter, hoogte, soort) aan de hand van allometrische vergelijkingen of de CARAT-tool omzetten naar biomassawaarden. Door deze bovengrondse opslag op te tellen bij de bodemvoorraad, ontstaat een compleet beeld van de totale koolstofopslag die het campusgroen levert.

De huidige resultaten vormen een nulmeting. Om te bepalen of de campus daadwerkelijk fungeert als een actieve koolstofsink, is herhaaldelijke monitoring noodzakelijk. Het wordt aanbevolen om over een periode van 3 tot 5 jaar dezelfde locaties opnieuw te bemonsteren. Dit is vooral relevant voor de zones waar het beheer wordt aangepast van gazon naar extensief grasland. Een dergelijke studie zal harde bewijzen leveren voor de effectiviteit van de voorgestelde beheersmaatregelen.

Daarnaast kan de evolutie van de bulkdichtheid in de gazonzones geëvalueerd worden. Dit kan inzicht geven in de mate waarin een aanpassing van het maaibeheer daadwerkelijk leidt tot een natuurlijk herstel van de bodemstructuur en een vermindering van de verdichting.

Aansluitend op de beleidsaanbevelingen rond ontharding en het circulair inzetten van biomassa, is vervolgonderzoek nodig om de effectieve winst en haalbaarheid hiervan te kwantificeren.

## Hoofdstuk 7

# Conclusie

Uit de resultaten blijkt dat de bodem van campus Schoonmeersen een totale koolstofvoorraad van 801,5 ton koolstof (0-30 cm) bevat. Dit komt overeen met een opgeslagen equivalent van ruim 2.939 ton CO<sub>2</sub>, wat aantoont dat de campus functioneert als een belangrijk koolstofreservoir. De gemeten SOC-waarden tonen een interessante trend tussen vegetatietypes en beheerintensiteit. Extensiever beheerde zones, zoals graslanden en boszones, vertonen gemiddeld hogere koolstofvoorraden dan intensief beheerde gazons. Dit patroon sluit aan bij de wetenschappelijke literatuur: extensivering leidt tot koolstofwinst. Deze bevinding onderstreept het belang van beheer als bepalende factor voor koolstofopslag in stedelijke en semi-stedelijke omgevingen.

De vergelijking tussen IPCC Tier 1-berekeningen en lokaal gemeten waarden toont aan dat globale standaardwaarden de koolstofvoorraad op campusschaal slechts beperkt kunnen benaderen. In meerdere gevallen bleken Tier 1-schattingen conservatief en onvoldoende gevoelig voor lokale variatie in bodemtype, beheer en bulkdichtheid. Door het gebruik van lokale bodemstalen kon een nauwkeuriger en realistischer beeld van de koolstofvoorraad worden verkregen. Dit bevestigt de meerwaarde van hogere Tier-niveaus en terreinmetingen wanneer koolstofopslag voor beleidsmatige toepassingen wordt geëvalueerd.

Voor HOGENT en gelijkaardige onderwijsinstellingen leveren deze bevindingen relevante inzichten op. Campusterreinen blijken niet louter functionele of esthetische ruimtes te zijn, maar kunnen ook een meetbare bijdrage leveren aan koolstofopslag en klimaatmitigatie. Wanneer we kijken naar de jaarlijkse actieve opslag (flux), wordt het potentieel van de campus geschat op 18 tot 38 ton CO<sub>2</sub> per jaar. Ten opzichte van de totale carbon footprint van HOGENT (ca. 16.800 ton) betreft dit een bescheiden compensatie van ongeveer 0,2%. Wanneer we dit echter afzetten tegen de eigen, directe uitstoot (Scope 1 en 2, ca. 2.396 ton), compenseert de campus reeds tussen de 0,8% en 1,6% van de emissies. Dit toont aan dat de groene infrastructuur wel degelijk een relevante buffer vormt voor de eigen bedrijfsvoering. Echter, wanneer deze aanpak wordt uitgerold over alle campussen en gekoppeld wordt aan het behoud van de reeds opgeslagen voorraad van 2.939 ton CO<sub>2</sub>, vormt de bodem een essentiële pijler in de klimaatstrategie. De resultaten van deze bachelorproef kunnen dienen als onderbouwde basis voor duurzaam beheer van groenzones en als eerste stap richting een meer geïntegreerde benadering van koolstofopslag binnen het duurzaamheidsbeleid.

Tot slot dient te worden benadrukt dat de resultaten uit dit onderzoek gebruikt kunnen worden als nulmeting. De huidige resultaten vormen een momentopname, terwijl koolstofopslag een traag proces is dat jaren in beslag neemt. Om de effectiviteit van de voorgestelde beheermaatregelen, zoals de omvorming van gazon naar grasland te bewijzen, is vervolgonderzoek noodzakelijk.

Het wordt aanbevolen om de bemonsterde locaties over een periode van 3 tot 5 jaar opnieuw te meten en eventueel uit te breiden naar nieuwe locaties. Daarnaast ligt er nog een belangrijke kans in het uitbreiden van dit onderzoek naar de bovengrondse biomassa (bomen) en de andere campussen van HOGENT, om zo tot een allesomvattende koolstofinventaris te komen.

Samenvattend toont deze bachelorproef aan dat cijfers uit het Vlaams Koolstofmonitoringnetwerk nuttig zijn als indicatie, maar dat lokale metingen essentieel zijn om de werkelijke opslag op campusschaal te beoordelen. Het onderzoek bevestigt dat een gericht, extensief beheer en behoud van bodems en vegetatie een betekenisvolle rol kan spelen binnen de bredere klimaat- en duurzaamheidsdoelstellingen van de hogeschool.

# Literatuurlijst

- Agentschap voor Natuur en Bos, & Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. (2023). *Vlaamse bosinventaris: Resultaten en toestand van de bossen in Vlaanderen*. Geraadpleegd van <https://natuurenbos.be/dossiers/bosinventaris>
- Agroforestry Vlaanderen. (2023, 19 september). *Koolstofopslag in agroforestry systemen simuleren met de CARAT-tool*. <https://www.agroforestryvlaanderen.be/nl/nieuws/koolstofopslag-in-agroforestry-systemen-simuleren-met-de-carat-tool>
- Bodemkundige Dienst van België. (2025). *Carbon farming*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.bdb.be/nl/onderzoek-en-studies/projecten/carbon-farming>
- Bodemverdichting.be. (2025). *Voorkomen en remediëren van bodemverdichting*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.bodemverdichting.be/nl/>
- Carbon180. (2024, 29 juli). *The difference between carbon removal and carbon capture*. <https://carbon180.org/blog/the-difference-between-carbon-removal-and-carbon-capture/>
- Cierkens, K. (2021). *Carbon footprint HOGENT 2019: Samenvatting op basis van de resultaten van verschillende groepen in project duurzaamheidsassessment*. HOGENT.
- Davidson, E. A., & Janssens, I. A. (2006). Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 440(7081), 165–173. <https://doi.org/10.1038/nature04514>
- De Decker, A., & De Schrijver, A. (2023). *Inventarisatie HOGENT-graslanden*. HOGENT, Onderzoekscentrum AgroFoodNature.
- De Schrijver, A. (2025). *Ongepubliceerde data bodemanalyses Campus Schoonmeersen*. HOGENT.
- Departement Landbouw en Visserij. (2025). *Bodemverdichting: Beter voorkomen dan genezen*. Vlaanderen.be. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://lv.vlaanderen.be/nieuws/bodemverdichting-beter-voorkomen-dan-genezen>
- D'Hose, T., Ruyschaert, G., Viaene, N., Debode, J., Vanden Nest, T., Van Vaerenbergh, J., Cornelis, W., Willekens, K., & Vandecasteele, B. (2017). *Mogelijkheden voor koolstofopslag onder gras- en akkerland in Vlaanderen* (ILVO Mededeling 231). Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO). [https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/231\\_Koolstofopbouw\\_onder\\_grasland.pdf](https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/231_Koolstofopbouw_onder_grasland.pdf)

- Ecopedia. (2025). *Bodemverdichting*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.ecopedia.be/encyclopedie/bodemverdichting>
- EFRAG. (2023). *ESRS E4 – Delegated Act 2023/5303: Annex I*. [https://www.efrag.org/sites/default/files/sites/webpublishing/SiteAssets/ESRS%20E4%20Delegated-act-2023-5303-annex-1\\_en.pdf](https://www.efrag.org/sites/default/files/sites/webpublishing/SiteAssets/ESRS%20E4%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf)
- EFRAG. (2024). *ESRS E1 – Delegated Act 2023/5303: Annex I*. [https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%20E1%20Delegated-act-2023-5303-annex-1\\_en.pdf](https://www.efrag.org/sites/default/files/media/document/2024-08/ESRS%20E1%20Delegated-act-2023-5303-annex-1_en.pdf)
- European Commission. (2025). *Causes of climate change*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_nl](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_nl)
- European Commission. (2025). *European Green Deal*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_nl](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl)
- European Council. (2025). *Overeenkomst van Parijs en het klimaatbeleid van de EU*. <https://www.consilium.europa.eu/nl/policies/paris-agreement-climate/>
- FAO. (2011). *EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT): Technical guidelines*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [https://www.fao.org/fileadmin/templates/ex\\_act/pdf/Technical\\_guidelines/ex-act-tech-guidelines\\_101en.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/ex_act/pdf/Technical_guidelines/ex-act-tech-guidelines_101en.pdf)
- FAO. (2017). *Soil organic carbon: The hidden potential*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/items/a9260c9f-71e8-46fa-a853-0d18f0de3bda>
- Greenhouse Gas Protocol. (2015). *A corporate accounting and reporting standard* (Revised ed.). <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
- Greenhouse Gas Protocol. (2024). *Land sector and removals guidance: Project overview* (Version July 25, 2024). [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2024-07/Project%20overview\\_25%20July%202024.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2024-07/Project%20overview_25%20July%202024.pdf)
- HOGENT. (2022). *Duurzaamheidsbeleid HOGENT*. HOGENT.
- HOGENT. (2025, 1 september). *HOGENT bouwt aan duurzame kerncampus Schoonmeersen*. <https://www.hogent.be/nieuws-info/newsflash/hogent-bouwt-aan-duurzame-kerncampus-schoonmeersen/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories* (Vols. 1–5). Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Chapter 2: Generic methodologies for land-use categories. In *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 – Agriculture, forestry and other land use*. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_02\\_Ch2\\_Generic.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf)

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Chapter 4: Forest land. In *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 – Agriculture, forestry and other land use*. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_04\\_Ch4\\_Forest\\_Land.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Chapter 6: Grassland. In *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 – Agriculture, forestry and other land use*. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_06\\_Ch6\\_Grassland.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_06_Ch6_Grassland.pdf)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Chapter 8: Settlements. In *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 – Agriculture, forestry and other land use*. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_08\\_Ch8\\_Settlements.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_08_Ch8_Settlements.pdf)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Chapter 9: Other land. In *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 4 – Agriculture, forestry and other land use*. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_09\\_Ch9\\_Other\\_Land.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_09_Ch9_Other_Land.pdf)
- ILVO. (2023). *CARAT: Carbon sequestration in arable land and roadside trees* [Rapport]. [https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Agroforestry/Rapport\\_CARAT\\_dec2023.pdf](https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Agroforestry/Rapport_CARAT_dec2023.pdf)
- ILVO. (2025). *Bodem & koolstofopslag*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://ilvo.vlaanderen.be/nl/dossiers/bodem-koolstofopslag>
- Klimaatstichting HIER. (2022, 18 november). *Koolstofkringloop: de natuurlijke klimaatbuffer van de aarde*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.hier.nu/klimaatverandering/koolstofkringloop-natuurlijke-klimaatbuffer-van-aarde>
- KNMI. (2020). *Het klimaat en de koolstofcyclus*. <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/het-klimaat-en-de-koolstofcyclus>
- KNMI. (2025 ). *Het broeikaseffect*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/broeikaseffect>
- Minaraad. (2021). *Studie op eigen initiatief: Koolstofopslag via (semi-)natuurlijke processen* (Kennisdocument 2021-07). Milieu- en Natuurraad van Vlaanderen. <https://www.minaraad.be/themas/klimaat/aanbevelingen-semi-natuurlijke-koolstofopslag-lop-end-eigen-initiatief/210401%20STUDIE%2021-07%20KQ%20Koolstofopslag%20semi-natuurlijke%20processen.pdf/download>
- Nationale Klimaatcommissie. (2025). *Geïntegreerd Nationaal Energie- en Klimaatplan van België 2021–2030: Actualisatie 2025*. <https://www.nationaalenergieklimaatplan.be/nekp-2025.pdf>
- Oorts, K., Amery, F., Lettens, S., Josipovic, D., De Vos, B., D'Hose, T., Luts, D., Vandeckerckhove, G., Vercruyssen, M., Salomez, J. (2025). *Bodemkoolstofmonitoringnetwerk Cmon – Jaarrapport werkjaar 4 (1 juli 2024 – 30 juni 2025)*. Departement Omgeving. <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/klimaat-en-milieu/bodem-en-ondergrond/vlaamse-koolstofmonitoring-hoeveel-koolstof-zit-er-in-de-bodem>

- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988–993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>
- Pixii. (2025 ). *Koolstofkringloop of koolstofcyclus*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://www.pixii.be/bouwtermen/koolstofkringloop-koolstofcyclus>
- Schmidt, M. W. I., Torn, M. S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., Kleber, M., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D. A. C., Nannipieri, P., Rasse, D. P., Weiner, S., Trumbore, S. E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478(7367), 49–56. <https://doi.org/10.1038/nature10386>
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (2018). *Handreiking 8151: Onderzoek bodemverdichting* (Versie 1.0). [https://www.sikb.nl/doc/richtlijn8100/Handreiking\\_8151\\_Onderzoek%20Bodemverdichting\\_versie1.0\\_181213.pdf](https://www.sikb.nl/doc/richtlijn8100/Handreiking_8151_Onderzoek%20Bodemverdichting_versie1.0_181213.pdf)
- Soussana, J.-F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., Arrouays, D. (2004). Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil Use and Management*, 20(2), 219–230. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2004.tb00362.x>
- Stad Gent. (2025). *Goedkeuring ontwerp masterplan en beeldkwaliteitsplan Schoonmeersen*. Geraadpleegd op 30 december 2025, van <https://ebesluitvorming.gent.be/zittingen/25.0403.8015.6333/agendapunten/25.0702.9155.6898>
- Van Bastelaere, K., Haesaerts, M. (2023, 18 oktober). *Rapport carbon footprint 2023*. HO-GENT.
- Verordening (EU) 2018/841 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 inzake de opname van broeikasgasemissies en -verwijderingen door landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw in het klimaat- en energiekader 2030 en tot wijziging van Verordening (EU) nr. 525/2013 en Besluit nr. 529/2013/EU. (2018). *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 156, 1–25. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj>
- VITO. (2021). *CMA/2/II/A.7: Bepaling van de totale organische koolstof (TOC)*. Compendium voor monsterneming en analyse. [https://reflabos.vito.be/2021/CMA\\_2\\_II\\_A.7.pdf](https://reflabos.vito.be/2021/CMA_2_II_A.7.pdf)
- Vlaamse Regering. (2023, 12 mei). *Ontwerp voor actualisatie van het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021–2030*. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/ontwerp-vlaams-energie-en-klimaatplan-2021-2030>
- VRT NWS. (2025, 1 september). *CO<sub>2</sub>-opname door de oceaan vermindert bij mariene hittegolf*. <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2025/09/01/co2-opname-door-de-oceaan-vermindert-bij-mariene-hittegolf/>
- Wang, X., Zhu, B., Wang, Y., Wang, Y. (2022). Carbon sequestration in turfgrass–soil systems. *Science of the Total Environment*, 802, 149839. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149839>

Yang, Y., Tilman, D., Furey, G., Lehman, C. (2019). Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature Communications*, 10, 718. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08636-w>

# Bijlagen

## Bijlage A: Rekenbladen Modelberekeningen

Deze bijlage bevat de gedetailleerde rekenbladen voor de Tier 1 (IPCC-standaard) en Tier 2 (Vlaamse referentie) berekeningen.

### A.1 Tier 1: Koolstofvoorraad (Stock)

Tabel 7.1: Berekening SOC Stock (Tier 1)

| Vegetatie     | Opp (ha)     | Ref (t C) | FLU start | SOC start        | FLU nu | FMG nu | SOC nu (t C/ha)  |
|---------------|--------------|-----------|-----------|------------------|--------|--------|------------------|
| Bos           | 2,04         | 39,8      | 0,95      | 37,8             | 1,00   | 1,00   | 39,8             |
| Gazon         | 2,14         | 39,8      | 0,70      | 27,9             | 1,00   | 0,95   | 37,8             |
| Grasland      | 5,64         | 39,8      | 0,95      | 37,8             | 1,00   | 1,14   | 45,4             |
| Wadi          | 0,33         | 39,8      | 0,70      | 27,9             | 1,00   | 1,00   | 39,8             |
| <b>TOTAAL</b> | <b>10,15</b> |           |           | <b>359,3 t C</b> |        |        | <b>431,4 t C</b> |

### A.2 Tier 1: Jaarlijkse bodemflux

Tabel 7.2: Jaarlijkse verandering bodemkoolstof (Tier 1)

| Vegetatie     | Opp (ha) | Flux (t C/ha/jr) | Totaal (t C/jr)    |
|---------------|----------|------------------|--------------------|
| Bos           | 2,04     | 0,10             | 0,20               |
| Gazon         | 2,14     | 0,50             | 1,07               |
| Grasland      | 5,64     | 0,38             | 2,13               |
| Wadi          | 0,33     | 0,60             | 0,20               |
| <b>TOTAAL</b> |          |                  | <b>3,60 t C/jr</b> |

### A.3 Tier 1: Bos biomassa flux

Tabel 7.3: Parameters en resultaat bosbiomassa (Tier 1)

| Parameter          | Waarde      | Eenheid       |
|--------------------|-------------|---------------|
| Oppervlakte bos    | 2,04        | ha            |
| AGB Groei          | 4,4         | t dm/ha/jr    |
| Wortel/Shoot ratio | 0,25        | -             |
| Koolstoffractie    | 0,47        | t C / t dm    |
| <b>RESULTAAT</b>   |             |               |
| AGB Groei (C)      | 2,07        | t C/ha/jr     |
| BGB Groei (C)      | 0,52        | t C/ha/jr     |
| <b>Totale Flux</b> | <b>5,27</b> | <b>t C/jr</b> |

### A.4 Tier 2: Koolstofvoorraad (Vlaamse referentie)

Tabel 7.4: Berekening SOC Stock op basis van Cmon-data (Tier 2)

| Vegetatie     | Opp (ha)     | Ref Cmon (t C/ha) | Totaal SOC (t C) | Totaal CO <sub>2</sub> (t) |
|---------------|--------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| Bos           | 2,04         | 80,9              | 164,9            | 604,5                      |
| Gazon         | 2,14         | 78,6              | 168,4            | 617,3                      |
| Grasland      | 5,64         | 89,2              | 503,2            | 1.845,1                    |
| Wadi          | 0,33         | 83,0              | 27,5             | 100,9                      |
| <b>TOTAAL</b> | <b>10,15</b> |                   | <b>864,0</b>     | <b>3.167,8</b>             |

### A.5 Tier 2: Jaarlijkse bodemflux

Tabel 7.5: Flux scenario analyse (Tier 2)

| Vegetatie     | Start (Tier 1) | Eind (Tier 2) | Flux (t C/jr)       |
|---------------|----------------|---------------|---------------------|
| Bos           | 37,8           | 80,9          | 4,39                |
| Gazon         | 27,9           | 78,6          | 5,43                |
| Grasland      | 37,8           | 89,2          | 14,50               |
| Wadi          | 27,9           | 83,0          | 0,91                |
| <b>TOTAAL</b> |                |               | <b>25,23 t C/jr</b> |

## Bijlage B: Ruwe meetresultaten bodemanalyses

Deze tabel bevat de resultaten van de bodemstalen zoals geanalyseerd door de Bodemkundige Dienst België (Tier 3 data).

Tabel 7.6: Analyse bodemstalen

| Staal ID       | Vegetatie | Diepte | TOC (%) | Bulk ( $g/cm^3$ ) | Stock (t C/ha) |
|----------------|-----------|--------|---------|-------------------|----------------|
| GAZON SCH10    | GAZON     | 0-15   | 0,53    | 1,59              | 12,6           |
| GRASLAND SCH72 | GRASLAND  | 0-15   | 3,60    | 1,24              | 67,0           |
| GAZON SCH60    | GAZON     | 0-15   | 1,76    | 1,39              | 36,7           |
| GRASLAND SCH60 | GRASLAND  | 0-15   | 2,60    | 1,34              | 52,3           |
| BOS1 SCH       | BOS       | 0-15   | 2,40    | 1,34              | 48,2           |
| WADI SCH       | WADI      | 0-15   | 5,30    | 1,09              | 86,7           |
| BOS2 SCH       | BOS       | 0-15   | 2,10    | 1,39              | 43,8           |
| BOS3 SCH       | BOS       | 0-15   | 3,20    | 1,29              | 61,9           |
| GAZON SCH42    | GAZON     | 0-15   | 0,15    | 1,59              | 3,6            |
| WADI SCH68     | WADI      | 0-15   | 2,70    | 1,34              | 54,3           |
| GRASLAND SCH40 | GRASLAND  | 0-15   | 2,30    | 1,39              | 48,0           |
| WADI SCH69     | WADI      | 0-15   | 0,15    | 1,59              | 3,6            |
| GAZON SCH10    | GAZON     | 15-30  | 1,28    | 1,52              | 29,2           |
| GRASLAND SCH72 | GRASLAND  | 15-30  | 1,32    | 1,52              | 30,1           |
| BOS1 SCH       | BOS       | 15-30  | 1,27    | 1,52              | 29,0           |
| WADI SCH69     | WADI      | 15-30  | 0,72    | 1,59              | 17,2           |

(Bron: koolstofdata.xlsx; De Schrijver 2025)

Elk resultaat in deze tabel betreft een geanalyseerd mengmonster, samengesteld uit meerdere individuele boringen binnen de aangegeven zone (zie sectie 3.9.1 voor de samenstelling per zone).

## Bijlage C: Foto's van de site



Figuur 7.1: Voorbeeld van de staalnames op campus Schoonmeersen



Figuur 7.2: Voorbeeld bodemstaal

## Bijlage D: Totale carbon footprint HOGENT 2023

| Scope   | Emissiebron                                  | CF 2023           | Eenheid                      |
|---------|----------------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Scope 1 | Stationaire verbranding                      | 2.346.688         | kg $CO_2e$                   |
|         | Mobiele verbranding                          | 44.421            | kg $CO_2e$                   |
|         | Koelmiddelen                                 | 4.752             | kg $CO_2e$                   |
|         | <b>Totaal Scope 1</b>                        | <b>2.395.860</b>  | <b>kg <math>CO_2e</math></b> |
| Scope 2 | Totaal Markt-gebaseerd                       | 0                 | kg $CO_2e$                   |
|         | Totaal Locatie-gebaseerd                     | 976.293           | kg $CO_2e$                   |
| Scope 3 | Purchased goods & services                   | 769.699           | kg $CO_2e$                   |
|         | Capital goods                                | 942.803           | kg $CO_2e$                   |
|         | Fuel- & energy related (Locatie-gebaseerd)   | 532.973           | kg $CO_2e$                   |
|         | Waste stream                                 | 259.485           | kg $CO_2e$                   |
|         | Business travel                              | 483.978           | kg $CO_2e$                   |
|         | Employee commuting                           | 1.172.874         | kg $CO_2e$                   |
|         | Upstream leased assets (Locatie-gebaseerd)   | 457.107           | kg $CO_2e$                   |
|         | Downstream transportation                    | 9.967.430         | kg $CO_2e$                   |
|         | Downstream leased assets (Locatie-gebaseerd) | 223.515           | kg $CO_2e$                   |
|         | <b>Totaal Scope 3 (Markt-gebaseerd)</b>      | <b>14.451.001</b> | <b>kg <math>CO_2e</math></b> |
|         | <b>Totaal Scope 3 (Locatie-gebaseerd)</b>    | <b>14.809.864</b> | <b>kg <math>CO_2e</math></b> |
| Totaal  | Totaal Markt-gebaseerd                       | 16.846.862        | kg $CO_2e$                   |
|         | Totaal Locatie-gebaseerd                     | 18.182.017        | kg $CO_2e$                   |

(Bron: Van Bastelaere, Haesaerts, 2023)

## Bijlage E: AI-gebruik

Bij de totstandkoming van deze bachelorproef is gebruikgemaakt van artificiële intelligentie als ondersteunend hulpmiddel. Specifiek werden de tools ChatGPT en Gemini ingezet voor:

- Het genereren van ideeën
- Tekstverwerking en het verbeteren van de leesbaarheid
- De opmaak van de bronnenlijst volgens de APA-stijl

De gegenereerde output is steeds manueel geverifieerd, de volledige inhoudelijke verantwoordelijkheid ligt bij de auteur.