

Ramingen van emissies van broeikasgassen en verwijdering van CO₂ door de LULUCF-sector 2023-2040

Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024

Sven van Baren, Jan Peter Lesschen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Ramingen van emissies van broeikasgassen en verwijdering van CO₂ door de LULUCF-sector 2023-2040

Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024

Sven van Baren, Jan Peter Lesschen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (projectnummer BO-43.10-005-023).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, oktober 2024

Gereviewd door:

Claire Jacobs, Researcher food security and climate change (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

Eric Arets, teamleider team Duurzame Bosesystemen

Rapport 3379

ISSN 1566-7197

van Baren, S.A., J.P Lesschen, 2024. *Ramingen van emissies van broeikasgassen en verwijdering van CO₂ door de LULUCF-sector 2023-2040; Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3379. 40 blz.; 4 fig.; 14 tab.; 29 ref.

In het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024) zijn referentieramingen gemaakt voor emissies en verwijderingen van koolstofdioxide en emissies van lachgas door landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (Land Use, Land-Use Change and Forestry; LULUCF) in lijn met de methodiek zoals gebruikt voor de Nederlandse broeikasgasrapportages aan de VN Klimaatconventie (UNFCCC). Op de resultaten zijn tevens de boekhoudregels toegepast zoals die voor de periode 2021-2025 en 2026-2030 onder de EU LULUCF verordening 2018/841 van kracht zijn.

Within the context of the Climate and Energy Outlook 2024 (KEV 2024) estimates have been made for emissions and removals of carbon dioxide and emissions of laughing gas by Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF), in line with the methodology used for the international reporting of greenhouse gas emissions and removals of the Netherlands under the UNFCCC. Moreover, the accounting rules that are applicable under the EU LULUCF regulation 2018/841 have been applied to these estimates of emissions and removals for the period 2021-2025 and 2026-2030.

Trefwoorden: LULUCF, landgebruik, bosbouw, klimaat- en energieverkenning, KEV, broeikasgasemissies, CO₂ verwijderingen, klimaatboekhouding

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/674355> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2024 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3379 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Eric Arets

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Klimaat en Energieverkenning 2024	11
1.2 LULUCF in de Klimaat en Energieverkenning	11
2 Aanpak	14
2.1 Algemeen	14
2.1.1 Opzet LULUCF methodiek	14
2.2 Wijzigingen ten opzichte van vorige ramingen	16
2.3 Uitgangspunten beleid	17
2.3.1 Vastgesteld beleid	18
2.3.2 Geagendeerd beleid	20
2.4 Ontwikkeling in landgebruik en bodem	21
2.4.1 Landgebruik	21
2.4.2 Minerale landbouw bodems	24
2.4.3 Afname oppervlakte moerige gronden en veengronden	24
2.5 Ontwikkeling van bos, oogst en geogoste houtproducten	26
2.6 Referentiewaarden voor de LULUCF-boekhouding	27
2.7 Onzekerheden van emissies en verwijderingen voor LULUCF	27
3 Resultaten	29
3.1 Emissieberekeningen vastgestelde veenweide plannen	29
3.2 Emissies en verwijderingen UNFCCC-categorieën	29
3.2.1 Bandbreedte	33
3.2.2 Vergelijking met de resultaten uit de KEV 2022	33
3.3 Geagendeerd beleid	36
3.4 Toepassing van de boekhoudregels	37
Literatuur	38



Verantwoording

Rapport: 3379

Projectnummer: 5200048413

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Researcher food security and climate change

naam: Claire Jacobs

datum: 22-10-2024

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Eric Arets, Teamleider team Duurzame bosecosystemen

datum: 22-10-2024

Woord vooraf

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) brengt jaarlijks de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) uit. In het kader van de KEV 2024 is deze raming van emissies van broeikasgassen en verwijdering van CO₂ voor landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (LULUCF; Land Use, Land-Use Change and Forestry) opgesteld. De raming is opgesteld door onderzoekers van Wageningen Environmental Research (WENR), in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving. De betrokken onderzoekers werken ook mee in de taakgroep LULUCF die binnen de Nederlandse Emissieregistratie verantwoordelijk is voor de jaarlijkse rapportages van de broeikasgasemissies en CO₂ verwijderingen voor de LULUCF sector onder de VN klimaatconventie (UNFCCC).

Op basis van voor de KEV vastgestelde uitgangspunten voor mee te nemen veranderingen in landgebruik en emissiebronnen, zijn de LULUCF emissies en verwijderingen voor de zichtperiode 2023-2040 geraamd en wordt een doorkijk naar 2050 gegeven. Voor het vaststellen van die uitgangspunten is een door het PBL opgestelde beleidsinventarisatie gebruikt. Voor het beleid dat in de raming is meegenomen gold een peildatum van 1 mei 2024, beleid na deze datum is niet meegenomen. De ramingen van de broeikasgasemissies en CO₂ verwijderingen voor LULUCF zijn berekend met de systematiek zoals die wordt gebruikt voor de reguliere LULUCF-rapportages onder de Emissieregistratie (van Baren et al., 2024; van der Net et al., 2024).

Voor de KEV 2024 wordt net zoals in de KEV 2022 een volledige analyse gedaan, dit in tegenstelling tot de KEV 2023 wat een update op hoofdlijnen was van de KEV 2022.

Vanuit het PBL is het opstellen van de LULUCF ramingen inhoudelijk begeleid door Emma van der Zanden en Jelle van Minnen.

Samenvatting

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024) onderzoekers van Wageningen Environmental Research gevraagd ramingen op te stellen die de toekomstige effecten van vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid hebben op de emissies van CO₂, N₂O en CH₄ en verwijderingen van CO₂ door landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw (LULUCF). De ramingen zijn opgesteld voor de zichtperiode 2023-2035, daarnaast wordt er een verdere doorkijk gegeven naar 2040. Het vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid zijn door PBL op peildatum 1 mei 2024 vastgesteld.

In relatie tot landgebruik en bosbouw zijn als vastgesteld beleid daarvoor bebossing door maatregelen van het "Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel", een deel van de veenweidemaatregelen Friesland en Utrecht en de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn als voldoende concreet en kwantitatief beoordeeld om in de ramingen mee te nemen.

Voortbouwend op de historische reeks tot 2022 zijn modelprojecties gemaakt van de ruimtelijke ontwikkelingen in landgebruik en bodem en voor de leeftijdsafhankelijke groei en ontwikkeling van bos in Nederland. De daarop gebaseerde emissieramingen volgen de methode en instellingen die Nederland hanteert voor de broeikasgasrapportage voor de LULUCF sector (van Baren et al., 2024 en van der Net et al., 2024). Daarnaast worden ook de resultaten gegeven volgens de boekhoudkundige regels die voor de LULUCF sector voor de periode 2021-2025 en 2026-2030 gelden op basis van de EU LULUCF-verordening 2018/841¹.

Geraamde emissies en verwijderingen

De totale geraamde netto emissies uit de LULUCF-sector nemen in de periode 2023-2030 geleidelijk toe van 3733 kilo ton CO₂ equivalenten (kton CO₂-eq.) in 2023 tot 4787 kton CO₂-eq. in 2030, en vervolgens tot 4530 kton CO₂-eq. in 2035 en 4865 kton CO₂-eq. in 2040. 2023 is hierin een jaar met gemiddeld lagere emissies doordat, in vergelijking met 2022, de bossen gemiddeld meer koolstof hebben vastgelegd. Gemiddeld komen de emissies in de periode 2023-2030 op 4502 kton CO₂-eq. per jaar. De categorieën met de grootste emissies zijn grasland en bouwland, dit komt door het grote oppervlakte en de hoge koolstof voorraden en verliezen daarvan in de minerale en organische bodems. Bos heeft als enige categorie netto-verwijderingen van CO₂ uit de lucht wat de emissies deels compenseert van de andere landgebruiken.

De geraamde netto-verwijdering van CO₂ door bossen zijn redelijk stabiel vanaf 2024 en ligt steeds rond de 2000 kton CO₂-eq. Dit is minder dan de historische reeks. Dit komt door de verwachting dat de bossen in Nederland iets minder hard gaan groeien in de toekomst. Het beleid heeft op de bossen weinig impact aangezien er netto geen bos bij komt als gevolg van een relatief gelijke hoeveelheid bosuitbreiding en ontbossing. Hierdoor komt er in de ramingen voor de KEV 2024 netto geen bos bij dat extra CO₂ kan vastleggen.

De geraamde emissies uit bouwland stijgen tussen 2023 en 2030 met 473 kton CO₂-eq., met name doordat de totale oppervlakte bouwland toeneemt. Dit is met name toe te kennen aan het beleid, vooral de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn. Dit heeft als gevolg dat er land (met name grasland) wordt omgezet naar bouwland met als gevolg emissies voor bouwland door verlies van bodemkoolstof.

Tegelijkertijd nemen ook de geraamde netto emissies in de categorie grasland tussen 2023 en 2030 met 167 kton CO₂-eq. licht toe, terwijl de totale oppervlakte van grasland afneemt. Dit is met name toe te kennen aan de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn. Hierdoor is er minder areaal grasland en is de mestgift naar het grasland ook kleiner en zal de koolstofopslag in de bodem daardoor naar verwachting afnemen. Door deze afname van de opslag zal de netto emissie voor de hele landgebruiksklasse grasland uiteindelijk omhoog gaan. De emissies uit de organische gronden onder graslanden (vooral veenweiden)

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018R0841-20230511>

nemen tussen 2023 en 2030 af met 414 kton CO₂-eq. door de maatregelen in het veenweidegebieden en de trendmatige afname van het areaal aan organische gronden door oxidatie.

De geraamde emissies in de categorie bebouwing, bijvoorbeeld stedelijk gebied en (spoor)wegen, nemen over de tijd licht toe. Dat komt doordat een deel van de bebouwing op organische bodems wordt gerealiseerd en de koolstof in de minerale bodems onder bebouwing afneemt. De emissies uit wetlands blijven redelijk gelijk door de tijd heen. Het gaat hier specifiek om methaanemissies afkomstig uit "flooded land".

Toepassing boekhoudregels

Toepassing van de regels uit de EU LULUCF-verordening 2018/841, die gebruikt gaan worden om de prestaties van lidstaten te beoordelen en af te rekenen, resulteert voor de eerste nalevingsperiode 2021-2025 in een netto tegoed van 8932 kton CO₂-eq. over deze periode. Voor de tweede nalevingsperiode (2026-2030) wordt er netto 315 kton CO₂-eq. aan tegoed opgebouwd. De grootste bijdragen aan de netto afrekening worden geleverd door ontbossing en beheerd grasland. Deze tegoeden kunnen binnen de regels van de LULUCF-verordening tot een bepaald maximum gebruikt worden om emissies binnen de Effort Sharing Regulation te compenseren. Daarnaast kunnen de tegoeden verhandeld worden met andere lidstaten met een tekort.

1 Inleiding

1.1 Klimaat en Energieverkenning 2024

De Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024) is een nieuwe volledige raming van de effecten van het vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid met peildatum 1 mei 2024 voor de landgebruik sector. Dit is tegenstelling tot de KEV 2023, die enkel bestond uit een update op hoofdlijnen van de KEV 2022 (update van belangrijkste methodewijzigingen en grote wijzigingen in beleid).

1.2 LULUCF in de Klimaat en Energieverkenning

Om een inschatting te geven van de bijdrage van landgebruik aan het behalen van de klimaatdoelen is in de KEV 2024 voor de periode 2023 – 2035 (met doorkijk naar 2040), inzicht nodig in de emissies en verwijderingen van broeikasgassen door landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw (LULUCF). Binnen de LULUCF sector kunnen zowel bronnen van emissies van broeikasgassen voorkomen, als ook putten voor CO₂ door vastlegging van koolstof in biomassa en bodem. De ontwikkelingen in emissies en verwijderingen van broeikasgassen worden bepaald op basis van vastgestelde, voorgenomen en geagendeerde beleidsmaatregelen met als peildatum 1 mei 2024. Vastgesteld beleid is het beleid waar door de eerste kamer of gedeputeerde staten een akkoord op is gegeven. Voorgenomen beleid is beleid wat ter consultatie is voorgelegd (of naar de tweede kamer is gestuurd) maar het moet ook concreet (genoeg) zijn uitgewerkt. Geagendeerd beleid omvat beleidsplannen, -intenties of -contouren welke nog niet concreet zijn uitgewerkt, maar wel in openbare stukken zijn aangekondigd. De analyse van het beleid en welke beleid mee te nemen in de ramingen is uitgevoerd door het Planbureau van de Leefomgeving (PBL), zie Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten (PBL et al., 2024b).

Internationale klimaatboekhouding LULUCF

Voor de gerapporteerde emissies vanuit de LULUCF sector wordt internationaal onderscheid gemaakt tussen de jaarlijkse rapportage van de emissies en verwijderingen aan de VN Klimaatconventie (UNFCCC) en hoe de klimaatprestatie vervolgens afgerekend wordt in de klimaatboekhouding (of accounting)². Voor de periode 2021-2025 en voor de periode 2026-2030, ook wel de eerste en tweede nalevingsperiode (Engels: compliance period), is een set boekhoudregels en doelen vastgelegd voor de afrekening van de klimaatprestaties voor de LULUCF sector. Deze zijn vastgesteld in de EU LULUCF verordening 2018/841³, de EU Governance verordening 2018/1999⁴ en beide gewijzigd met EU wet 2023/839⁵. Dit is uiteindelijk samengebracht in de geconsolideerde versie van (EU) 2018/841⁶. Met deze regels wordt de klimaatboekhouding van EU lidstaten onder het Klimaatakkoord van Parijs geharmoniseerd.

Voor de eerste nalevingsperiode 2021-2025 gelden de boekhoudregels zoals die in Tabel 1.1 worden gegeven. Voor de eerste nalevingsperiode geldt dat de uitkomst van de toepassing van de boekhoudregels over alle boekhoudcategorieën (zie Tabel 1.1) niet mag resulteren in af te rekenen emissies (behoudens een beperkte flexibiliteit in de boekhoudcategorie beheerd bos). In het overkoepelende klimaat- en energiekader

² Zie deze interactieve PDF voor nadere uitleg over de LULUCF emissiesector, de nationale rapportages en de verschillen tussen de verschillende rapportage en accountingsystemen: Hendriks et al. (2021); <https://edepot.wur.nl/545713>.

³ 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. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj?locale=nl>.

⁴ Verordening (EU) 2018/1999 van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 inzake de governance van de energie-unie en van de klimaatactie [...]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj?locale=nl>.

⁵ Verordening (EU) 2023/839 van het Europees Parlement en de Raad van 19 april 2023 tot wijziging van Verordening (EU) 2018/841 wat betreft het toepassingsgebied, vereenvoudiging van de rapportage- en nalevingsvoorschriften, en vaststelling van de streefcijfers voor de lidstaten voor 2030, en van Verordening (EU) 2018/1999 wat betreft verbetering van monitoring, rapportage, het volgen van de vooruitgang en beoordeling. <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/839/oj>.

⁶ <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/2023-05-11>.

tot 2030 waar EU LULUCF verordening 2018/841 onderdeel van uitmaakt is er flexibiliteit tussen de LULUCF pijler en de EU verordening inzake de verdeling van de Niet-ETS inspanningen (Effort Sharing Regulation, ESR⁷) waar bijvoorbeeld landbouw onder valt. Als de LULUCF sector hier niet aan de doelstelling voldoet, dan moeten de netto emissies die niet binnen de LULUCF regels kunnen worden gecompenseerd, worden gecompenseerd met 1) een extra inspanning binnen de ESR, of 2) door het verhandelen van emissieruimte met andere lidstaten die een overschot hebben. Daarnaast kan een eventueel krediet (meer netto verwijderingen/minder netto emissies) binnen de boekhoudregels van de LULUCF-verordening tot een bepaald maximum gebruikt worden om emissies binnen de ESR te compenseren of te verhandelen met andere lidstaten met een tekort.

Tabel 1.1 *Overzicht van de boekhoudcategorieën die in de EU LULUCF-verordening 2018/841 worden onderscheiden voor de nalevingsperiode 2021-2025, met toelichting op de bijhorende boekhoudregels.*

Boekhoudcategorieën	Type boekhouding	Toelichting
Bebost en ontbost land	Totale netto-emissies zonder referentie	De totale hoeveelheid emissies en verwijderingen van alle jaren tijdens de perioden van 2021 tot en met 2025. Netto emissies worden meegenomen als tekort (debits), netto verwijderingen als krediet/tegoed (credits).
Beheerd bouwland, beheerd grasland en beheerde wetlands	Emissies vergeleken met emissies in referentieperiode 2005-2009	Het verschil tussen emissies en de emissies in de referentieperiode bepaalt de omvang van credits (als emissies lager, of verwijderingen hoger zijn dan in de referentieperiode) of debits (als emissies hoger, of verwijderingen lager zijn dan in de referentieperiode).
Beheerd bos plus geoogste houtproducten (HWP)	Emissies en verwijderingen vergeleken met een referentieniveau voor bossen (FRL)	Het "Forest Reference Level" (FRL) geeft een inschatting van de verwijderingen van broeikasgassen in de nalevingsperiodes 2021-2025 waarbij rekening wordt gehouden met de leeftijdsafhankelijke groei van het bestaande bos onder de aanname dat het bosbeheer het beheer uit de historische referentieperiode 2000-2009 volgt. Als meer CO ₂ wordt verwijderd dan mag worden verwacht op basis van het FRL, levert dat credits op, en bij minder vastlegging wordt dat als een debit meegenomen. Om tot credits te komen moeten dus aanvullende maatregelen worden genomen ten opzichte van het beheer in de referentieperiode 2000-2009.

Voor de tweede nalevingsperiode van 2026-2030 is voor iedere Europese lidstaat een emissie-reductiedoel geformuleerd. Dit doel wordt geformuleerd ten opzichte van de gemiddelde netto emissies uit de periode 2016-2018 (zoals die in 2032 voor deze periode worden gerapporteerd). Voor Nederland is die reductiedoelstelling, ten opzichte van het gemiddelde van 2016-2018, gezet op -435 kiloton (kton) CO₂-equivalenten. De doelen voor de tussenliggende jaren 2026-2029 worden bepaald op basis van een lineaire extrapolatie. Startpunt hiervan zijn emissies voor 2022 op basis van de gemiddelde emissies voor de jaren 2021-2023 (zoals die in 2025 definitief worden gerapporteerd), het eindpunt is de streefwaarde voor 2030. Deze streefwaarde voor 2030 kan worden bepaald door de gemiddelde emissies voor 2016-2018 te bepalen en daar 435 kiloton CO₂ van af te trekken.

Nationale klimaatdoelen LULUCF/Landgebruik

Het nationale klimaatdoel is 55 procent reductie van broeikasgassen in 2030 ten opzichte van 1990. In de Klimaatwet is ook een bindende reductiedoelstelling opgenomen van netto nul broeikasgasemissies in 2050. Naast nationale doelen worden er in Nederland ook indicatieve doelen per sector gehanteerd. Voor landgebruik, de Nederlandse benaming van de LULUCF sector, is de indicatieve restemissie 1,8 megaton CO₂-equivalenten in 2030 (EZK, 2023). Deze indicatieve restemissie is niet relatief maar een absolute hoeveelheid. Dit is een uitdaging gezien de onzekerheden en jaarlijkse (methodische) wijzigingen in de gehele emissiereeks.

⁷ Verordening (EU) 2018/842 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 betreffende bindende jaarlijkse broeikasgasemissiereducties door de lidstaten van 2021 tot en met 2030 teneinde bij te dragen aan klimaatmaatregelen om aan de toezeggingen uit hoofde van de Overeenkomst van Parijs te voldoen, en tot wijziging van Verordening (EU) nr. 525/2013. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/842/2023-05-16>.

Opbouw LULUCF achtergrondrapportage

Deze achtergrondrapportage ten behoeve van de ramingen van de LULUCF sector voor de KEV 2024 is als volgt opgebouwd. In Hoofdstuk 2 geven we de toegepaste aanpak weer waarbij de LULUCF methode kort wordt toegelicht. Daarnaast worden ook de methodewijzigingen ten opzichte van de KEV 2022 toegelicht. Ook wordt toegelicht wat de uitgangspunten van het meegenomen beleid zijn. In Hoofdstuk 3 rapporteren we vervolgens de resultaten van de ramingen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen de landgebruikscategorieën zoals gebruikt voor de UNFCCC-rapportage en de emissies en verwijderingen voor de boekhoudcategorieën volgens de gewijzigde EU LULUCF-verordening 2018/841.

2 Aanpak

2.1 Algemeen

De berekeningen volgen de systematiek zoals die voor de LULUCF-rapportages aan de UNFCCC (van der Net et al., 2024) worden gedaan en zijn beschreven in van Baren et al. (2024). De rapportages en methodologische wijzigingen in de systematiek worden opgesteld door de taakgroep LULUCF van de Emissieregistratie⁸. De LULUCF-rapportages betreffen berekende emissies en verwijderingen vanaf 1990 tot heden op basis van waargenomen veranderingen in landgebruik en berekende veranderingen in koolstofvoorraden (emissiefactoren), deels op basis van historische meetreeksen en deels op basis van standaardfactoren. Voor bos worden bijvoorbeeld de ontwikkeling van de hoeveelheid vastgelegd koolstof en de daaraan gerelateerde CO₂ emissies en verwijderingen bepaald op basis van bosinventarisaties.

Om voor de LULUCF-ramingen in de KEV de toekomstige emissies en verwijderingen te bepalen zijn projecties nodig van de toekomstige veranderingen in landgebruik en schattingen van toekomstige ontwikkelingen van emissiefactoren. Daarbij is het van belang om zowel autonome achtergrondontwikkelingen mee te nemen, als de ontwikkelingen die verwacht worden op basis van (het geïdentificeerde vastgestelde, voorgenomen en geagendeerde) beleid. De aanpak daarvoor wordt in dit hoofdstuk toegelicht.

De laatste twee jaar zijn er een aantal wijzigingen, ook wel verbeterpunten, doorgevoerd in de methodiek van de LULUCF berekeningen. Deze wijzigingen zijn dan ook gerapporteerd aan de UNFCCC in de National Inventory Report (NIR⁹) 2023 en NIR 2024 (zie hoofdstuk 6 in van der Net et al., 2024). Deze wijzigingen hebben zowel een effect op de historische emissies (en daarmee ook op de emissies in de referentieperiodes die gebruikt worden binnen de EU-LULUCF boekhouding) als op de emissieramingen voor deze KEV (zie hoofdstuk 2.2).

2.1.1 Opzet LULUCF methodiek

LASSO-model

Alle emissieberekeningen gerelateerd aan landgebruiksveranderingen worden berekend met het "LASSO" model, wat ontwikkeld is voor de berekeningen van de LULUCF sector (van Baren et al., 2024). Binnen de berekeningen zijn de meest invloedrijke elementen in de invoer de set landgebruiks- en bodemkaarten en de gegevens uit de bosinventarisatie. Op basis van de landgebruikskaarten wordt bepaald hoeveel er van welk landgebruik is in bepaalde jaren, op welke bodems dit voorkomt, en welke overgangen tussen landgebruik er plaatsvinden (door vergelijking met kaarten van eerdere jaren). Voor elke overgang in landgebruik zijn er specifieke emissiefactoren, die aangeven hoeveel emissie er wordt uitgestoten of vastgelegd. Met name de overgang van bos naar een ander landgebruikstype zorgt voor relatief grote hoeveelheden CO₂-uitstoot in één keer op het moment van ontbossing, terwijl gedraineerde veengronden een constante CO₂-uitstoot veroorzaken. Als er bijvoorbeeld een overgang optreedt van bos naar bouwland nemen we aan dat alle bovengrondse biomassa in één keer vrijkomt als CO₂ in het jaar van overgang. Voor het verlies van bodemkoolstof van de gedraineerde veengronden hebben we (landgebruik specifieke) emissiefactoren die constant blijven door de tijd en niet beïnvloed worden door wanneer een overgang tussen landgebruiken heeft plaatsgevonden.

Voor de huidige berekeningen zijn landgebruikskaarten beschikbaar voor 1990, 2004, 2009, 2013, 2017 en 2021 en bodemkaarten voor 1977 en 2014. Ook is er voor 2040 een veenkaart beschikbaar op basis van gemodelleerde toekomstige bodemdaling (Erkens et al., 2021; Melman, 2021) waarmee de ontwikkeling (afname) van de organische bodems kan worden afgeleid. Hierbij is de variant met milde bodemdaling als uitgangspunt genomen. Landgebruik voor tussenliggende jaren wordt geïnterpoleerd. Voor jaren die voorbij de

⁸ <https://www.emissieregistratie.nl/>.

⁹ National Inventory Report, hierin rapporteren partijen onder het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) jaarlijks hun broeikasgasinventarissen.

datum van de meest recente landgebruikskaart (2021) liggen wordt er, zolang er nog geen nieuwe actuele landgebruikskaart beschikbaar is, gebruik gemaakt van een extrapolatiemethode. Voor de ramingen in de KEV 2024 worden daarnaast ook op basis van verwachte ontwikkelingen geografisch expliciete projecties van enkele typen landgebruik als kaartlagen meegenomen in de analyses (zie paragraaf 2.4). Voor de organische bodems worden de bodemkaart uit 2014 en de veenkaart uit 2040 gebruikt om de ontwikkeling naar het gewenste rapportage jaar te interpoleren. Minerale bodems (zand, klei, etc.) blijven gelijk door de tijd heen.

Op basis van bosinventarisatiegegevens wordt bepaald hoeveel CO₂ er in volwassen bossen vastgelegd wordt. Voor de gemeten voorraden in levende biomassa, dood hout en strooisel zijn metingen beschikbaar uit verschillende bosinventarisaties voor de jaren 1990 (HOSP), 2003 (MFV), 2013 (NBI-6), 2021 (NBI-7)¹⁰. De eerste twee jaren (2022 en 2023) van de volgende bosinventarisatie (NBI-8) zijn ook meegenomen in de berekeningen van de KEV 2024.

Deze metingen onderdeel van de stock change methode in de berekeningen, waarbij voor bepaalde jaren de koolstofvoorraad bepaald is aan de hand van metingen, en voor de tussenliggende jaren een gemiddelde voorraadverandering toegekend wordt op basis van het waargenomen verschil. Deze methode wordt gebruikt voor de levende biomassa, dood hout en strooisel. Omdat het hier een netto voorraadverandering betreft wordt bij zowel de toename als de afname van koolstofvoorraden in levende biomassa een correctie gemaakt voor de oogst om te komen tot bruto veranderingen. De oogstcijfers die hiervoor worden gebruikt zijn afkomstig van de databases van de FAO, die onder andere gebruik maakt van de gegevens van Stichting Probos. Deze cijfers worden ook gebruikt voor het bepalen van de hoeveelheid koolstof in de geogste houtproducten (Harvested Wood Products, HWP).

De bovenstaande berekeningen met het LASSO model zijn beschreven in van Baren et al., 2024; van der Net et al., 2024) voor de historische landgebruiksentwikkelingen tot en met 2022. Voor de berekeningen van de KEV 2024 is de gebruikte versie van het model 26 juni 2024. Om de berekeningen voor de KEV uit te kunnen voeren wordt de "combine" functie gebruikt die is ontwikkeld voor de KEV 2022 en daar ook wordt beschreven in sectie 2.3 (Arets et al., 2022).

EFISCEN-Space model

Daarnaast wordt er in de KEV gebruik gemaakt van het EFISCEN-Space model (Arets en Schelhaas, 2019; Schelhaas et al., 2022a) om de bosgroei in de ramingen te modelleren. Daarnaast is het ook gebruikt om de groei van het bos onder het Forest Reference Level (FRL) te bepalen (zie Tabel 1.1). Het FRL geeft een inschatting van de verwijderingen van broeikasgassen in de nalevingsperiodes 2021-2025 waarbij rekening wordt gehouden met de leeftijdsafhankelijke groei van het bestaande bos onder de aanname dat het bosbeheer het beheer uit de historische referentieperiode 2000-2009 volgt. Voor de FRL is het model geïnitieerd met data uit de NBI-7 en maakt een toekomstprojectie van de staande voorraad hout.

EFISCEN-Space maakt een projectie voor elk steekproefpunt in de NBI-7. De staat van het bos wordt weergegeven als een verdeling van het aantal bomen per soort per diameterklasse. Groei wordt volgens een land-specifieke groeifunctie gesimuleerd als de overgang van een boom naar een hogere diameterklasse, terwijl oogst en mortaliteit gesimuleerd worden als het verwijderen van een boom uit een bepaalde diameterklasse. Op dit moment is geen verjongingsmodule beschikbaar. Vervolgens wordt de geprojecteerde houtvoorraad in de jaren 2021 tot en met 2040 gebruikt als invoer voor de LULUCF systematiek om de toekomstige stock van de levende biomassa te bepalen. Daarnaast vormt het de invoer voor de berekening van de gerealiseerde houtoogst, specifiek de koolstof in de HWP (geogste houtproducten).

De land-specifieke groeifunctie is gebaseerd op Nederlandse bosinventarisatiedata (zie Arets en Schelhaas, 2019). De oogstfracties zijn afgeleid uit permanente steekproefpunten van de bosinventarisatie voor de klassen: 1) multifunctioneel bos in bezit bij grotere organisaties, 2) natuurbos in bezit bij grotere organisaties, 3) grotere privé eigenaren en 4) kleine privé eigenaren (zie Arets en Schelhaas, 2019). De totale oogst in Nederland zoals gerealiseerd in een EFISCEN Space simulatie is daarmee het resultaat van de toepassing van deze oogstfracties op de steekproefpunten van de betreffende eigenaren. Deze aanpak is in lijn met de vereisten voor het bepalen van de FRL. Voor de FRL is het namelijk nodig om gegevens te gebruiken waarbij sprake is van ongewijzigd beheer in de toekomst ten opzichte van de referentie periode.

¹⁰ Dit zijn vier verschillende bosinventarisaties, zie Annex 1 in van Baren et al. (2024).

2.2 Wijzigingen ten opzichte van vorige ramingen

De laatste twee jaar zijn er een aantal wijzigingen, ook wel verbeterpunten, doorgevoerd in de methodiek van de LULUCF berekeningen (Arets et al., 2023; van Baren et al., 2024; van der Net et al., 2023; van der Net et al., 2024). Deze wijzigingen hebben zowel een effect op de historische emissies als op de emissieramingen voor deze KEV. Verbeterpunten worden per emissie sector continu doorgevoerd om de kwaliteit van de berekeningen te verbeteren naar de meest recente wetenschappelijke inzichten. Daarnaast zijn er wijzigingen vanwege strengere rapportage eisen, voorgeschreven vanuit de EU Governance verordening 2018/1999. Andere verbeterpunten zijn doorgevoerd naar aanleiding van de dwingende aanbevelingen uit de formele reviews door United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Ten opzichten van de KEV 2022 zijn in de KEV 2024 zowel de methodewijzigingen die voor de NIR 2023 (van der Net et al., 2023) zijn doorgevoerd als de methodewijzigingen voor de NIR 2024 doorgevoerd. De methodewijzigingen op basis van de NIR 2023 en die ook al in de KEV 2023 zijn meegenomen, zijn: 1) een nieuwe benadering voor bodemkoolstof in minerale landbouwbodems (grasland en bouwland) op basis van berekeningen met het RothC model, 2) het meenemen van methaan (CH₄) emissies uit (drainage) sloten (<3 m) in bos, grasland en bouwland op organische bodems en 3) gebruik van een langere tijdreeks van input data voor geoogste houtproducten vanaf 1962 (was 1990).

Ten opzichte van de KEV 2023 zijn de volgende methodewijzigingen uit de NIR 2024 doorgevoerd: 4) Data van de achtste bosinventarisatie zijn gebruikt en de referentiejaren van de voorgaande bosinventarisaties zijn aangepast, 5) verandering in de opbouw van strooisel in de 'converted to' categorie van bos, 6) toevoeging van "Flooded land" onder de wetland categorie en de daaruit volgende methaanemissies.

Een uitgebreide beschrijving van de methodewijzigingen 1 en 2 staan in sectie 11.2.2 en 11.3.2 respectievelijk in het LULUCF methoderapport van van Baren et al. (2024). Wijzigingen 4 en 5 zijn in meer detail beschreven in sectie 4.2.1, 4.2.3, en punt 6 is verspreid beschreven in 2.5, 3.2 en 7.2 van boven genoemde LULUCF methoderapport. Hieronder worden deze kort beschreven ter verduidelijking. De effecten van de wijzigingen staan beschreven in Hoofdstuk 6 van de NIR 2024 (van der Net et al., 2024).

1. Dynamische bodemkoolstof berekeningen

Het RothC model is een dynamisch model voor de conversie van organische koolstof in minerale bodems (Coleman en Jenkinson, 2014). Het model gebruikt maandelijkse data om veranderingen in organische koolstof voorraden te berekenen voor tijdschalen van een jaar tot verschillende eeuwen. In de modelberekeningen worden de volgende factoren die een effect hebben op de koolstofvoorraad in minerale bodems meegenomen: klimaat, oogstoppervlaktes en -opbrengsten, organische mest invoer, compost input, groen bemesting, gebruik van vanggewassen en stro-verwijderingen. De output van dit model levert jaarlijkse koolstof fluxen voor minerale bodems onder grasland en bouwland als daar geen landgebruiksverandering plaatsheeft (wat het geval is bij de blijvende landgebruiken "remaining categorie"). Voordat deze wijziging werd doorgevoerd werd aangenomen dat de bodemkoolstof in evenwicht was dus geen emissie dan wel opname van koolstof tot gevolg had. Onder andere door inzichten in het onderzoeksprogramma Slim landgebruik en de noodzaak vanuit de LULUCF verordening voor een hoger detail niveau is deze methodewijziging doorgevoerd.

2. Methaanemissie uit drainagesloten

Drainagesloten in veen en moerige gronden in bos, grasland en bouwland stoten methaan (CH₄) uit. Voor het bepalen van deze emissie is een voor Nederland specifieke emissiefactor van 51.8 g CH₄ m² j⁻¹ gebruikt uit Peacock et al. (2021). Het oppervlakte drainagesloten is bepaald op 5% van het oppervlakte gedraineerde veen- of moerige grond onder bos, grasland en bouwland.

3. Aanvulling input data geoogste houtproducten

De input data voor geoogste houtproducten is aangevuld met Food and Agriculture Organization (FAO) data over de Nederlandse productie, import en export van houtproducten voor de periode van 1961 tot 1989.

4. *Data achtste bos inventarisatie en wijziging referentie periodes*

Sinds de Nederlandse Bos Inventarisatie (NBI) 7 (2017-2021) wordt de NBI geïmplementeerd als een continue inventarisatie met een cyclus van 5 jaar met permanente sampleplots. 2022 was het eerste jaar van de 8e NBI-cyclus en is het eerste jaar waarvoor nieuwe hermetingen per plot beschikbaar zijn. De nieuwe gegevens zijn gebruikt om de gegevens voor de metingen die in 2017 zijn gedaan bij te werken, wat resulteert in een nieuw gemiddelde voor de periode 2018-2022. Om redenen van consistentie vereist dit echter ook een bijgewerkte aanpak voor de referentie jaren die zijn gebruikt voor de vorige NBI's. Elke bos inventarisatie vóór NBI-7 produceerde gegevens voor een andere periode. Voor rapportage in vorige NIR's werd het middelste jaar van elke inventarisatie gekozen als referentiejaar om op te nemen in de NIR-rapporten. Om consistent te zijn met de vernieuwde aanpak van het rollende gemiddelde zullen we nu het eindjaar van elke inventarisatie gebruiken. Als gevolg hiervan wordt de periode tussen de eerdere NBI-referentie jaren langer en tussen NFI-5 en 6 wordt deze korter. Omdat de netto koolstofvoorraadveranderingen zoals berekend op basis van de opeenvolgende NBI's hetzelfde blijven, betekent dit dat terwijl de jaarlijkse verwijderingen tussen de NBI's veranderen, de totale verwijderingen over de hele periode gelijk blijven. Voor de ramingen van de KEV heeft dit alleen als gevolg dat er niet meer een gemiddelde over meerder jaren worden gebruikt, maar dat ieder jaar wordt gevoed met data voor de bos biomassa. Daarnaast was het in de vorige edities van de KEV nog niet mogelijk om deze data te gebruiken dus werd er gebruik gemaakt van EFISCEN-Space data om over de jaren na 2021 te rapporteren.

5. *Wijziging in opbouw strooisel bij converted to bos*

Er zijn wijzigingen doorgevoerd met betrekking tot de opbouw van koolstofvoorraad in strooisel bij land dat is omgezet naar bos. Dit is aangepast naar een geleidelijke toename door middel van interpolatie, waar dit eerst een instantaan toename van koolstof was als bos blijvend bos werd. De methode is vergelijkbaar met de methode voor koolstofvoorraadwinsten in levende biomassa voor land converted to bos (met een periode van 30 jaar tot volledige opbouw van de voorraad).

Daarnaast zijn nieuwe landspecifieke gegevens over koolstofgehalte in strooisel in bosland toegepast om de dikte van het strooisel - zoals gemeten tijdens de NBI's - om te zetten in koolstofvoorraden van het strooisel.

6. *Toevoeging van nieuwe wetland categorieën*

Een eerste stap is het gezet om emissies uit oppervlakte water mee te nemen in de nieuwe wetland subcategorie "Flooded land". Hierbij gaat het met name om methaan emissies die voortkomen uit anoxische omstandigheden op de bodem van deze wateren. De volgende nieuwe subcategorieën zijn toegevoegd: slootjes (>3m), kanalen, vijvers en meren. Alleen de wateren die na 1900 zijn gevormd zijn hierbij meegenomen. Voor de KEV 2024 wordt oor de gehele historische (en ramingen in de KEV) reeks uitgegaan van jaarlijks ongeveer 0.3 Mt CO₂-eq. De emissieberekeningen in deze subcategorie zijn nog vol in ontwikkeling en zullen de komende jaren waarschijnlijk nog wijzigen.

2.3 Uitgangspunten beleid

Een overzicht van het relevante beleid dat effect kan hebben op landgebruik en de indeling naar vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid is te vinden in het beleidsoverzicht horende bij deze KEV (PBL et al., 2024b). In deze achtergrondrapportage wordt alleen het beleid dat kwantitatief kon worden ingeschat nader uitgewerkt. In de hoofd rapportage van de KEV (PBL et al., 2024a) worden de emissieresultaten gerelateerd aan landgebruik nader toegelicht, gebruikmakend van de resultaten van deze achtergrondreportage.

Als **vastgesteld** beleid zijn meegenomen in de ramingen:

- Bepassing door maatregelen Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Verneld natuurherstel.
- Veenweidemaatregelen uit de regionale veenweidestrategieën Friesland en Utrecht (uitgevoerd of in uitvoering).
- Afschaffing derogatie op de Nitraatrichtlijn, zoals bekend gemaakt door de EU op 5 september 2022¹¹.

¹¹ Onderdeel van het geagendeerde beleid is ook het voornemen uit het Hoofdlijnenakkoord om dit volledig terug te draaien en nieuwe toestemming te verkrijgen voor derogatie. Deze berekeningen gelden daarvoor ook als uitgangspunt.

Als **voorgenomen** beleid is geen beleid meegenomen in de ramingen.

Als **geagendeerd** beleid zijn meegenomen in de ramingen:

- Concrete voorstellen voor revitalisering bossen.
- Concrete voorstellen voor bosuitbereiding.
- Concrete voorstellen voor veenweidemaatregelen uit Noord- en Zuid-Holland, Friesland en Utrecht, deels ook nader uitgewerkt in de Koplopersmaatregelen (PPLG).
- Uit het Hoofdlijnenakkoord: voorstel om de afbouwde derogatie van de Nitraatrichtlijn volledig terug te draaien en nieuwe toestemming te verkrijgen voor derogatie¹².

In de volgende paragrafen wordt per beleidspunt uiteengezet wat het beleid inhoudt en hoe het is meegenomen in de ramingen.

2.3.1 Vastgesteld beleid

Bebossing door maatregelen Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel

Als onderdeel van de "Monitoring en Evaluatie van het programma Stikstofreductie en Natuurverbetering" zijn de voorgenomen natuurmaatregelen uit de eerste en gedeeltelijk tweede tranche van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de regeling Versneld natuurherstel geanalyseerd (zie van Bussel en Hinsberg (2024)). De resultaten van deze analyse zijn gebruikt in de bepaling van de arealen bosuitbreiding, zie paragraaf 2.4 voor meer informatie over de aanpak.

Uit het kaartmateriaal komt voor de periode 2021-2030 3020 ha bebossing en 3628 ha ontbossing voor, voor de periode 2030-2035 is dit 3594 ha ontbossing en 4016 ha bebossing. Dit komt voor de periode 2021-2035 neer op een hoeveelheid van 7036 ha aan bebossing tegenover 7222 ha aan ontbossing naar voren, netto komt dit neer op een kleine afname in bosareaal voor de periode 2021-2035. Dit is niet geheel in overeenkomst met de bevindingen uit van Bussel en van Hinsberg (2024), omdat een deel van de bosuitbreiding uit deze analyse op de LULUCF landgebruikskaart in 2021 al als bos op de kaart stond (2816 ha). Daarnaast worden in de analyse van van Bussel en van Hinsberg (2024) alleen de bruto cijfers weergegeven. Sommige andere natuuruitbreidingen en uitbreidingen van bebouwing vinden ook plaats op bos gronden waardoor er naast bebossing ook ontbossing optreedt.

Veenweidemaatregelen Friesland en Utrecht

Concrete veenweidemaatregelen uit de regionale veenweidestrategieën van Friesland en Utrecht die in uitvoering zijn of al zijn uitgevoerd zijn, zijn onderdeel van het vastgestelde beleid. Hierbij gaat het voor de provincie Friesland om maatregelen op 3600 hectare (zie Tabel 2). Voor de provincie Utrecht gaat het om 1500 hectare waar het peil wordt verhoogd naar 40 cm-mv in combinatie met passieve waterinfiltratie.

Tabel 2 Meegenomen vastgestelde maatregelen veenweidestrategie provincie Friesland.

Maatregel	Oppervlakte (hectare)
Peilverhoging naar gemiddeld 40 cm onder maaiveld	3.000
Peilverhoging naar 25 cm onder maaiveld	450
Functieverandering landbouw naar natuur	150
Totaal	3.600

Voor de kwantificering is gebruik gemaakt van het SOMERS¹³ 1.0 modelraamwerk (Erkens et al., 2022), welke in het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweide (NOBV) is ontwikkeld. Er zijn rekenregels¹⁴ beschikbaar voor 'karakteristieke' situaties in Noord-Nederland, Overijssel en West-Nederland. De rekenregels zijn gebaseerd op doorrekeningen voor combinaties van 8 veen archetypes, 3 slootafstanden, droogleggingsdieptes en de maatregelen 'onderwaterdrainage' (passieve waterinfiltratie) en 'drukdrainage'

¹² Onderdeel van het geagendeerde beleid is ook het voornemen uit het Hoofdlijnenakkoord om dit volledig terug te draaien en nieuwe toestemming te verkrijgen voor derogatie. Deze berekeningen gelden daarvoor ook als uitgangspunt.

¹³ Subsurface Organic Matter Emission Registration System.

¹⁴ <https://www.nobveenweiden.nl/rekenregels/>.

(actieve waterinfiltratie). Voor elk van deze situaties is een areaal en bijbehorende CO₂ emissie beschikbaar. Op basis van de beschrijving van de maatregelen in de regionale veenweidestrategieën zijn met deze rekenregels berekeningen gemaakt van de verandering van de CO₂ emissie. Deze reductie is uiteindelijk verwerkt in de gemiddelde emissiefactor voor veengronden van heel Nederland. Zie paragraaf 3.1 voor de berekeningen van de emissiefactoren.

Ontwikkelingen Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV)

In het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) wordt sinds 2019 nader onderzoek gedaan aan de broeikasgasemissies uit veenweidegebieden, waarbij ook aan uiteenlopende maatregelen en situaties gemeten wordt.

Recent is vanuit de NOBV een nieuwe versie van het SOMERS model beschikbaar gekomen (SOMERS 2.0), dat gericht is op het doorrekenen van processen voor individuele percelen. Voor de huidige en geplande veenweidemaatregelen is geen informatie op individueel perceelniveau beschikbaar. Daarom leent de werking van SOMERS 1.0 zich beter voor de berekeningen voor de KEV 2024, waarbij voornamelijk informatie op provincie niveau beschikbaar is.

Daarnaast zijn op dit moment de eerste resultaten uit de NOBV beschikbaar waarin nieuwe emissiefactoren voor de organische bodems in het kustvlakte veen (veenweidegebied) zijn berekend op perceelsbasis. Deze zijn geen onderdeel van deze KEV raming, omdat dit nog geen onderdeel is van de emissiecijfers en LULUCF-methodiek. In deze KEV is deze gelijk aan de NIR 2024.

Wel is er op dit moment een nieuwe methode in ontwikkeling, met de ambitie om dit toe te passen op de emissiereeks van de NIR 2025 (die uitkomt in april 2025). Hierbij wordt er gestreefd naar een hybride methode die de NOBV berekeningen voor landbouwpercelen in het kustvlakte veen combineert met de huidige methode voor de LULUCF rapportage van de overige veen- en moerige gronden (in hoog Nederland bijvoorbeeld). Deze methodewijziging is belangrijk omdat de nieuwe NOBV methode het beter mogelijk maakt om de effecten van maatregelen in de emissieberekeningen te laten doorwerken. In de huidige LULUCF methodiek is het namelijk niet mogelijk om maatregelen die hebben plaatsgevonden in de veenweiden mee te nemen in de rapportage. Ook is de nieuwe methode beter in staat de metingen die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd te reproduceren.

Afschaffing derogatie op de Nitraatrichtlijn

In 2022 is door de Europese Commissie besloten dat Nederland geen verlenging krijgt van de derogatie op de Nitraatrichtlijn en dat deze in de periode 2023-2026 moet worden afgebouwd. Dit betekent dat minder dierlijke mest mag worden toegediend op (melk)veebedrijven. Daarnaast is de verwachting dat dit leidt tot minder blijvend grasland, aangezien hier een (80%) verplichting toe was bij bedrijven met een derogatie vergunning. De verwachting is dat deze graslanden omgezet zullen worden naar bouwland. Voor de verschillende bodemtypes op gras zijn de volgende aannames gedaan voor de absolute verandering in areaal, in afstemming met de raming van de landbouw in deze KEV 2024 (Cals et al., 2024):

- Gras op veen --> blijft hetzelfde
- Gras op klei --> afname van 5% (dus naar 75%)
- Gras op löss/zand --> afname van 10% (naar 70%)

Bovenstaande afnames van arealen zijn doorgerekend op basis van de Basis Registratie Percelen data van 2022 en de totale afname van het landbouwareaal. De absolute afnames zijn meegenomen in de berekeningen voor landgebruik. Voor een uitgebreidere analyse wordt verwezen naar de landbouw ramingen van de KEV 2024 zie Cals et al. (2024).

De bovenstaande aannames leiden uiteindelijk voor landbouwgrasland tot een afname van 77.530 ha tussen de laatste landgebruikskaart in 2021 en 2030. Ongeveer 26.000 ha hiervan gaat naar bouwland, ongeveer 14.000 ha gaat naar bebouwing, de rest (ongeveer 37.000 ha) blijft binnen het landgebruik grasland. Voor de periode 2030 en 2040 leidt dit tot een afname van 32.289 ha aan grasland. Hiervan gaat ongeveer 5.000 ha naar wetlands, 20.000 ha naar bebouwing de overige arealen naar overige landgebruiken. Dit is een lineaire verschuiving, voor 2035 liggen de arealen halverwege.

Het areaal bouwland neemt tussen 2021 en 2030 met 26.408 ha toe, deze 26.000 ha zijn afkomstig van grasland. Tussen 2030 en 2040 neemt bouwland weer af met 27.711 ha wat naar overig grasland en bebouwing gaat. Dit is een lineaire verschuiving, voor 2035 liggen de arealen halverwege.

Deze veranderingen in areaal zijn verwerkt in het kaartmateriaal, zie paragraaf 2.4.

2.3.2 Geagendeerd beleid

Het geagendeerde beleid omvat beleidsplannen en -intenties die op 1 mei 2024 wel openbaar waren, maar nog niet concreet genoeg waren uitgewerkt. Dit beleid kenmerkt zich vaak door nog onuitgewerkte onderdelen waardoor schatting van de koolstofopslag potentie dan wel emissiereductie potentie erg onzeker is. De cijfers voor het geagendeerde beleid zijn dus met name om een indicatie te geven van de mogelijke potentie van koolstofopslag of emissiereductie. De resultaten van onderstaand beleid zijn te vinden in paragraaf 3.4.

Revitalisering bossen

Het Rijk heeft binnen het NPLG aan provincies gevraagd om inzichtelijk te maken welke maatregelen getroffen moeten worden om bestaand bos waar nodig te revitaliseren. De provincies hebben dit uitgewerkt in hun PPLG's. Ook in het Programma Natuur is aandacht voor revitalisatie. Revitalisering van de bossen kan leiden tot meer koolstofopslag doordat er beter groeiomstandigheden worden gecreëerd in het bos. Reflectie op de provinciale bosrevitaliseringsplannen en relevantie versnellingsmaatregelen (Gelderland) en koplopersmaatregelen liet zien dat deze veelal niet concreet zijn uitgewerkt of erg beperkt in omvang zijn. Veelal ontbraken de arealen waar dit op toegepast wordt en/of op welke bostypen dit wordt toegepast. Om toch een indicatie te kunnen geven van het mogelijke effect van revitalisering van het bos is uit gegaan van de methode zoals beschreven in de studie van Lesschen et al. (2023) (zie pagina 42). In deze studie is uit gegaan van de toen der tijd twee bekende revitalisering opties: revitaliseren van essenopstanden en van holle dennenbossen. Voor de berekening van de mogelijke klimaat effecten is uitgegaan van kentallen uit Boosten et al., (2022).

Concrete voorstellen voor bosuitbreiding

De bosuitbreidingsopgave is als doel opgenomen in het NPLG aanvullend aan bestaande middelen uit Programma Natuur, het Natuurpact en het fonds voor bosaanleg op rijksgronden. Voor een inschatting van het geagendeerde beleid zijn de concrete voorstellen voor bosuitbreiding (1250 ha) die onderdeel zijn van de Koplopersmaatregelen (PPLG) gekwantificeerd.

Voor het berekenen van deze 1250 ha bosuitbreiding is gebruik gemaakt van een extra run met het LASSO model waarbij voor 1000 ha omvorming van grasland naar bos de veranderingen in koolstofvoorraden en bijhorende CO₂ emissies en verwijderingen over de tijd berekend zijn. Vervolgens zijn deze geschaald naar de 1250 ha. Daarbij is er steeds vanuit gegaan dat tussen 2023 en 2030 steeds 1/8^e deel van het t/m 2030 aan te leggen oppervlakte erbij.

Veenweidestrategie overige provincies

Voor de provincies Friesland en Utrecht zijn er naast vastgesteld beleid ook geagendeerde beleidspunten voor de veenweides. Daarnaast zijn ook delen van de veenweide strategieën van Noord- en Zuid-Holland geanalyseerd.

- Friesland: 5000 ha Peilverhoging naar gemiddeld 40 cm onder maaiveld, 850 ha Peilverhoging naar 25 cm onder maaiveld en 350 ha Functieverandering landbouw naar natuur.
- Utrecht: 345 ha passieve waterinfiltratie, 784 ha actieve waterinfiltratie, 260 ha peilverhoging naar circa 30 cm – mv, 520 ha peilverhoging <40 cm – mv, 50 ha functieverandering landbouw naar natuur.
- Noord-Holland: 1125 ha passieve water infiltratie met peil tussen -40 en -20 cm.
- Zuid-Holland: 3500 ha actieve/passieve water infiltratie, onduidelijk is welk aandeel passief (30% reductie) en actief (50% reductie) is, daarom wordt uitgegaan van het gemiddelde van 40% reductie.

2.4 Ontwikkeling in landgebruik en bodem

Landgebruik en ruimtelijke veranderingen in landgebruik zijn een belangrijke factor in het bepalen van de emissies en verwijderingen van broeikasgassen door de LULUCF sector. Voor de toekomstprojecties van landgebruik is gebruik gemaakt van ruimtelijk expliciete projecties voor landgebruik gebaseerd op scenario's voor autonome ontwikkeling in landgebruik plus de verwachte effecten van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met de 2021-landgebruikskaat die voor de LULUCF-rapportages wordt gebruikt als uitgangspunt is zo voor de zichtjaren 2030, 2035 en 2040 ruimtelijk expliciete landgebruikskarten gemaakt.

2.4.1 Landgebruik

Voor de ramingen is gebruik gemaakt van ruimtelijk expliciete karten voor de jaren 2030, 2035 en 2040. Als basis voor deze karten is de meest recente landgebruik kaart uit de reguliere LULUCF rapportage toegepast van 2021. Voor 2035 is een natuurkaart beschikbaar, voor bebouwing de jaren 2030 en 2040. (zie toelichting later in deze sectie). De LULUCF methodiek is dit moment echter gelimiteerd tot het gebruik van twee geografisch expliciet karten na 2021. Er is daarom gekozen om een kaart voor 2030 en 2035 te maken, en de uitkomsten voor 2040 te baseren op een extrapolatie van de trend tussen de karten van 2030 en 2035.

Om een inschatting te maken van de natuurkaart in 2030 is een random sample genomen van een deel van de pixels die erbij komen op de kaart door natuur uitbreiding voor 2035. Om voor 2035 een beeld te krijgen van de uitbreiding van bebouwing is 5/10 van de uitbreiding die in 2040 op de kaart staan random gesampled. Bij alle bovenstaande bewerkingen had de natuur kaart voorrang op de bebouwing kaart.

Natuur

Voor de inschatting hoe de natuur zich gaat ontwikkelen is gebruik gemaakt van een recent gepubliceerde analyse (van Bussel en Hinsberg (2024): "Verwachte effecten van voorgenomen natuur- en stikstofbronmaatregelen op de toestand van de natuur"). in het kader van het programma "Monitoring en evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering". De uitkomsten van de verwachte effecten van de voorgenomen natuur- en stikstofbronmaatregelen op de toestand van de natuur zijn op de kaart gezet met als doel jaar 2035. Het doeljaar voor het behalen van de natuurdoelen is afgestemd met de auteurs van de studie en gecorrigeerd op de waargenomen snelheid van realisatie van de doelen.

In de analyse wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- Resultaten vanuit het natuurpact (Van der Hoek et al., 2017) vergeleken met de meest recente provinciale ambitiekaarten. Dit leidt tot de volgende plannen:
 - Ruimte: het Natuurnetwerk Nederland wordt met 80.000 hectare uitgebreid.
 - Beheer: in het hele oppervlak van het beoogde Natuurnetwerk Nederland (inclusief het provinciale deel) wordt regulier natuurbeheer, soortenbeheer en agrarisch natuurbeheer uitgevoerd. Ook is aangenomen dat er voldoende financiële middelen zijn voor het adequaat beheren van alle natuurgebieden, al dan niet door aanvullingen van beheerders van natuurgebieden.
 - Herstelmaatregelen: de middelen uit de voormalige Programmatische Aanpak Stikstof (inclusief de tweede fase), zoals opgenomen in Van der Hoek et al. (2017), worden ingezet om onder andere effecten van verdroging en vermessing in de Natura 2000-gebieden te bestrijden.
 - Kaderrichtlijn Water: de geplande maatregelen uit de stroomgebiedsbeheerplannen voor de Kaderrichtlijn Water zoals beschreven in Gaalen et al. (2016) en Van der Hoek et al. (2017), worden uitgevoerd.
- Daarnaast zijn de regelingen versneld natuurherstel & het uitvoerprogramma natuur meegenomen. Het gaat daarbij om de maatregelen uit onderstaande Tabel 3 (gekopieerd van Tabel 4.1 uit Bussel en Hinsberg (2024)) betaald met het budget van de regeling Versneld natuurherstel (125 miljoen euro), evenals circa de helft van het totale budget van het Uitvoeringsprogramma Natuur.

Tabel 3 Verschillende natuurmaatregelen betaald met het budget van de regeling Versneld natuurherstel (125 miljoen euro), evenals circa de helft van het totale budget van het Uitvoeringsprogramma Natuur en de arealen die hier aan gekoppeld zijn. Bron: Tabel 4.1 uit Bussel en Hinsberg (2024).

Maatregelcategorie	Areaal landelijk (hectare)
A. Verbetering van de kwaliteit van natuurgebieden (inclusief vitalisering bos)	57.690
B. Hydrologische verbetering	68.988
C. Versnelling van verwerving en optimalisering van de inrichting van natuurgebieden	13.035
D. Maatregelen in de overgangsgebieden, inclusief verbinding tussen gebieden	13.319
Boscompensatie	1.363

Met betrekking tot de bossenstrategie waarin een doel van 37.000 ha nieuw bos in 2030 is opgenomen (LNV, 2020) zijn nog niet alle plannen concreet uitgewerkt. Aanname is dat met de meest recente provinciale beheertypenkaarten (recent aangeplant bos), de provinciale ambitiekaarten (gepland nieuw bos), vermindering van boskap (Hinsberg et al., 2020) en aanvullingen uit het aanvullend beleid (bovenstaande Tabel 3) de uitgewerkte plannen uit de bossenstrategie binnen provinciale NNN en landelijke NNN in beeld zijn.

Alle bovenstaande meegenomen plannen leiden uiteindelijk tot de in **Tabel 4** weergegeven toename in oppervlaktes naar LULUCF landgebruik categorieën voor 2035. Niet alle maatregelen zullen uiteindelijk uitwerking krijgen in veranderingen op de kaart of impact hebben op koolstofvastleggingen. Aangezien er alleen uit gegaan wordt van landgebruik en veranderingen hierin.

Tabel 4 Toename in oppervlaktes naar LULUCF landgebruikscategorieën voor 2035 volgens geanalyseerde natuur plannen uit de MESN studie van Bussel en Hinsberg (2024) in de vorm van een natuurkaart. *Bruto* oppervlakte toename nadat de natuur kaart is gecombineerd met de 2021 LULUCF kaart, deze bruto toename is lager door een verschil in definitie of doordat een landgebruik al als dat type landgebruik op de kaart stond in 2021 en dus niet gezien wordt als toename. In de netto oppervlakte verschillen is ook de invloed van bebouwing meegenomen. *Heide is meegenomen in de categorie Grasland, riet is meegenomen in de categorie Wetland.

Landgebruik	Bruto oppervlakte toename natuurkaart (hectare)	Bruto oppervlakte toename op de landgebruikskaart (hectare)	Netto oppervlakte verschil (hectare)
Overig land	5339	4034	3140
Grasland	8852	7918	-22018
Bouwland	933	661	-11925
Bos	9852	7036	-187
Wetland	3548	1375	-1560
Heide	8637	-*	-*
Riet	1407	-*	-*

Echter als deze maatregelen op de kaart worden gezet en gecombineerd worden met de 2021 LULUCF landgebruikskaart zien we deze bruto getallen anders terug. Dit verschil komt doordat sommige landgebruiken al in 2021 op de kaart stonden als dat type landgebruik in vergelijking met de 2035 natuurkaart. Als naar de netto oppervlakte verschillen kijken zien we dat veel landgebruiken oppervlakte verliezen. De bruto toename in landgebruik moeten namelijk uit ergens vandaan komen als verlies van oppervlakte. In dit specifieke geval zijn veel van de bovenstaande netto afnames (in grasland en bouwland in ieder geval) het gevolg van de uitbreiding van bebouwing, zie volgende alinea.

Bebouwing

Voor de jaren 2030en 2040 is door het PBL gebruik gemaakt van de Planmonitor NOVI 2024 (Kuiper et al., 2024) om een inschatting te maken van de ontwikkeling van bebouwing. Deze kaart is aangepast voor de KEV om rekening te houden met de opgave van zon op land.

Bouwland en grasland

Afnamen en toenames van arealen zijn meegenomen zoals beschreven bij vastgesteld beleid paragraaf "Afschaffing derogatie op de Nitraatrichtlijn".

Bruto overgangen

De geografische implementatie geeft een trendbreuk met voorgaande landgebruikskaarten, doordat er weinig bruto overgangen tussen landgebruiken meer plaatsvinden bij categorieën waar geen beleid voor geformuleerd is binnen het kader van de KEV. Omdat deze overgangen wel een effect hebben op de emissies en verwijderingen worden deze bruto overgangen alsnog geïntroduceerd. De bruto overgangen die plaatsvinden komen netto uit op nul, er gaat dus evenveel oppervlakte van het ene landgebruik naar het andere als andersom. Dit is uitgevoerd voor conversies tussen de volgende overgangen in landgebruikscategorieën: tussen grasland en bouwland, tussen bebouwing en grasland, en tussen grasland en bos. Bij deze bruto overgangen is rekening gehouden met stabiele en onstabiele landgebruikstrajecten. Een traject wordt gezien als stabiel als het van 1970 t/m 2021 niet van landgebruik verandert en onstabiel als het dat wel doet. Tussen grasland en bouwland vinden de bruto overgangen enkel plaats op onstabiele trajecten. Tussen bebouwing en grasland en tussen grasland en bos is één derde van de bruto overgangen op stabiele en twee derde van de bruto overgangen op onstabiele overgangen. Deze trend is ook waargenomen in voorgaande landgebruiksveranderingen tussen jaren. Tussen grasland en bouwland gaat er 21.457 ha per jaar bruto heen en weer, tussen bebouwing en grasland 4.639 ha per jaar, tussen grasland en bos 1.100 ha per jaar. Deze waarden zijn gebaseerd op hoeveel oppervlakte er bruto heen en weer is gegaan tussen de landgebruikskaarten van 2017 en 2021.

Overig landgebruik

Voor de landgebruik categorieën bomen buiten bos is geen beleid aanwezig. Hierdoor zijn er geen veranderingen in deze landgebruik categorieën voor 2030 en 2040. Vanuit de natuurkaart zijn er lichte veranderingen naar overig land (veelal zand, dus duinen dan wel zandverstuiving) dit is in lijn met de historische veranderingen die we waarnemen in de landgebruikskaarten.

Als alle bovenstaande ontwikkelingen mee zijn genomen resulteert dit in de landgebruiksveranderingen zoals te zien is in Tabel 5 t/m 7.

Tabel 5 Matrix van geprojecteerde landgebruiksverandering tussen 2021 en 2030 volgens bovenstaande systematiek. Oppervlaktes in hectare.

Van landgebruik in 2021	Naar landgebruik in 2030							Totaal
	Overig land	Grasland	Bomen buiten bos	Bouwland	Bos	Wetlands	Bebouwing	
Overig land	38.113	226	-	0	122	20	30	38.511
Grasland	1.273	1.121.931		241.247	13.339	426	59.955	1.438.171
Bomen buiten bos	13	105	20.092	3	78	15	258	20.563
Bouwland	10	214.843	-	615.249	183	3	6.423	836.710
Bos	197	13.099	-	32	349.195	120	1.158	363.801
Wetland	242	646	-	1	249	822.019	238	823.395
Bebouwing	8	46.450	-	2	33	9	586.534	633.036
Totaal	39.857	1.397.299	20.092	856.532	363.199	822.613	654.595	4.154.188

Tabel 6 Matrix van geprojecteerde landgebruiksverandering tussen 2030 en 2035 volgens bovenstaande systematiek. Oppervlaktes in hectare.

Van landgebruik in 2030	Naar landgebruik in 2035							Totaal
	Overig land	Grasland	Bomen buiten bos	Bouwland	Bos	Wetlands	Bebouwing	
Overig land	39.360	298			156	25	17	39.857
Grasland	1.685	1.242.741		107.590	8.619	3.065	33.599	1.397.299
Bomen buiten bos	18	138	19.732	3	109	21	72	20.092
Bouwland	13	116.102		735.058	239	5	5.116	856.532
Bos	260	8.274		42	354.104	153	366	363.199
Wetland	304	869		1	342	821.054	44	822.613
Bebouwing	12	23.284		4	52	12	631.232	654.595
Totaal	41.652	1.391.706	19.732	842.698	363.621	824.335	670.445	4.154.188

Tabel 7 Matrix van geprojecteerde landgebruiksverandering tussen 2035 en 2040 volgens bovenstaande systematiek. Oppervlaktes in hectare.

Van landgebruik in 2035	Naar landgebruik in 2040							Totaal
	Overig land	Grasland	Bomen buiten bos	Bouwland	Bos	Wetlands	Bebouwing	
Overig land	41.205	277			143	15	12	41.652
Grasland	1.546	1.239.701		106.460	8.202	2.845	32.952	1.391.706
Bomen buiten bos	7	95	19.497	1	74	8	48	19.732
Bouwland	8	115.350		722.199	189	1	4.950	842.698
Bos	229	7.936		33	354.979	123	321	363.621
Wetland	257	747		0	275	823.027	28	824.335
Bebouwing	5	22.883		1	34	5	647.517	670.445
Totaal	43.258	1.386.989	19.497	828.694	363.896	826.024	685.829	4.154.188

2.4.2 Minerale landbouw bodems

De emissies dan wel verwijderingen die veroorzaakt worden door beheer worden voor bouwland dat bouwland blijft en grasland dat dat grasland blijft in de LULUCF berekeningen (zie hoofdstuk 11.2.2 uit van Baren et al., 2024) gedaan met het RothC model (Coleman en Jenkinson (2014)). In de uitgangspunten is hierbij rekening gehouden met het vervallen van derogatie voor de Nitraatrichtlijn, zoals onderdeel is van het vastgestelde beleid. Input voor RothC zijn o.a.. mesttoediening. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de landbouwramingen (Cals et al., 2024).

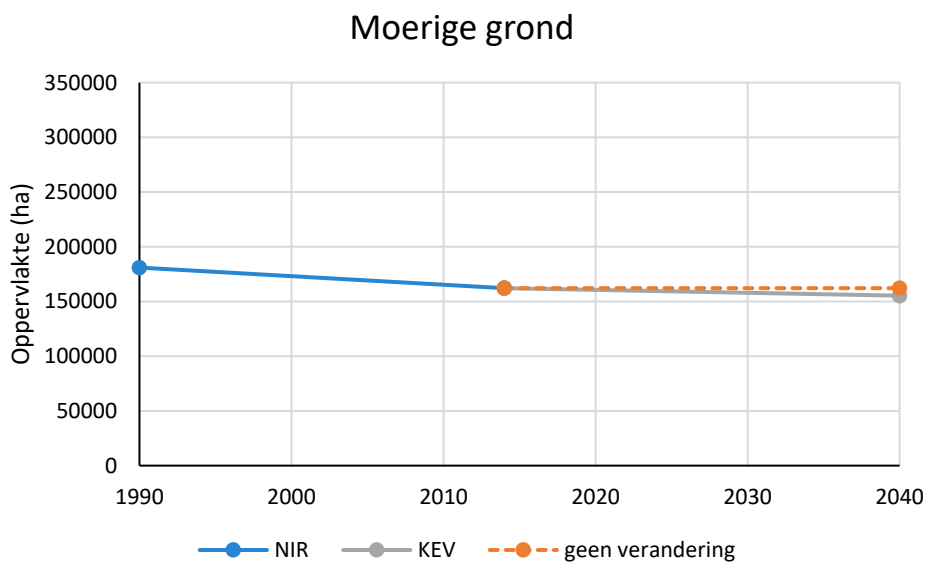
Tot nu toe was het model alleen gebruikt voor de LULUCF broeikasgasinventaris (NIR) met cijfers over de afgelopen jaren (zie van Baren et al., 2024), maar nog niet voor berekeningen voor de ramingen van de KEV. Aangezien het weer invloed heeft op deze berekeningen is gebruik gemaakt van de KNMI weer-scenario's zoals ook gedaan is in de andere emissiesectoren van de KEV (PBL et al., 2024). Hierbij is gebruik gemaakt van het KNMI'23-klimaatscenario, waarbij voor de periode tot 2040 maar 1 scenario beschikbaar is (Van Dorland et al., 2023). Wel zijn er acht verschillende realisaties beschikbaar. Deze zijn gebruikt voor het doorrekenen van de toekomstige jaren met RothC voor elk van de 8 realisaties, waarna het gemiddelde van de 8 resulterende SOC-balansen is meegenomen in de raming. Berekeningen zijn gedaan voor de belangrijkste zichtjaren van de KEV zijnde 2025, 2030, 2035 en 2040. Tussentijdse jaren zijn lineair geïnterpoleerd.

2.4.3 Afname oppervlakte moerige gronden en veengronden

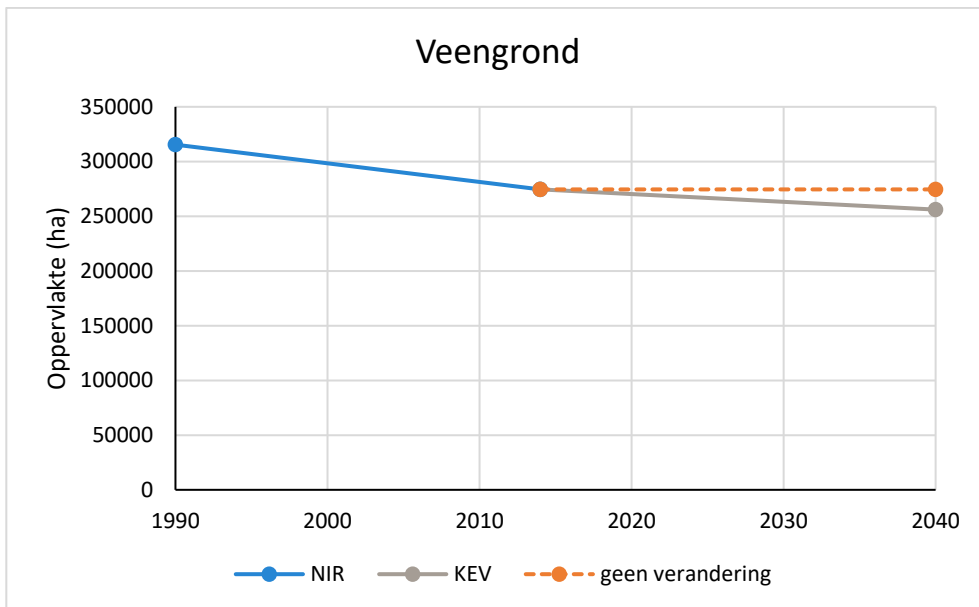
Emissies uit gedraineerde moerige gronden en veengronden vormen de belangrijkste bron van emissies voor de LULUCF sector in Nederland. Op basis van het vergelijken van de bodemkaart uit 1977 met deze 2014 kan worden afgeleid dat de oppervlakte moerige- en veengronden afneemt. Als gevolg van de drainage van moerige grond en veen voor (landbouw)gebruik, oxideert het organisch materiaal waardoor op een gegeven moment al het organisch materiaal verdwenen is (verandering naar minerale bodem) en emissies zullen

afnemen. Die afname in emissies uit moerige gronden en veengronden zijn de belangrijkste drijvende kracht achter de sterke afname in de netto LULUCF-emissies zoals die in de NIRs worden gerapporteerd (van der Net et al., 2024).

Voor de ramingen in de KEV 2024 wordt, net zoals in de KEV 2022/2023 en de NIR 2024, de snelheid van de afname van het areaal veen- en moerige gronden na 2014 bepaald op basis van de 2014 veenkaart (zie van Baren et al., 2024) en een kaart die een voorspelling voor het areaal veen- en moerige gronden in 2040 geeft (Erkens et al., 2021; Melman, 2021). Uit de verschillende scenario's uit Erkens et al. (2021) is het scenario met milde bodemdaling gekozen waarbij wordt uitgegaan van beperkte klimaatverandering in combinatie met oppervlaktewaterpeilfixatie om bodemdaling te mitigeren. Daarbij wordt het oppervlaktewaterpeil gehandhaafd op het peil van 2020. Als uitgangspunt voor de KEV 2024 zijn de verschillen in de oppervlaktes veen en moerige grond gebruikt tussen de 2014 kaart uit de LULUCF rapportages en de gemodelleerde kaart voor 2040. Veranderingen tussen 2014 en 2040 worden vervolgens lineair geïnterpoleerd (zie **Figuur 1**, **Figuur 2** en Tabel 8).



Figuur 1 Ontwikkeling oppervlakte moerige grond. Tussen 1990 en 2014 op basis van data zoals ook binnen de LULUCF rapportagemethode worden gebruikt (NIR) en tussen 2014 en 2040 op basis van de interpolatie tussen 2014 en de projectie voor 2040 (KEV). Voor de bandbreedte wordt ook een raming gemaakt op basis van geen verdere verandering t.o.v. 2014.



Figuur 2 Ontwikkeling oppervlakte veengrond. Tussen 1990 en 2014 op basis van data zoals ook binnen de LULUCF rapportagemethode worden gebruikt (NIR) en tussen 2014 en 2040 op basis van de interpolatie tussen 2014 en de projectie voor 2040 (KEV). Voor de bandbreedte wordt ook een raming gemaakt op basis van geen verdere verandering t.o.v. 2014

Tabel 8 Ontwikkeling organische bodems tussen 1990 en 2040.

Bodemtype	Oppervlakte op basis van kaartdata of projecties (ha)			Gemiddelde jaarlijkse verandering (ha/jaar)	
	1990	2014	2040	1990-2014	2014-2040
moerig	180.989	162.169	155.304	-784	-264
veen	315.418	274.544	256.080	-1.703	-710

2.5 Ontwikkeling van bos, oogst en geogste houtproducten

De ontwikkeling van de koolstofvoorraden in het bos en in de geogste houtproducten (HWP) worden gestuurd door de ontwikkeling in het oogstvolume. Ten behoeve van de KEV-ramingen voor LULUCF wordt het EFISCEN Space model (Arets en Schelhaas, 2019; Schelhaas et al., 2022a) gebruikt om de jaarlijkse ontwikkeling van het bos, de oogstvolumes en koolstofvoorraden in de toekomst te projecteren. Voor de voorgaande edities van de KEV werd de data van de zesde en zevende Nederlandse Bosinventarisatie (NBI-6; 2012-2013, Schelhaas et al., 2014; NBI-7; 2017-2021, Schelhaas et al., 2022b) gebruikt om het model te initialiseren. Voor de KEV 2024 zijn ook de eerste twee jaren van achtste Nederlandse Bosinventarisatie gebruikt (Lerink et al., in prep.). Voor het simuleren van de oogst gebruikt EFISCEN-Space waargenomen oogstpatronen van de periode tussen de NBI6 (2012-2013) en de NBI7 (2017-2021). De simulaties zijn uitgevoerd met de bijgroefuncties zoals specifiek ontwikkeld voor Nederland, zoals beschreven in Arets en Schelhaas (2019), in lijn met de projecties voor het FRL. Evenals in voorgaande verkenningen gaat deze methode uit van een ongewijzigd bosbeheer in de toekomst, omdat hier geen expliciet vastgesteld of voorgenomen beleid voor is.

De hoeveelheid strooisel wordt verondersteld constant te blijven, in lijn met eerdere aannames in de KEV 2022. De input voor de HWP is afgeleid van de oogst en is op dezelfde manier doorgetrokken tot 2040.

2.6 Referentiewaarden voor de LULUCF-boekhouding

De referentiewaarden voor beheerd bouwland, beheerd grasland, en beheerde wetlands worden gegeven door de emissies in de periode 2005-2009 (zie de EU LULUCF verordening 2018/841). Voor de referentie voor beheerd bos is echter een projectie van de ontwikkeling van koolstofvoorraden in bos tot en met 2025 nodig, het 'Forest Referentie Level' (FRL). Het FRL is gedefinieerd als de koolstofput in het bos dat bos blijft, in de periode 2021-2025 gegeven een ongewijzigd beheer zoals dat plaats vond in de periode 2000-2009. De afleiding en onderbouwing van het FRL dat voor de EU LULUCF-boekhouding wordt gebruikt staat in Arets en Schelhaas (2019). Hierin wordt echter in lijn met de richtlijnen voor het opstellen van het FRL het bosareaal na 2013 verplicht constant verondersteld. In de komende jaren, als nieuwe informatie over veranderingen in de daadwerkelijke arealen gedurende de verplichtingsperiode beschikbaar komen, zullen er technische correcties op het FRL volgen. Daarmee is het door Nederland ingediende FRL niet heel erg geschikt en relevant voor de boekhoudkundige berekeningen voor de KEV ramingen.

Voor de KEV 2024, net zoals in de KEV 2022, is daarom een bijgewerkte versie van het FRL doorgerekend ($FRL_{(KEV)}$). Deze run was gebaseerd op de ontwikkeling in bos uit projecties met het EFISCEN-Space model die voor het oorspronkelijke FRL zijn afgeleid (zie Arets en Schelhaas, 2019), maar waarbij in plaats van een constant verondersteld oppervlakte bos, de geprojecteerde ontwikkeling voor bos dat bos blijft uit de KEV 2024 gebruikt is.

De oogstkansen en overige instellingen in de EFISCEN Space projecties om de ontwikkeling van de oogst en gemiddelde staande voorraad hout in het Nederlandse bos te bepalen zijn niet gewijzigd ten opzichte van de oorspronkelijke versie van het FRL. Echter doordat het bosareaal in deze KEV aanpassing over de tijd wijzigt, wijzigen ook de schattingen voor de netto oogst na 2013. Ook de ontwikkeling van staande voorraad in 2025 in het bos zijn anders dan in de oorspronkelijke versie van het FRL.

Hoewel deze methode de leidraad voor het opstellen van het FRL niet strikt volgt, geeft deze ons inziens wel een betere inschatting voor beleidsevaluatie dan het oorspronkelijke FRL. Uiteindelijk zal ten behoeve van de boekhoudkundige afrekening onder de EU LULUCF verordening 2018/841 in 2027 (als gerapporteerd wordt over de nalevingsperiode 2021-2025) een technische correctie doorgevoerd worden waarbij rekening wordt gehouden met de daadwerkelijk waargenomen verandering in de oppervlakte beheerd bos.

De uitkomsten voor de FRL referentiewaarden zoals die voor de eerdere verkenningen zijn bepaald worden ook hier gebruikt omdat de compensatiemaatregel van additionele bosaanplant nog geen effect op het FRL heeft. Dit nieuw aangeplante bos wordt namelijk de eerste 20 jaar (tot 2040-2060, afhankelijk van het plantjaar tussen 2020 en 2040) in de categorie "bebost land" meegenomen en dus nog niet onder de categorie beheerd bos.

2.7 Onzekerheden van emissies en verwijderingen voor LULUCF

Voor de input van de berekening van de onzekerheidsbandbreedte van de KEV2024 zijn de belangrijkste onzekerheden in de LULUCF-raming geïdentificeerd. Naar verwachting zijn de uitkomsten van de projecties het meest gevoelig voor de aannames rond de verandering in de belangrijkste activiteitsdata; landgebruik, verandering in landgebruik. Daarnaast zal het weer ook invloed hebben op de modeluitkomsten van onder andere EFISCEN-Space.

Er zijn vier onzekerheden meegenomen:

Historische trend

Doortrekken van de trend in landgebruiksverandering tussen 2013 en 2021 naar 2040. Hierbij is per landgebruik een extrapolatie gedaan waarbij rekening gehouden is de met de trend van verandering naar andere landgebruiken op basis van stabiele en onstabiele trajecten per bodem categorie. Dit wordt gebruikt als een meer maximale bandbreedte voor de LULUCF emissies en verwijderingen. Aangezien er minder

landgebruiksveranderingen plaatsvinden in het basispad van de KEV in vergelijking met het doortrekken van de trend. Hoewel dit niet de meest maximale mogelijkheid geeft, is dit door het voortzetten van de ontbossing welke optreedt tussen 2017 en 2021 wel een veel extremer scenario dan het scenario zoals dat nu voor de KEV is gebruikt.

Klimaat

Drie verschillende klimaat scenario's voor EFISCEN-Space. In het EFISCEN-Space model is er de mogelijkheid om verschillende ISMIP klimaatscenario's (Warszawski et al., 2014) te gebruiken. Het weer heeft onder andere effect op de bijgroei en mortaliteit van de gemodelleerde bos data. De RCP45, 60 en 85 van ISMIP 2b zijn gebruikt voor de model runs. De output van deze EFISCEN-Space runs zijn vervolgens gebruikt als input van het LASSO model voor de berekening van bosbiomassa door de tijd heen.

Landschapselementen

Er zijn verschillende beleidsmaatregelen die via landschapselementen de koolstofvastlegging proberen te verhogen. In de standaard LULUCF methodiek is er echter nog geen mogelijkheid om landschapselementen mee te nemen. Om een mogelijke indicatie te geven van het potentieel van koolstofvastlegging door landschapselementen wordt gebruik gemaakt van de studie van Lesschen et al. (2023)). Daarin zijn verschillende koolstofopslag scenario's doorgerekend, gebaseerd op het aanvalsplan landschap¹⁵. In het aanvalsplan wordt gestreefd naar een 10% blauwe dooradering van het landelijk gebied in 2050. Op basis van expert judgement is voor de huidige KEV ramingen gebruik gemaakt van scenario 2 uit Lesschen et al. (2023) waarbij een realisatie van 40% van het doel uit het aanvalsplan landschap wordt verwacht. Vervolgens zijn deze resultaten meegenomen in de berekening van de bandbreedte van de ramingen.

Natuur

De aannames rond het behalen van de natuur doelen zijn in het basispad voorzien voor het jaar 2035. Om de variabiliteit van dit beleid rekening te houden met mogelijk versnelling en vertraging in de uitvoering zijn er twee verschillende scenario's gemaakt waarbij de doelen zijn behaald in 2030 of 2040. Alle uitkomsten van de bovenstaande berekening zijn meegenomen in het berekenen van de bandbreedte.

Alle bovenstaand beschreven runs zijn alleen gewijzigd op de uitgelichte punten in de individuele runs. De rest van de input data is hetzelfde gebleven als in de "basis pad" berekeningen.

¹⁵ <https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/aanvalsplan-landschap>.

3 Resultaten

3.1 Emissieberekeningen vastgestelde veenweide plannen

Zie paragraaf 2.3.1 voor de meegenomen veenweideplannen en de desbetreffende arealen.

Friesland

Friesland omvat de volgende SOMERS-veenarchetypen: koopveengrond (hV), waardveengrond (kV), weideveengrond (pV) en vlierveengrond (V). De gemiddelde emissie per ha veengrond in Friesland is 18,5 ton CO₂ per ha. Voor het effect van het uitvoeren van de regionale veenweidestrategie is de verhoging van het waterpeil doorgerekend en is het effect op de uitstoot bepaald. Voor de maatregel peilverhoging naar 40 cm min maaiveld is gemiddelde emissiereductie 49%, wat voor het totale areaal van 3000 ha een emissiereductie van 27,2 kton CO₂ per jaar is. Voor de peilverhoging naar 25 cm onder maaiveld¹⁶ is de emissiereductie 72%, maar aangezien het om een beperkt areaal gaat (450 ha) is de totale emissiereductie maar 6 kton CO₂. Voor functieverandering van landbouw naar natuur is dezelfde emissiereductie als peilverhoging naar 25 cm min maaiveld aangenomen (72% reductie) wat voor het geplande areaal van 150 ha leidt tot een emissiereductie van 2,0 kton CO₂. De totale emissiereductie van de doorgerekende plannen voor de provincie Friesland komt dan uit op 35,3 kton CO₂ (0,035 Mton CO₂).

Utrecht

In Utrecht komen de volgende SOMERS-veenarchetypen voor: waardveengrond (kV), weideveengrond (pV) en koopveengrond (hV). De gemiddelde uitstoot op basis van de SOMERS resultaten voor West Nederland is voor de referentiesituatie 10,9 ton CO₂ per ha per jaar. Passieve waterinfiltratie is gepland voor 1500 ha met de aanname dat dit gebeurt in combinatie met peilverhoging naar 40 cm min maaiveld. Dit leidt tot 3,4% emissiereductie voor waterinfiltratie en 14% reductie voor verhogen van het waterpeil. De totale emissiereductie van de doorgerekende plannen (1500 ha) voor de provincie Utrecht komt dan uit op 2,8 kton CO₂.

De effecten van de maatregelen in Utrecht en Friesland zijn verrekend naar de landelijke emissiefactor voor veen die hierdoor 18,82 ton CO₂/ha in 2030 wordt en 18,76 ton CO₂/ha voor 2040. Voor het start jaar van de ramingen, 2023, is de standaard emissie factor van 19,03 ton CO₂/ha gebruikt. In de tussenliggende jaren, tussen 2023, 2030 en 2040 wordt de emissiefactor lineair geïnterpoleerd. Deze emissiefactor is vervolgens gebruikt in het LASSO-model om de landelijke emissies te berekenen.

3.2 Emissies en verwijderingen UNFCCC-categorieën

De totale geraamde netto-emissies uit de LULUCF sector voor de KEV doorrekening onder invloed van vastgesteld beleid nemen in de periode 2023-2030 toe van 3733 kton CO₂ eq. in 2023 tot 4787 kton CO₂ eq. in 2030, en vervolgens tot 4530 kton CO₂ eq. in 2035 en tot 4865 kton CO₂ eq. in 2040 (**Tabel 9** en **Figuur 3**). 2023 is hierin een jaar met gemiddeld lagere emissies doordat, in vergelijking met 2022, de bossen gemiddeld meer koolstof hebben vastgelegd. Gemiddeld komen de emissies in de periode 2023-2030 op 4502 kton CO₂ eq. per jaar. Dit zijn de totale emissies inclusief N₂O en CH₄.

¹⁶ In SOMERS 1.0 is alleen 20 cm of 40 cm drooglegging beschikbaar.

Tabel 9 Geraamde netto CO₂ eq. emissies (inclusief N₂O emissies als gevolg van bodemverstoring bij omzetting naar ander landgebruik) voor de KEV doorrekening geaggregeerd voor de hoofd landgebruikscategorieën onderverdeeld in de 'blijvend' en 'veranderd naar' subcategorieën en 'geogoste houtproducten'. Geraamde emissies en verwijderingen (negatieve emissies) voor land dat naar ander landgebruik veranderd worden 20 jaar gerapporteerd onder de 'veranderd naar' subcategorie en vallen pas na die 20 jaar transitieperiode onder de categorie 'blijvend'.

	Jaar:	Netto-emissies (kton CO ₂ eq.)									
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
4. Totaal LULUCF		3733	4308	4331	4756	4554	4838	4703	4787	4530	4865
A. Bos		-2586	-2145	-2271	-1963	-2200	-2036	-2231	-2273	-2393	-2454
1. Bos dat bos blijft		-1926	-1514	-1644	-1360	-1597	-1448	-1651	-1704	-1826	-1844
2. Land dat is veranderd naar bos		-660	-631	-626	-603	-603	-587	-581	-568	-567	-610
B. Bouwland		2008	2078	2150	2214	2279	2346	2413	2481	2398	2504
1. Bouwland dat bouwland blijft		754	784	812	829	843	856	873	887	792	936
2. Land dat is veranderd naar bouwland		1254	1294	1338	1385	1436	1490	1540	1594	1606	1568
C. Grasland		2675	2732	2763	2798	2803	2823	2832	2842	2701	2982
1. Grasland dat grasland blijft		2647	2718	2773	2826	2857	2901	2935	2971	2698	2930
2. Land dat is veranderd naar grasland		28	14	-10	-28	-55	-78	-102	-129	3	52
D. Wetlands		266	269	273	275	279	282	288	293	345	372
1. Wetlands die wetlands blijven		315	318	322	325	329	332	334	335	340	346
2. Land dat is veranderd naar wetlands		-49	-49	-49	-50	-50	-50	-46	-41	4	26
E. Bebouwing		1092	1098	1103	1107	1112	1118	1122	1126	1151	1187
1. Bebouwing die bebouwing blijft		479	485	491	496	501	507	512	516	544	560
2. Land dat is veranderd naar bebouwing		613	613	612	611	611	611	611	610	606	627
F. Overig land		145	145	146	147	147	147	145	143	165	126
1. Overig land dat overig land blijft		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Land dat is veranderd naar overig land		145	145	146	147	147	147	145	143	165	126
G. Geogoste houtproducten		134	131	168	179	135	158	134	174	164	148

Bij het interpreteren van de resultaten van de LULUCF sector is het met name bij de ramingen van belang om naar de trends van de emissies te kijken, en minder naar individuele jaren. De processen in de LULUCF zijn grote processen die langzaam doorwerken in de emissies. Bossen zijn er bijvoorbeeld niet in één jaar maar doen er meerdere jaren over om te groeien en steeds meer koolstof vast te leggen.

De verhoogde geraamde netto-verwijderingen bij bos in 2023 ten opzichte van de daarop volgende jaren wordt verklaard door het meenemen van gemeten data uit het tweede jaar van de NBI8. Dit jaar laat een grote stijging zien in de bos biomassa wat weerspiegeld wordt in een grote verwijdering in het bos. De ramingen vanaf 2024 zijn redelijk stabiel rond de 2000 kt CO₂-eq. Dit is minder dan de historische reeks. Dit komt door de verwachting dat de bossen in Nederland iets minder hard gaan groeien in de toekomst. Echter lopen de netto-verwijderingen richting 2040 wel iets op doordat de bossen ouder worden. Het beleid heeft op de bossen weinig impact aangezien er netto geen bos bij komt als gevolg van een relatief gelijke hoeveelheid bosuitbreiding en ontbossing (zie paragraaf 2.4.1).

Bij bouwland gaan de emissies langzaam omhoog richting 2030 en de latere steekjaren. Dit is met name toe te kennen aan het beleid, vooral de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn. Dit heeft als gevolg dat er land (met name grasland) wordt omgezet naar bouwland met als gevolg emissies voor bouwland door verlies van bodemkoolstof. Daarnaast nemen de emissies uit de organische gronden bij bouwland iets toe door de omzetting van grasland naar bouwland met een toename in emissie tussen 2023 en 2030 van 118 kton CO₂-eq.

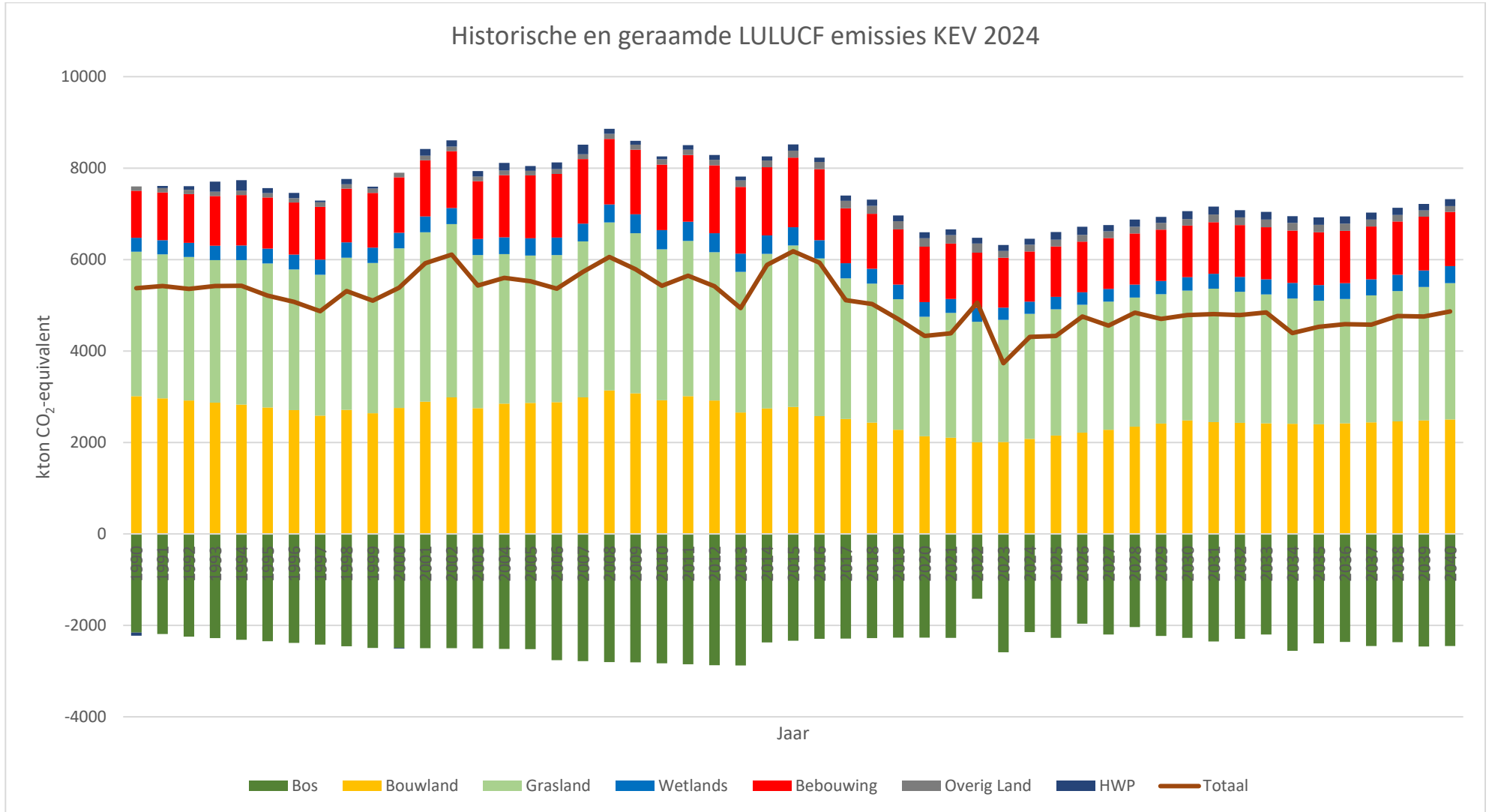
Ook bij grasland is de verwachting dat de netto emissies over de tijd langzaam toenemen. Dit is met name toe te kennen aan de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn. Hierdoor is er minder areaal grasland en is de mestgift naar het grasland ook kleiner en zal de koolstofopslag in de bodem daardoor naar verwachting afnemen. Door deze afname van de opslag zal de netto emissie voor de hele landgebruiksklasse grasland uiteindelijk omhoog gaan. De emissies uit de organische gronden onder graslanden (vooral

veenweiden) nemen tussen 2023 en 2030 af met 414 kton CO₂-eq door de maatregelen in het veenweidegebieden en de trendmatige afname van het areaal aan organische gronden door oxidatie (paragraaf 2.4.3).

De geraamde emissies in de categorie bebouwing nemen over de tijd toe. Dat komt door het toenemende areaal bebouwing waarbij koolstofvoorraden in levende biomassa direct afnemen, wat resulteert in netto emissies. Een deel van de bebouwing wordt op gedraineerde organische bodems gerealiseerd waarbij net als bij grasland en bouwland oxidatie van organisch materiaal plaatsvindt. Daarnaast nemen ook de koolstofvoorraden in minerale bodems onder bebouwing af.

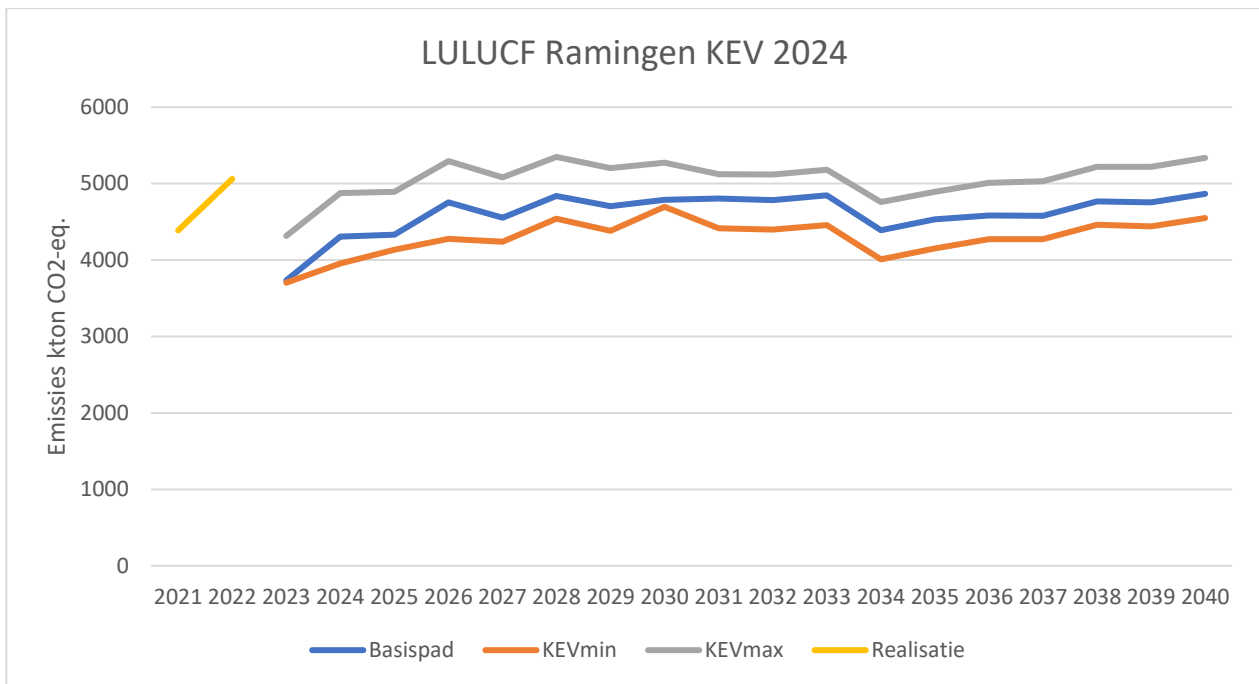
De emissies uit wetlands blijven redelijk gelijk door de tijd heen. Het gaat hier specifiek om methaanemissies afkomstig uit "Flooded land". De emissies bij land dat is veranderd naar wetlands veranderen licht door de tijd heen doordat er geen landgebruiksveranderingen meer plaatsvinden richting wetlands. Omdat deze bron van broeikasgasemissie uit waterlichamen nog niet eerder in de LULUCF berekeningen was opgenomen was het hier nog niet mogelijk om uit te gaan van het effect van specifiek beleid.

Overig land blijft stabiel aangezien hier enkel lichte landgebruiksveranderingen naar plaatsvinden. Deze emissies zijn in lijn met de historische trend.



Figuur 3 Historische (1990-2022; NIR 2024, van der Net et al., 2024) en voor de KEV 2024 (vanaf 2023) geraamde netto emissies (kton CO₂ eq.) geaggregeerd voor de hoofd landgebruikscategorieën en geogste houtproducten. Emissies zijn inclusief N₂O en CH₄ omgerekend naar CO₂-eq.

3.2.1 Bandbreedte



Figuur 4 Totaal geraamde netto-emissies (kton CO₂ eq.) voor de LULUCF sector in de KEV 2024 ("Basispad") met bandbreedte (KEVmax en KEVmin) op basis van de beschreven runs in paragraaf 2.5.2.

De geraamde LULUCF emissies tussen 2023 en 2040 liggen binnen de bandbreedte van de in paragraaf 2.7 beschreven runs voor het bepalen van de bandbreedte. De resultaten van deze runs weerspiegelen de onzekerheden in de mogelijke snelheid en omvang van de geraamde landgebruiksveranderingen en natuurmaatregelen en de mogelijke klimaateffecten op bosgroei (**Figuur 4**).

De gebruikte extreme scenario's kunnen worden gezien als limieten waarbinnen de daadwerkelijke toekomstige veranderingen vrij zeker zullen liggen. Ieder jaar zijn voor de bandbreedte de minimum en maximum totale emissies van deze runs genomen. De bovengrens wordt bepaald door de run met de doorgetrokken landgebruiksverandering trend van 2013 tot 2021. Dat deze run het maximum bepaalt komt doordat er in dit scenario veel landgebruiksveranderingen plaatsvinden welke bijna altijd emissies tot gevolg hebben. Deze landgebruiksveranderingen komen minder tot uiting in het basispad. Het minimum wordt tot 2030 bepaald door de run waarin klimaatscenario RCP60 (RCP staat voor "Representative Concentration Pathways") als uitgangspunt is meegenomen voor de ramingen voor bosgroei. Deze klimaatvoorspelling heeft dus als gevolg dat de bomen harder gaan groeien volgens de model berekeningen. Na 2030 is de run waarin de natuurkaart zijn doel heeft bereikt in 2030 het minimum van de emissies bandbreedte. Dit komt met name door een hogere netto verwijdering in grasland en bossen.

De individuele runs dienen voor de totale KEV in de hoofd rapportage (PBL et al., 2024a) als input voor de onzekerheidsanalyse door middel van een Monte Carlo analyse. De individuele runs dienen daarnaast in de KEV hoofd rapportage ook als input voor het bepalen van de onzekerheden omtrent de sector landgebruik.

3.2.2 Vergelijking met de resultaten uit de KEV 2022

De verschillen in de geraamde emissies tussen de KEV 2022 en KEV 2024 nemen richting latere jaren in de tijdreeks toe (zie **Tabel 10**). De verschillen tussen deze twee KEV edities zijn te verklaren door methodewijzigingen (zie paragraaf 2.2) die deels voortkomen uit de methodewijzigingen die ook zijn doorgevoerd in de nationale broeikasgasinventarisatie voor de LULUCF sector en door wijzigingen in het meegenomen beleid. Hieronder worden de verschillen en de herkomst van de verschillen voor de verschillende landgebruikscategorieën verder geduid.

Bos

Bij bossen zijn er vooral methodische wijzingen, deels ook voortkomend uit nieuwe databronnen. Enerzijds is nu de verwachting dat de bestaande bossen iets harder zullen groeien en dus meer CO₂ zullen vastleggen. Anderzijds zijn de aannames rond de bodem aangepast, waardoor ook daar iets meer CO₂ in strooisel terecht zal komen. De verschillen (enkele kilotonnen) zijn echter klein op de schaal waar de bossen CO₂ in opnemen. Beleidsmatig wordt in de KEV 2024 uitgegaan van minder bosuitbreiding dan in de KEV 2022. In de KEV 2022 werd in de raming met vastgesteld + voorgenomen beleid uitgegaan van 13,5 duizend ha extra bos, in lijn met de bossenstrategie. Doordat de aanleg van extra bos en de compensatie van ontbossing traag verlopen en er ook ontbossing wordt door omzetting van bos naar andere natuur of stedelijk gebied en houden bebossing en ontbossing elkaar in balans. Hierdoor komt er in de ramingen voor de KEV 2024 netto geen bos bij. Omdat nieuwe bossen in de eerste jaren nog relatief weinig CO₂ vastleggen in biomassa zal het effect van dit wegvallen voor 2030 en 2040 nog beperkt zijn (minder vastlegging/meer emissies +30 kton CO₂ eq.), maar in de periode na 2040 pas groter worden.

Bouwland

Het grootste gedeelte van de stijging in emissies voor bouwland is toe te schrijven aan de methodewijziging voor blijvend bouwland. Hier wordt vanaf dit jaar gebruik gemaakt van het RothC model om de koolstof van en naar de bodem uit te rekenen. Dit leidt tot een hogere emissie dan in de KEV 2022 aangezien dit toen niet werd meegenomen (tussen de 200 en 400 kton CO₂). Daarnaast heeft de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn ook effect, hierdoor wordt er meer grasland omgezet naar bouwland. Dit heeft hogere emissies tot gevolg, want bouwland heeft minder bodem koolstof vergeleken met grasland, wat bij een landgebruiksverandering geleidelijk vrijkomt (rond de 150 kton CO₂).

Ook voor de organische bodems onder bouwland is er een methodewijziging doorgevoerd en is er een effect van een andere inschatting van de omvang van beleidsmaatregelen tussen de KEV 2022 en KEV 2024. Qua methode wordt er vanaf dit jaar rekening gehouden met de aanwezigheid van sloten en watergangen (<3 meter). Hierdoor is in de KEV 2024 een lager areaal terrestrische organische bodem en gaat de totale CO₂ emissies uit organisch bouwland omlaag. Echter komen hiervoor methaanemissies uit deze sloten en watergangen in de plaats. Naar schatting resulteert dit in 2030 netto in bijna + 50 kton CO₂ eq. aan emissies. Door de aanname van minder geïmplementeerd beleid vanuit de regionale veenweidestrategieën in de KEV 2024 t.o.v. de KEV 2022 komen de emissies vanuit bouwland op organische grond in de KEV 2024 ook hoger te liggen (120 kton CO₂ eq.).

Grasland

Door het gebruik van de nieuwe Tier 3 methode met het RothC model neemt bij graslanden op minerale bodems de netto vastlegging in de bodem toe. Dit leidt tot minder emissies in de KEV2024 in vergelijking met de KEV 2022 (ongeveer -300 kton CO₂). Echter, door de verwachting dat het areaal grasland afneemt onder andere door de afschaffing van de derogatie op de Nitraatrichtlijn en doordat het landgebruik grasland in de LULUCF een rest categorie is waar veel veranderingen in plaatsvinden, wordt er minder CO₂ opgeslagen in de bodem (+300 kton CO₂). Netto is het verschil bij minerale graslanden dan ook minimaal.

Voor organische gronden op grasland (veelal veenweide) is het verhaal vergelijkbaar met bouwland. Doordat methaan emissies uit sloten en watergangen in de KEV 2024 nu worden meegenomen stijgen de emissies, naar verwachting met +180 kton CO₂ eq. in 2030 in vergelijking met de KEV 2022. Daarnaast is er minder beleid om mee te nemen in de berekeningen (minder daling van de emissiefactor), waardoor de emissies iets stijgen (+ 20 kton CO₂). Tegelijk is de verwachting in de KEV 2024 dat de biomassa in deze graslanden hoger is. Onder het landgebruik grasland vallen ook natuurlijke graslanden met heide en kleine bossen/losse bomen ("Trees outside forests"), deze twee sub-landgebruik categorieën bevatten meer bovengrondse biomassa. In de KEV 2022 was de verwachting dat grasland categorie in 2030 160 kton CO₂ aan biomassa zouden verliezen, in de KEV 2024 is dat maar 32 kton CO₂. Kortom 170 kton CO₂ minder emissies. Dit zorgt ervoor dat netto (combinatie van veenweide en minder emissie door biomassa) er nauwelijks emissie stijging is (enkel 20 kton CO₂) in vergelijking met de KEV 2022.

Overige categorieën

Een methodewijziging is dat in de KEV2024 voor het eerst ook de emissies uit open wateren worden meegenomen ("Flooded land"). Het gaat hier om methaan (CH₄) emissies. Voor de gehele historische periode en de ramingen wordt uitgegaan van jaarlijkse emissies van ongeveer 0.33 Mton. Dit is dan ook een netto verschil tussen de KEV 2024 en KEV 2022.

Voor de KEV 2024 zijn daarnaast nieuwe kaarten gebruikt ook voor stedelijke omgeving (zie paragraaf 2.4.1). Het areaal bebouwd gebied is nu hoger geraamd dan in de KEV 2022, wat leidt tot meer emissies door verlies aan koolstof in bodem en biomassa als gevolg van omzetting naar bebouwing.

Hogere emissies bij overig land komen doordat er lichte landgebruiksveranderingen zijn richting overig land wat in de KEV 2022 niet voorkwam. Geogste houtproducten (HWP) zijn anders door de methodewijziging in het meenemen van een langere tijdreeks (vanaf 1962 in tegenstelling tot vanaf 1990) aan geogst houtproducten.

Tabel 10 Verschillen in de geraamde netto CO₂ eq. emissies tussen KEV 2022 (in Arets et al., 2022) en KEV 2024 (in Tabel 3.1) voor de hoofd landgebruikscategorieën onderverdeeld in de 'blijvend' en 'veranderd naar' subcategorieën en 'geogste houtproducten'. Negatieve getallen geven een lagere geraamde emissie voor de KEV 2024, positieve getallen een hogere emissie.

	Netto-emissies (kton CO ₂ eq.)										
	Jaar:	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
4. Totaal LULUCF		-380	302	398	804	652	1,019	978	1,129	1,446	1,946
A. Bos		-577	-75	-181	54	-163	21	-119	-139	-47	67
1. Bos dat bos blijft		-419	41	-86	115	-118	33	-129	-176	-115	31
2. Land veranderd naar bos		-158	-116	-96	-61	-45	-11	9	37	68	36
B. Bouwland		391	445	497	540	581	621	663	703	598	639
1. Bouwland dat bouwland blijft		213	249	283	307	330	352	376	398	319	468
2. Land veranderd naar bouwland		177	196	214	233	251	269	287	304	279	171
C. Grasland		-639	-511	-403	-301	-215	-112	-32	54	233	576
1. Grasland dat grasland blijft		-762	-650	-552	-458	-380	-287	-209	-127	-351	-29
2. Land veranderd naar grasland		122	139	149	156	164	175	177	181	583	606
D. Wetlands		343	342	339	337	335	332	331	329	383	374
1. Wetlands die wetlands blijven		316	320	324	327	331	335	336	337	340	346
2. Land veranderd naar wetlands		27	22	15	10	4	-3	-5	-8	43	28
E. Bebouwing		46	51	53	56	58	60	64	66	114	109
1. Bebouwing die bebouwing blijft		8	11	14	16	19	22	24	27	28	31
2. Land veranderd naar bebouwing		38	40	39	40	39	39	39	39	86	78
F. Overig land		21	23	27	30	33	36	39	42	99	126
1. Overig land dat overig land blijft		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Land veranderd naar overig land		21	23	27	30	33	36	39	42	99	126
G. Geogste houtproducten		36	26	66	88	23	61	33	74	67	54

3.3 Geagendeerd beleid

Revitalisering

De revitaliseringsplannen zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 hebben verhoogde verwijderingen van CO₂ in het bestaande bos als gevolg (zie Tabel 11), in 2030 44,7 kton aan CO₂ verwijderingen. Deze worden hoger door de tijd heen doordat meer arealen worden gerevitaliseerd.

Tabel 11 Negatieve emissies (netto verwijderingen) in CO₂-equivalenten van de doorgerekende revitaliseringsplannen.

Jaar:	Netto-emissies (kton CO ₂ eq.)											
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
Revitalisering			-4,1	-8,2	-12,2	-16,3	-20,4	-24,5	-28,5	-32,6	-44,7	-64,8

Concrete voorstellen voor bosuitbreiding

Extra aanleg van 1250 ha bos leidt in 2030 tot een extra verwijdering van 10.4 kton aan CO₂. Door de tijd neemt de hoeveelheid toe omdat de bossen ouder worden en meer gaan vastleggen (zie Tabel 12).

Tabel 12 Geraamde (2023-2040) netto CO₂ eq. emissies voor de aanplant van 1250 hectare bos.

Jaar:	Netto-emissies (kton CO ₂ eq.)											
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
1250 hectare bos aanplant	0	0	-2,7	-3,7	-4,8	-5,8	-6,9	-8,0	-9,2	-10,4	-16,81	-24

Veenweide overige provincies

De volgende plannen zijn meegenomen als geagendeerd beleid:

- Friesland: 5000 ha Peilverhoging naar gemiddeld 40 cm onder maaiveld, 850 ha Peilverhoging naar 25 cm onder maaiveld en 350 ha Functieverandering landbouw naar natuur.
- Utrecht: 345 ha passieve waterinfiltratie (onderwaterdrainage), 784 ha actieve waterinfiltratie, 260 ha peilverhoging naar circa 30 cm – mv, 520 ha peilverhoging <40 cm – mv, 50 ha functieverandering landbouw naar natuur.
- Noord-Holland: 1125 ha passieve water infiltratie met peil tussen -40 en -20 cm.
- Zuid-Holland: 3500 ha actieve/passieve water infiltratie, onduidelijk is welk aandeel passief (30% reductie) en actief (50% reductie) is, daarom wordt uitgegaan van het gemiddelde van 40% reductie.

Volgens SOMERS 1.0 berekeningen leidt dit tot de volgende emissiereducties per provincie:

- Friesland: Emissiereductie van 63 kton CO₂ per jaar.
- Utrecht: Emissiereductie van 9.2 kton CO₂ per jaar.
- Noord-Holland: Emissiereductie van 6.6 kton CO₂ per jaar.
- Zuid-Holland: Emissiereductie van 15 kton CO₂ per jaar.

Samen leidt dit geagendeerd beleid tot een emissiereductie van 93.8 kton CO₂ per jaar.

3.4 Toepassing van de boekhoudregels

Toepassing van de boekhoudregels uit de EU LULUCF-verordening¹⁷ op de emissies en verwijderingen voor de eerste nalevingsperiode 2021-2025 resulteert in een netto tegoed van 8932 kton CO₂ eq. over deze periode (zie **Tabel 13**). Voor de tweede nalevingsperiode (2026-2030) wordt er netto 315 kton CO₂ eq. aan tegoed opgebouwd (zie **Tabel 14**).

De grootste bijdragen aan de netto afrekening worden geleverd door ontbossing en beheerd grasland.

Tabel 13 Per accountingcategorie de resulterende accounting voor de eerste nalevingsperiode (2021-2025). Negatieve cijfers geven verwijderingen (bron van krediet), positieve cijfers geven emissies (bron van tekorten). Alle emissies zijn inclusief N₂O en CH₄ emissies.

Categorie	Accounting emissies					Totaal
	(kton CO ₂ eq. /jaar)					
	2021	2022	2023	2024	2025	
Bebost land	-665	-631	-660	-631	-626	-3213
Ontbost land	847	871	601	619	627	3565
Beheerd bos incl. HWP	64	892	-244	165	72	948
Beheerd bouwland	-981	-1083	-1038	-966	-893	-4961
Beheerd grasland	-1077	-1199	-1152	-1114	-1093	-5634
Beheerde wetlands	68	72	72	75	78	364
Overige niet in boekhouding						
Totaal	-1744	-1079	-2421	-1853	-1835	-8932

In vergelijking met de KEV 2022 waar in de eerste nalevingsperiode (2021-2025) 4932 kton CO₂ eq. aan kredieten worden opgebouwd, worden er dit jaar volgens de ramingen 4000 kton CO₂ eq. meer aan kredieten opgebouwd. Dit is met name toe te rekenen aan beheerd bouwland en beheerd bos.

Tabel 14 De doelen, ramingen en resulterende boekhouding voor de tweede nalevingsperiode (2026-2030). Negatieve cijfers geven verwijderingen (bron van krediet), positieve cijfers geven emissies (bron van tekorten). Alle emissies zijn inclusief N₂O en CH₄ emissies.

Jaar	(kton CO ₂ eq.)		
	Doel	Raming	Boekhouding
2026	4,659	4,757	98
2027	4,725	4,554	-170
2028	4,791	4,838	47
2029	4,857	4,703	-154
2030	4,923	4,787	-136
Totaal			-315

Waar het krediet dat volgens de raming van de KEV 2022 werd opgebouwd voor de tweede nalevingsperiode -5809 kton CO₂ eq. was is dat volgens de ramingen dit jaar nog maar 315 kton CO₂-eq. Dit grote verschil komt doordat in de KEV 2024 in vergelijking met de KEV 2022 de regels voor accounting in de EU LULUCF verordening zijn aangepast (zie paragraaf 1.2 voor uitleg).

¹⁷ Zie paragraaf 1.2 voor een beknopte uitleg.

Literatuur

- Arets, E., S. van Baren, M.-J. Schelhaas en J.P. Lesschen. (2022). *Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO2 door de LULUCF-sector 2021-2040: achtergrond bij de Klimaat en Energieverkenning 2022*.
- Arets, E.J.M.M. en M.J. Schelhaas. (2019). *National Forestry Accounting Plan. Submission of the Forest Reference Level 2021-2025 for the Netherlands*. Wageningen. <https://edepot.wur.nl/513199>.
- Arets, E.J.M.M., S.A. van Baren, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen en M.J. Schelhaas. (2023). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2023*. WOt Technical report 238. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands. <https://edepot.wur.nl/588942>.
- Boosten, M., B. Lerink, V. Lokin en M. Schelhaas. (2022). *Factsheets Klimaatmaatregelen met bomen, bos en natuur: Praktische handreiking voor effectief klimaatslim bos-en natuurbeheer en toepassing van hout: Herziening 2022*.
- Bussel, L.G.J.v. en A.v. Hinsberg. (2024). *Monitoring en evaluatie van het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-02/pbl-2024-verwachte-effecten-van-voorgenomen-natuur-en-stikstofbronmaatregelen-op-natuur-5292.pdf>.
- Cals, T., C. Van Bruggen, J. Huijsmans, L. Vissers, J. Vonk en G. Velthof. (2024). *Raming van luchtmissies uit de landbouw in 2030 en 2035, met doorkijk naar 2040: achtergrondrapportage bij de landbouwramingen in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2024 en de Emissieramingen Luchtkwaliteit 2024*. Wageningen Environmental Research
- Coleman, K. en D. Jenkinson. (2014). *RothC-A Model for the Turnover of Carbon in Soil-Model description and users guide*. Rothamsted Research, Harpenden, UK.
- Erkens, G., H. Kooi en R. Melman. (2021). *Actualisatie bodemdalingsvoorspellingskaarten*. Deltares, Utrecht, Nederland.
- Erkens, G., R. Melman, S. Jansen, J. Boonman, M. Hefting, J. Keuskamp, H. Bootsma, L. Nougues, M. van den Berg en Y. van der Velde. (2022). *SOMERS: Subsurface Organic Matter Emission Registration System - beschrijving SOMERS 1.0, onderliggende modellen en veenweidenrekenregels*. Rapport van Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden.
- EZK. (2023). *Kamerbrief over de Voorjaarsbesluitvorming Klimaat.in* M. v. E. Z. e. Klimaat, editor., Den Haag.
- Gaalen, F.v., A. Tiktak, R. Franken, E.v. Boekel, P.v. Puijenbroek, H. Muilwijk en P. Groenendijk. (2016). *Waterkwaliteit nu en in de toekomst: eindrapport ex ante evaluatie van de Nederlandse plannen voor de Kaderrichtlijn Water: beleidsstudie*. PBL-publicatie/Planbureau voor de Leefomgeving (1727).
- Hendriks, C., E. Arets, J. Huijstee en E. Teenstra. (2021). *LULUCF: Land Use, Land-Use Change and Forestry*. WOt-special 3. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen. <https://edepot.wur.nl/545713>.
- Hinsberg, A.v., P. van Egmond, D. van der Hoek, M. Hellegers en H. Bredenoord. (2020). *Quick scan intensivering natuurmaatregelen. Een eerste inschatting van potentiële effecten*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Kuiper, R., B. van Bommel, I. Bax en M. Spoon. (2024). *Planmonitor NOVI 2024. Mogelijke verstedelijking: risico's voor kwetsbare gebieden*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag. <https://www.pbl.nl/publicaties/planmonitor-novi-2024>.
- Lesschen, J.P., E. Arets, S. van Baren, A. Gonzalez-Martinez, R. Jongeneel, J. Reijs, M. Selten, T. Slier, T. Vellinga en L. Vissers. (2023). *Beleidsscenario's voor klimaatmitigatie in landbouw en landgebruik: resultaten voor de AFOLU-sector in 2035*.
- LNV. (2020). *Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de gezamenlijke provincies <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/11/18/uitwerking-ambities-en-doelen-landelijke-bossenstrategie-en-beleidsagenda-2030>.
- Melman, R. (2021). *Memo: Afname areaal veenweidegebied KEV*. Deltares, Delft, Nederland.
- PBL, TNO, CBS en RIVM. (2024a). *Klimaat en Energieverkenning 2024*. Den Haag.

-
- PBL, TNO en RIVM. (2024b). *Beleidsverzicht en factsheets beleidsinstrumenten Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2024*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Peacock, M., J. Audet, D. Bastviken, M.N. Futter, V. Gauci, A. Grinham, J.A. Harrison, M.S. Kent, S. Kosten en C.E. Lovelock. (2021). *Global importance of methane emissions from drainage ditches and canals*. *Environmental Research Letters* 16:044010.
- Schelhaas, M.J., A.P.P.M. Clerkx, W.P. Daamen, J.F. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, H. Schoonderwoerd en H. Kramer. (2014). *Zesde Nederlandse bosinventarisatie: methoden en basisresultaten*. Alterra-rapport 2545. Alterra Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands. <http://edepot.wur.nl/307709>.
- Schelhaas, M.J., G.M. Hengeveld, S. Filipek, L. König, B. Lerink, I. Staritsky, A. de Jong en G.J. Nabuurs. (2022a). *EFISCEN-Space 1.0 model documentation and manual*. Report 3220, Wageningen Environmental Research, Wageningen, The Netherlands. <https://doi.org/10.18174/583568>.
- Schelhaas, M.J., S. Teeuwen, J. Oldenburger, G. Beerkens, G. Velema, J. Kremers, B. Lerink, M.J. Paulo, H. Schoonderwoerd, W. Daamen, F. Dolstra, M. Lusink, K. van Tongeren, T. Scholten, I. Pruijsten, F. Voncken en A.P.P.M. Clerkx. (2022b). *Zevende Nederlandse Bosinventarisatie, methoden en resultaten*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-rapport. Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands <https://edepot.wur.nl/571720>.
- van Baren, S.A., E.J.M.M. Arets, C.M.J. Hendriks, H. Kramer, J.P. Lesschen en M.J. Schelhaas. (2024). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands: Methodological background, update 2024*. 2352-2739. WOT Natuur & Milieu <https://edepot.wur.nl/648278>.
- Van der Hoek, D., M. Smit, S. van Broekhoven, A. van Hinsberg, P. Giesen, H. Bredenoord, R. Pouwels, B. de Knegt, F. van Gaalen en A. de Blaeij. (2017). *Potentiële bijdrage van provinciaal natuurbeleid aan Europese biodiversiteitsdoelen*. Achtergrondrapport lerende evaluatie van het Natuurpact (Potential contribution of provincial nature policy to European biodiversity targets. Background report to the learning evaluation of the Nature Pact), The Hague, PBL (Netherlands Environmental Assessment Agency).
- van der Net, L., P. Coenen, J. Rienstra, P. Zijlema, E. Arets, K. Baas, R. Dröge, K. Geertjes, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, S. de Bie, R. te Molder, J. Montfoort en T. van der Zee. (2023). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2021*. Emissies van broeikasgassen tussen 1990 en 2021. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.
- van der Net, L., N. Staats, P. Coenen, J. Rienstra, P. Zijlema, E. Arets, K. Baas, S. van Baren, R. Dröge en K. Geertjes. (2024). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2022. National Inventory Report 2024*.
- Van Dorland, R., J. Beersma, J. Bessembinder, N. Bloemendaal, H. Van Den Brink, H. Brotons Blanes, S. Drijfhout, R. Groenland, R. Haarsma en C. Homan. (2023). *Knmi national climate scenarios 2023 for The Netherlands*. KNMI: De Bilt, The Netherlands.
- Warszawski, L., K. Frieler, V. Huber, F. Piontek, O. Serdeczny en J. Schewe. (2014). *The inter-sectoral impact model intercomparison project (ISI-MIP): project framework*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111:3228-3232.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3379
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3379
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

