



Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO₂ door de LULUCF sector 2021-2040

Eric Arets, Mart-Jan Schelhaas, Sven van Baren en Jan Peter Lesschen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO₂ door de LULUCF sector 2021-2040

Eric Arets, Mart-Jan Schelhaas, Sven van Baren en Jan Peter Lesschen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, oktober 2021

Gereviewd door:
Chantal Hendriks, onderzoeker bodem en klimaat (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:
Nina Smits, teamleider team Vegetatie- Bos- en landschapsecologie

Rapport 3123
ISSN 1566-7197

Arets, E., M.J. Schelhaas en S. van Baren en J.P. Lesschen, 2021. *Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO₂ door de LULUCF sector 2021-2040*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3123. 40 blz.; 7 fig.; 19 tab.; 11 ref.

In het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (KEV2021) 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. Tevens zijn hier de boekhoudregels op toegepast zoals die in de periode 2021-2030 onder de EU LULUCF verordening 2018/841 van kracht zijn en is een inschatting gemaakt van hoe de boekhouding uitpakt onder toepassing van de voorstellen van de Europese Commissie in het 'fit for 55' klimaatpakket.

Within the context of the Climate and Energy Outlook 2021 (KEV2021) 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. Also the accounting rules that are applicable under the EU LULUCF regulation 2018/841 have been applied to these estimates of emissions and removals. Additionally the potential consequences of applying the newly proposed LULUCF accounting rules from of the European Commission's 'fit for 55' climate package were assessed.

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

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/556051> 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.

© 2021 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.

Inhoud

	Verantwoording	5
	Woord vooraf	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	11
	1.1 LULUCF in de Klimaat en Energieverkenning	11
2	Aanpak	13
	2.1 Algemeen	13
	2.1.1 Opzet van het modelsysteem	13
	2.2 Effect reguliere methodewijzigingen in de LULUCF systematiek	14
	2.2.1 Toevoeging van veranderingen in landgebruik van vóór 1990	14
	2.3 Uitgangspunten beleid	15
	2.4 Ontwikkelingen in landgebruik en bodem	16
	2.4.1 Landgebruik	16
	2.4.2 Afname oppervlakte moerige gronden en veengronden	18
	2.5 Ontwikkeling van bos, oogst en geoogste houtproducten	20
	2.6 Onzekerheden en gevoeligheden	23
	2.6.1 Bandbreedte van emissies en verwijderingen voor LULUCF	24
3	Resultaten	25
	3.1 Emissies en verwijderingen UNFCCC categorieën	25
	3.1.1 Bandbreedte	26
	3.1.2 Vergelijking met de resultaten uit de KEV 2020	27
	3.2 Toepassing van de boekhoudregels uit de LULUCF verordening	28
	3.2.1 Bandbreedte	29
	3.2.2 Uitwerking per accountingcategorie	30
	3.2.3 Toepassing van de voorgestelde boekhoudregels en streefwaarde uit het 'fit for 55' klimaatpakket	33
	Literatuur	36
	Bijlage 1 Veranderingen in landgebruik	37

Verantwoording

Rapport: 3123

Projectnummer: 5200047225

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: Onderzoeker bodem en klimaat

naam: Chantal Hendriks

datum: 21-10-2021

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Nina Smits

datum: 21-10-2021

Woord vooraf

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) stelt ieder jaar de Klimaat- en Energieverkenning (KEV). In het kader van de KEV 2021 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. Deze raming is opgesteld door onderzoekers van Wageningen Environmental Research (WENR), in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving. Betrokken onderzoekers werken ook mee in de taakgroep LULUCF binnen de Nederlandse Emissieregistratie die verantwoordelijk is voor de jaarlijkse rapportages van de broeikasgasemissies en CO₂ verwijderingen voor de LULUCF sector.

Op basis van voor de KEV vastgestelde uitgangspunten voor mee te nemen veranderingen in landgebruik en emissiebronnen, zijn de LULUCF emissies voor de periode 2020-2030 en de zichtjaren 2035 en 2040 geraamd. Voor het vaststellen van die uitgangspunten is een door het PBL opgestelde analyse van 'vastgesteld beleid' gebruikt. De KEV vraagt daarnaast ook om een beleidsvariant 'vastgesteld + voorgenomen beleid'. Echter, doordat het voorgenomen beleid nog onvoldoende concreet was of doordat er additionele informatie ontbrak om die ook verder door te kunnen rekenen, is deze gelijk aan de variant met vastgesteld beleid. Voor het beleid dat in de raming is meegenomen gold een peildatum van 1 mei 2021, beleid na deze datum is niet meegenomen. De broeikasgasemissies en CO₂ verwijderingen voor LULUCF zijn berekend met, in hoofdlijnen, de systematiek zoals die wordt gebruikt voor de reguliere LULUCF-rapportages onder de Emissieregistratie (zie Arets et al., 2021). Het LULUCF model zoals dat gebruikt wordt in de reguliere rapportages is ook ingezet voor deze LULUCF ramingen.

Vanuit het PBL waren G.J. van den Born, E.H. van der Zanden, en J. van Minnen contactpersonen voor de projectgroep.

Samenvatting

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft in het kader van de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (KEV 2021) onderzoekers van Wageningen Environmental Research gevraagd ramingen op te stellen voor 2020, 2025, 2030, 2035 en 2040 van emissies van CO₂ en N₂O en verwijderingen van CO₂ door landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw (LULUCF).

De methode en instellingen die gebruikt worden voor de verschillende modelberekeningen voor LULUCF volgen de methodiek die Nederland hanteert voor de broeikasgasrapportage voor de LULUCF sector (Arets et al., 2021). Daarnaast worden ook de resultaten gegeven volgens de boekhoudkundige regels die voor de LULUCF sector voor de periode 2021-2030 gaan gelden op basis van de EU LULUCF-verordening 2018/841¹ en is een inschatting gemaakt van hoe de boekhouding uitpakt onder toepassing van de voorstellen van de Europese Commissie in het 'fit for 55' klimaatpakket².

De totale geraamde netto emissies uit de LULUCF-sector voor de KEV doorrekening nemen in de periode 2021-2030 geleidelijk af van 4.390 miljoen kg CO₂ equivalenten in 2021 tot 3.582 miljoen kg CO₂ equivalenten in 2030. De emissies per landgebruikscategorie variëren over de tijd. De netto CO₂-emissies uit bouwland (LULUCF categorie 'Cropland') blijven vrij constant over de tijd, terwijl het totale areaal bouwland afneemt. Dat komt doordat het areaal bouwland dat bouwland blijft, sterk afneemt (door met name omzetting van bouwland naar grasland), maar de oppervlakte land in de categorie 'land dat veranderd is in bouwland' ('land converted to Cropland') toeneemt. In die laatste categorie nemen de koolstofverliezen uit minerale bodem toe. De netto-emissies in de categorie grasland ('Grassland') nemen sterk af over de tijd, terwijl de oppervlakte toeneemt. Dat komt doordat bij omzetting van ander landgebruik (m.n. bouwland) naar grasland, de koolstofvoorraad in minerale bodem toeneemt en er dus netto koolstof uit de atmosfeer verwijderd wordt. Tegelijkertijd nemen als gevolg van het verlies aan omvang veenbodems en moerige grond de emissies uit die organische bodems af. Dat compenseert deels de toename in de emissies uit organische bodems als gevolg van de toename in oppervlakte grasland op veenbodem en moerige grond.

Hoewel de totale geraamde LULUCF emissies voor de KEV 2021 niet heel sterk verschillen met die voor de KEV 2020 (Vonk et al., 2020), verschillen de onderliggende oorzaken en emissiebronnen wel. Deze verschillen zijn goed te verklaren uit de verschillen in de aannames voor verandering in landgebruik en de afname in de oppervlakte moerige grond en veengrond (samen organische bodems). De belangrijkste verschillen zijn dan ook te zien in de geraamde emissies voor grasland dat grasland blijft, die steeds hoger liggen ten opzichte van de KEV 2020, en de geraamde emissies voor bebouwing die relatief veel lager dan de geraamde emissies voor de KEV 2020.

Door aanpassingen in de methode om afname in de oppervlakte moerige grond en veengronden te bepalen liggen de geraamde emissies uit organische bodems voor de KEV 2021 hoger dan geraamd voor de KEV 2020 en dat verschil neemt over de tijd toe. Tegelijkertijd liggen door andere aannames in de veranderingen van landgebruik de geraamde netto emissies als gevolg van verlies aan koolstof uit biomassa en minerale bodems in de ramingen voor de KEV 2021 lager dan in de ramingen voor de KEV 2020.

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, voor de tijdreeks 2020-2030 resulteert in een geraamd netto tegoed van 4.291 miljoen kg CO₂ eq. in de eerste 5 jaar nalevingsperiode (2021-2025) en een geraamd tegoed van 6.527 miljoen kg CO₂ eq. in de tweede periode (2026-2030). De grootste bijdragen aan de geraamde netto afrekening worden geleverd door ontbossing (af te rekenen emissies) en beheerd grasland (af te rekenen tegoed).

¹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj>

² https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/land-use-forestry-and-agriculture_en

De berekeningen voor de KEV 2020 lieten vergelijkbare geraamde netto tegoeden zien van 3.817 miljoen kg CO₂ eq. in de nalevingsperiode 2021-2025 en 6.303 miljoen kg CO₂ eq. in de tweede nalevingsperiode 2026-2030 (zie Vonk et al., 2020).

In juli 2021 heeft de Europese Commissie voorstellen voor wijzigingen in de klimaatboekhouding voor LULUCF gedaan die deel uitmaken van het 'fit for 55' klimaatpakket. In deze voorstellen verandert er voor de nalevingsperiode 2021-2025 niets ten opzichte van de EU LULUCF verordening 2018/841 dat een effect heeft op de af te rekenen emissies of verwijderingen. Dus ook onder dat voorstel wordt het boekhoudkundig tegoed voor Nederland in de periode 2021-2025 geraamd op 4.291 miljoen kg CO₂ eq. Voor de tweede periode (2026-2030) wijzigen de boekhoudregels wel heel sterk en vormt een vergelijking met emissies in de periode 2016-2018 een belangrijke basis. Hierdoor komt het geraamde tegoed voor de periode 2026-2030 na toepassing van boekhoudregels uit het 'fit for 55' voorstel uit op 3.708 miljoen kg CO₂ eq., bijna een halvering ten opzichte van de boekhoudregels onder de EU LULUCF verordening 2018/841.

1 Inleiding

1.1 LULUCF in de Klimaat en Energieverkenning

Om een inschatting te geven van de bijdrage aan het behalen van de klimaatdoelen is in de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (KEV 2021) voor de periode 2020 tot en met 2030, 2035 en doorkijk naar 2040 ook inzicht nodig in de emissies en verwijderingen van broeikasgassen door landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw (LULUCF). LULUCF kan zowel een bron van emissies als een put voor broeikasgassen zijn door vastlegging in biomassa en bodem. Voor LULUCF wordt in de KEV 2021 geraamd wat de ontwikkeling in emissies en verwijderingen van broeikasgassen is, gegeven de vastgestelde beleidsmaatregelen om ontbossing als gevolg van omvorming naar ander natuur te compenseren. Binnen het klimaatakkoord zijn weliswaar verdere maatregelen beschreven om de emissies uit landgebruik, bos en natuur te verminderen en vastlegging in bos en landbouwbodems te vergroten, maar die zijn momenteel nog niet vertaald in concreet voorgenomen beleid en blijven daarom in de KEV-raming buiten beschouwing.

Waar voor de andere emissiesectoren de emissiereductieprestaties worden bepaald door de gerapporteerde emissies in een bepaald jaar te vergelijken met de emissies in een basisjaar, meestal 1990, wordt voor LULUCF onderscheid gemaakt tussen de jaarlijkse rapportage aan de VN Klimaatconventie (UNFCCC) en hoe de klimaatprestatie vervolgens afgerekend wordt in de boekhouding (of accounting)³. Voor de periode 2021-2030 is een set boekhoudregels voor de afrekening van de klimaatprestaties voor de LULUCF sector van kracht zoals die zijn vastgesteld in de EU LULUCF verordening 2018/841⁴. Met deze regels wordt de klimaatboekhouding van EU lidstaten onder het Klimaatakkoord van Parijs geharmoniseerd.

In het overkoepelende klimaat- en energiekader tot 2030 waar EU 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, ESR) waar bijvoorbeeld Landbouw onder valt. Voor LULUCF geldt dat de uitkomst van de toepassing van de boekhoudregels over alle boekhoudcategorieën (zie Tabel 1.1) niet in af te rekenen emissies mag resulteren (behoudens een beperkte flexibiliteit in de boekhoudcategorie beheerd bos). Als de LULUCF sector hier niet aan kan voldoen, 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 emissieruimte te verhandelen 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.

Tevens is een inschatting gemaakt van hoe de boekhouding uitpakt onder toepassing van de voorstellen van de Europese Commissie in het 'fit for 55' klimaatpakket onder de EU Greendeal⁵. In dat klimaatpakket worden voorstellen gedaan gericht op een ambitieuzere EU klimaatdoelstelling om tegen 2030 een netto-emissiereductie van ten minste 55% te bereiken ten opzichte van het niveau van 1990. Daarbij hebben de wijzigingen in de regels voor LULUCF ten opzichte van de huidige EU LULUCF verordening 2018/841 geen effect op de boekhoudcijfers in de eerste nalevingsperiode 2021-2025, maar wel voor de tweede nalevingsperiode 2026-2030.

³ 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>.

⁴ 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>

⁵ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/land-use-forestry-and-agriculture_en

In Hoofdstuk 2 geven we de uitgangspunten en daarvoor doorgevoerde aanpassingen aan het reguliere LULUCF systeem (zie Arets et al., 2021 en Ruysenaars et al., 2021) die gemaakt zijn voor de KEV ramingen voor de LULUCF sector voor de periode tot en met 2035 en een doorkijk naar 2040. In Hoofdstuk 3 staan vervolgens de resultaten van de ramingen voor de verschillende landgebruikscategorieën zoals gebruikt voor de UNFCCC rapportage, geaggregeerd naar de hoofdklassen en onderverdeeld naar de onderverdeling “blijvend” (remaining) en “veranderd in” (converted to). Daarnaast worden ook de emissies en verwijderingen gegeven voor de aggregatie naar de boekhoudcategorieën voor de EU LULUCF verordening 841/2018, met voor iedere categorie de referentiewaarden waartegen de emissies worden beoordeeld. Ook wordt in hoofdstuk 3 de inschatting gegeven van de consequenties van het toepassen van de ‘fit for 55’ voorstellen.

Tabel 1.1 Overzicht van de boekhoudcategorieën die in de EU LULUCF verordening 2018/841 worden onderscheiden, 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 en van 2026 tot en met 2030 worden genomen. Emissies worden meegenomen als tekort (debits), verwijderingen als krediet/tegoed (credits).
Beheerd bouwland, beheerd grasland en beheerde wetlands	Emissies vergeleken met emissies in referentieperiode 2005-2009	Het verschil bepaalt de omvang van credits (als emissies lager, of verwijderingen hoger zijn dan in de basisperiode) of debits (als emissies hoger, of verwijderingen lager zijn dan in de basisperiode).
Beheerd bos plus geoogste houtproducten (HWP)	Emissies en verwijderingen vergeleken met een referentieniveau voor bossen (FRL)	Het FRL geeft een inschatting van de verwijderingen van broeikasgassen in de nalevingsperiodes (2021-2025 en 2026-2030) 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 meer CO ₂ vast te leggen in bos zullen dus aanvullende maatregelen moeten worden genomen, ten opzichte van het beheer in de referentieperiode 2000-2009.

2 Aanpak

2.1 Algemeen

De berekeningen volgen de systematiek zoals die voor de reguliere LULUCF-rapportages aan de UNFCCC (Ruyssenaars et al., 2021) wordt gevolgd en beschreven is in Arets et al. (2021). Omdat de nadruk ligt op de klimaatprestaties is tevens een boekhoudkundige analyse van de resultaten vereist. Daarom worden naast de emissieberekeningen zoals die voor de LULUCF-sector worden gedaan ook de referentiewaarden bepaald die gebruikt worden in de LULUCF-emissieboekhouding zoals die binnen de EU is vastgelegd in de LULUCF verordening 2018/841. De zichtperiode voor de KEV 2021 is 2020-2040, met accent op de periode tot en met 2030. De nadruk op de periode tot en met 2030 wordt verder ook onderbouwd door het belang van de vergelijking ten opzichte van de Europese boekhoudregels voor de LULUCF sector zoals die zijn bepaald voor de periode 2021-2030. De Europese Commissie heeft in juli 2021 als onderdeel van de Green Deal voorstellen gedaan voor aanpassingen en uitbreiding van de systematiek voor rapportage en boekhouding van de LULUCF sector (en het hele klimaatpakket). Deze liggen echter nog niet vast en de verwachting is dat onderhandelingen hierover nog 1 à 2 jaar gaan duren. Om een indruk te krijgen van de effecten is wel een inschatting gemaakt van de uitkomsten met toepassing van de nieuwe regels.

Ten opzichte van de KEV 2020 zijn er een aantal wijzigingen doorgevoerd. Een eerste set wijzigingen zijn het gevolg van wijzigingen in de reguliere methodiek van de LULUCF berekeningen, die zowel een effect hebben op de historische emissies (en daarmee op de emissies in de referentieperiodes die gebruikt worden binnen de boekhouding) als op de emissieramingen (zie sectie 2.2). Een tweede set van veranderingen hebben betrekking op veranderingen in beleid (zie sectie 2.3).

2.1.1 Opzet van het modelsysteem

Binnen het LULUCF systeem 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, op welke bodems, en welke overgangen tussen landgebruik er plaats vinden. 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 hoge CO₂ uitstoot veroorzaken. In het huidige systeem zijn landgebruikskaarten beschikbaar voor 1990, 2004, 2009, 2013 en 2017 en bodemkaarten voor 1977 en 2014. Landgebruik voor tussenliggende jaren wordt geïnterpoleerd. Voor toekomstprojecties wordt gebruik gemaakt van een extrapolatiemethode, gebaseerd op de waargenomen veranderingen tussen de laatste twee landgebruikskaarten. Ook voor bodem (afname van veen en moerige gronden) wordt in het reguliere systeem de waargenomen trend geëxtrapoleerd in de toekomst.

Op basis van de bosinventarisatiegegevens wordt bepaald hoeveel CO₂ er in volwassen bos vastgelegd wordt. Binnen het LULUCF systeem wordt gebruik gemaakt van de stock change methode, waarbij voor bepaalde jaren de koolstofvoorraad bepaald is aan de hand van de 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 en afname van koolstofvoorraden in levende biomassa (beide worden gerapporteerd) 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 de cijfers betreft van Stichting Probos. Deze cijfers worden ook gebruikt voor het bepalen van de hoeveelheid koolstof in de geoogste houtproducten (Harvested Wood Products, HWP).

Voor de gemeten voorraden in levende biomassa, dood hout en strooisel zijn metingen beschikbaar uit verschillende bosinventarisaties voor de jaren 1990 (HOSP), 2003 (MFV) en 2013 (NBI-6)⁶. Voor toekomstprojecties wordt in de reguliere rapportages gebruik gemaakt van het EFISCEN model, maar voor de FRL en de KEV is gebruik gemaakt van het EFISCEN Space model (Arets en Schelhaas, 2019; Schelhaas et al., in prep.). Beide modellen worden geïnitieerd met data uit de NBI-6 en maken een toekomstprojectie van de staande voorraad hout, maar verschillen in detailniveau, de berekeningswijze en scenario input. Oogstcijfers worden jaarlijks bijgewerkt uit de FAO database en voor toekomstige jaren wordt simpelweg de laatste bekende waarde gebruikt.

EFISCEN Space maakt een projectie voor elk steekproefpunt in de NBI-6. De staat van het bos wordt weergegeven als een verdeling van het aantal bomen per soort per diameterklasse. Groei wordt 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. De groei is gebaseerd op een groeifunctie die gespecificeerd is op Nederlandse data (zie Arets en Schelhaas, 2019). De oogstfracties zijn afgeleid uit de 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. Dit was een vereiste voor het bepalen van de FRL, namelijk het toepassen van ongewijzigd beheer in de toekomst ten opzichte van de referentie periode. Vervolgens is de geprojecteerde houtvoorraad in de jaren 2021, 2026 en 2031 gebruikt als invoer voor het LULUCF systeem (gebruikt voor de toekomstige stock op de levende biomassa), alsmede de gerealiseerde houtoogst (voor de bepaling van de koolstof in de HWP).

2.2 Effect reguliere methodewijzigingen in de LULUCF systematiek

Voor een uitgebreide beschrijving van de reguliere methode zoals die voor de nationale rapportages van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO₂ voor de LULUCF sector worden gebruikt wordt verwezen naar het "National Inventory Report" (NIR) van Nederland aan de UNFCCC (Ruyssenaars et al., 2021) en het bijhorende methoderapport (Arets et al., 2021).

Ten opzichte van de methodes gebruikt in de NIR 2020 (de basis voor de KEV 2020) is in de NIR 2021 één methodologische wijziging doorgevoerd; een additionele landgebruikskaart met kaartdatum 1970 is in het systeem toegevoegd. Daarmee starten berekeningen van de emissies en verwijderingen voor LULUCF niet in 1990, maar al in 1970 (zie paragraaf 2.2.1 hieronder). Dit heeft geleid tot wijzigingen in de berekende veranderingen van koolstofvoorraden en de bijbehorende emissies en verwijderingen over de hele tijdreeks waarover in de NIR gerapporteerd is (1990-2019).

Daarnaast is een fout in de toewijzing van geoogste houtproducten (HWP) gecorrigeerd, evenals een fout in de invoerbestanden voor emissies uit strooisel dat wordt gebruikt bij ontbossing. Verder zijn in de NIR 2021 voor de landgebruikscategorie grasland geactualiseerde gegevens voor fruitboomgaarden geïntroduceerd en voor bos en HWP zijn geactualiseerde bosgegevens gebruikt. Omdat deze veranderingen met elkaar kunnen interacteren, zijn de effecten van deze veranderingen niet te scheiden. Voor de ramingen in de KEV 2021 zullen deze foutcorrecties slechts een beperkt effect hebben.

2.2.1 Toevoeging van veranderingen in landgebruik van vóór 1990

Bij veranderingen in landgebruik wordt land dat in ander landgebruik wordt omgezet gedurende twintig jaar in de categorie "land omgezet in ander land" (bijvoorbeeld, bouwland omgezet in grasland) meegenomen, met vaak rekenregels en emissiefactoren specifiek voor dat land waarbij de

⁶ Dit zijn drie verschillende bosinventarisaties, zie Annex 1 in Arets et al. (2020).

veranderingen in bodemkoolstof meestal nog niet in evenwicht zijn. Pas na de 20 jaar transitieperiode wordt het meegenomen onder land dat in die landgebruikscategorie blijft (bijvoorbeeld grasland dat grasland blijft)⁷. Om de representatie van de landgebruikscategorie "land omgezet in ander land" (bijvoorbeeld bouwland omgezet in grasland) vanaf 1990 te verbeteren, is in het NIR 2021 een landgebruikskaart voor 1970 opgenomen. Op basis hiervan is een landgebruiksveranderingsmatrix 1970-1990 bepaald. Als gevolg hiervan beginnen de "land omgezet in ander land" sub-landgebruikscategorieën niet meer bij nul in 1990, maar omvatten ze veranderingen in het landgebruik vanaf 1971. Dit effect speelt een rol over de hele tijdreeks tot en met 2019. Dit is bijvoorbeeld het geval voor land dat vóór de opname van de kaart van 1970 in 1990 in de categorie "remaining" zou beginnen, maar nu in de categorie "omgezet in" terecht komt. Als dergelijke gronden weer veranderen in weer een ander landgebruikstype voordat de overgangperiode van 20 jaar is verstreken, dan heeft het koolstofgehalte in de biomassa of bodem mogelijk nog niet het gehalte van de "remaining" categorie bereikt. Dit zal dan resulteren in andere veranderingen in de koolstofvoorraad bij conversie naar een ander landgebruikstype dan de veranderingen die zouden optreden bij de "remaining" landcategorie.

Vanwege de zware rekenlast van het opnemen van de volledige kaart uit 1970, werden een aantal vereenvoudigingen ingevoerd. Deze vereenvoudigingen zijn gericht op;

1. het verminderen van het aantal kleine gebiedsovergangen in 1970-1990, voornamelijk als gevolg van onzekerheid veroorzaakt door een lagere kaartkwaliteit in 1970,
2. het negeren van landgebruikstransities waarbij de exacte oppervlakte en emissies van de categorie 'omgezet in' niet relevant zijn voor het berekenen van emissies na 1990 (wetlands, nederzettingen en ander land, waarbij de Tier 1 aannames geen veranderingen in koolstofvoorraden zijn),
3. uitsluiting van trajecten met een hoge rekenbelasting in relatie tot hun oppervlakte, en
4. vereenvoudiging van trajecten die een drempel van 1 miljoen resulterende trajecten overschrijden wanneer uitgebreid wordt naar alle onderliggende mogelijke combinaties, ongeacht de oppervlakte.

Deze methodewijziging zal voornamelijk een effect hebben in de historische tijdreeks 1990-2020 en minder in de toekomstramingen vanaf 2020. Echter, omdat binnen de boekhoudregels voor de periode 2021-2030 de emissies en verwijderingen voor beheerd grasland en beheerd bouwland (en beheerde wetlands) afgerekend worden ten opzichte van de emissies en verwijderingen in de referentieperiode 2005-2009, zal deze methodewijziging in vergelijking met de KEV 2020 wel een klein effect hebben op de ramingen voor de LULUCF boekhouding.

2.3 Uitgangspunten beleid

De uitgangspunten voor beleid zijn niet gewijzigd ten opzichte van de KEV 2020. Een inventarisatie van het Planbureau voor de Leefomgeving leverde voor de peildatum 1 mei 2021 slechts één concrete maatregel uit vastgesteld beleid waar ook daadwerkelijk de effecten van bepaald kunnen worden. Dit betreft een maatregel om de omvorming van bos naar andere natuur te compenseren met de aanplant van nieuw bos elders. Tot nu toe was dergelijke compensatie in het geval van natuurontwikkeling niet nodig. Het totale oppervlakte waar nog plannen voor omvorming voor liggen wordt door de provincies geschat op 3.400 ha (t/m 2030). Provincies en terreinbeheerders hebben nu afgesproken om die omvorming wel te gaan compenseren en om die compensatie op te hogen om rekening te houden met het feit dat de uitstoot door het verwijderen van bos een directe emissie oplevert, terwijl de hergroei van bos elders meerdere decennia beslaat. Op basis van deze discussie is een compensatiefactor van 1,5 genomen, wat neerkomt op een totale extra bosuitbreiding van 5.100 ha in 2030 en (doorgetrokken) ca. 6.000 ha in 2040.

Andere voorgenomen of geagendeerde maatregelen die zijn geïdentificeerd zijn nog niet concreet genoeg om in de ramingen door te rekenen. Voor deze maatregelen zal een afzonderlijke inschatting gemaakt worden van het potentiële effect van reductie van emissies van broeikasgassen of toename in verwijdering van CO₂ uit de atmosfeer door vastlegging van koolstof in bodem of biomassa.

⁷ In de Engelstalige systematiek van de UNFCCC; 'Grassland remaining grassland'

2.4 Ontwikkelingen in landgebruik en bodem

Voor de landgebruiksprojectie voor de KEV 2021 is voortgebouwd op de systematiek zoals gebruikt in de KEV 2020. Om de autonome ontwikkelingen in landgebruik (die los staan van de meegenomen beleidsmaatregelen gericht op klimaat) beter in beeld te brengen dan in de KEV 2020, zijn op basis van verschillende bronnen aanpassingen in de trend van ontwikkelingen in landgebruikscategorieën doorgevoerd. Ook is gebruik gemaakt van een verbeterde methode om de ontwikkeling in de toekomstige afname van de omvang van moerige- en veengronden te bepalen. Beide verbeteringen zullen leiden tot veranderingen in de geraamde emissies en verwijderingen ten opzichte van de KEV 2020.

2.4.1 Landgebruik

In de KEV 2020 is het landgebruik geëxtrapoleerd tot 2035 op basis van de waargenomen trend van de kaarten 2009 en 2017. Om uitdrukking te geven aan het beleidsvoornemen om omvorming van bos naar open natuur te compenseren werd in de KEV 2020 de trend zodanig gecorrigeerd dat het oppervlakte bos in 2035 5.100 ha hoger is dan in de originele extrapolatie. Bij de correctie werd aangenomen dat het hierbij gaat om graslanden die bebost worden.

Voor de KEV 2021 zijn van meerdere landgebruiksklassen schattingen beschikbaar voor de verwachte ontwikkeling van de oppervlakte, afkomstig uit de tussenrapportage Natuurverkenning 2050 (PBL, 2020) en de PBL rapportage "Grote opgaven in een beperkte ruimte" (PBL, 2021). Deze ontwikkelingen zijn geïmplementeerd op dezelfde wijze als boven omschreven voor bos, waarbij verschillende correcties zijn toegepast. Alle correcties zijn gedaan ten koste (of bate) van grasland, omdat dit de grootste klasse is, en hiervoor geen schatting beschikbaar was. Het zichtjaar voor de KEV2021 is 2040. Op de originele extrapolatie van de trend in landgebruik en verandering in landgebruik tussen 2009 en 2017 zijn de volgende correcties gedaan:

- **Bos:** aangenomen is dat de bosoppervlakte in 2040 6000 ha groter is dan de autonome trend. Het gaat hier om de vertaling van het beleid gericht op het compenseren van ontbossing bij omvorming naar natuur. De redenatie is hetzelfde als voor de correctie zoals gedaan in de KEV 2020, doorgetrokken naar 2040.
- **Natuurgras:** Op basis van het "business-as-usual" (BAU) scenario uit de tussenrapportage Natuurverkenning 2050 (PBL, 2020) wordt aangenomen dat de oppervlakte natuurgras (waar heide ook onder valt) toeneemt met 40.000 ha in 2040 t.o.v. de kaart in 2017. Hiervan is volgens de verdeling nieuwe natuur in het BAU scenario van de Natuurverkenning 30.000 ha natuurgras en 10.000 ha heide (PBL 2020). In de LULUCF systematiek staat heide voor meer houtige lage vegetatie en kan bijvoorbeeld droge en natte heide bevatten.
- **Overig land:** Op basis van de ontwikkeling in de oppervlakte duin in het BAU scenario in PBL (2020) wordt aangenomen dat de klasse 'overig land' toeneemt met 1000 ha in 2040.
- **Rietmoeras:** De klasse rietmoeras neemt toe in de originele extrapolatie met zo'n 3500 ha. Dit is vergelijkbaar met de 3000 ha veen uitbreiding in het BAU scenario in PBL (2020), en wordt daarom niet aangepast.
- **Bebouwing:** Uit de PBL rapportage "Grote opgaven in een beperkte ruimte" (PBL, 2021) blijkt een geschatte uitbreiding van bebouwd gebied met 40.000 ha, infrastructuur 10.000 ha en recreatie 10.000 ha in 2050. Deze 3 klassen samen (in 2015) komen ruwweg overeen met het oppervlakte "bebouwing" van de landgebruikskaat 2017. Voor bebouwing wordt daarom uitgegaan van een toename ten opzichte van de 2017 kaart met 60.000 ha in 2050, dat is 42.857 ha in 2040.
- **Water:** In dezelfde bron (PBL, 2021) wordt een uitbreiding van 10.000 ha oppervlakte water genoemd voor 2050. Deze is overgenomen als doel voor 2040, zonder correctie voor het zichtjaar.
- **Bouwland:** de landbouwsector gaat uit van een oppervlakte bouwland in 2040 van 693.077 ha (Vonk et al., 2021). De extrapolatie is hierop aangepast.

Deze aanpassingen aan de trend leveren een matrix op van landgebruiksverandering tussen 2017 en 2040 (Tabel 2.1), die vervolgens kan worden omgezet naar een matrix met jaarlijkse veranderingen in landgebruik (Tabel 2.2).

Tabel 2.1 Matrix van geprojecteerde landgebruiksverandering tussen 2017 (laatste kaart, zie Arets et al., 2021) en 2040 volgens bovenstaande systematiek. Oppervlaktes in kha. Heide en bomen buiten bos worden als subcategorie onder de UNFCCC categorie grasland gerapporteerd en rietmoeras als subcategorie onder wetlands.

Van landgebruik in 2017	Naar landgebruik in 2040									totaal
	Bos	Bouw-land	Gras-land	Heide	Bomen buiten bos	Wet-land	Riet-moeras	Be-bouwing	Overig land	
Bos	298,11	5,79	22,25	11,74	6,44	1,92	0,69	17,46	1,18	365,6
Bouwland	8,11	272,41	533,10	0,58	1,29	7,80	0,94	45,96	0,13	870,3
Grasland	26,82	402,12	766,64	35,42	6,43	12,91	20,88	82,99	0,56	1354,8
Heide	6,80	0,04	1,52	41,42	0,26	0,82	0,14	0,40	0,89	52,3
Bomen buiten bos	3,40	0,46	4,99	0,17	5,66	0,20	0,07	6,25	0,05	21,2
Wetland	0,59	0,65	9,80	0,69	0,20	762,01	2,94	8,50	9,98	795,4
Rietmoeras	1,67	0,25	12,65	0,19	0,27	5,86	5,45	0,27	0,08	26,7
Bebouwing	6,33	11,30	90,11	0,67	3,20	7,16	1,02	506,81	0,56	627,2
Overig land	1,51	0,01	1,51	1,41	0,16	6,60	0,13	1,16	27,14	39,6
	353,3	693,0	1442,6	92,3	23,9	805,3	32,2	669,8	40,6	4153,0

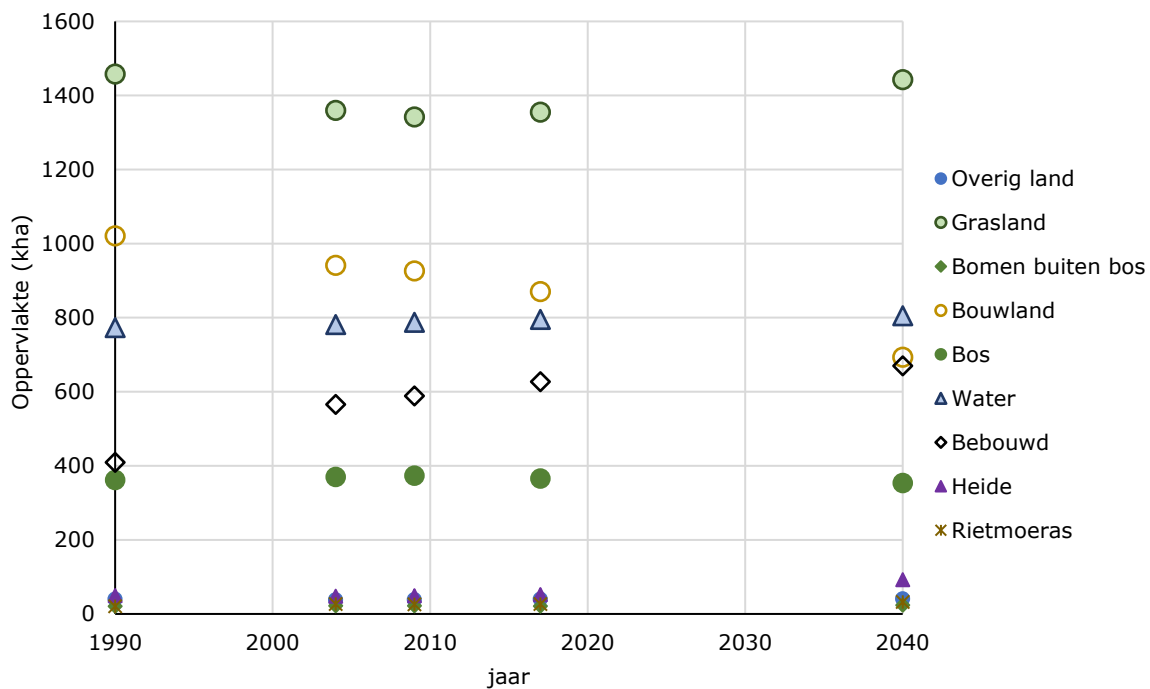
Tabel 2.2 Matrix van geprojecteerde jaarlijkse veranderingen in landgebruik tussen 2017 en 2040 op basis van de matrix 2017-2040 (Tabel 2.1). Oppervlaktes in ha. Heide en bomen buiten bos worden als subcategorie onder de UNFCCC categorie grasland gerapporteerd en rietmoeras als subcategorie onder wetlands.

Van landgebruik in 2017	Naar landgebruik in 2040									totaal
	Bos	Bouw-land	Gras-land	Heide	Bomen buiten bos	Wet-land	Riet-moeras	Be-bouwing	Overig land	
Bos		241	927	489	268	80	29	727	49	2811
Bouwland	338		22.212	24	54	325	39	1.915	5	24.912
Grasland	1.117	16.755		1.476	268	538	870	3.458	23	24.505
Heide	283	2	63		11	34	6	17	37	453
Bomen buiten bos	142	19	208	7		8	3	260	2	649
Wetland	24	27	408	29	8		122	354	416	1.390
Rietmoeras	70	11	527	8	11	244		11	4	885
Bebouwing	264	471	3.755	28	133	298	42		23	5.014
Overig land	63	0	63	59	7	275	6	48		520
Totaal	2.301	17.526	28.164	2.119	760	1.803	1.117	6.791	560	

De ontwikkeling de omvang van de verschillende landgebruikscategorieën over de tijd wordt dan zoals gegeven in Tabel 2.3 en Figuur 2.1.

Tabel 2.3 Ontwikkeling van de oppervlakte (ha) van de landgebruikscategorieën in de opeenvolgende kaarten tussen 1990-2017 (zie Arets et al., 2021) en als geraamd voor 2040. Heide en bomen buiten bos worden als subcategorie onder de UNFCCC categorie grasland gerapporteerd en rietmoeras als subcategorie onder wetlands.

	1990	2004	2009	2017	2040
Bos	361.918	369.851	373.315	365.577	353.331
Bouwland	1.020.716	941.225	926.354	870.310	693.042
Grasland	1.457.785	1.359.731	1.341.879	1.354.759	1.442.563
Heide	49.551	47.897	49.111	52.288	92.281
Bomen buiten bos	20.702	22.112	22.012	21.240	23.908
Wetland	773.023	781.542	787.397	795.355	805.272
Rietmoeras	20.671	26.879	25.799	26.696	32.249
Bebouwing	409.113	565.817	588.645	627.156	669.798
Overig land	39.529	37.955	38.496	39.628	40.566
Totaal	4.153.009	4.153.009	4.153.009	4.153.009	4.153.009

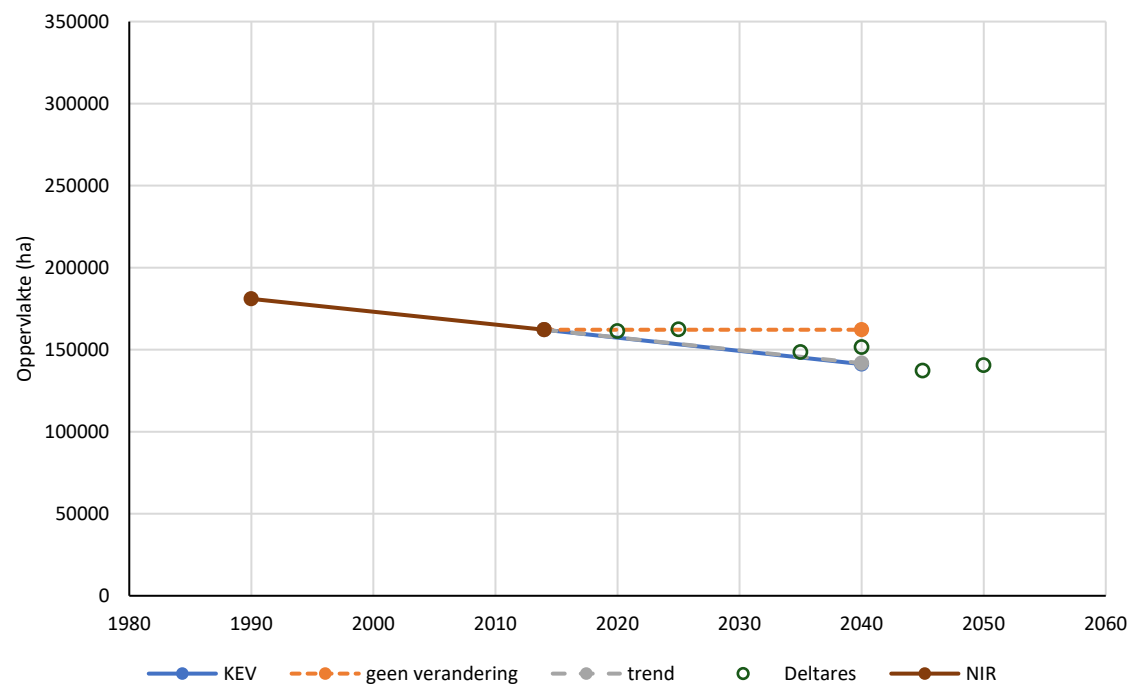


Figuur 2.1 Ontwikkeling van de oppervlakte (kha) van de landgebruikscategorieën in de opeenvolgende kaarten tussen 1990-2017 (zie Arets et al., 2021) en als geraamd voor 2040 (data uit Tabel 2.3). Heide en bomen buiten bos worden als subcategorie onder de UNFCCC categorie grasland gerapporteerd en rietmoeras als subcategorie onder wetlands.

2.4.2 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 (7,5 Mton CO₂ in 1990; 5,5 Mton CO₂ in 2019, Ruysenaars et al., 2021). Op basis van bodemkaarten uit 1977 en 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 en emissies afnemen (worden dan minerale bodems). Die afname in emissies uit moerige grond en veengronden zijn de belangrijkste drijvende kracht achter de sterke afname in de netto LULUCF emissies zoals die in de NIRs worden gerapporteerd (Ruysenaars et al., 2021). In de KEV 2020 is nog uitgegaan van een lineaire extrapolatie van de afname van de oppervlakte veengronden en moerige gronden op basis van de bodemkaarten in 1977 en 2014. Het verlies aan moerige grond bedroeg daarbij 784 ha jr⁻¹ en verlies aan veengrond kwam op die manier op 1.886 ha jr⁻¹.

Voor de KEV 2021 is de jaarlijkse snelheid van afname van het areaal veen- en moerige gronden bepaald op basis van een geactualiseerde voorspellingskaart die het areaal veen- en moerige gronden geeft voor 2045 (Erkens et al., 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 zijn de verschillen in de oppervlaktes veen en moerige grond gebruikt tussen de 2014 kaart uit de LULUCF rapportages en de Deltares kaart voor 2045. Veranderingen tussen 2014 en 2045 worden vervolgens lineair geïnterpoleerd (zie Figuren 2.2 en 2.3 en Tabel 2.4).

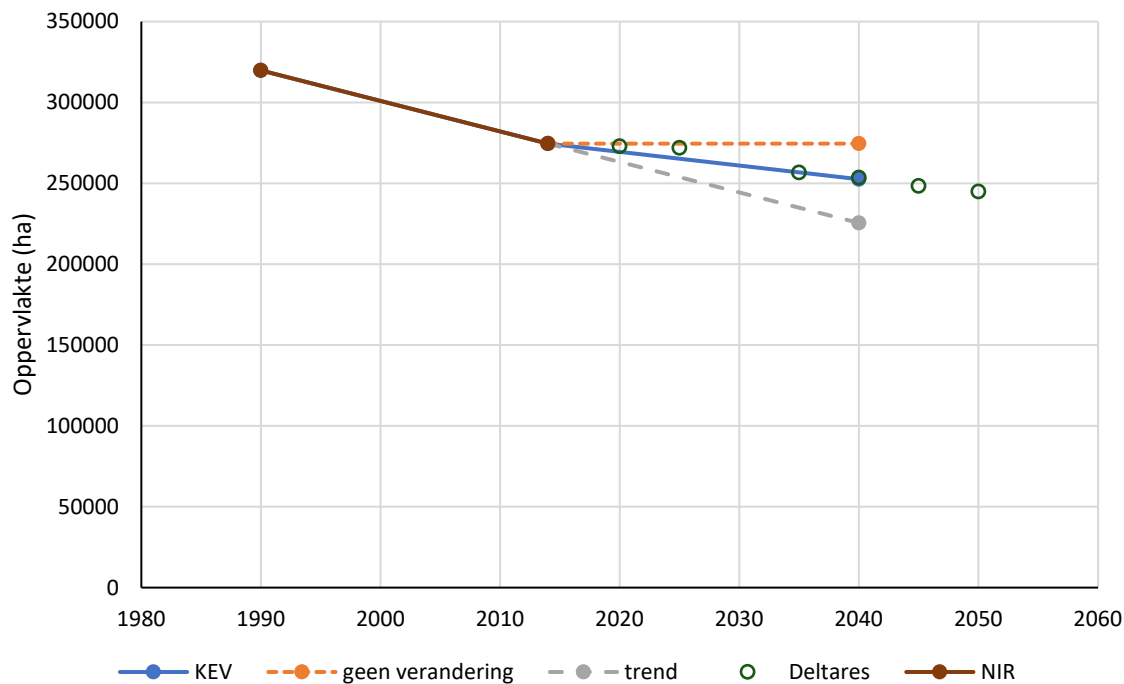


Figuur 2.2 Ontwikkeling oppervlakte moerige grond. Tussen 1990 en 2014 op basis van data zoals ook binnen de LULUCF rapportagemethode worden gebruikt (NIR) en tussen 2014 en 2040 op basis van de interpolatie tussen 2014 en de Deltares projectie voor 2045 (KEV). Voor de bandbreedte wordt ook een raming gemaakt op basis van geen verdere verandering t.o.v. 2014 of een extrapolatie van de trend tussen 1990 en 2014. Let op: KEV en trend lopen voor moerige grond vrijwel gelijk.

Na deze extrapolaties zijn een aantal aanpassingen gedaan om de rekentijd te beperken:

- Alle trajecten kleiner dan 10 ha krijgen in 1970 hetzelfde landgebruik als in 1990.
- Alle trajecten kleiner dan 1 ha krijgen in 2041 hetzelfde landgebruik als in 2017. (897 ha).
- Alle trajecten kleiner dan 1 ha krijgen in 2041 dezelfde bodem als in 2017. (57 ha).
- Alle trajecten die in de code meer dan 1 miljoen sub-trajecten opleveren krijgen in 1970 hetzelfde landgebruik als in 1990. Op 1 traject na gaat hierbij om overgangen van gras naar akker en omgekeerd (967 ha). Het ene traject dat steeds bebouwing heeft maar in 1990 akker krijgt in 1990 ook bebouwing (10 ha).

Bovenstaande wijzigingen kunnen uiteindelijk leiden tot kleine afwijkingen in de gewenste oppervlaktes in 2040, maar leiden tot een geschatte reductie in rekentijd van 88%.



Figuur 2.3 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 Deltares projectie voor 2045 (KEV). Voor de bandbreedte wordt ook een raming gemaakt op basis van geen verdere verandering t.o.v. 2014 of een extrapolatie van de trend tussen 1990 en 2014.

Tabel 2.4 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	180.979	162.159	141.204	-784	-806
veen	319.801	274.532	252.522	-1.886	-847

2.5 Ontwikkeling van bos, oogst en geoogste houtproducten

De ontwikkeling van de koolstofvoorraden in het bos en in de geoogste houtproducten (HWP) worden gestuurd door de ontwikkeling in het oogstvolume. De betreffende koolstofvoorraden zijn voor de LULUCF ramingen voor de KEV 2019 (Velthof et al., 2019) berekend met het EFISCEN Space model (Arets en Schelhaas, 2019; Schelhaas et al., in prep.), en integraal overgenomen in de ramingen voor de KEV 2020 (Vonk et al., 2020). Er is geen verandering in beleid in de KEV 2021 ten opzichte van de KEV2019 die gevolgen heeft voor de toekomstige oogst. Ook zijn er geen methodische ontwikkelingen die het noodzakelijk maken om de onderliggende projecties met het EFISCEN Space model aan te passen ten opzichte van de berekeningen voor de KEV2019. Die projecties lopen echter maar tot 2033, omdat het zichtjaar in de KEV2019 nog 2030 was. Vanwege de complexiteit van de EFISCEN Space projecties en de verwerking daarvan tot input voor het LULUCF systeem is ervoor gekozen om de trends uit de EFISCEN Space projecties door te trekken tot 2040, in plaats van nieuwe projecties te maken. Voor de accounting periode 2021-2030 heeft dit geen gevolgen, alleen de projectie voor 2040 wordt daarmee iets onzekerder. Gezien de lineariteit van de EFISCEN Space output en de overige onzekerheden in de LULUCF projecties is deze toename in onzekerheid waarschijnlijk verwaarloosbaar.

De voorraden koolstof in biomassa en dood hout zijn lineair geëxtrapoleerd uit de periode 2026-2031 naar 2040. De hoeveelheid strooisel is constant verondersteld, in lijn met eerdere aannames sinds 2021. De oogst vertoont een duidelijk dalende trend met een 5-jarig patroon. Op basis van deze informatie is de oogst doorgetrokken tot 2040 (tot 2033 was nog beschikbaar). De input voor de HWP is afgeleid van de oogst en is op dezelfde manier doorgetrokken tot 2040.

Referentiewaarden voor LULUCF-boekhouding

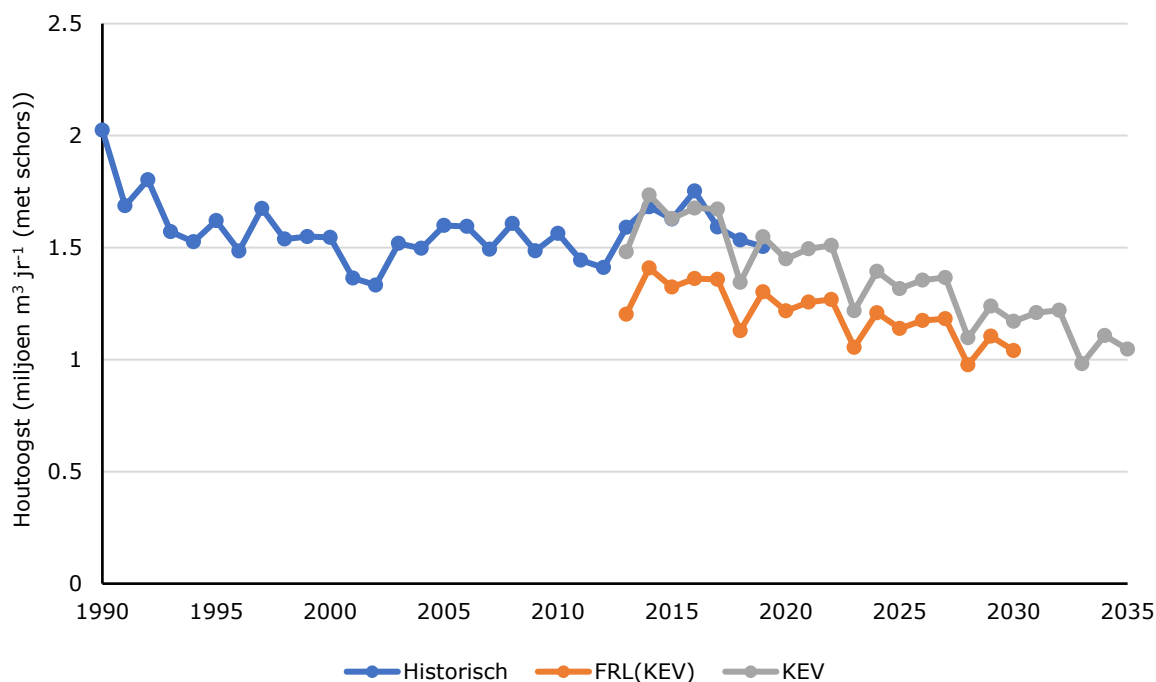
De referentiewaarden voor beheerd bouwland, beheerd grasland, en beheerde wetlands worden gegeven door de emissies in de periode 2005-2009 (zie de EU LULUCF verordening 2018/841). Voor de referentie voor beheerd bos is echter een projectie van de ontwikkeling van koolstofvoorraden in bos tot en met 2030 nodig, het 'Forest Referentie Level' (FRL). Het FRL is gedefinieerd als de koolstofput in het bos dat bos blijft, in de periode 2021-2030 (opgesplitst in twee verplichtingsperiodes 2021-2025 en 2026-2030), 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 in lijn met de richtlijnen voor het opstellen van het FRL het bosareaal na 2013 constant verondersteld. Later, als nieuwe informatie over veranderingen in de daadwerkelijke arealen gedurende de verplichtingsperiode beschikbaar komen, zullen er technische correcties op het FRL volgen. Dat ingediende FRL is daarmee niet heel erg geschikt en relevant voor de boekhoudkundige berekeningen voor de KEV ramingen.

Voor de KEV2021 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 landgebruik de trend in landgebruiksverandering is doorgetrokken tot 2030.

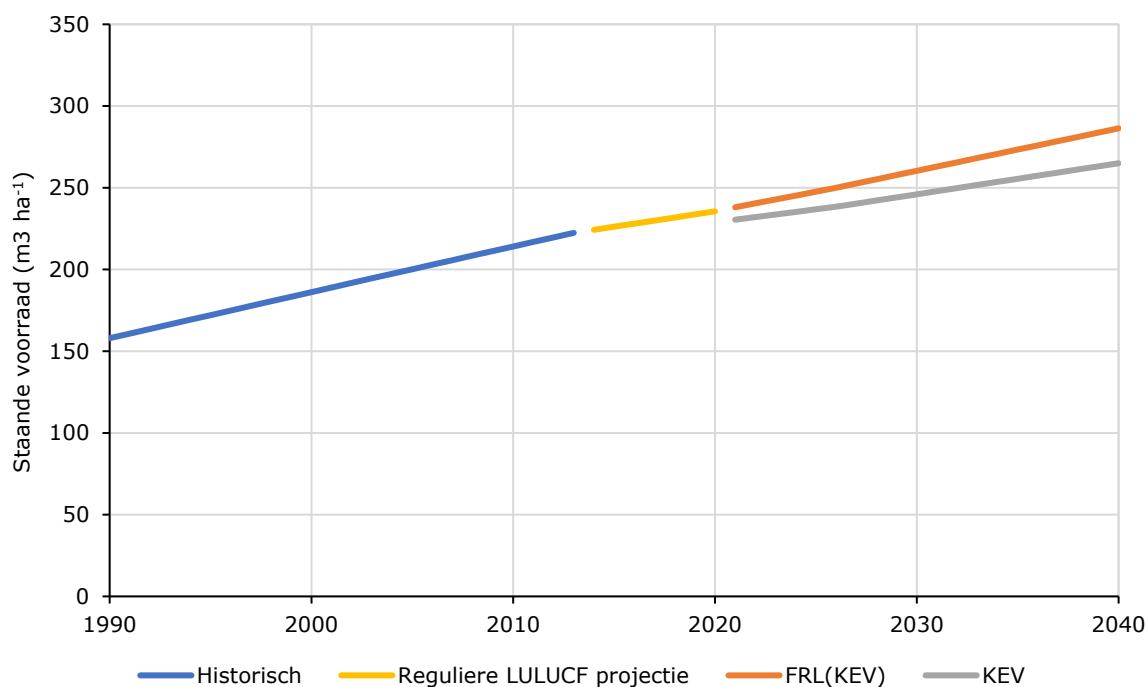
De oogstkansen en overige instellingen in de EFISCEN Space projecties om de ontwikkeling van de oogst en gemiddelde staande voorraad hout in het Nederlandse bos te bepalen zijn niet gewijzigd ten opzichte van de oorspronkelijke versie van het FRL. Echter doordat het bosareaal in deze KEV aanpassing over de tijd wijzigt, wijzigen ook de schattingen voor de netto oogst na 2013 (Figuur 2.4) en ook de ontwikkeling van biomassa in 2030 (Figuur 2.5) 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 in 2027 en 2032 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 KEV2019 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.



Figuur 2.4 Ontwikkeling van houtoogst uit Nederlands bos (historisch t/m 2019 – zie Arets et al. (2021)); $FRL_{(KEV)}$ projecties op basis van oogstkansen bij historische oogstintensiteit – zie Arets en Schelhaas (2019), en voor de KEV projectie op basis van 25% hogere oogstkansen t.o.v. de FRL oogstkansen.



Figuur 2.5 Ontwikkeling van de staande voorraad hout ($m^3 ha^{-1}$). Historisch op basis van bosinventarisaties en projecties zoals die in de reguliere LULUCF rapportage gebruikt worden voor de periode na afronden van de laatste bosinventarisatie, zie Arets et al. (2020); projectie voor $FRL_{(KEV)}$ met het EFISCEN Space model volgens de methode in Arets en Schelhaas (2019) en projecties voor de KEV run met het EFISCEN model.

2.6 Onzekerheden en gevoeligheden

Voor de ramingen van de LULUCF sector in de KEV2021 wordt gebruik gemaakt van de modellen EFISCEN Space en het nationale LULUCF systeem. Beide modellen maken gebruik van invoerdata, meestal direct of indirect afkomstig uit monitoringsystemen, en parameters, meestal afkomstig uit eenmalige metingen of gebaseerd op literatuurbronnen. In de rapportage terminologie is de eerste categorie bekend als activiteitendata en de tweede als emissiefactoren. Omdat het een projectie in de toekomst betreft moeten aannames gedaan worden over de ontwikkeling in de tijd van een aantal variabelen. Elk van deze drie elementen hebben een zekere mate van onzekerheid in zich en bepalen mede de onzekerheid van de uitkomsten van een studie zoals de KEV2021. Bij een volledige onzekerheidsanalyse wordt voor elke afzonderlijke bron (invoer set, parameter) een inschatting gemaakt van de onzekerheid, bijvoorbeeld als standaardafwijking van de gemiddelde waarde van een parameter, en worden al deze onzekerheden gelijktijdig doorgerekend. Dit gebeurt door een simulatie een groot aantal keren uit te voeren met steeds een nieuwe random trekking uit de gespecificeerde onzekerheden, waarna voor een specifieke uitvoer variabele bekeken kan worden hoe groot de onzekerheid is. Bij een gevoeligheidsanalyse wordt voor elke bron afzonderlijk gekeken hoe gevoelig de uitkomsten zijn voor veranderingen in de invoer.

Voor het LULUCF systeem dat voor de rapportages in de NIR wordt gebruikt is een formele onzekerheidsanalyse uitgevoerd, zoals gerapporteerd in Arets et al. (2021). Dit betreft echter een eerdere versie van het LULUCF systeem, en niet in combinatie met het EFISCEN Space model zoals gebruikt is voor de KEV2021. De uitkomsten zullen naar verwachting echter heel vergelijkbaar zijn. EFISCEN Space is nog in ontwikkeling en er is nog geen formele gevoeligheidsanalyse of onzekerheidsanalyse uitgevoerd, maar er is wel ruime gebruikerservaring beschikbaar. De hier gegeven analyse is daarom gebaseerd op ervaringen met het gekoppelde EFISCEN Space-LULUCF systeem en spitst zich toe op cruciale gevoeligheden die van belang zijn voor het interpreteren van de KEV 2021 resultaten.

EFISCEN Space

Voor de KEV projectie zijn de oogstfracties met 25% opgehoogd om te komen tot een oogstniveau dat vergelijkbaar is met de gerapporteerde oogst in de jaren 2013-2018. Een hoger oogstniveau bij ongewijzigde groei leidt tot een lagere staande voorraad in de toekomst. In de FRL projectie neemt de voorraad toe van 226 m³/ha in 2013 tot 259 m³/ha in 2031, terwijl in de KEV raming de voorraad voor 2031 wordt geschat op 243 m³/ha. Hoewel de verschillen in absolute voorraad niet heel erg groot lijken, zijn de verschillen in jaarlijkse voorraad opbouw dat wel. In de FRL is de voorraad opbouw 1.9 m³ per ha per jaar, terwijl dat voor de KEV op maar 1,0 m³ per ha per jaar geraamd wordt, dus een reductie van 45%. Omdat gebruik gemaakt wordt van de 'stock change' methode vertaalt zich dit direct door in een afname van de koolstofput in de levende biomassa met 40%, die maar voor een klein deel wordt gecompenseerd door een toename in de koolstofopslag in de HWP. De 25% hogere oogstfracties zijn gebruikt om het oogstniveau van de jaren 2013-2018 te benaderen, en worden vervolgens doorgetrokken tot 2035. Hoeveel de werkelijke oogst tot 2035 zal gaan bedragen is afhankelijk van een heleboel moeilijk te voorspellen externe factoren, zoals vraag naar hout, prijzen, beleid, optreden van droogte, stormen en insectenplagen, enzovoorts.

Een verhoging van de oogstfracties met 15% dan wel 35% levert een reductie in de voorraadopbouw van respectievelijk 28% en 64% en dus aanzienlijke verschillen in de resultaten van het LULUCF systeem.

De oogstfracties zijn bepaald op waargenomen oogstpatronen in de bosinventarisatie. Doordat het Nederlandse bos relatief jong is, zijn er relatief weinig dikke bomen (> 60 cm) in het bos en is het niet mogelijk hiervoor een goede oogstfractie af te leiden. Op dit moment lijken de beheerders weinig van deze bomen te oogsten, waarschijnlijk uit oogpunt van natuurbescherming en recreatie. De komende 20 jaar zal het aantal dikke bomen flink toenemen, waarbij het onduidelijk is of beheerders meer geneigd zullen zijn deze te gaan oogsten naarmate ze minder zeldzaam worden. In de huidige projectie is een afname te zien in de oogst in de tijd, waarschijnlijk omdat de bomen dikker worden en dus niet meer geoogst kunnen worden in het model. In werkelijkheid zou de oogst hoger kunnen liggen, met gevolgen voor de koolstofput in het bos.

De ramingen gaan uit van een ongewijzigde groei en mortaliteit ten opzichte van de periode 2003-2013. De zomers van de jaren 2018, 2019 en 2020 waren bovengemiddeld warm en droog, wat heeft geleid tot plaatselijk vlaksgewijze sterfte van met name fijnspar en lariks, en waarschijnlijk verminderde groei in de rest van het bos. Ook heeft de essentaksterfte gezorgd voor het massaal afsterven van de es. Al deze ontwikkelingen maken het waarschijnlijk dat de gemeten voorraad in de eerstvolgende bosinventarisatie (NBI 7, te publiceren in 2021/2022) lager is dan verwacht op basis van simpele extrapolaties uit het verleden, met soortgelijke gevolgen voor de koolstofput als boven geschetst. De resultaten uit de NBI7 zullen in de LULUCF ramingen voor de KEV in 2022 meegenomen worden.

Aannames landgebruik

Op de kaart van 2013 stonden nog bospercelen die toen in werkelijkheid al ontbost waren. Daardoor vertoont deze kaart waarschijnlijk een te hoge oppervlakte bos, wat op de kaart van 2017 (deels) gecorrigeerd is (Arets et al., 2021; Schelhaas et al., 2017). Een extrapolatie van de trend tussen de kaarten van 2013 en 2017 levert dus waarschijnlijk een te hoge ontbossing tot 2040 op. Daarom is ervoor gekozen om de kaart van 2013 weg te laten bij de projecties.

2.6.1 Bandbreedte van emissies en verwijderingen voor LULUCF

Naar verwachting zijn de uitkomsten van de projecties het meest gevoelig voor de aannames rond de verandering in de belangrijkste activiteitsdata; landgebruik en verandering in landgebruik en de omvang van en afname in de oppervlakte moerige gronden en veengrond. Daarom voeren we ook een gevoeligheidsanalyse uit die een bandbreedte geeft waarbinnen de geraamde emissies en verwijderingen zullen liggen.

Omdat de ramingen in de toekomstige ontwikkelingen in landgebruik en de ontwikkeling in afname van veenbodems en moerige gronden een inherente onzekerheid in de gemaakte aannames kennen zijn er ook een viertal alternatieve ramingen gemaakt voor meer extreme veranderingen in landgebruik (2 keer) en de ontwikkeling in veenbodem en moerige grond (2 keer). Voor deze vier verschillende ramingen hebben we de volgende uitgangspunten genomen:

1. Geen veranderingen in landgebruik vanaf de laatste bekende kaart in 2017. Door de 20 jaar transitieperiodes die er in de LULUCF systematiek gelden zullen wel nog landgebruiksveranderingen die vóór 2017 hebben plaatsgevonden nog tot 2037 een effect hebben, maar dat wordt steeds kleiner. Hoewel dit geen realistische aanname is geeft het wel een minimale bandbreedte voor de emissies en verwijderingen van LULUCF (zie Bijlage 1 voor de onderliggende veranderingen in landgebruik).
2. Doortrekken van de trend in landgebruiksverandering tussen 2009 en 2017 naar 2040 zonder de aanpassingen zoals die beschreven zijn in de systematiek in paragraaf 2.4.1. Dit wordt gebruikt als een meer maximale bandbreedte voor de LULUCF emissies en verwijderingen. Hoewel dit niet de meest maximale mogelijkheid geeft, is dit door de sterke mate van ontbossing in de periode 2009-2017 wel een veel extremer scenario dan het scenario zoals dat nu voor de KEV is gebruikt (zie Bijlage 1 voor de onderliggende veranderingen in landgebruik).
3. Geen verandering in de oppervlakte moerige grond en veenbodem na 2014 (datum van de meest recente kaart met informatie over oppervlakte en locatie van deze gronden). Na 2014 neemt in de ramingen de oppervlakte veenbodems en moerige gronden dus niet meer verder af, waardoor emissies uit die gronden nagenoeg gelijk blijven aan die in 2014 (zie Figuren 2.2 en 2.3).
4. Doortrekken van de trend in afname van moerige grond en veenbodem gebaseerd op de waargenomen afname tussen de jaren 70 en 2014 (zie Figuren 2.2 en 2.3).

De overige instellingen en ontwikkelingen gerelateerd aan emissiefactoren zijn in de gevoeligheidsanalyse ongewijzigd gehouden ten opzichte van de midden raming voor de KEV.

3 Resultaten

3.1 Emissies en verwijderingen UNFCCC categorieën

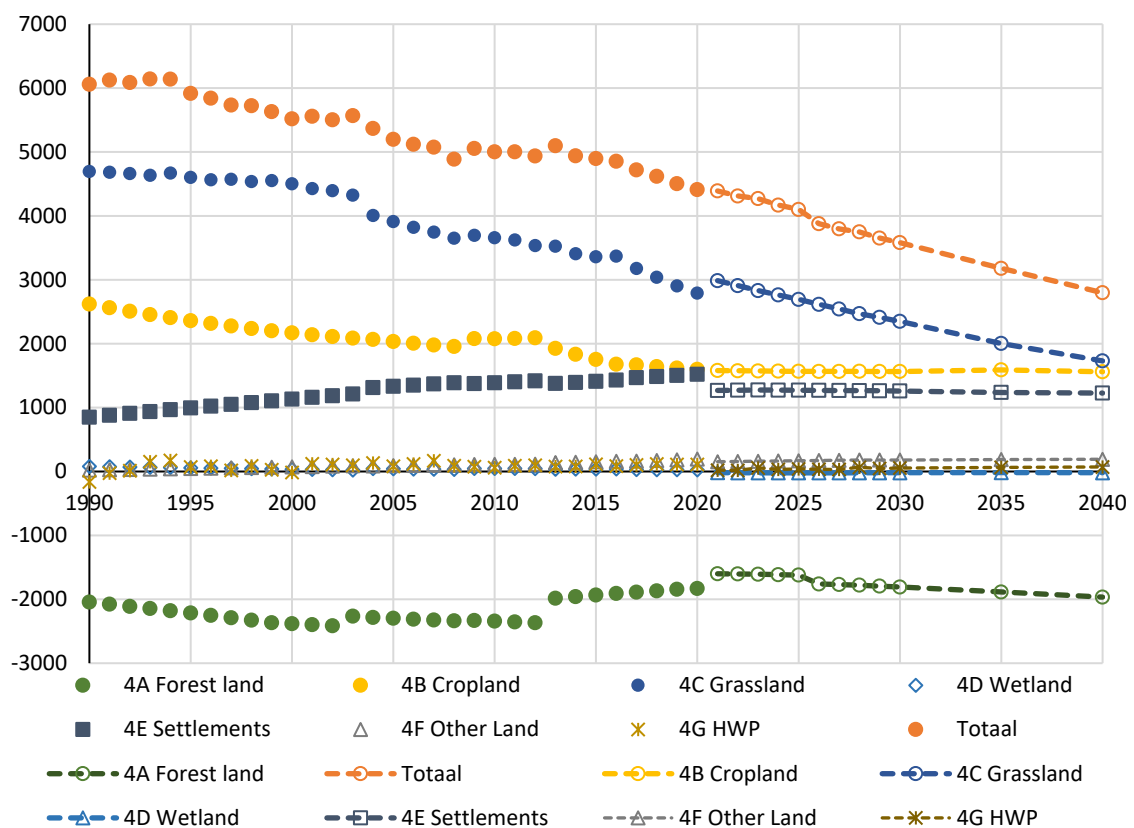
De totale geraamde netto emissies uit de LULUCF sector voor de KEV doorrekening nemen in de periode 2021-2030 geleidelijk af van 4.390 miljoen kg CO₂ eq. in 2021 tot 3.581 miljoen kg CO₂ eq. in 2030, en vervolgens tot 3.179 miljoen kg CO₂ eq. in 2035 en tot 2.797 miljoen kg CO₂ eq. in 2040 (Tabel 3.1). Gemiddeld komen de emissies in de periode 2020-2030 op 3,990 miljoen kg CO₂ eq. per jaar. Dat is inclusief N₂O emissies als gevolg van bodemverstoring bij landgebruiksveranderingen, waarbij CO₂ 98% van de emissies in CO₂ eq. bepaald en N₂O 2%. De emissies per landgebruikscategorie variëren wel meer over de tijd.

Tabel 3.1 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 'geoogste 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'.

	Netto emissies (miljoen kg CO ₂ eq.)												
	Jaar:	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
4. Totaal LULUCF		4.390	4.311	4.271	4.169	4.102	3.878	3.797	3.749	3.653	3.581	3.179	2.797
A. Bos		-1.600	-1.603	-1.607	-1.615	-1.620	-1.760	-1.769	-1.779	-1.794	-1.807	-1.886	-1.965
1. Bos dat bos blijft		-1.067	-1.062	-1.056	-1.057	-1.057	-1.192	-1.191	-1.189	-1.195	-1.202	-1.241	-1.290
2. Land dat is veranderd naar bos		-511	-519	-529	-534	-540	-555	-566	-578	-579	-585	-627	-650
B. Bouwland		1.580	1.576	1.574	1.570	1.568	1.566	1.566	1.567	1.566	1.565	1.590	1.561
1. Bouwland dat bouwland blijft		447	423	399	381	363	344	324	305	290	274	179	120
2. Land dat is veranderd naar bouwland		1.133	1.153	1.175	1.189	1.205	1.222	1.242	1.263	1.275	1.291	1.411	1.441
C. Grasland		2.986	2.909	2.831	2.763	2.693	2.616	2.543	2.469	2.411	2.349	2.003	1.730
1. Grasland dat grasland blijft		3.184	3.128	3.072	3.035	2.998	2.956	2.918	2.880	2.850	2.820	2.659	2.492
2. Land dat is veranderd naar grasland		-197	-218	-241	-272	-305	-341	-375	-410	-439	-471	-656	-761
D. Wetlands		-18	-19	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-19	-19	-17	-19
1. Wetlands die wetlands blijven		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2. Land dat is veranderd naar wetlands		-17	-18	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-18	-18	-16	-19
E. Bebouwing		1.268	1.272	1.275	1.273	1.272	1.269	1.268	1.266	1.263	1.259	1.237	1.227
1. Bebouwing die bebouwing blijft		386	388	391	391	390	390	389	388	388	388	382	364
2. Land dat is veranderd naar bebouwing		882	883	885	883	881	880	879	878	875	872	855	864
F. Overig land		154	158	162	165	169	172	176	179	180	180	188	192
1. Overig land dat overig land blijft		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Land dat is veranderd naar overig land		154	158	162	165	169	172	176	179	180	180	188	192
G. Geoogste houtproducten		21	19	55	32	41	35	33	66	47	54	64	71

De geraamde netto emissies uit bouwland blijven vrij constant over de tijd, terwijl de totale oppervlakte bouwland afneemt (zie Tabel 3.1 en Figuur 2.1 op pagina 18). Dat komt doordat de oppervlakte bouwland dat bouwland blijft sterk afneemt (m.n. door omzetting naar grasland), terwijl de oppervlakte land dat verandert naar bouwland toeneemt. In die laatste categorie nemen als gevolg daarvan de koolstofverliezen uit minerale bodem toe (omzetting van grasland of bos naar bouwland zorgt voor een afname in de koolstofvoorraad in minerale bodem, zie Figuur 11.2 in Arets et al. (2021)). Tegelijkertijd nemen als gevolg van het verlies aan omvang veenbodems en moerige grond de emissies uit organische bodems af.

De geraamde netto emissies in de categorie grasland nemen over de tijd sterk af, terwijl de oppervlakte toeneemt (Tabel 3.1 en Figuur 2.1). Dat komt doordat bij omzetting van ander landgebruik (m.n. bouwland) naar grasland, de koolstofvoorraad in minerale bodem toeneemt en er dus netto koolstof uit de atmosfeer verwijderd wordt. Dat compenseert deels de toename in de geraamde emissies uit organische bodems als gevolg van de toename in oppervlakte grasland op veenbodem en moerige grond.

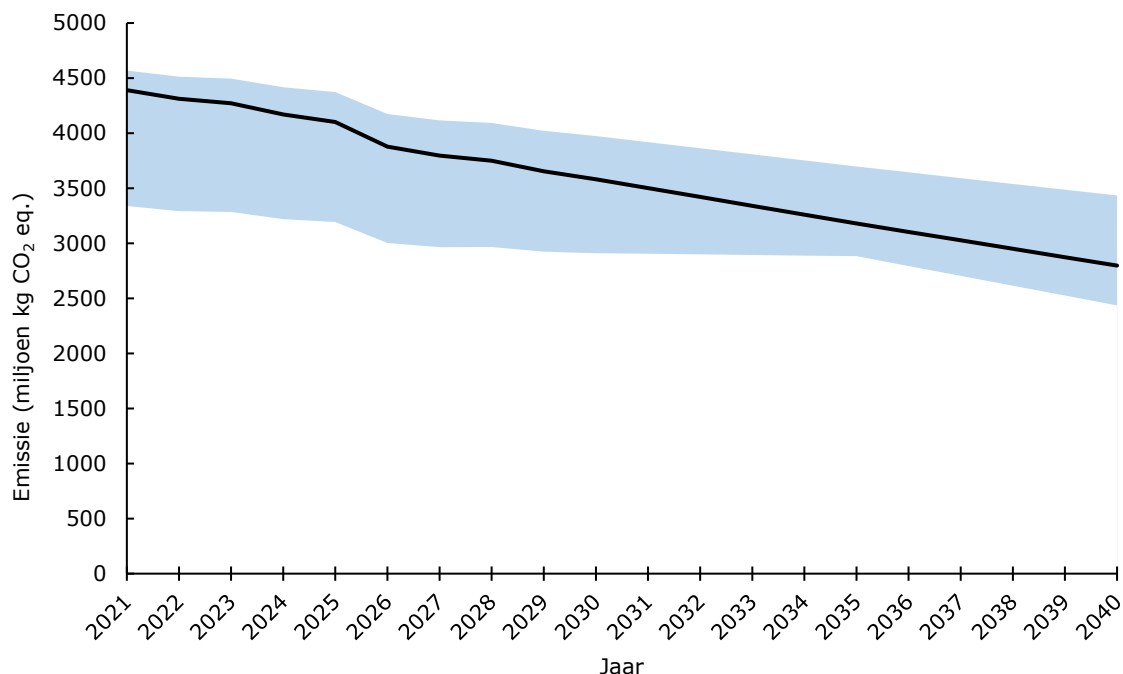


Figuur 3.1 Historische (1990-2020*; NIR 2021) en voor de KEV 2021 (vanaf 2021) geraamde netto emissies (miljoen kg CO₂ eq.) geaggregeerd voor de hoofd landgebruikscategorieën en geoogste houtproducten. Emissies zijn inclusief N₂O emissies als gevolg van bodem verstoring bij omzetting naar ander landgebruik. * In de NIR 2021 worden cijfers tot en met 2019 gerapporteerd; de waarde voor 2020 is op basis van de resultaten uit het LULUCF model zoals gebruikt voor de rapportage in de NIR 2021.

3.1.1 Bandbreedte

De geraamde LULUCF emissies liggen in de hele periode 2021-2040 binnen de bandbreedte van de meer extreme scenario's voor veranderingen in landgebruik en afname in de oppervlakte moerige grond en veengrond (Figuur 3.2, zie uitleg in paragraaf 2.6.1). Deze meer extreme scenario's kunnen worden gezien als limieten waarbinnen de daadwerkelijke toekomstige veranderingen vrij zeker zullen liggen. Ook de bovengrens van de bandbreedte neemt over de tijd geleidelijk af van 4.406 miljoen kg

CO₂ eq. in 2021 tot 3.974 miljoen kg CO₂ eq. in 2031 en vervolgens tot 3.697 miljoen kg CO₂ eq. in 2035 en 3.434 miljoen kg CO₂ eq. in 2040. De bovengrens wordt volledig bepaald door het scenario waarbinnen de oppervlakte moerige grond en veen vanaf 2014 niet verder afneemt en de emissies uit veen dus langer een hoger niveau hebben. De ondergrens wordt t/m 2030 bepaald door het scenario zonder landgebruiksverandering na 2017, waarna de ondergrens bepaald wordt door het scenario waarbij de huidige trends in het verlies van moerige grond en veen wordt doorgetrokken.



Figuur 3.2 Totaal geraamde netto emissies (miljoen kg CO₂ eq.) voor de LULUCF sector in de KEV 2021 met bandbreedte (blauw vlak) op basis van meer extreme scenario's voor landgebruik en de mate van afname in de oppervlakte moerige grond en veenbodem.

3.1.2 Vergelijking met de resultaten uit de KEV 2020

De geraamde LULUCF emissies namen in de ramingen voor de KEV 2020 (Vonk et al., 2020) geleidelijk af van 4.501 miljoen kg CO₂ eq. in 2021 tot 3.620 miljoen kg CO₂ eq. in 2030 en 3.197 miljoen kg CO₂ eq. in 2035. De geraamde emissies voor de KEV 2021 zijn daarmee in 2021 111 miljoen kg CO₂ eq. lager dan geraamd voor de KEV 2020, terwijl ze in 2030 nog maar 39 miljoen kg CO₂ eq. lager zijn dan geraamd voor de KEV 2020 (zie Tabel 3.2). Tussen 2030 en 2035 worden de geraamde LULUCF emissies voor de KEV 2021 hoger dan die voor de KEV 2020 (12 miljoen kg CO₂ eq. in 2035; Tabel 3.2). De belangrijkste verschillen zijn te zien in de geraamde emissies voor grasland (grasland dat grasland blijft), die steeds hoger liggen ten opzichte van de KEV 2020 en de geraamde emissies voor bebouwing die relatief veel lager dan de geraamde emissies voor de KEV 2020 (Tabel 3.2).

Deze verschillen zijn op zich te verklaren uit de verschillen in de aannames voor verandering in landgebruik en de afname in de oppervlakte organische bodems. Maar doordat ook interacties tussen die twee meespelen en doordat beide zijn bepaald aan de hand van extrapolaties in plaats van ruimtelijk expliciete analyses zijn ze niet één op één te duiden. Een verdere analyse van de verschillen in de onderliggende veranderingen in koolstofvoorraden in de verschillende koolstofreservoirs (levende, biomassa, dood organisch materiaal, minerale bodems en organische bodems) tussen de ramingen voor de KEV 2020 en KEV 2021, laat zien;

1. dat zoals te verwachten valt op basis van de verschillen in afname in oppervlakte moerige grond en veengrond de geraamde emissies uit organische bodems voor de KEV 2021 hoger liggen dan geraamd voor de KEV 2020 en dat het verschil over de tijd toeneemt (23 miljoen kg CO₂ eq. hoger in 2021 en 190 miljoen kg CO₂ eq. hoger in 2035),

2. dat verlies aan koolstof uit biomassa en bijhorende CO₂ emissies in de ramingen voor de KEV 2021 lager liggen in de ramingen voor de KEV 2020 (26 miljoen kg CO₂ eq. lager in 2021 en 67 miljoen kg CO₂ eq. lager in 2035),
3. dat verlies aan koolstof uit minerale bodem en bijhorende CO₂ emissies in de ramingen voor de KEV 2021 lager liggen in de ramingen voor de KEV 2020 (94 miljoen kg CO₂ eq. lager in 2021 en 87 miljoen kg CO₂ eq. lager in 2035).

In de waarnemingen onder de punten 2 en 3 hierboven speelt met name de lagere snelheid van uitbreiding van bebouwing (paragraaf 2.4.1) een belangrijke rol. Daardoor gaat minder biomassa uit ander landgebruik verloren en ook zijn er lagere verliezen uit minerale bodems.

De vergelijkingen van de onderliggende verschillen laten dus zien dat hoewel de totale geraamde LULUCF emissies voor de KEV 2021 niet heel sterk verschillen met die voor de KEV 2020, wel de onderliggende oorzaken en bronnen verschillen.

Tabel 3.2 *Verschillen in de geraamde netto CO₂ eq. emissies tussen KEV 2020 (in Vonk et al. (2020) en KEV 2021 (in Tabel 3.1) voor de hoofd landgebruikscategorieën onderverdeeld in de 'blijvend' en 'veranderd naar' subcategorieën en 'geoogste houtproducten'. Negatieve getallen geven een lagere geraamde emissie voor de KEV 2021.*

	Netto emissies (miljoen kg CO ₂ eq.)											
	Jaar:	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035
4. Totaal LULUCF		-111	-104	-93	-89	-80	-73	-64	-51	-50	-39	12
A. Bos		21	22	23	24	27	28	29	31	28	30	37
1. Bos dat bos blijft		29	29	29	32	32	22	22	23	27	27	28
2. Land veranderd naar bos		13	15	16	16	18	19	19	20	21	23	27
B. Bouwland		-9	-7	-5	-4	-3	-2	-2	-1	-1	-2	-8
1. Bouwland dat bouwland blijft		16	19	23	26	31	34	37	41	45	50	72
2. Land veranderd naar bouwland		-25	-27	-28	-31	-33	-37	-39	-42	-47	-51	-80
C. Grasland		38	49	62	75	88	103	116	131	147	164	253
1. Grasland dat grasland blijft		36	48	59	70	82	93	104	115	126	138	191
2. Land veranderd naar grasland		3	3	3	5	6	9	12	17	21	26	63
D. Wetlands		-19	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-12	-7
1. Wetlands die wetlands blijven		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Land veranderd naar wetlands		-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-12	-6
E. Bebouwing		-118	-126	-134	-142	-148	-157	-163	-171	-178	-186	-220
1. Bebouwing die bebouwing blijft		2	2	3	4	4	6	6	7	8	9	12
2. Land veranderd naar bebouwing		-120	-129	-137	-145	-154	-162	-170	-178	-186	-194	-232
F. Overig land		-9	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-20	-20	-22	-28
1. Overig land dat overig land blijft		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Land veranderd naar overig land		-9	-11	-12	-14	-15	-17	-18	-20	-20	-22	-28
G. Geoogste houtproducten		-12	-13	-10	-12	-12	-13	-13	-10	-12	-12	-15

3.2 Toepassing van de boekhoudregels uit de LULUCF verordening

Toepassing van de boekhoudregels uit de EU LULUCF verordening⁸ op de emissies en verwijderingen voor de tijdreeks 2020-2030 resulteert in een netto tegoed van 1006 miljoen kg CO₂ eq. in 2025 en 1452 miljoen kg CO₂ eq. in 2030 (Tabel 3.3). Dat zijn de resultaten voor de betreffende jaren. Als de vijfjaar periodes 2021-2025 en 2026-2030 afgerekend worden komt dat op netto tegoed van **4.290** miljoen kg CO₂ eq. (4,3 Mton CO₂ eq.) in de eerste nalevingsperiode en een tegoed van **6.527** miljoen kg CO₂ eq. (6,5 Mton CO₂ eq.) in de tweede periode (10,8 Mton CO₂ eq. voor de hele

⁸ Zie Tabel 1.1 in Hoofdstuk 1 voor beknopte uitleg, of deze interactieve PDF voor nadere uitleg over de LULUCF verschillende rapportage en accountingsystemen: Hendriks et al. (2021); <https://edepot.wur.nl/545713>.

periode 2021-2030). De grootste bijdragen aan de netto afrekening worden geleverd door ontbossing en beheerd grasland.

Tabel 3.3 Per accountingcategorie referentie emissies uit basisperiode 2005-2009 (beheerd bouwland, beheerd grasland) of referentieniveau voor bos (beheerd bos), voor de KEV 2021 geraamde netto emissie voor 2025 en 2030 en resulterende accounting. Negatieve cijfers geven verwijderingen (bron van krediet), positieve cijfers emissies (bron van tekorten). Alle emissies zijn inclusief N₂O emissies als gevolg van bodemverstoring bij omzetting naar ander landgebruik.

Categorie	Referentie emissies		Netto emissies		Accounting emissies	
			(miljoen kg CO ₂ eq. /jaar)			
	2021-2025	2026-2030	2025	2030	2025	2030
Bebost land	-	-	-540	-585	-540	-585
Ontbost land	-	-	1193	1294	1193	1294
Beheerd bos incl. HWP	-1477	-1544	-1047	-1172	430	372
Beheerd bouwland	2007	2007	-1088	-1226	-591	-607
Beheerd grasland	4169	4169	2636	2199	-1534	-1971
Beheerde wetlands	13	13	48	57	35*	44
Overige niet in boekhouding	-	-	388	384		
Totaal			4094	3577	-1006	-1452

* In de eerste nalevingsperiode van 2021 tot 2025 kunnen beheerde wetlands worden op vrijwillige basis in de afrekening worden meegenomen. In de tweede nalevingsperiode van 2026-2030 moeten de emissies uit beheerde wetlands verplicht in de afrekening worden meegenomen.

De berekeningen voor de KEV 2020 lieten vergelijkbare netto tegoeden zien van 3817 miljoen kg CO₂ eq. in de nalevingsperiode 2021-2025 en 6303 miljoen kg CO₂ eq. in de tweede nalevingsperiode 2026-2030 (zie Tabel 3.4 en Vonk et al. (2020)).

Tabel 3.4 Resultaten voor KEV 2021 (uit Vonk et al. (2020)) ter vergelijking met Tabel 3.3.

Categorie	Referentie emissies		Netto emissies		Accounting emissies	
			(miljoen kg CO ₂ eq. /jaar)			
	2021-2025	2016-2030	2025	2030	2025	2030
Bebost land	-	-	-558	-608	-558	-608
Ontbost land	-	-	1186	1284	1186	1284
Beheerd bos incl. HWP	-1449	-1503	-1036	-1163	412	339
Beheerd bouwland	1946	1946	1422	1404	-524	-542
Beheerd grasland	4213	4213	2735	2270	-1477	-1943
Beheerde wetlands	13	13	49	58	36*	45
Overige niet in boekhouding	-	-	384	376		
Totaal			4182	3620	-925	-1425

* In de eerste nalevingsperiode van 2021 tot 2025 kunnen beheerde wetlands worden op vrijwillige basis in de afrekening worden meegenomen. In de tweede nalevingsperiode van 2026-2030 moeten de emissies uit beheerde wetlands verplicht in de afrekening worden meegenomen.

3.2.1 Bandbreedte

Naast de bandbreedte voor de emissies en verwijderingen voor de hele LULUCF sector, kan op dezelfde manier ook een bandbreedte voor de te verwachten accountingresultaten bepaald worden. De bandbreedte voor de nalevingsperiode 2021-2025 ligt tussen 3,2 en 8,8 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 4,3 Mton CO₂ eq.) krediet. Voor de nalevingsperiode 2026-2030 ligt de bandbreedte tussen 4,9 en 9,6 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 6,5 Mton CO₂ eq.) krediet. De bandbreedte voor de hele periode 2021-2030 komt op 8,2 tot 18,4 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 10,8 Mton CO₂ eq.) krediet.

3.2.2 Uitwerking per accountingcategorie

Bebossing en ontbossing

De accountingcategorie bebost land (nieuw bos) verwijderd volgens de KEV ramingen in 2025 en 2030 netto broeikasgassen en levert daarmee bij toepassing van de boekhoudregels uit de EU LULUCF verordening in 2025 een geraamd krediet van 540 miljoen kg CO₂ en in 2030 een geraamd krediet van 585 miljoen kg CO₂ (Tabel 3.3). Grootste bijdrage aan de geraamde verwijderingen wordt geleverd door vastlegging in biomassa (Tabel 3.5). Ontbost land zorgt in de KEV ramingen in 2025 voor netto 1.186 miljoen kg CO₂ tekort en in 2030 1.284 miljoen kg CO₂ tekort. Verlies aan koolstof uit levende biomassa en strooisel zijn hier de grootste bronnen (Tabel 3.5).

Doordat ontbossing 'gross-net'⁹ wordt afgerekend en het verlies aan koolstof uit bos als instantane emissie wordt meegenomen heeft het reduceren van ontbossing direct een groot effect om emissies te verkleinen en de boekhouding te verbeteren.

De beperkte verschillen met KEV 2020 (zie Tabel 3.6) kunnen goed verklaard worden door de reguliere methodewijzigingen die in de NIR 2021 zijn doorgevoerd. De beperkte toename in emissies uit organische bodems (moerige grond en veengrond) bij ontbossing is in lijn met wat te verwachten is op basis van de iets minder sterke afname in de oppervlakte organische bodems ten opzichte van de KEV 2020.

Tabel 3.5 Geraamde emissies en verwijderingen per koolstofreservoir voor bebost en ontbost land voor de KEV 2021. Accountingwaarden zijn gelijk aan deze emissies. Negatieve cijfers geven verwijderingen (bron van krediet), positieve cijfers emissies (bron van tekorten).

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Bebost land		Ontbost land	
		2025	2030	2025	2030
Biomassa toename	CO ₂	-643	-699	-167	-175
Biomassa verlies	CO ₂	90	95	1038	1124
DOM	CO ₂	-9	-5	300	325
Bodem C mineraal	CO ₂	2	3	-29	-32
Bodem C organisch	CO ₂	16	16	48	47
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	4	4	4	4
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	0	0	0	0
Totaal	CO₂ eq.	-540	-586	1194	1293

Tabel 3.6 Geraamde emissies en verwijderingen per koolstofreservoir voor bebost en ontbost land uit de KEV 2020 (uit Vonk et al. (2020)) ter vergelijking met Tabel 3.5.

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Bebost land		Ontbost land	
		2025	2030	2025	2030
Biomassa toename	CO ₂	-653	-711	-166	-174
Biomassa verlies	CO ₂	93	99	1032	1117
DOM	CO ₂	-23	-20	299	323
Bodem C mineraal	CO ₂	2	2	-29	-33
Bodem C organisch	CO ₂	18	18	45	44
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	4	5	5	5
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	0	0	0	0
Totaal	CO₂ eq.	-558	-608	1186	1284

⁹ De totale hoeveelheid emissies en de totale hoeveelheid verwijderingen in een jaar moeten worden meegenomen en worden niet afgezet tegen een basisjaar of referentiewaarde.

Beheerd bos inclusief HWP

De vergelijking tussen de verwijderingen geschat voor beheerd bos in 2025 en 2030 en het bijgewerkte FRL_(KEV) levert 412 miljoen kg CO₂ tekort in 2025 en 339 miljoen kg CO₂ tekort in 2030 (Tabel 3.3 of Tabel 3.7). De bijdrage van de verschillende koolstofreservoirs aan de netto verwijderingen voor beheerd bos in de KEV runs wordt in Tabel 3.7 weergegeven.

Hoewel beheerd bos (incl. HWP) nog steeds een koolstofput is, zijn de verwijderingen in de KEV run ("netto emissies" in Tabel 3.3) lager dan onder het bijgewerkte FRL ("referentie emissies" in Tabel 3.3). Dat komt met name doordat door de hogere oogst in de KEV berekeningen de gemiddelde biomassa (staande voorraad hout) zich minder snel ontwikkelt dan onder de oogstniveau uit het FRL. Maatregelen die groei van het bos bevorderen of lagere oogst zullen de verwijderingen uit bos verhogen en de kans dat de waardes uit het FRL gehaald worden vergroten.

Tabel 3.7 Geraamde emissies (miljoen kg CO₂ eq. per jaar) voor de verschillende koolstofreservoirs voor het FRL voor de periode 2021-2025 en 2026-2030 en geraamde emissies voor beheerd bos voor de KEV 2021 in 2025 en 2030 en bijdrage van ieder koolstofreservoir aan de accounting. Negatieve cijfers geven verwijderingen (bron van krediet), positieve cijfers emissies (bron van tekorten).

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Referentie emissies FRL _(KEV)		Emissies KEV projecties		Accounting	
		2021-2025	2016-2030	2025	2030	2025	2030
Biomassa toename	CO ₂	-3492	-3415	-3361	-3256	131	159
Biomassa verlies	CO ₂	1952	1787	2256	2010	304	223
DOM	CO ₂	-36	-29	-31	-23	5	6
Bodem C mineraal	CO ₂	0	0	0	0	0	0
Bodem C organisch	CO ₂	47	44	47	44	0	0
HWP	CO ₂	56	63	41	54	-15	-9
Totaal	CO₂	-1473	-1550	-1048	-1171	425	379

Tabel 3.8 Geraamde emissies (miljoen kg CO₂ eq. per jaar) voor de verschillende koolstofreservoirs voor het FRL en beheerd bos uit de KEV 2020 (uit Vonk et al. (2020)) ter vergelijking met Tabel 3.7.

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Referentie emissies FRL _(KEV)		Emissies KEV projecties		Accounting	
		2021-2025	2016-2030	2025	2030	2025	2030
Biomassa toename	CO ₂	-3571	-3488	-3362	-3259	209	229
Biomassa verlies	CO ₂	2030	1881	2256	2010	226	129
DOM	CO ₂	-34	-26	-31	-23	3	3
Bodem C mineraal	CO ₂	0	0	0	0	0	0
Bodem C organisch	CO ₂	59	57	47	43	-12	-14
HWP	CO ₂	66	72	53	66	-13	-6
Totaal	CO₂	-1450	-1504	-1037	-1163	412	339

Beheerd bouwland en beheerd grasland

Totale emissies uit beheerd bouwland en beheerd grasland zijn in de projecties voor 2025 en 2030 lager dan de emissies tijdens de basisperiode 2005-2009, resulterend in krediet van 524 tot 1943 miljoen kg CO₂ (Tabel 3.3 of Tabel 3.9). Effecten in bodem spelen hier een belangrijke rol (Tabel 3.9), zie ook Paragraaf 3.1. Door de grotere omzetting van bouwland naar grasland wordt er in 2025 en 2030 meer koolstof vastgelegd in minerale bodems in beheerd grasland. Door de waargenomen afname in oppervlakte veenbodem en moerige grond tussen 1990 en 2014 zijn de emissies uit organische bodems in 2025 en 2030 lager dan in de basisperiode 2005-2009. Verlies aan veenbodem en moerige grond is het gevolg van de oxidatie van veen die wordt veroorzaakt door grondwaterdaling in veen onder landbouwgebruik. Een belangrijk deel van de kredieten in de accounting wordt dus niet veroorzaakt door verbeterd beheer van landbouwbodems maar door het

verdwijnen van het organisch materiaal uit de veenbodem als gevolg van de voortdurende ontwatering van de organische bodems met oxidatie en emissies als resultaat.

Voor zowel bouwland als grasland zijn de geraamde CO₂ emissies uit organische bodems in 2025 hoger vergeleken met de geraamde emissies voor de KEV 2020 (Tabel 3.10 Vonk et al., 2020), terwijl deze in 2030 iets lager liggen. Op basis van de langzamer geraamde afname in de oppervlakte moerige en veengrond (op basis van het gebruik van de informatie uit de Deltares kaart) zou inderdaad een hoger emissie in de geraamde cijfers voor de KEV 2021 te verwachten zijn. Echter spelen hier vervolgens ook verschillen in veranderingen in de arealen bouwland en grasland doorheen. Omdat de analyses niet ruimtelijk expliciet zijn uitgevoerd, maar op basis van een bijgestelde extrapolatie van trends kan daar een interactie ontstaan zijn (zie ook paragraaf 3.1.2 met vergelijking tussen ramingen voor de KEV 2021 en de KEV 2020). In volgende ramingen voor de klimaat- en energieverkenningen is het daarom aan te bevelen dat ook ruimtelijk expliciete scenario's meegenomen worden en de interacties tussen landgebruik, landgebruiksverandering en bodems expliciet meegenomen en verklaard kunnen worden.

Tabel 3.9 Voor beheerd bouwland en grasland, de bijdrage van de verschillende koolstofreservoirs aan de gemiddelde emissies voor de referentieperiode 2005-2009, de geraamde emissies voor de KEV 2021 in 2025 en 2030, en de resulterende accounting hoeveelheden. Bij de emissies geven negatieve cijfers netto verwijderingen van broeikasgas weer. Bij accounting geven negatieve cijfers een bron van krediet en positieve cijfers geven bron van tekorten.

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Referentie emissies (2005-2009)	Emissies KEV projecties		Accounting	
			2025	2030	2025	2030
Beheerd Bouwland						
Biomassa toename	CO ₂	-462	-317	-317	145	145
Biomassa verlies	CO ₂	650	459	460	-191	-190
DOM	CO ₂	0	0	0	0	0
Bodem C mineraal	CO ₂	441	506	577	65	136
Bodem C organisch	CO ₂	1326	715	621	-611	-705
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	52	54	59	2	7
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	IE	IE	IE	IE	IE
Totaal	CO ₂ eq.	2007	1417	1400	-590	-607
Beheerd Grasland						
Biomassa toename	CO ₂	-936	-854	-878	82	58
Biomassa verlies	CO ₂	829	714	731	-115	-98
DOM	CO ₂	0	0	0	0	0
Bodem C mineraal	CO ₂	-597	-1151	-1347	-554	-750
Bodem C organisch	CO ₂	4852	3903	3669	-949	-1183
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	21	33	33	8	10
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	IE	IE	IE	IE	IE
Totaal	CO ₂ eq.	4169	2645	2208	-1524	-1961

Tabel 3.10 Voor beheerd bouwland en grasland de geraamde emissiecijfers en accounting uit de KEV 2020 (uit Vonk et al. (2020)) ter vergelijking met Tabel 3.9.

Koolstofreservoir	Eenheid (miljoen kg)	Referentie emissies	Emissies KEV projecties		Accounting	
			2025	2030	2025	2030
Beheerd Bouwland						
Biomassa toename	CO ₂	-396	-346	-346	51	51
Biomassa verlies	CO ₂	563	499	499	-63	-63
DOM	CO ₂	0	0	0	0	0
Bodem C mineraal	CO ₂	399	520	537	121	204
Bodem C organisch	CO ₂	1323	686	663	-637	-748
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	56	62	64	6	15
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	1E	1E	1E	1E	1E
Totaal	CO ₂ eq.	1945	1422	1404	-524	-542
Beheerd Grasland						
Biomassa toename	CO ₂	-902	-872	-879	12	-10
Biomassa verlies	CO ₂	841	823	827	20	39
DOM	CO ₂	0	0	0	0	0
Bodem C mineraal	CO ₂	-580	-1110	-1151	-526	-718
Bodem C organisch	CO ₂	4958	3862	3806	-992	-1264
Bodem N ₂ O mineraal	CO ₂ eq.	25	33	33	8	10
Bodem N ₂ O organisch	CO ₂ eq.	1E	1E	1E	1E	1E
Totaal	CO ₂ eq.	4213	2735	2270	-1477	-1943

3.2.3 Toepassing van de voorgestelde boekhoudregels en streefwaarde uit het 'fit for 55' klimaatpakket

Op 14 juli 2021 heeft de Europese Commissie een reeks wetgevingsvoorstellen ingediend om haar beleid geschikt te maken voor het behalen van het bijgewerkte streefcijfer van 55% netto reductie van broeikasgasemissies voor 2030 ten opzichte van het niveau in 1990. Als onderdeel van dit pakket stelt de Commissie voor om de netto verwijderingen in de LULUCF sector in 2030 te verhogen tot -310 miljoen ton CO₂-eq. en om tegen 2035 op EU-niveau in de gecombineerde LULUCF en landbouwsector (AFOLU) klimaatneutraliteit te bereiken. Hiervoor zijn voorstellen¹⁰ ingediend ter aanpassing van de huidige EU LULUCF verordening 2018/841. Hier wordt een eerste inschatting gegeven van de effecten van die voorstellen op de LULUCF klimaatboekhouding in de periode 2021-2030. Dit is geen uitputtende analyse en geeft slechts een eerste inschatting.

In de nalevingsperiode 2021-2025 leiden de voorstellen niet tot een wijziging die een effect op de uitkomsten van de boekhoudregels hebben zoals ze in hoofdstuk 3.2 worden gegeven. Wat wel wijzigt is dat de flexibiliteitsregels bij inzet van LULUCF kredieten in de ESR wijzigen. Het maximum aan in te zetten LULUCF krediet in de ESR (voor Nederland 13,4 Mton CO₂ eq.) wordt gelijk over de twee nalevingsperiodes verdeeld (6,7 Mton CO₂ eq.) en tegoeden die niet in de eerste periode (2021-2025) gebruikt worden kunnen nu niet meer in de tweede periode (2026-2030) gebruikt worden in de flexibiliteit met de ESR.

Voor de tweede nalevingsperiode wordt voor iedere EU lidstaat een doel gesteld van maximale emissies (voor Nederland en een aantal andere lidstaten waarvoor LULUCF een netto bron van emissies is) of minimaal te bereiken hoeveelheid verwijderingen (lidstaten waarvoor LULUCF een netto put is). Dat doel moet ervoor zorgen dat alle lidstaten gezamenlijk in 2030 netto emissie met ten minste 310 miljoen ton CO₂-eq. verlagen ten opzichte van de gemiddelde emissies die in de NIR 2019 voor de jaren 2016-2018 zijn gerapporteerd. Het totaal van -310 miljoen ton CO₂-eq. wordt onder de lidstaten verdeeld op basis van hun relatieve aandeel in het totale oppervlakte beheerd land in de EU. Voor Nederland is dat doel gesteld op 4.523 miljoen kg CO₂-eq. De streefwaarden voor de jaren 2026-

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0554>

2029 worden bepaald op basis van een lineair traject startend bij een emissie in 2022 naar het doel van 4.523 miljoen kg CO₂-eq. in 2030. Die startwaarde in 2022 zal in 2025 of 2026 worden gebaseerd op de gerapporteerde gemiddelde broeikasgasinventaris-gegevens voor de jaren 2021, 2022 en 2023 (in de NIR 2025).

Tevens zal de Commissie op een bepaald moment (waarschijnlijk ook in 2025) een technische correctie op het doel in 2030 doorvoeren. Deze correctie houdt rekening met tussenliggende methodewijzigingen die leiden tot wijzigingen in de gerapporteerde broeikasgasinventaris-gegevens voor de periode 2016-2018. Hier geven we de geschatte resultaten uit de voorgestelde boekhouding op basis van 1) het in het voorstel opgenomen streefwaarde van 4.523 miljoen kg CO₂-eq. in 2030 en de tussenliggende streefwaardes bepaald op basis van de rekenregels en het gemiddelde voor de in 2021-2023 geraamde emissies (4.324 miljoen kg CO₂-eq. op basis van Tabel 3.1), en 2) de technische correct op de streefwaarde in 2030 op basis van de gegevens voor 2016-2018 uit de nieuwste broeikasgasinventaris uit de NIR 2021 en de tussenliggende streefwaardes weer bepaald op basis van de rekenregels en het gemiddelde voor de in 2021-2023 geraamde emissies (4.324 miljoen kg CO₂-eq., op basis van Tabel 3.1).

Streefwaarde uit voorstel van de Europese Commissie

Toepassing van de regels uit het voorstel leveren voor de periode 2026-2030 een geraamd krediet van 3708 miljoen kg CO₂-eq. (3,7 Mton CO₂ eq.)(Tabel 3.13). Samen met de geraamde 4,3 Mton CO₂ eq. krediet uit de eerste periode levert dat in de periode 2021-2030 8,0 Mton CO₂ eq. krediet (Tabel 3.12). Doordat de geraamde emissies in 2022 al lager ligt dan de streefwaarde in 2030 zoals die opgenomen is in het LULUCF voorstel, ligt de streefwaarde voor de maximum emissies het laagst in 2026 en nemen ze tot 2030 toe naar de streefwaarde van 4.523 miljoen kg CO₂-eq.

Tabel 3.11 Voor de periode 2026-2030 geraamde streefwaardes (miljoen kg CO₂-eq.) en geraamde KEV emissies en boekhoudresultaat (miljoen kg CO₂-eq.) op basis van de voorstellen in het 'fit for 55 pakket'. Bij accounting geven negatieve cijfers een bron van krediet en positieve cijfers geven bron van tekorten.

Jaar	Streefwaarde	Geraamde emissies	Accounting
2026	4424	3.878	-545
2027	4.448	3.797	-652
2028	4.473	3.749	-724
2029	4.498	3.653	-845
2030	4.523	3.581	-942
Totaal			-3.708

Tabel 3.12 Resultaten voor de LULUCF boekhouding in de periode 2021-2030 op basis van de voorstellen in het 'fit for 55 pakket'. Negatieve cijfers geven een accountingkrediet weer.

Periode	Mt CO ₂ eq.	
2021-2025	-4,3	Resultaat uit paragraaf 3.2
2026-2030	-3,7	Resultaat uit Tabel 3.11
Totaal	-8,0	

Ook hier kan weer een bandbreedte worden bepaald op basis van de meer extreme scenario's. In de nalevingsperiode 2021-2025 ligt die tussen 3,2 en 8,8 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 4,3 Mton CO₂ eq.) aan krediet. Voor de nalevingsperiode 2026-2030 ligt de bandbreedte tussen 2,2 en 6,3 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 3,7 Mton CO₂ eq.) krediet. De bandbreedte voor de hele periode 2021-2030 komt op 5,5 tot 15,1 Mton CO₂ eq. (KEV raming op 10,8 Mton CO₂ eq.) krediet.

Streefwaarde met technische correctie

De technische correctie houdt rekening met bijgestelde data voor de jaren 2016-2018 op basis van de NIR 2021. De nieuwe streefwaarde voor 2030 zou dan uitkomen op 4.336 miljoen kg CO₂-eq en is daarmee strenger dan de streefwaarde die momenteel in het voorstel is opgenomen. Toepassing van

de boekhoudregels leveren dan voor de periode 2026-2030 een geraamd krediet van 3.007 miljoen kg CO₂-eq. (3,0 Mton CO₂ eq.)(Tabel 3.13). Samen met de geraamde 4,3 Mton CO₂ eq. krediet uit de eerste periode levert dat in de periode 2021-2030 8,0 Mton CO₂ eq. krediet (Tabel 3.14). Waarschijnlijk zullen verdere toekomstige methodewijzigingen leiden tot de noodzaak tot verdere aanpassingen aan de streefwaardes.

Tabel 3.13 Voor de periode 2026-2030 geraamde streefwaardes (miljoen kg CO₂-eq.) na de technische correctie op de streefwaarde voor 2030 en geraamde KEV emissies en boekhoudresultaat (miljoen kg CO₂-eq.). Bij accounting geven negatieve cijfers een bron van krediet en positieve cijfers geven bron van tekorten.

Jaar	Streefwaarde	Geraamde emissies	Accounting
2026	4.330	3.878	-452
2027	4.332	3.797	-535
2028	4.333	3.749	-584
2029	4.335	3.653	-682
2030	4.336	3.581	-755
Totaal			-3.007

Tabel 3.14 Resultaten voor de LULUCF boekhouding in de periode 2021-2030 op basis van de voorstellen in het 'fit for 55 pakket', na een technische correctie op de streefwaarde voor 2030.

Periode	Mt CO ₂ eq.	
2021-2025	-4,3	Resultaat uit paragraaf 3.2
2026-2030	-3,0	Resultaat uit Tabel 3.13
Totaal	-7,3	

Literatuur

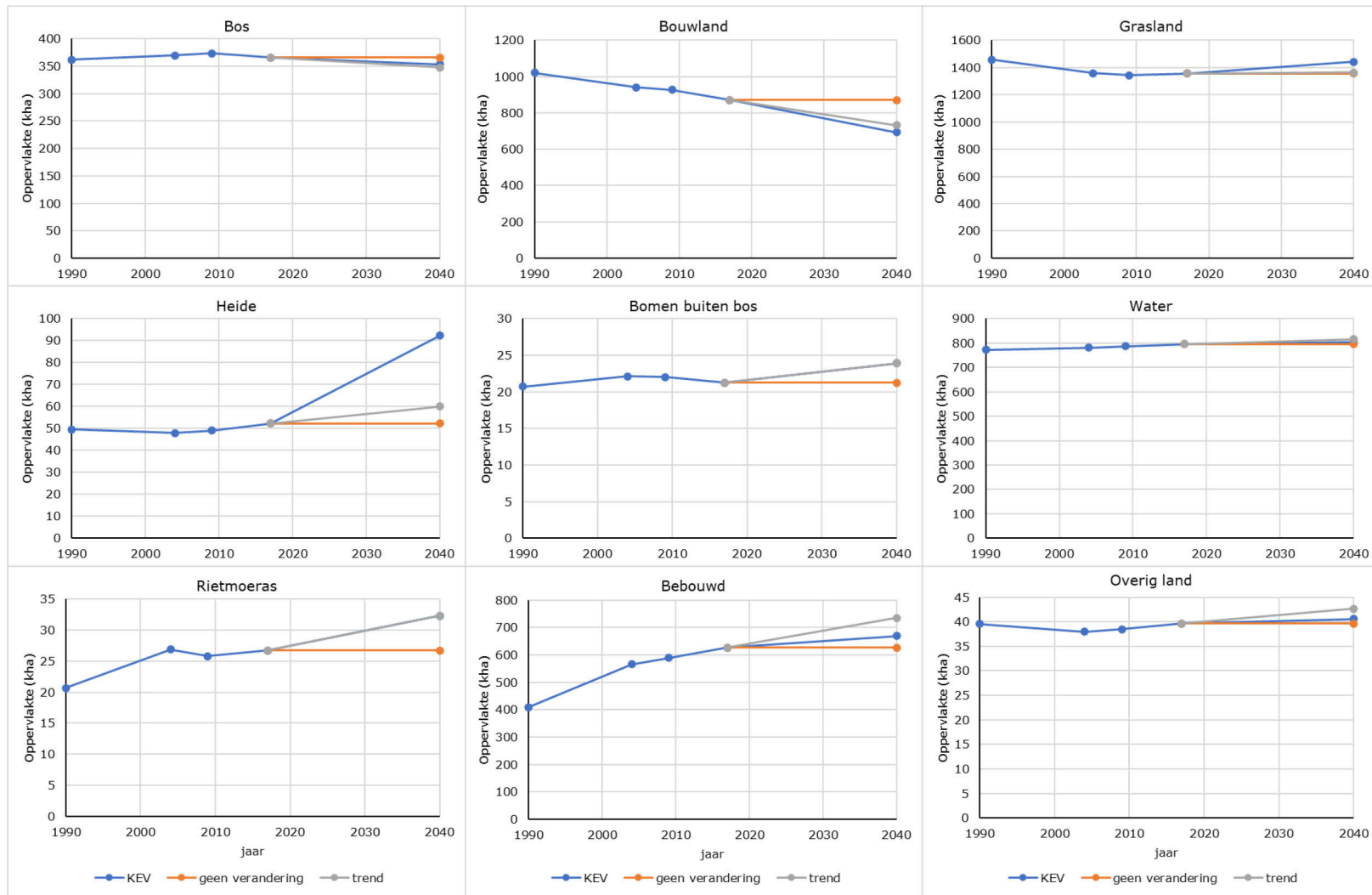
- Arets, E.J.M.M. en M.J. Schelhaas. (2019). *National Forestry Accounting Plan. Submission of the Forest Reference Level 2021-2025 for the Netherlands*. Wageningen. <https://edepot.wur.nl/513199>.
- Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman en M.J. Schelhaas. (2021). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2021*. WOt Technical report 201. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands. <https://edepot.wur.nl/539898>.
- Erkens, G., H. Kooi en R. Melman. (2021). *Actualisatie bodemdalingsvoorspellingskaarten*. Deltares, Utrecht, Nederland.
- 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>.
- PBL. (2021). *Grote opgaven in een beperkte ruimte. Ruimtelijke keuzes voor een toekomstbestendige leefomgeving*. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, Nederland. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-grote-opgaven-in-een-beperkte-ruimte-4318_1.pdf.
- Ruysenaars, P.G., P.W.H.G. Coenen, P.J. Zijlema, E.J.M.M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E.P. van Huis, W.W.R. Koch, R. te Molder, J.A. Montfoort, T. van der Zee en M.C. van Zanten. (2021). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2019. National Inventory Report 2021*. RIVM report 2021-0007. RIVM, National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, The Netherlands. <https://doi.org/10.21945/rivm-2021-0007>.
- Schelhaas, M.J., E. Arets en H. Kramer. (2017). *Het Nederlandse bos als bron van CO₂*. Vakblad Natuur Bos Landschap September 2017:6-9.
- Schelhaas, M.J., G.M. Hengeveld, S. Filipek, L. König, B. Lerink, I. Staritsky, A. de Jong en G.J. Nabuurs. (in prep.). *Documentation of the EFISCEN Space model*. Report, Wageningen Environmental Research, Wageningen, Nederland.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, E. Arets, C.M. Groenestein, J.F.M. Helming, H.H. Luesink, M.J. Schelhaas, H. J.F.M., L.A. Lagerwerf en J. Vonk. (2019). *Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030; Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2019, met ramingen van emissies van methaan, lachgas, ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en NMVOS uit de landbouw en kooldioxide en lachgas door landgebruik*. Rapport 2970. Wageningen Environmental Research, Wageningen, Nederland. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/507100>.
- Vonk, J., E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M. Schelhaas, T. van der Zee en G.L. Velthof. (2020). *Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020*. Wageningen Research, Wageningen, Nederland. <https://edepot.wur.nl/533503>.
- Vonk, J., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, T. van de Zee en G.L. Velthof. (2021). *Raming van broeikasgasemissies uit de landbouw tot 2030, met doorkijk naar 2040. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2021*. Rapport 1339. Wageningen Livestock Research, Wageningen, Nederland.

Bijlage 1 Veranderingen in landgebruik

De beschrijving voor de extrapolaties in landgebruik zoals voor de ramingen voor de KEV worden gebruikt, worden gegeven in hoofdstuk 2.4. De ontwikkeling van de oppervlaktes (kha) van de landgebruikscategorieën in de opeenvolgende kaarten tussen 1990-2017 (zie Arets et al., 2021) en als geraamd voor 2040 (KEV) staan in Tabel 2.3 in hoofdstuk 2.4 en in Figuur B1.1 hieronder. Daarnaast worden voor de bepaling van de bandbreedte in de geraamde LULUCF emissies ook twee extreme alternatieve scenario's voor verandering in landgebruik gebruikt;

1. geen veranderingen in landgebruik vanaf de laatste bekende kaart in 2017,
2. doortrekken van de trend in landgebruiksverandering tussen 2009 en 2017 naar 2040 zonder de aanpassingen zoals die beschreven zijn in de systematiek in paragraaf 2.4.1.

De resultaten voor deze twee scenario's staan in Figuur B1.1 hieronder.



Figuur B1.1 Ontwikkeling van de oppervlaktes (kha) van de landgebruikscategorieën in de opeenvolgende kaarten tussen 1990-2017 (zie Arets et al., 2021) en als geraamd voor 2040 (KEV) (zie informatie in Tabel 2.3), of als alternatieven gebruikt in de bepaling van de bandbreedte de oppervlakte in 2040 uitgaande van geen verandering vanaf 2017, of bij het doortrekken van de trend in verandering tussen 2013 en 2017.

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 3123
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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten 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 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 3123
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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten 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.

