

Het Nederlandse bos tot 2060

Drie alternatieve bosbeheerscenario's

Silke Jacobs & Gert-Jan Nabuurs



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Het Nederlandse bos tot 2060

Drie alternatieve bosbeheersscenario's

Silke Jacobs & Gert-Jan Nabuurs

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental binnen het publiek-private samenwerkingsproject 'Van bos tot bouw'.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, december 2023

Gereviewd door:

Kees Hendriks, Senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

E.J.M.M. Arets, teamleider Vegetatie, Bos- en Landschapsecologie

Rapport 3311
ISSN 1566-7197

Jacobs, S. en Nabuurs, G.J., 2023. *Het Nederlandse bos tot 2060; drie alternatieve bosbeheersscenario's*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3311. 40 blz.; 30 fig.; 3 tab.; 6 ref.

In dit onderzoek, dat onderdeel is van het project 'Van bos tot bouw', is onderzocht of het mogelijk is zowel meer inlands hout voor de bouw te produceren als tegelijkertijd natuurwaarden te behouden middels investeringen en bosbeheerverbeteringen. Om de toekomstige ontwikkeling van het Nederlandse bos tot 2060 voor drie scenario's (basislijn, bossenstrategie en verjonging en investering) te kunnen analyseren, is gebruikgemaakt van het model EFISCEN-Space.

Trefwoorden: bossenstrategie, houtproductie, natuurwaarden

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/645600> 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.

© 2023 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

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



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

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

Wageningen Environmental Research Rapport 3311 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Deze rapportage is een van de eindproducten van het project *Van bos tot bouw*. Het project is een initiatief van de Bosgroepen en Wageningen University & Research.

De projectpartners zijn:

- Staatsbosbeheer
- Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH)
- De Groot Vroomshoop
- VolkerWessels
- VolkerWessels Materieel en Logistiek
- G&S& (voorheen BMB Ontwikkeling)
- Aveco De Bondt
- Woningbouwcorporatie Ons Doel
- a.s.r. real estate
- Unie van Bosgroepen
- Wageningen Environmental Research
- Wageningen University & Research

Dit project, met als formele titel *Hoogwaardiger toepassing van meer Nederlands hout in de bouw als effectieve klimaatmaatregel*, werd gefinancierd door de projectpartners en de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.



Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Verantwoording | 7 |
| Dankwoord | 9 |
| Samenvatting | 11 |
| 1 Inleiding | 13 |
| 2 Methode | 14 |
| 2.1 EFISCEN-Space | 14 |
| 2.2 Scenario's | 15 |
| 2.2.1 Basislijnsscenario | 15 |
| 2.2.2 Bossenstrategiescenario | 16 |
| 2.2.3 Verjongings- en investeringscenario | 17 |
| 3 Resultaten | 20 |
| 3.1 Staande voorraad | 20 |
| 3.2 Bijgroei | 23 |
| 3.3 Oogstvolumes | 25 |
| 3.4 De compositie en structuur van het bos | 31 |
| 3.5 Mortaliteit | 35 |
| 4 Discussie en conclusie | 36 |
| Literatuur | 38 |
| Bijlage 1 Ingroei Jonge bomen | 39 |

Verantwoording

Rapport: 3311

Projectnummer: 5200046556

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: Senior onderzoeker

naam: C.M.A. Hendriks

datum: 26-10-2023

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: E.J.M.M. Arets

datum: 11-12-2023

Dankwoord

Dit onderzoek was onderdeel van het project *Van bos tot bouw*, bestaande uit de volgende consortiumpartners:

- Staatsbosbeheer
- Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH)
- De Groot Vroomshoop
- VolkerWessels
- VolkerWessels Materieel en Logistiek
- G&S& (voorheen BMB Ontwikkeling)
- Aveco De Bondt
- Woningbouwcorporatie Ons Doel
- a.s.r. real estate
- Unie van Bosgroepen
- Wageningen University & Research

Graag bedanken wij deze partners voor hun waardevolle inbreng vanuit de praktijk aan de inhoud van dit onderzoek.

Samenvatting

In dit onderzoek, dat onderdeel is van het project 'Hoogwaardiger toepassing van meer Nederlands hout in de bouw als effectieve klimaatmaatregel', wordt onderzocht of het mogelijk is zowel meer inlands hout voor de bouw te produceren en tegelijkertijd natuurwaarden te behouden, middels investeringen en bosbeheerverbeteringen. Om te analyseren hoe het Nederlandse bos zich in de toekomst kan ontwikkelen, zijn drie scenario's opgesteld. Functievervulling voor natuurwaarden en houtproductie staat daarbij voorop en wordt tegen elkaar en in synergie met elkaar afgewogen. Om de toekomstige ontwikkeling van het Nederlandse bos tot 2060 voor de drie scenario's te kunnen analyseren, is gebruikgemaakt van het model EFISCEN-Space (Schelhaas et al., 2022a). De natuurwaarden hebben we afgeleid van de diameterverdeling van het bos, de boomsoortensamenstelling, de hoeveelheid dood hout en de hoeveelheid 'natuurbos'. Er vindt geen bosuitbreiding plaats in de drie scenario's.

1. Basislijnsценario: in dit scenario wordt het huidige beheer van het Nederlandse bos doorgetrokken naar de toekomst.
2. Bossenstrategiescenario: in dit scenario ligt de focus meer op natuurbos. Het aantal hectares natuurbos is in dit scenario 3% hoger dan in het basislijnsценario. Het aantal hectares multifunctioneel bos is 3% lager in dit scenario. In natuurbos wordt minder geoogst. In het multifunctionele bos is in dit scenario de oogst iets verhoogd.
3. Verjongings- en investeringsscenario: in dit scenario wordt geïnvesteerd in verjonging en wordt gezocht naar een balans tussen het verhogen van de houtproductie en natuurwaarden van het Nederlandse bos. Het aantal hectares multifunctioneel bos is in dit scenario verhoogd met ongeveer 37.000 hectare ten opzichte van het basislijnsценario. Het aantal hectares natuurbos is daarmee verlaagd. De kapkansen zijn in dit scenario verhoogd in het multifunctionele bos in vergelijking met het basislijns- en Bossenstrategiescenario, maar in dit scenario wordt ook meer geïnvesteerd in verjonging.

Uitkomsten van de modelberekeningen laten zien dat in alle drie de scenario's de staande houtvoorraad stijgt. In het basislijns- en Bossenstrategiescenario stijgt de staande voorraad nagenoeg gelijk van 79,9 miljoen m³ naar respectievelijk 126,4 miljoen m³ en 123,2 miljoen m³. In het verjongings- en investeringsscenario stijgt de staande voorraad minder hard in vergelijking met de andere twee scenario's, omdat investeringen in verjonging en hogere bijgroei ook gepaard gaan met meer oogst. Hier stijgt de staande voorraad van 79,9 miljoen m³ naar 103,5 miljoen m³. In 2060 wordt er 1,47 miljoen m³ geoogst in dit scenario. De toename in oogst ten opzichte van de andere scenario's zit vooral in Douglas en overig loofhout in de dikkere diameters (>60 cm). In het basislijnsценario is de oogst 890.000 m³ en in het Bossenstrategiescenario 940.000 m³. De oogst in het basislijns- en Bossenstrategiescenario is daarbij lager dan in het begin van de simulatie. De oogst in het verjongings- en investeringsscenario is hoger in 2060 dan aan het begin van de simulatie. In het verjongings- en investeringsscenario lijken de natuurwaarden gewaarborgd te kunnen worden, behalve het aandeel natuurbos. In alle drie de scenario's zijn er meer dikke bomen aan het eind van de simulatie en sterven er meer dikke bomen (meer dood hout). In het verjongings- en investeringsscenario zijn deze aantallen lager dan in het basislijns- en Bossenstrategiescenario, maar een stijging is ook hier te zien.

Aan de hand van het verjongings- en investeringsscenario lijkt het mogelijk om meer hout te oogsten uit het Nederlandse bos met behoud van natuurwaarden. Om dit te realiseren en om in de toekomst hout van kwaliteit te kunnen oogsten, moet geïnvesteerd worden in verjonging en duurzaam bosbeheer en dient er aandacht te zijn voor alle functies van het Nederlandse bos. Er kan meer geoogst worden in het multifunctionele bos in Nederland, maar dit zal de afhankelijkheid van geïmporteerd Europees hout niet minder maken.

1 Inleiding

De bouwsector veroorzaakt een significant aandeel in de uitstoot van broeikasgassen. In deze sector liggen daarom grote kansen om de uitstoot terug te dringen. Voornamelijk bij het produceren van materialen als beton en staal voor de bouw komt er veel CO₂ vrij. Hout als bouw materiaal is een aantrekkelijke alternatieve strategie om deze emissies te verlagen. Het kan het gebruik van CO₂-intensieve materialen als staal en beton verminderen en zorgt ook dat de CO₂ voor langere tijd zit opgeslagen in het hout (Churkina et al., 2020).

In Nederland zijn er grote ambities om de emissies in de bouw terug te brengen. Een stad als Amsterdam heeft als doel gesteld om 20% met biobased materialen te gaan bouwen. En Amsterdam is niet de enige. Biobased bouwen heeft de afgelopen jaren een enorme impuls gekregen. Momenteel wordt slechts een klein deel van het hout dat gebruikt wordt in de Nederlandse bouwsector in Nederland geproduceerd (Oldenburger en Teeuwen, 2022). Het meeste hout komt uit Duitsland, Oostenrijk en Scandinavië. Het opschalen van het gebruik van inlands hout in de bouw om zo een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan de Nederlandse klimaatambities is een belangrijk doel, zoals ook weergegeven in het Klimaatakkoord. Ook in de Bossenstrategie staan deze ambities beschreven om biobased bouwen te stimuleren en daardoor het Nederlandse hout hoogwaardiger toe te passen (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020). Van belang is daarom om te voorzien wat het toekomstige aanbod is van hout uit het Nederlandse bos onder het Bossenstrategiescenario, maar ook onder alternatieve vormen van beheer.

In dit onderzoek, dat onderdeel is van het project 'Hoogwaardiger toepassing van meer Nederlands hout in de bouw als effectieve klimaatmaatregel', wordt onderzocht wat er nu en in de toekomst aan hout in het bos staat en wat beschikbaar zou kunnen zijn voor de bouw onder alternatieve scenario's. Gekeken wordt naar wat er beschikbaar kan komen aan verschillende soorten en diameters bij huidig beheer en wat er bij twee alternatieve scenario's in het Nederlandse bos te verwachten is aan soorten en diameters. Mogelijk kan dit bijdragen aan het verhogen van de zelfvoorzieningsgraad in het houtverbruik. Belangrijk daarbij is om ook de natuurdoelen niet uit het oog te verliezen: kan de oogst iets omhoog terwijl natuurwaarden ook toenemen?

Onderzoeksvragen

1. Wat is de huidige staat van het Nederlandse bos qua boomsoorten en diameters en wat is er, bij huidig beheer, in de toekomst te verwachten aan ontwikkelingen in soortensamenstelling, diameterverdeling en de houtoogst in het Nederlandse bos?
2. Hoe ontwikkelt het Nederlandse bos zich onder alternatief beheer in de toekomst ten aanzien van soortensamenstelling, diameterverdeling en de houtoogst?

2 Methode

In dit onderzoek is gebruikgemaakt van het model EFISCEN-Space (Schelhaas et al., 2023) om de toekomstige ontwikkeling van het Nederlandse bos te simuleren tot 2060 voor drie scenario's. Daar bij is gekeken naar de soortensamenstelling, de diameterverdeling, mortaliteit en houtoogst. Voor de natuurwaarden is gekeken naar de soortensamenstelling, dikke bomen, mortaliteit (dood hout) en het aandeel natuurbos.

2.1 EFISCEN-Space

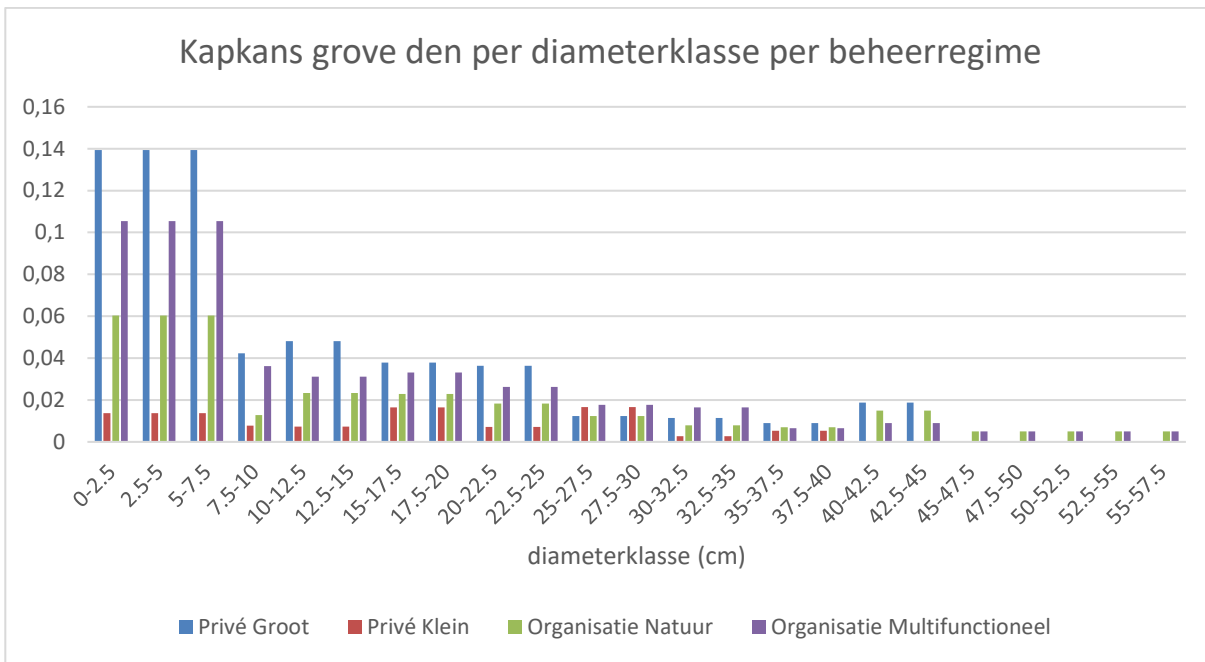
EFISCEN-Space simuleert de toekomstige ontwikkeling van het totale Nederlandse bos en wordt geïnitieerd op de 3300 punten van de nationale bosseninventarisatie (NBI6) en de daar gemeten bomen. Het aantal bomen per diameterklasse per soort laat de toestand van een opstand zien. In EFISCEN-Space worden twintig verschillende soorten of soortgroepen onderscheiden. Groeifuncties zijn eerder gebaseerd op herhaalde bosinventarisatiemetingen (NBI6 en 7) en bepalen hoeveel bomen doorgroeien naar hogere diameterklassen, afhankelijk van soort of soortgroep, bodem en klimaat en de dichtheid van de opstand.

De mortaliteit is soort- en dichtheid-afhankelijk en wordt bepaald door de mortaliteitsfuncties die gebaseerd zijn op herhaalde nationale bosinventarisaties van elf Europese landen, inclusief Nederlandse metingen.

De oogst wordt gesimuleerd door kapkansen per diameterklasse en per soort(groep). Deze kapkansen zijn ook gebaseerd op herhaalde metingen van de nationale bosinventarisatie en op basis van deze metingen en analyses zijn in het beheer vier beheerregimes onderscheiden (Multifunctionele organisatie, natuurorganisatie, grote privé-eigenaren (>5 ha), kleine privé-eigenaren (<5ha)) (Arets & Schelhaas, 2019). Er wordt dus geen nationale totale vraag opgelegd, maar het geoogste volume wordt volledig bepaald door de kapkansen en de hoeveelheid bomen in elke diameterklasse en soort.

In deze beheerregimes verschilt het beheer en wordt er bijvoorbeeld in multifunctioneel bos meer geoogst dan in natuurbos. De verschillen in kapkansen voor grove den in de verschillende beheerregimes staan in Figuur 1. Doordat er weinig waarnemingen zijn voor oogst in de hogere diameterklassen, zijn voor deze diameters aannames gedaan voor de kapkansen. Deze worden verder beschreven in de scenario's. Met deze kapkansen worden geen eindakpen gesimuleerd; gezien de wijze waarop EFISCEN-Space werkt met 3300 punten van de NBI, zou de kaalkap van één plot, een kaalkap van 100 ha (weliswaar verspreid) betekenen in het Nederlandse bos. Vandaar dat er met kapkansen per soort en diameterklasse wordt gewerkt. Dit geheel produceert ook voor Nederland realistische totale houtoogsten.

In het model zit op dit moment nog geen dynamische ingroei (ingroei is het aantal bomen dat in een plot nieuw erin komt en boven de drempelwaarde van de metingen komt: DBH >5 cm). De ingroei van nieuwe bomen wordt op dit moment statisch bepaald door de gebruiker van het model. Voor simulaties betekent dat wanneer het grondvlak van de aanwezige bomen onder een bepaald niveau komt, er nieuwe bomen ingroeien van de soorten die al aanwezig zijn met de aantallen zoals opgegeven door de modelgebruiker: bijvoorbeeld 300 nieuwe Douglassparren bij een grondvlak onder 18 m²/ha. Deze aantallen zijn vooraf bepaald en verschillen per scenario.

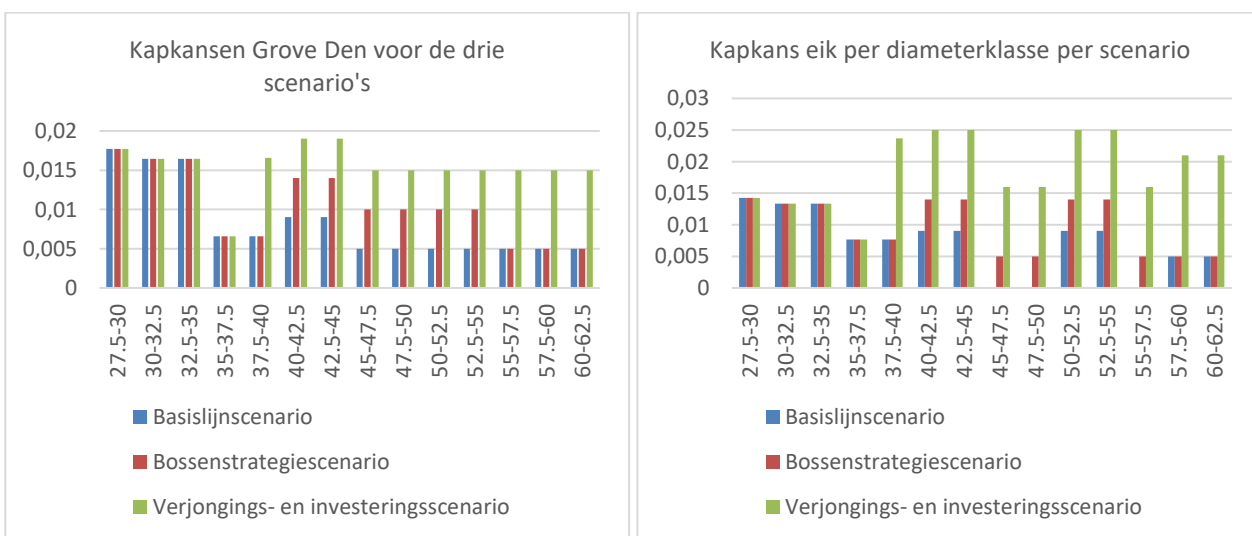


Figuur 1 Kapkans (fractie) voor grove den per diameterklasse per beheerregime.

2.2 Scenario's

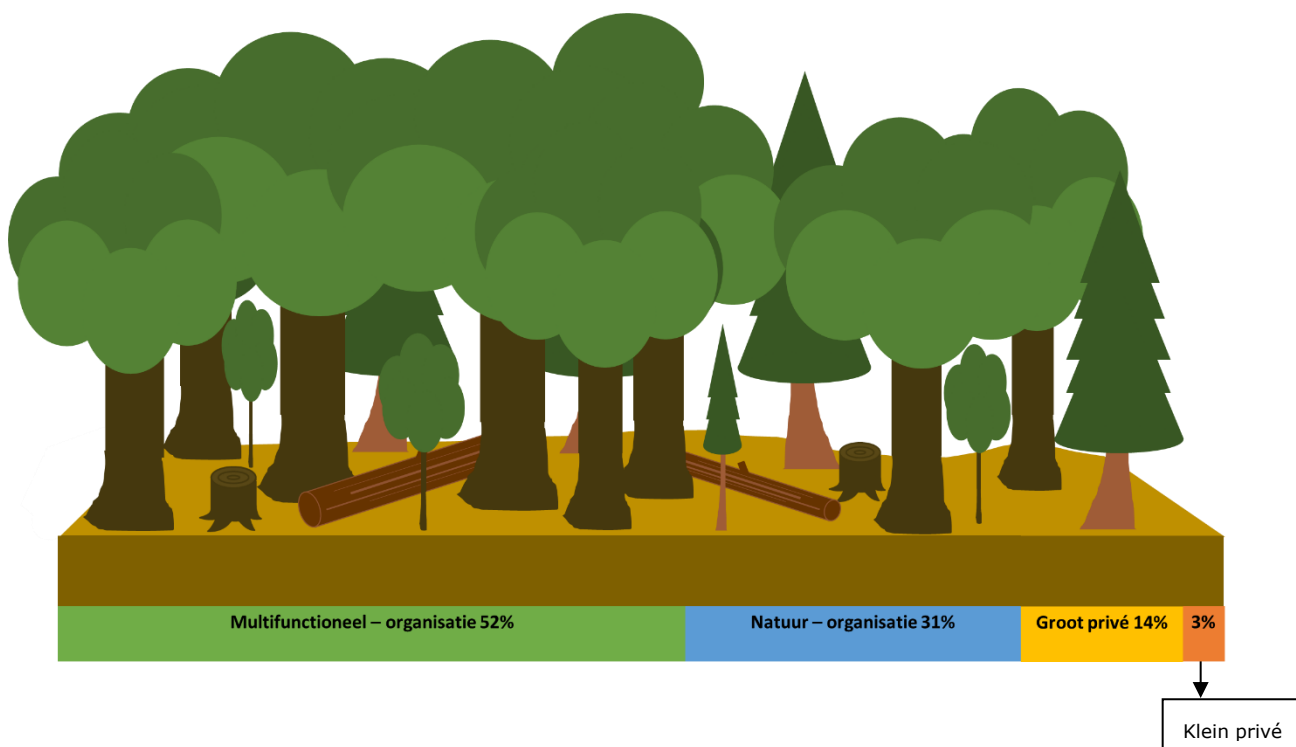
2.2.1 Basislijnsscenario

In het basislijnsscenario (Figuur 3) wordt het huidige waargenomen beheer doorgetrokken naar 2060. In het basislijnsscenario betekent dat dat 194.352 ha is aangewezen als multifunctioneel bos, 114.387 ha als natuurbos, 50.578 ha is in het bezit van grote privé-eigenaren en het overige deel, 11.825 ha, is in het bezit van kleine privé-eigenaren (Tabel 1, Figuur 6). De kapkansen die waargenomen zijn in analyses van opeenvolgende nationale bosseninventarisaties blijven ongewijzigd in dit scenario. Dit betekent dat de oogst gericht blijft op een totale omvang van ongeveer 1.2 miljoen m³ per jaar, maar bij gelijkblijvende kapkansen per diameterklasse (in Nederland een lage kapkans bij dikke bomen) kan dit betekenen dat de totale oogst toch kan afnemen, omdat het bos ouder wordt en er meer dikke bomen staan, met dus een kleinere kapkans. De verschillen in kapkansen voor grove den en eik voor de verschillende scenario's staan in Figuur 2.



Figuur 2 Kapkansen (fractie) grove den en eik per diameterklasse voor de verschillende scenario's.

Doordat er weinig waarnemingen zijn in de NBI in de dikkere diameters (>60), wordt aangenomen dat de oogstkans in dit scenario in deze diameters 0.5% per jaar is. Voor de ingroei wordt in dit scenario aangenomen dat wanneer het grondvlak onder de 18 m² komt, nieuwe bomen ingroeien. Het aantal dat ingroeit, is gebaseerd op waarnemingen in de NBI (Bijlage A). In dit scenario wordt niet extra geïnvesteerd in verjonging (zie Bijlage A voor aantallen per scenario).



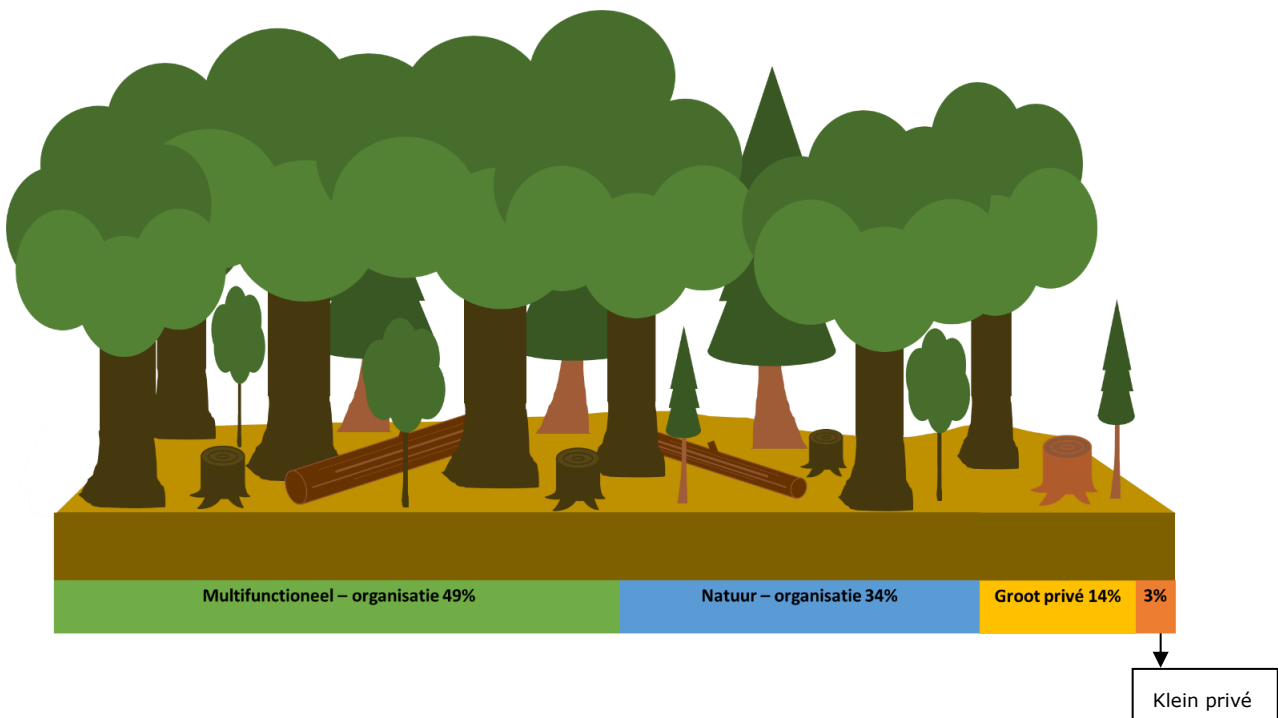
Figuur 3 Weergave basislijnsscenario waarbij het huidige beheer in het Nederlandse bos is doorgetrokken naar 2060 met weinig oogst in dikke diameters en weinig verjonging.

2.2.2 Bossenstrategiescenario

In het Bossenstrategiescenario (Figuur 4) worden de verwachte trends uit de Bossenstrategie gesimuleerd. De Bossenstrategie spreekt van een verhoging in aandeel natuurbos van 10% in vergelijking met het huidige areaal natuurbos. Dit betekent dat aangenomen wordt dat ongeveer 13.113 ha multifunctioneel bos naar natuurbos wordt omgezet. Dit is direct aan het begin van de simulatie omgezet. Het areaal natuurbos gaat in dit scenario van ongeveer 114.387 ha naar ongeveer 127.500 ha. Het areaal multifunctioneel bos gaat van ongeveer 194.352 ha in het basislijnsscenario naar ongeveer 181.239 ha in het Bossenstrategiescenario (Tabel 1, Figuur 6). Ook ligt de focus meer op loofbomen in de Bossenstrategie. Aangenomen wordt dat in natuurbos meer eik, langlevende loofbomen en kortlevende loofbomen gaan groeien. Deze worden toegevoegd in plots met grove den en Douglas wanneer het grondvlak onder de 18 m² per hectare komt (Bijlage A). Aangenomen wordt dat in dit scenario niet extra geïnvesteerd is in verjonging.

In de Bossenstrategie wordt ook beschreven dat in het multifunctionele bos de oogst iets omhoog kan, mits de bossen gerevitaliseerd worden. In het Bossenstrategiescenario wordt daarom aangenomen dat de oogst omhooggaat in het multifunctionele bos; dit geldt voor alle soorten en soortgroepen. In het Bossenstrategiescenario is de kapkans in diameterklassen 40-60 verhoogd (voor alle soorten en soortgroepen) met 0,5 procentpunt in vergelijking met het basislijnsscenario. In dit scenario worden weinig dikke bomen geoogst (>55cm) en blijft de kapkans in deze diameterklassen hetzelfde als in het basislijnsscenario (Figuur 2). Daarnaast is aangenomen dat het beheer en het bosareaal van grote privé-eigenaren en kleine privé-eigenaren ongewijzigd blijft ten opzichte van het basislijnsscenario.

In de Bossenstrategie staat ook beschreven dat 37.000 ha nieuw bos gerealiseerd gaat worden. Dit is niet meegenomen in dit scenario.



Figuur 4 Weergave Bossenstrategiescenario waarbij weinig wordt geoogst in dikke diameters en er weinig verjonging is. In dit scenario is er meer focus op loofbomen. De oogst is in het multifunctionele bos iets verhoogd ten opzichte van het basislijnsscenario.

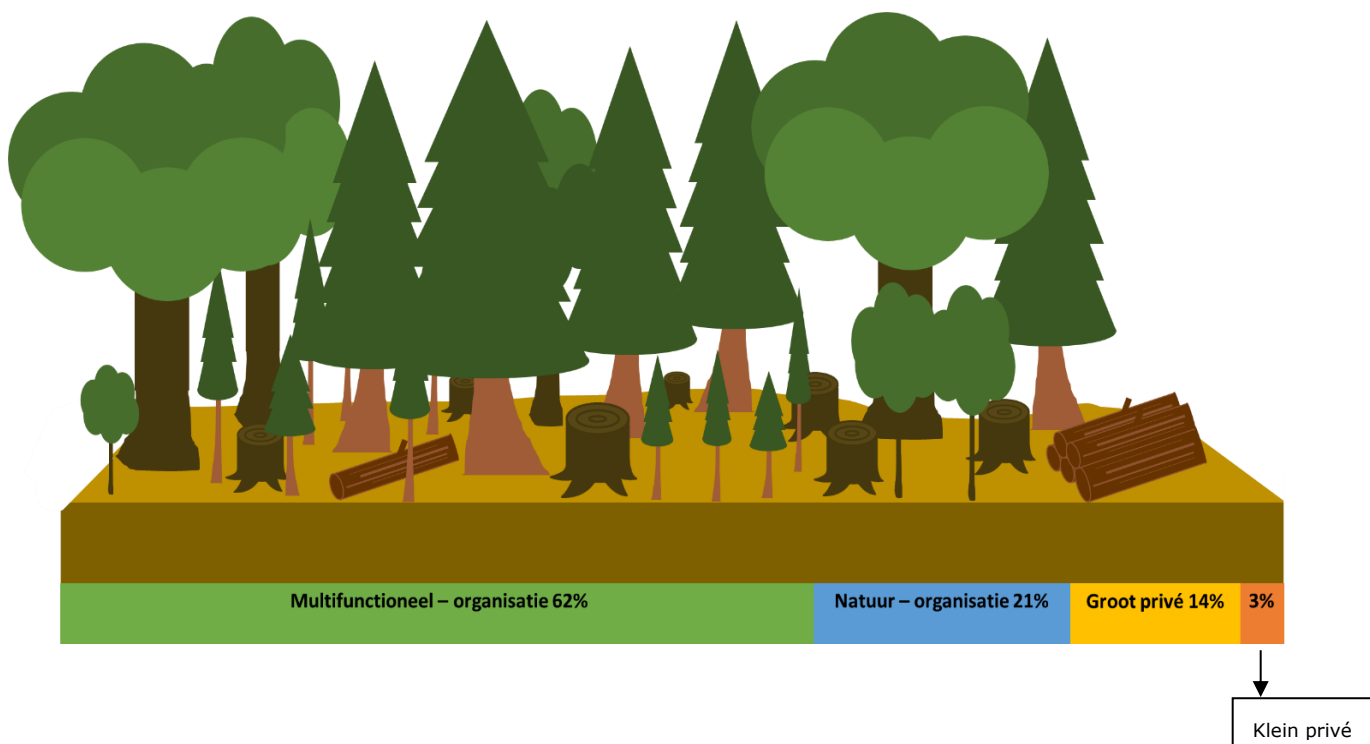
2.2.3 Verjongings- en investeringscenario

In het verjongings- en investeringscenario (Figuur 5) wordt gezocht naar een genuanceerde verhoging van de productie op zodanige wijze dat ook natuurwaarden, zoals aandeel loofbomen en dikke bomen, behouden blijven. Daarnaast wordt er aangenomen dat in het productiebos meer geïnvesteerd wordt in verjonging (Bijlage A). Dit zal niet direct bijdragen aan de oogst, maar kan wel de staande voorraad in stand houden en zorgen voor de mogelijkheden om in de toekomst te blijven oogsten. Wanneer het grondvlak per ha onder de 20 komt, komen er 300 jonge bomen in de eerste diameterklasse van naaldboomsoorten die al aanwezig zijn in het plot. Voor loofboomsoorten is dit 75. Daarnaast worden ook meer productieve boomsoorten toegevoegd, zowel naald- als loofbomen. Dit zijn voor de naaldbomen Douglas en de soortgroep 'Andere coniferen'. Voor loofbomen zijn dit eik en populier. Deze soorten groeien het plot in als het grondvlak onder de 20 komt.

Waar in het Bossenstrategiescenario een aandeel van het multifunctionele bos omgezet wordt naar natuurbos ten opzichte van het basislijnsscenario, wordt in het verjongings- en investeringscenario natuurbos omgezet naar multifunctioneel bos (Tabel 1, Figuur 6). Dit betekent dat aangenomen wordt dat van het natuurbos ongeveer 37.300 ha multifunctioneel bos wordt en het aandeel natuurbos dus minder wordt.

In het multifunctionele bos wordt meer geoogst, ook in de hogere diameterklassen (Figuur 5). De oogstkans van loofbomen is extra verhoogd ten opzichte van het basislijnsscenario en het Bossenstrategiescenario, om zo meer ruimte te geven aan productieve naaldhoutsoorten. Vanaf diameter 40 zijn de kapkansen van loofbomen verhoogd met 1,5 procentpunt en de kapkansen van naaldbomen met 1 procentpunt in vergelijking met het basislijnsscenario (bijvoorbeeld van een kapkans van 2% naar een kapkans van 3%). In de hogere diameterklassen is de kapkans van diametersklassen 60-62,5 doorgetrokken.

Daarnaast is aangenomen dat het bosareaal van grote privé-eigenaren en kleine privé-eigenaren ongewijzigd blijft ten opzichte van het basislijns scenario. Het beheer blijft voor kleine privé-eigenaren hetzelfde als in de andere scenario's.



Figuur 5 Weergave verjongings- en investerings scenario waarbij de focus meer ligt op productie. Er wordt meer geïnvesteerd in verjonging en ook in dikkere diameters is de oogst iets verhoogd ten opzichte van het basislijns scenario.

Tabel 1 Samenvattingstabel met aantal hectares per eigenaar/beheerregime voor ieder scenario.

| Eigenaar/beheerregime | Basislijns scenario | Bossenstrategie- scenario | Verjongings- en investerings scenario |
|-------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| Multifunctioneel, organisatie | 194352,8 (52%) | 181239,8 (49%) | 231701,3 (62%) |
| Natuur, organisatie | 114387,2 (31%) | 127500,1 (34%) | 77038,64 (21%) |
| Grote privé-eigenaren >5ha | 50578,56 (14%) | 50578,56 (14%) | 50578,56 (14%) |
| Kleine privé-eigenaren <5ha | 11825,08 (3%) | 11825,08 (3%) | 11825,08 (3%) |



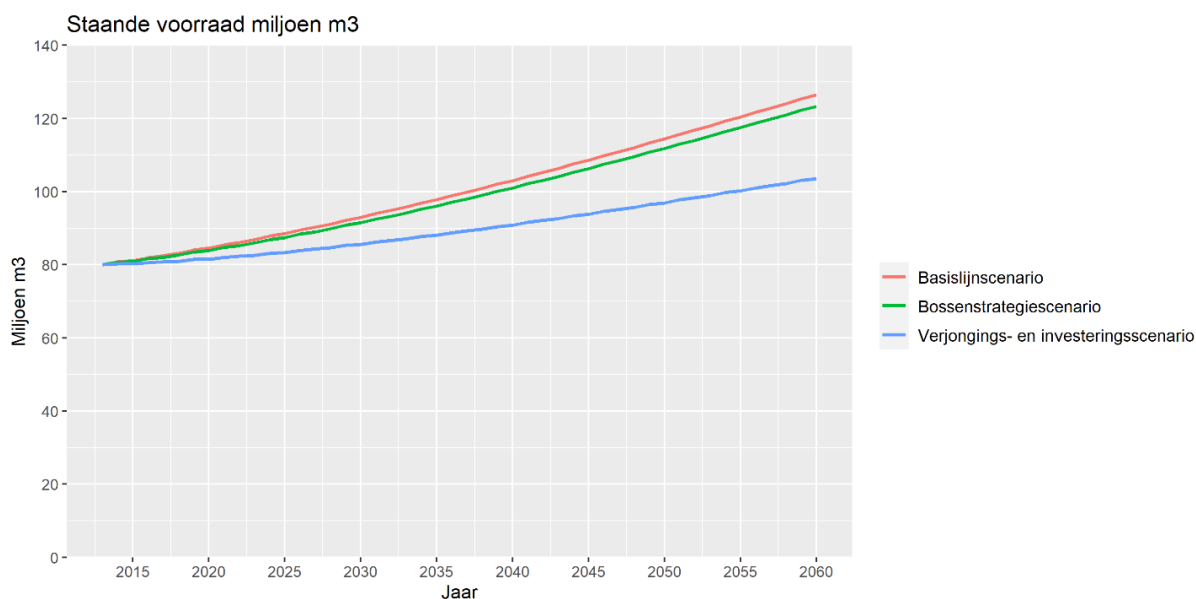
Figuur 6 Nationale bosinventarisatie plots met natuurbeheer of multifunctioneel beheer in de verschillende scenario's.

3 Resultaten

De simulaties geven aan dat er wel degelijk iets te kiezen is in het Nederlandse bos. Natuurlijk kan een bosgebied niet sterk veranderen in veertig jaar tijd, maar er is ruimte om trends bij te sturen. Het verjongings- en investeringsscenario is een scenario dat probeert de staande voorraad-ontwikkeling iets in te perken (om het bos minder gevoelig te maken voor extremen) en tegelijkertijd natuurwaarden te behouden en de houtproductie iets te verhogen, met daarnaast investeringen in verjonging. Hieronder geven we weer wat dit betekent voor een aantal kernvariabelen.

3.1 Staande voorraad

De modelsimulaties laten zien dat in alle drie de scenario's de staande voorraad toeneemt (Figuur 7), waarbij de staande voorraad in het basislijns scenario het sterkst toeneemt, namelijk van ongeveer 80 miljoen m³ in het jaar 2013 naar ongeveer 126 miljoen m³ in het jaar 2060. De staande voorraad in het Bossenstrategiescenario loopt ongeveer gelijk met de staande voorraad van het basislijns scenario over de jaren. De staande voorraad neemt in dit scenario toe van ongeveer 80 miljoen m³ in 2013 naar ongeveer 123 miljoen m³ in 2060. Een focus op meer houtoogst in het verjongings- en investeringsscenario zorgt voor een minder sterke stijging in de staande voorraad in vergelijking met de andere twee scenario's. In dit scenario stijgt de staande voorraad van ongeveer 80 miljoen m³ naar ongeveer 106 miljoen m³.

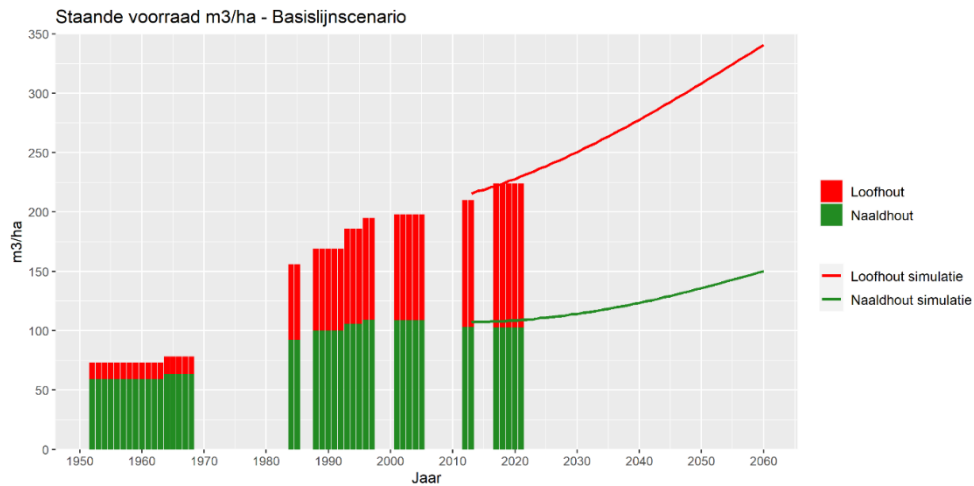


Figuur 7 De staande voorraad voor het basislijns scenario, het Bossenstrategiescenario en het verjongings- en investeringscenario. Op de y-as staande voorraad in miljoen m³. Op de x-as de gesimuleerde jaren.

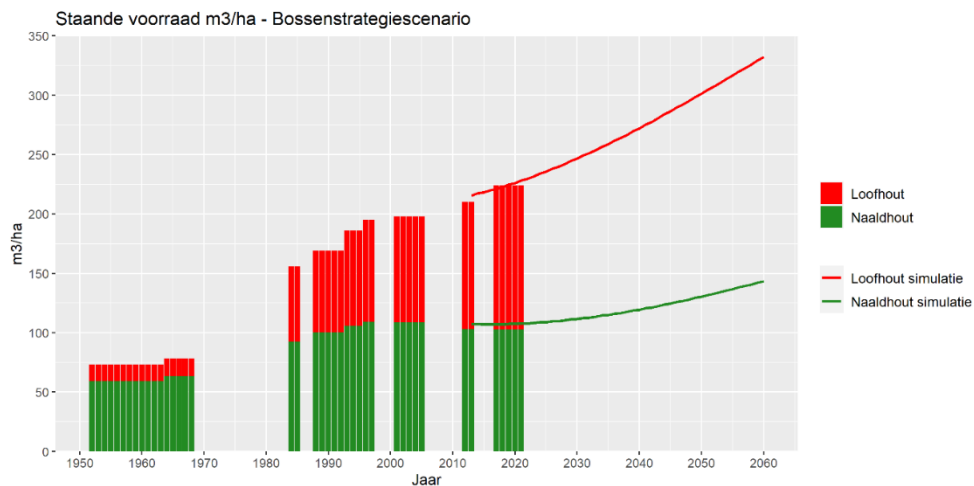
De verdeling loofhout en naaldhout in de staande voorraad in het basislijns scenario volgt de trend die al ingezet was, waarbij het aandeel loofhout steeds groter wordt (Figuur 8 en Tabel 2), ongeacht welk scenario. Deze trend is ook te zien in het Bossenstrategiescenario (Figuur 9 en Tabel 2), waarbij het aandeel naaldhout nog iets minder (1 procentpunt) is in vergelijking met het basislijns scenario. Het aandeel naaldhout en loofhout is in het verjongings- en investeringscenario gelijk aan dat in het Bossenstrategiescenario. In het verjongings- en investeringscenario wordt meer geogst, zowel in naaldhout en loofhout. Ook wordt er meer geïnvesteerd in naaldbomen in de verjonging ten opzichte van loofbomen, maar desondanks wordt ook in het verjongings- en investeringscenario de trend doorgezet van een groter aandeel loofhout (Figuur 10 en Tabel 2).

Tabel 2 Aandeel loofhout en naaldhout in de staande voorraad in het jaar 2013 en in de drie scenario's in 2060 in totaal en voor het natuurbos en multifunctionele bos.

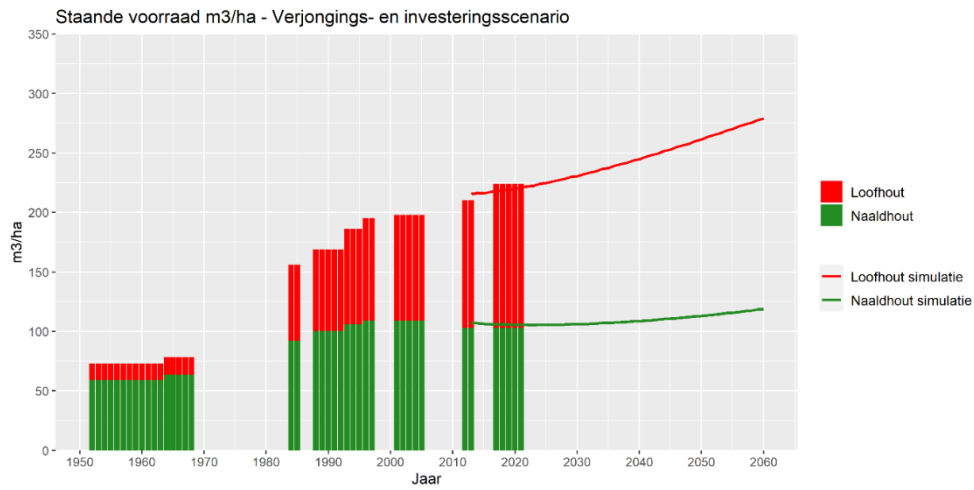
| | 2013 | Basislijnsscenario 2060 | | | Bossenstrategiescenario 2060 | | | Verjongings- en investeringscenario 2060 | | |
|-------------------|--------|-------------------------|------------|-----------------------|------------------------------|-----------|-----------------------|--|------------|-----------------------|
| | Totaal | Totaal | Natuur bos | Multi-functioneel bos | Totaal | Natuurbos | Multi-functioneel bos | Totaal | Natuur bos | Multi-functioneel bos |
| Aandeel loofhout | 51% | 56% | 62% | 51% | 57% | 62% | 50% | 57% | 62% | 53% |
| Aandeel naaldhout | 49% | 44% | 38% | 49% | 43% | 38% | 50% | 43% | 38% | 47% |



Figuur 8 Staande voorraad voor loofhout en naaldhout in m^3/ha voor het basislijnsscenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het basislijnsscenario.



Figuur 9 Staande voorraad voor loofhout en naaldhout in m^3/ha voor het Bossenstrategiescenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het Bossenstrategiescenario.

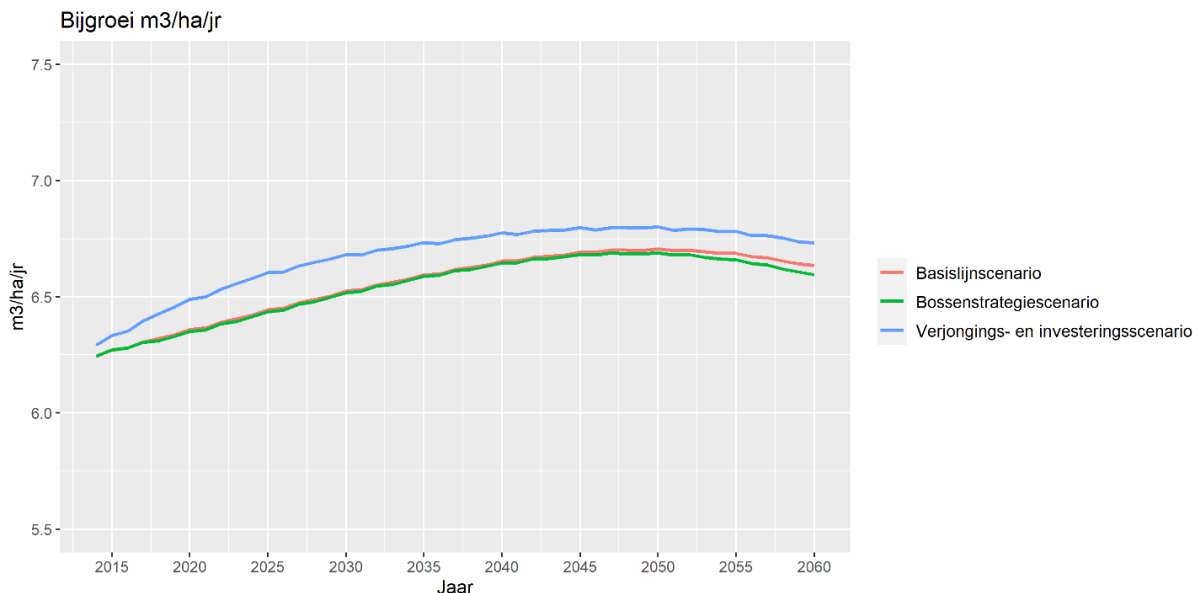


Figuur 10 Staande voorraad voor loofhout en naaldhout in m³/ha voor het verjongings- en investeringsscenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het verjongings- en investeringsscenario.

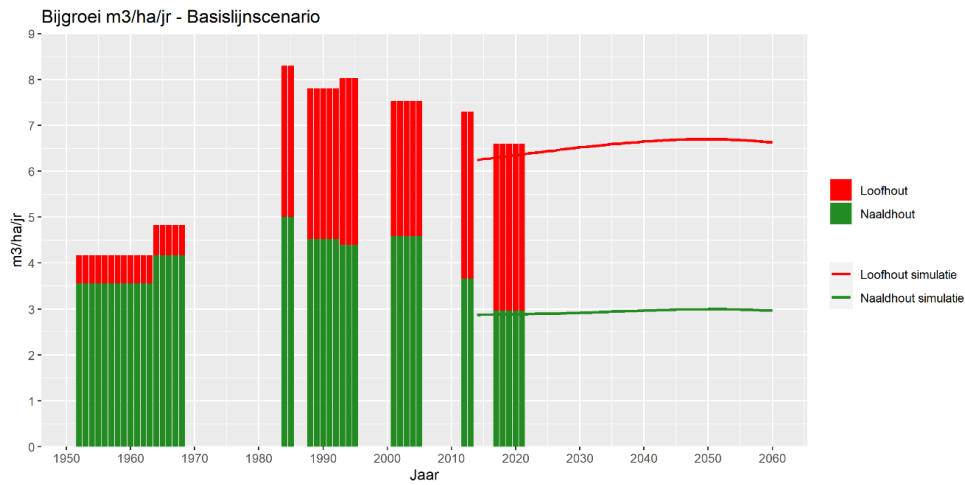
3.2 Bijgroei

De bijgroei is in het verjongings- en investeringsscenario het hoogst, dat betekent dat er hier per hectare per jaar de meeste m³ hout bijkomt (Figuur 11). Vanaf het begin van de simulatie wordt meer geoogst en wordt er meer verjonging ingebracht. De groeifuncties in EFISCEN-Space zorgen voor een hogere bijgroei vanaf het begin van de simulatie in het verjongings- en investeringsscenario. In de praktijk zal dit effect wat langer op zich laten wachten, wanneer de verjonging al wat ouder is. Doordat er meer geoogst wordt per jaar in dit scenario, wordt de toename van de staande voorraad in dit scenario enigszins gematigd. De bijgroei in het basislijnsscenario en in het Bossenstrategiescenario lopen nagenoeg gelijk (Figuur 11). De licht afnemende trend die te zien is aan het eind van de simulatie zou veroorzaakt kunnen worden doordat het gemiddelde bos ouder wordt (Figuur 26, 27, 28). Er is een verschuiving te zien naar meer staande voorraad in de hogere diameterklassen. Hoewel in het verjongings- en investeringsscenario ook veel bomen in de eerste diameterklasse staan, heeft het in vergelijking met het jaar 2013 minder bomen in de diameterklassen 10-20, 20-30 en 30-40 en meer in de hogere diameterklassen.

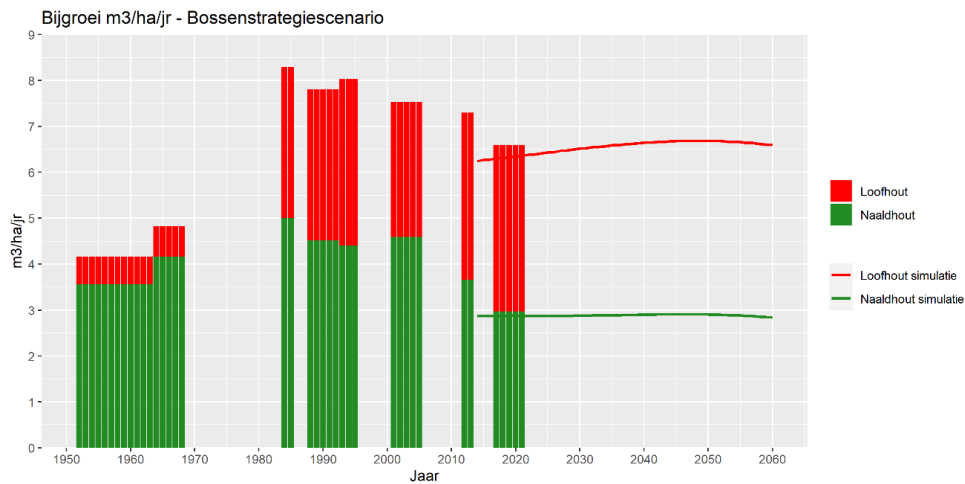
Hoewel de bijgroei in de simulatie in de eerste paar decennia iets toeneemt, is een andere trend te zien in de metingen van de nationale bosinventarisatie (Figuur 12, 13 en 14), waar een duidelijk afnemende trend te zien is, met name in het naaldhout. De absolute bijgroei in loofhout is het hoogst in het Bossenstrategiescenario, maar voor zowel loofhout als naaldhout zijn er nauwelijks verschillen tussen de scenario's. Aan het eind van de simulaties zet voor alle scenario's de bijgroei een lichte dalende trend in.



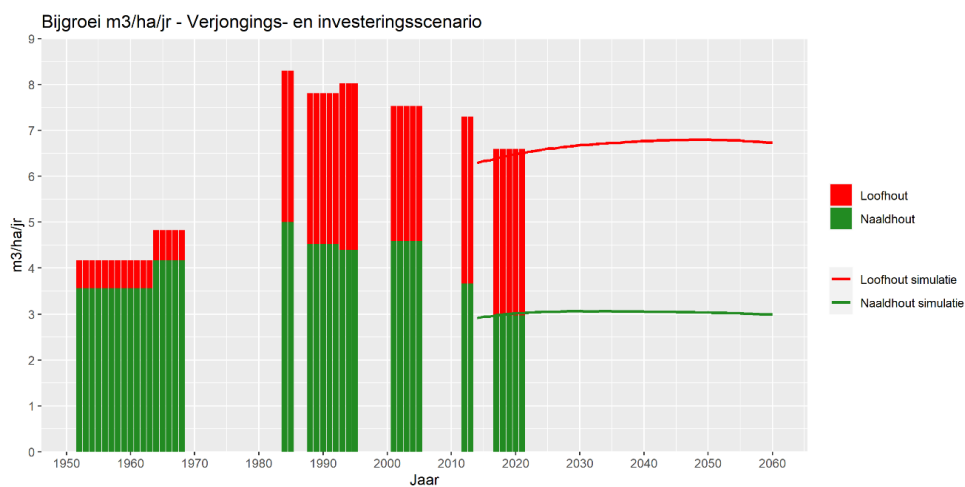
Figuur 11 De bijgroei voor het basislijnsscenario, het Bossenstrategiescenario en het verjongings- en investeringsscenario. Op de y-as bijgroei in m³/ha/jr. Op de x-as de gesimuleerde jaren.



Figuur 12 De bijgroei voor loofhout en naaldhout in $m^3/ha/jr$. voor het basislijnsscenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen geven de simulatie van het basislijnsscenario weer.



Figuur 13 De bijgroei voor loofhout en naaldhout in $m^3/ha/jr$. voor het Bossenstrategiescenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen geven de simulatie van het Bossenstrategiescenario weer.

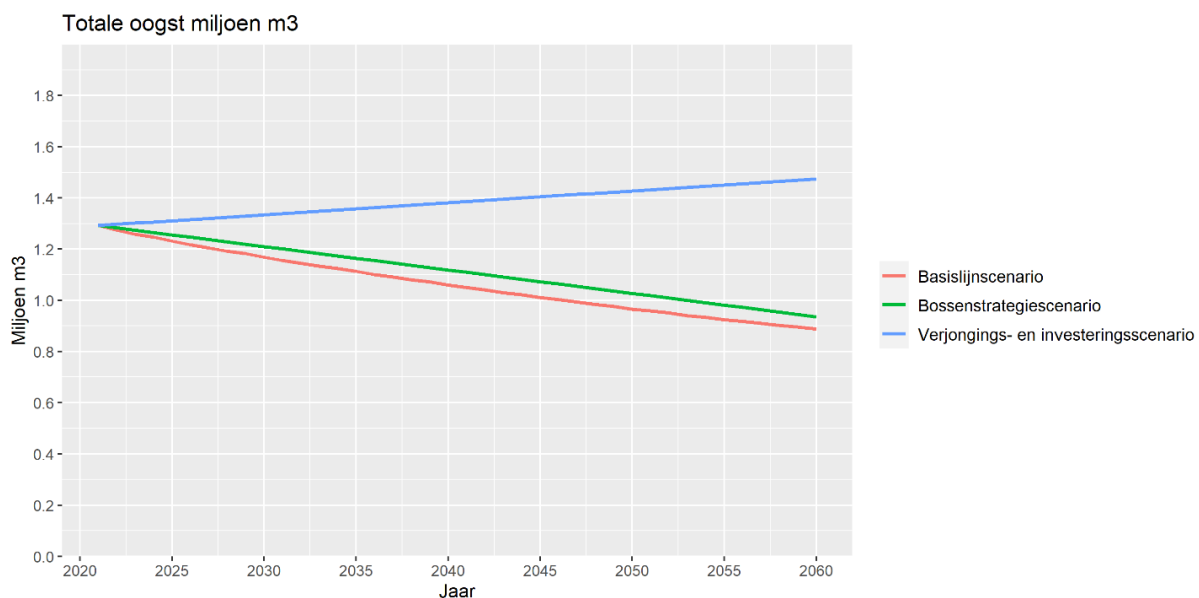


Figuur 14 De bijgroei voor loofhout en naaldhout in $m^3/ha/jr$. voor het verjongings- en investeringsscenario. In de staafdiagram metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen geven de simulatie van het verjongings- en investeringsscenario weer.

3.3 Oogstvolumes

Ten opzichte van het jaar 2021 neemt de oogst in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario gedurende simulatie af met ongeveer 10.000 m³/jaar (Figuur 15). In het Bossenstrategiescenario is de oogst over de gehele periode iets hoger dan in het basislijns scenario door de verhoogde oogst in het multifunctionele bos. Ondanks dat er meer bosareaal als natuurbos is aangewezen in dit scenario, is de oogst hoger ten opzichte van het basislijns scenario door de verhoging van het oogstpercentage in het multifunctionele bos. De sterke afname in het totale oogstvolume wordt veroorzaakt doordat het bos zich nauwelijks verjongt en het bos ouder wordt (Figuur 24). In de hogere diameterklassen wordt weinig geoogst, zoals nu ook gebruikelijk is.

In het verjongings- en investeringsscenario is de oogst ongeveer 0.5 miljoen m³/jaar hoger in 2060 ten opzichte van 2021. In dit scenario zijn de oogstkansen verhoogd, ook in de hogere diameterklassen. Het basislijn- en Bossenstrategiescenario hebben dus een lagere kapkans in de hogere diameterklassen (de waargenomen kapkans) dan in het verjongings- en investeringsscenario. Dit betekent dat dikke bomen minder geoogst worden in deze twee scenario's. Bomen groeien in deze hogere diameterklassen en het volume beschikbaar in de diameterklassen waar meer wordt geoogst wordt minder, waardoor er minder geoogst wordt. Bij een ouder wordend bos neemt de oogst dus af. Daarnaast wordt er in het verjongings- en investeringsscenario meer geïnvesteerd in verjonging.



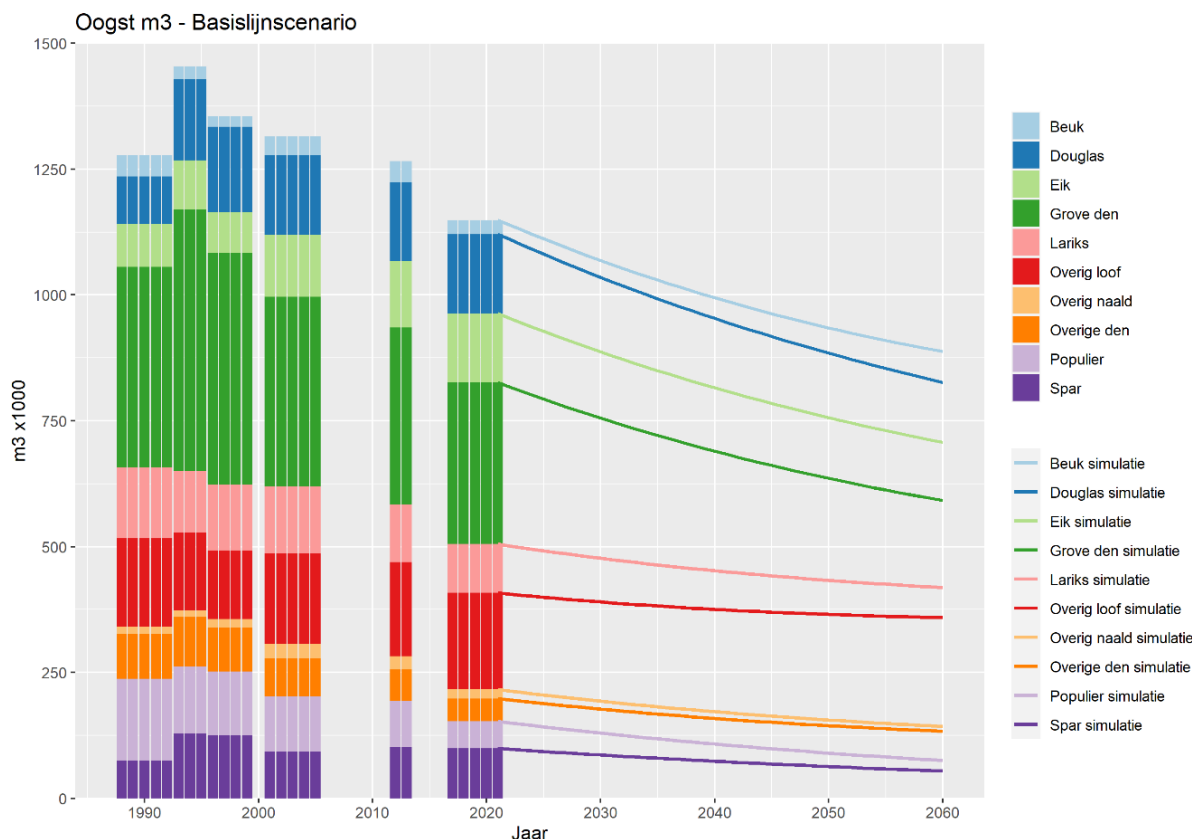
Figuur 15 De oogst (m³ x miljoen) voor het basislijns scenario, het Bossenstrategiescenario en het verjongings- en investeringsscenario.

Figuren 16, 17 en 18 geven de oogst van verschillende soorten per scenario weer. Voor het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario is de oogst voor alle soorten afgenomen in 2060 ten opzichte van de waargenomen oogst in 2013. In het verjongings- en investeringsscenario is de oogst in 2060 afgenomen voor grove den, spar en populier ten opzichte van de waargenomen oogst in 2013. Voor de overige soorten is de oogst toegenomen.

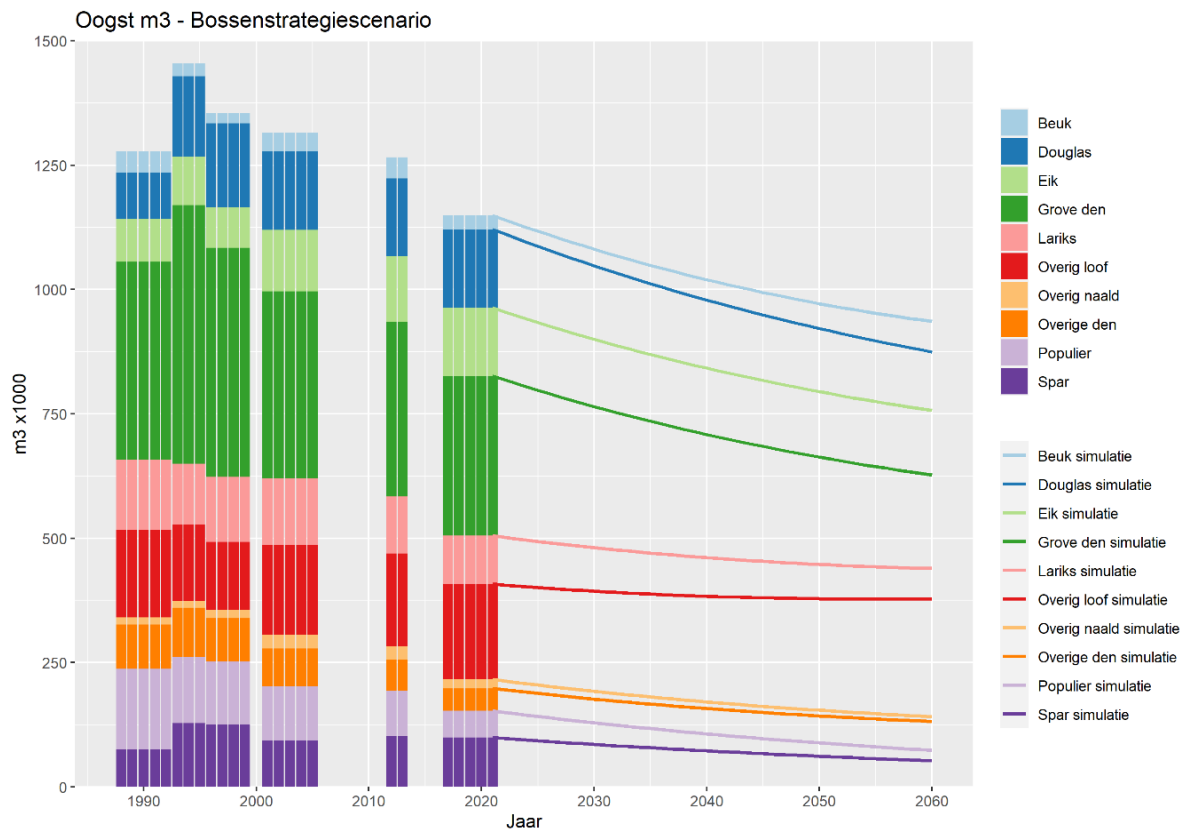
Over het algemeen neemt in de simulaties van het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario in de loofboomsoorten de oogst sneller af dan in de naaldboomsoorten. Er wordt in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario meer naaldbout geoogst. In het verjongings- en investeringsscenario wordt de oogst in loofhout verhoogd. Zoals eerder genoemd, zet de trend van meer loofhout in het bos in dit scenario toch door.

In het verjongings- en investeringsscenario wordt aangenomen dat er meer verjongd wordt met naaldbomen en meer geoogst wordt in de hogere diameterklassen en is de oogst hier hoger voor de meeste soorten in 2060 ten opzichte van 2013. De oogsttoename vindt voornamelijk plaats in overig loofhout (met elk jaar gemiddeld 3500 m³ meer) en Douglas (met elk jaar gemiddeld ongeveer 2000 m³/meer).

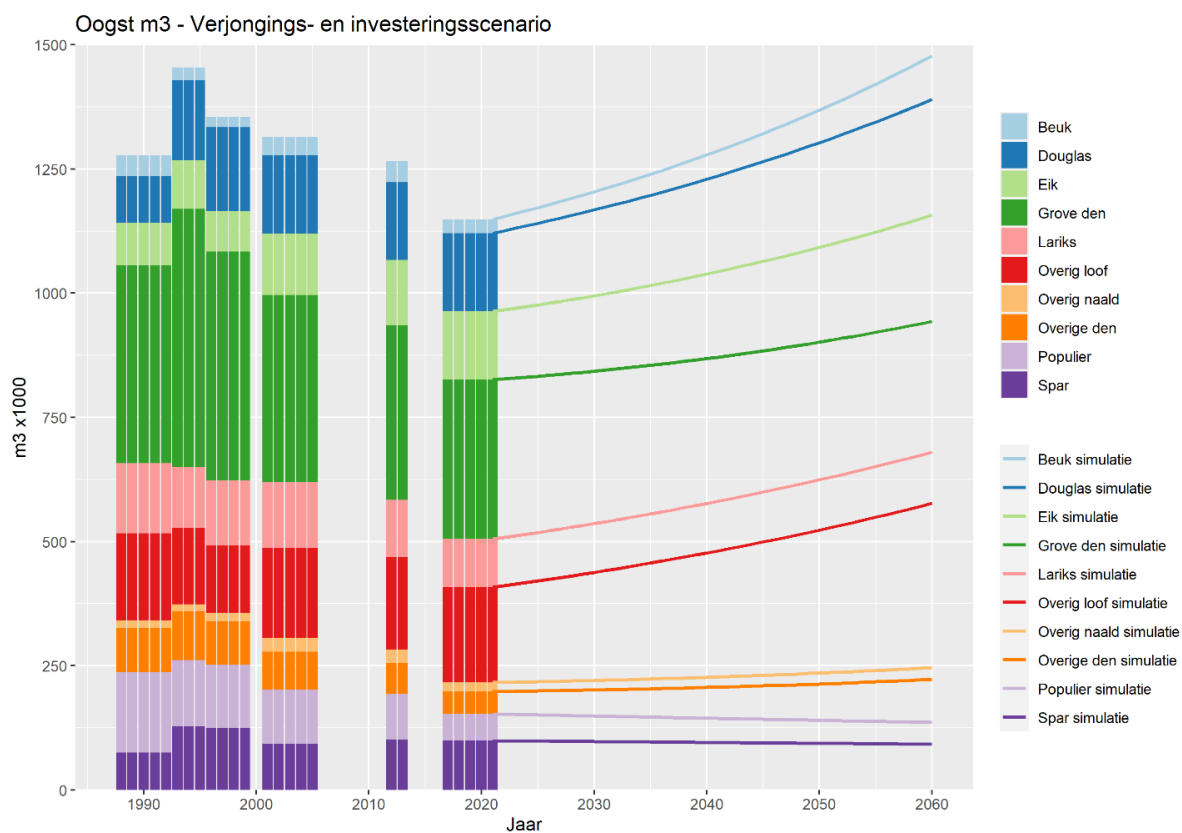
De gemiddelde oogst in 2013-2060 is voor het basislijns scenario 1,09 miljoen m³ per jaar. Dit is 0,06 miljoen m³ minder dan in het Bossenstrategiescenario. In het verjongings- en investeringsscenario bedraagt de gemiddelde oogst van 2013-2060 1,62 miljoen m³ per jaar. Dit is 0,53 miljoen m³ meer dan in het basislijns scenario en 0,47 miljoen m³ meer dan in het Bossenstrategiescenario. In het verjongings- en investeringsscenario wordt bijna 66% van de bijgroei geoogst. In het Bossenstrategiescenario wordt ongeveer 48% van de bijgroei geoogst en in het basislijns scenario wordt ongeveer 45% van de bijgroei geoogst.



Figuur 16 Oogst in m³ x 1000 per soort in het basislijns scenario. De staven zijn metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het basislijns scenario.



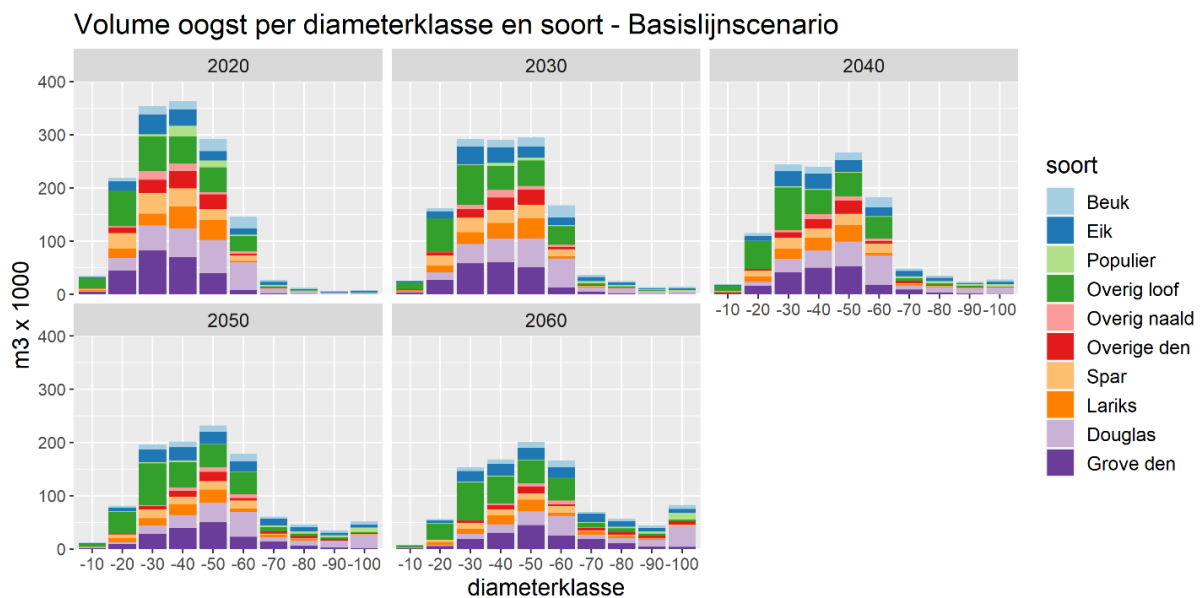
Figuur 17 Oogst in $m^3 \times 1000$ per soort in het Bossenstrategiescenario. De staven zijn metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het Bossenstrategiescenario.



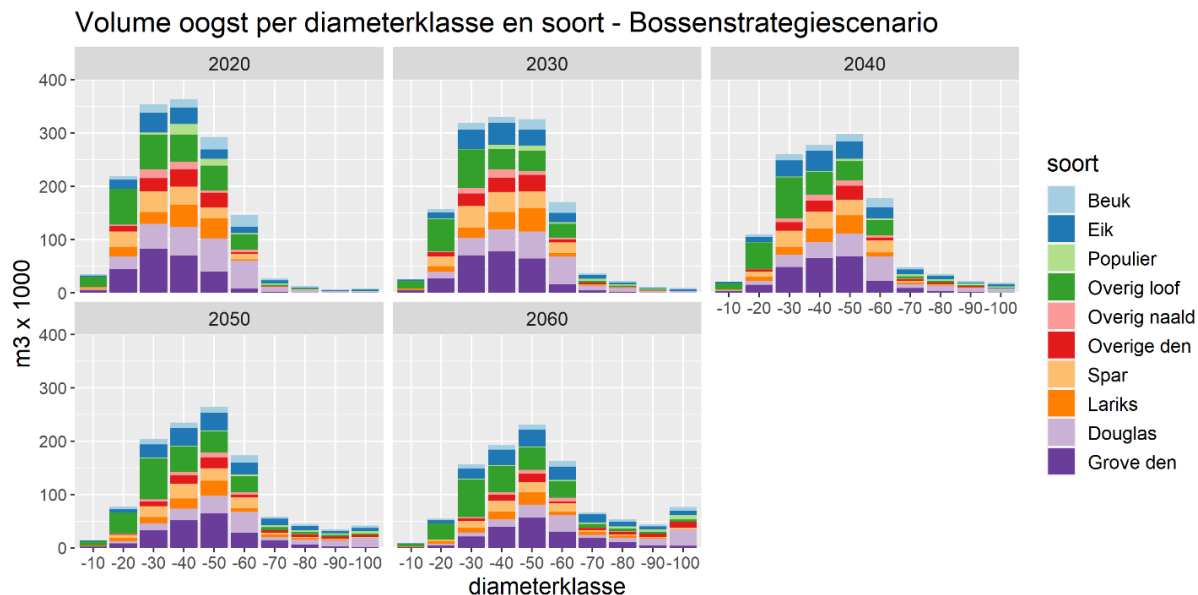
Figuur 18 Oogst in $m^3 \times 1000$ per soort in het verjongings- en investeringscenario. De staven zijn metingen uit onder andere de bosstatistiek en nationale bosinventarisaties. De lijnen zijn de simulatie van het verjongings- en investeringscenario.

De oogst van het volume naaldhout neemt sterk af in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario: van ongeveer 730.000 m³/jaar in 2020 naar ongeveer 470.000 m³/jaar in 2060 in het basislijns scenario en plusminus 490.000 m³/jaar in 2060 in het Bossenstrategiescenario. Aan het eind van de simulatie is het oogstvolume nog net iets hoger van naaldhout dan van loofhout (ongeveer 60.000 m³ in 2060 voor basislijns scenario en ongeveer 40.000 m³ in 2060 in het Bossenstrategiescenario). In het verjongings- en investeringscenario is het volume loofhout (ongeveer 670.000 m³/jaar in 2060) dat geoogst wordt lager dan het volume naaldhout (ongeveer 800.000 m³/jaar in 2060). Door meer verjonging neemt de oogst in naaldhout iets toe in dit scenario vergeleken met het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario. De volumes geoogst loofhout blijven in het Bossenstrategiescenario en het basislijns scenario vrij constant. In het productiescenario zit hier een stijging in.

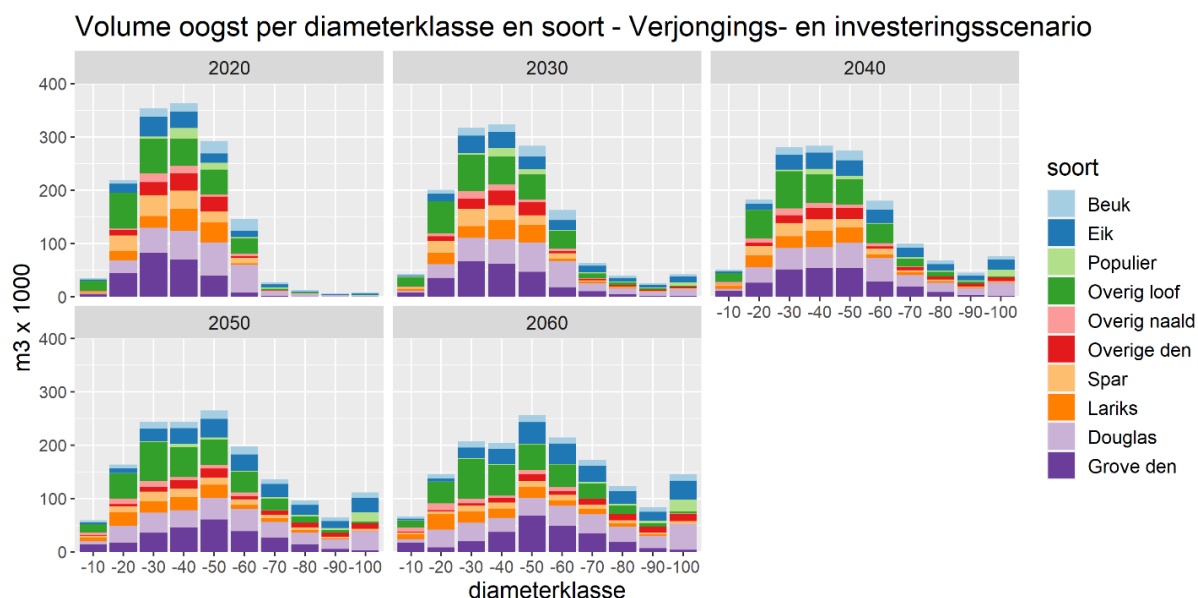
In Figuur 19, 20, 21 zijn de oogstvolumes per diameterklasse en soort voor 2020, 2030, 2040, 2050 en 2060 voor de drie scenario's weergegeven, waarbij in het verjongings- en investeringscenario een verschuiving is te zien naar een hogere oogst in de hogere diameterklassen. In het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario is deze verschuiving minder sterk, maar ook hier is een lichte verschuiving te zien naar dikkere diameters. De oogstkans neemt niet toe in de dikkere diameters in deze scenario's, maar er staat – in vergelijking met het begin van de simulatie – veel in deze diameters, dus de oogst in dikke diameters neemt ook iets toe. In het verjongings- en investeringscenario wordt een breder sortiment geoogst. In 2020 wordt er veel tot 50 cm geoogst, in 2060 is een oogst te zien over alle diameterklassen.



Figuur 19 Diameterklassenverdeling van de oogst per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het basislijns scenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de oogst in m³ x 1000.

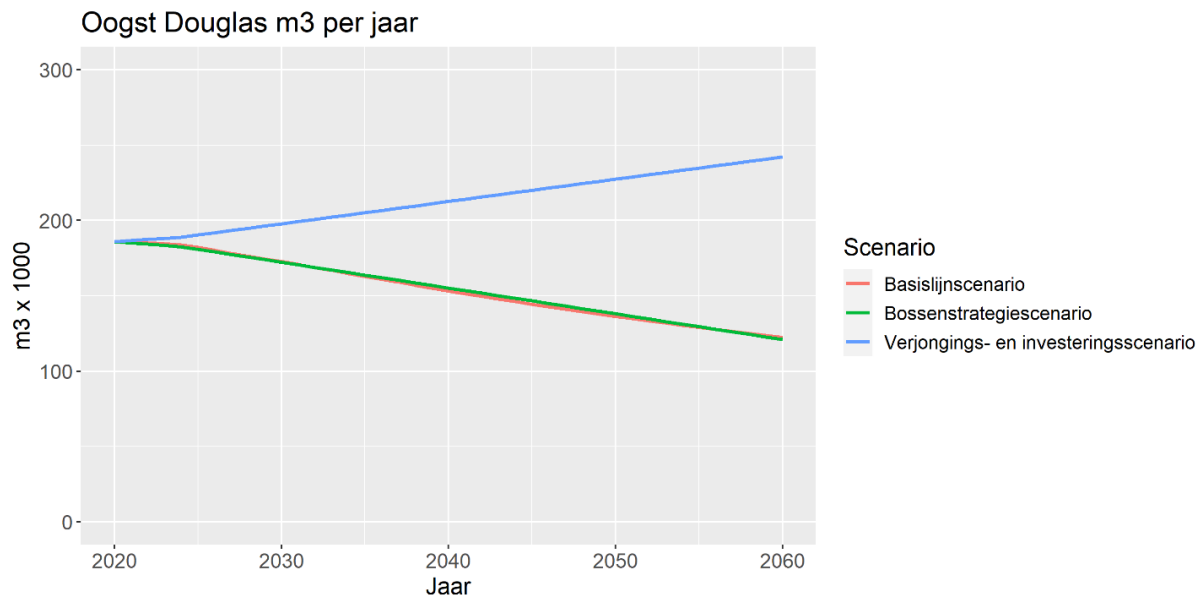


Figuur 20 Diameterklassenverdeling van de oogst per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het Bossenstrategiescenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de oogst in $m^3 \times 1000$.

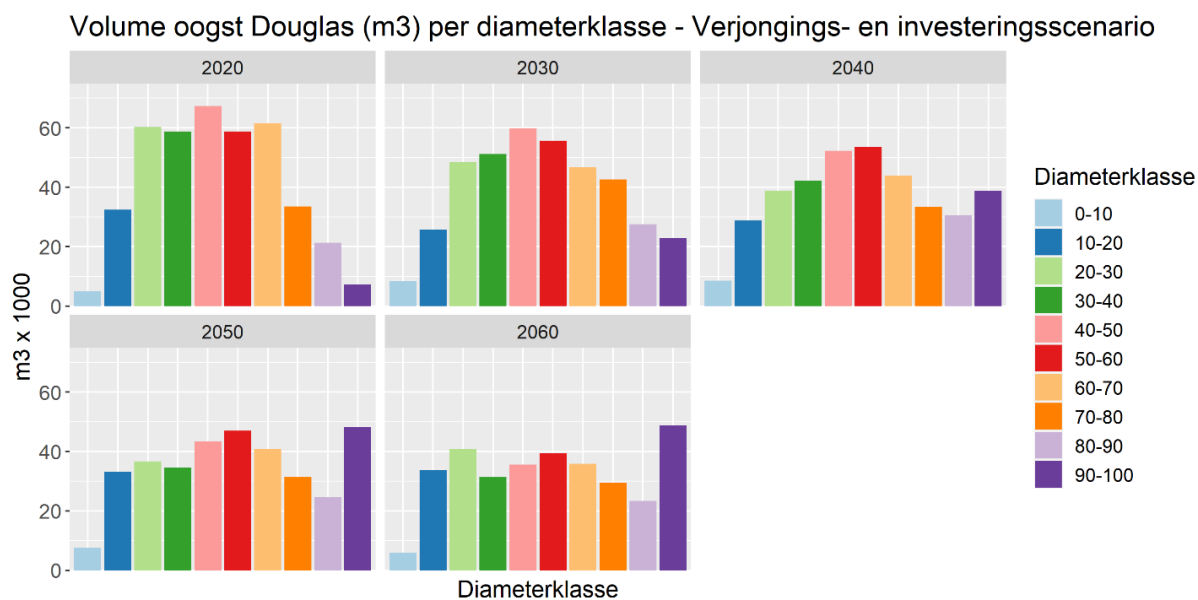


Figuur 21 Diameterklassenverdeling van de oogst per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het verjongings- en investeringsscenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de oogst in $m^3 \times 1000$.

In het verjongings- en investeringsscenario valt, naast de verhoogde oogst in het loofhout, de verhoogde oogst in Douglas op. In Figuur 22 wordt ingezoomd op de oogst van Douglas per scenario. Daar is inderdaad te zien dat deze oogst voor het verjongings- en investeringsscenario een stuk hoger ligt in vergelijking met de andere twee scenario's. In 2060 is de oogst in Douglas in het verjongings- en investeringsscenario ongeveer 110.000 m^3 meer dan in de andere scenario's. In Figuur 23 is voor het verjongings- en investeringsscenario de oogst van Douglas per diameterklasse te zien. De oogst in Douglas in dit scenario verspreidt zich meer over de verschillende diameterklassen in 2060 in vergelijking met 2020. Met name de oogst in de diameterklasse 90-100 neemt toe.



Figuur 22 Oogst ($m^3 \times 1000$) van Douglas in de verschillende scenario's.



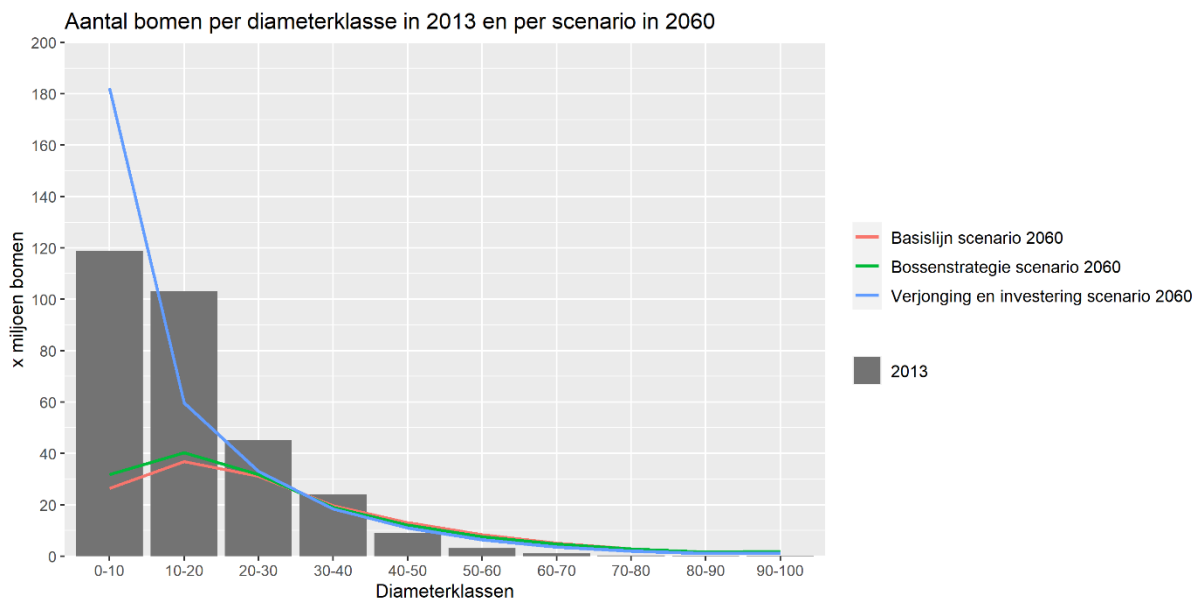
Figuur 23 Oogst ($m^3 \times 1000$) van Douglas per diameterklasse voor de jaren 2020, 2030, 2040, 2050 en 2060 voor het verjongings- en investeringsscenario.

3.4 De compositie en structuur van het bos

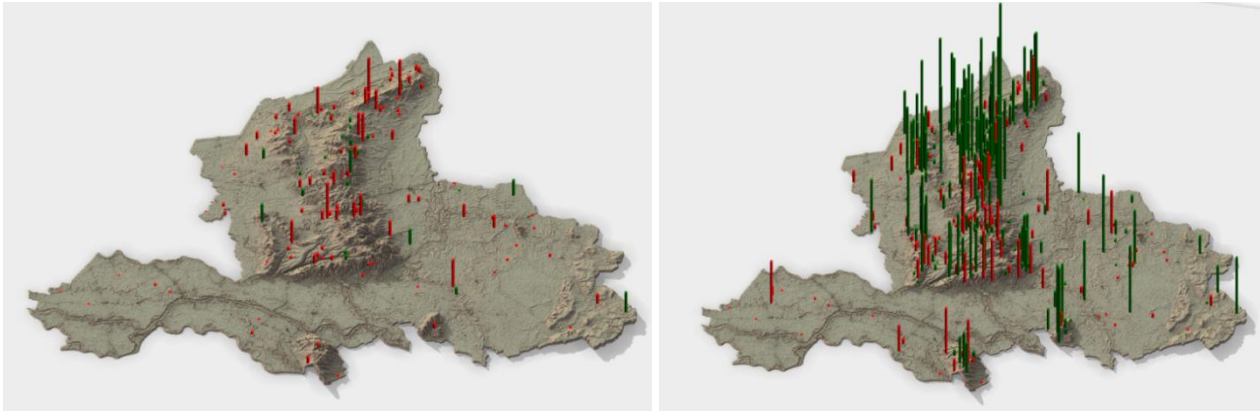
De compositie en structuur van het bos zijn van belang voor zowel de houtoogst als natuurwaarden. De diameterverdeling van het bos zegt iets over de beschikbaarheid van hout en dikke bomen.

Het aantal bomen in de laagste diameterklasse is in het verjongings- en investeringsscenario veel hoger dan in de andere scenario's in 2060 (Figuur 24, 25). In dit scenario worden meer jonge bomen ingebracht. Vanaf diameterklasse 20-30 loopt het aantal bomen in de verschillende scenario's nagenoeg gelijk. Vanaf diameterklasse 50-60 hebben de simulaties in het jaar 2060 meer bomen dan in het jaar 2013. In de simulaties in het jaar 2060 staan meer dikkere bomen dan in 2013. Het bos wordt gemiddeld ouder, waardoor de bijgroei afneemt. In de dikkere diameters wordt minder geoogst waardoor de oogst afneemt in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario.

De figuren 26, 27 en 28 laten zien dat de staande voorraad in de hogere diameterklassen gegroeid is aan het eind van de simulaties ten opzichte van het begin van de simulaties. De totale staande voorraad in het basislijns scenario in 2020 is ongeveer 1,2 miljoen m³ in de diameterklasse 90-100 en in 2060 is dat ongeveer 16,6 miljoen m³. In het Bossenstrategiescenario stijgt de totale staande voorraad in de diameterklasse 90-100 van ongeveer 1,2 miljoen m³ in 2020 naar ongeveer 17 miljoen m³ in 2060. In het verjongings- en investeringsscenario stijgt de totale staande voorraad in de diameterklasse 90-100 van ongeveer 1 miljoen m³ in 2020 naar 9,8 miljoen m³ in 2060. Het volume loofbomen in de eerste diameterklassen is hoger dan naaldbomen in het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario (Figuren 26 en 27). In het verjongings- en investeringsscenario heeft de eerste diameterklasse meer volume in naaldbomen (Figuur 28). In dit scenario wordt aangenomen dat er meer naaldbomen worden aangeplant. Daarnaast wordt er in dit scenario meer geoogst en is er dus meer ruimte voor verjonging, waardoor het totale volume in dit scenario in de eerste diameterklasse ook hoger is in vergelijking met het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario. In 2060 is het verschil ongeveer 800.000 m³ tussen het verjongings- en investeringsscenario en de overige twee scenario's.

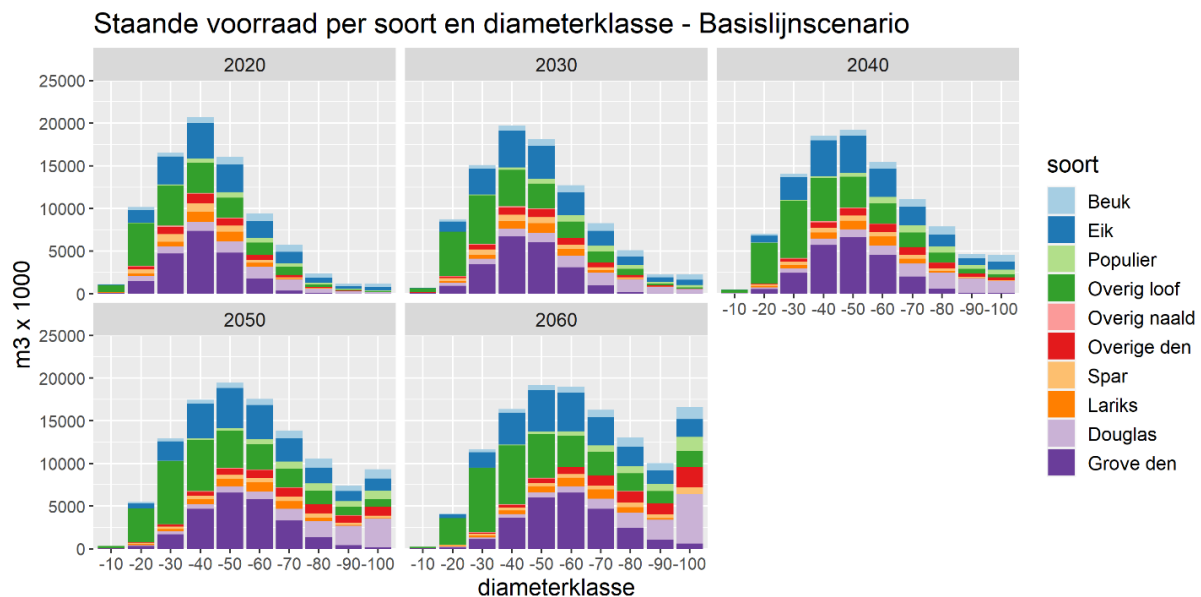


Figuur 24 Diameterklassenverdeling in het jaar 2013 (de staafdiagram) en voor elk scenario in het gesimuleerde jaar 2060 (lijnen). Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as het aantal bomen x miljoen.

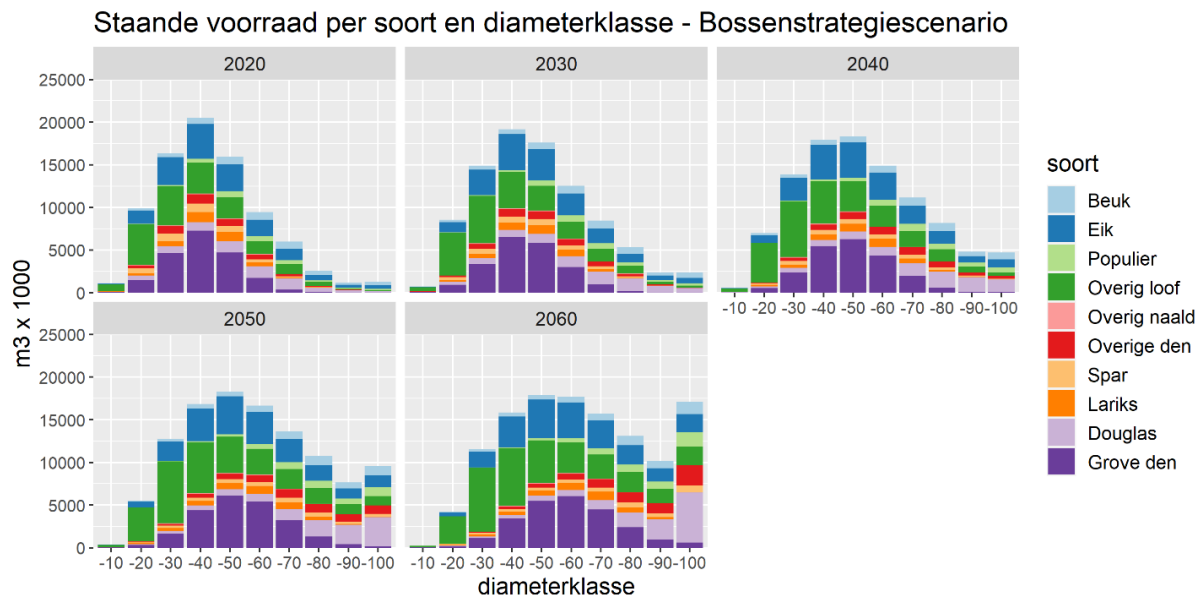


Figuur 25 Het aantal bomen (0-10 cm diameter) per ha bij de NBI plots in het jaar 2060 in Gelderland, voor links het basislijns scenario (Bossenstrategiescenario heeft vergelijkbare hoeveelheden) en rechts het verjongings- en investeringsscenario. De hoogte van de staven geeft het totale aantal bomen weer in diameterklasse 0-10. Rode staven hebben hoger aandeel loofbomen, groene staven hebben een groter aandeel naaldbomen.

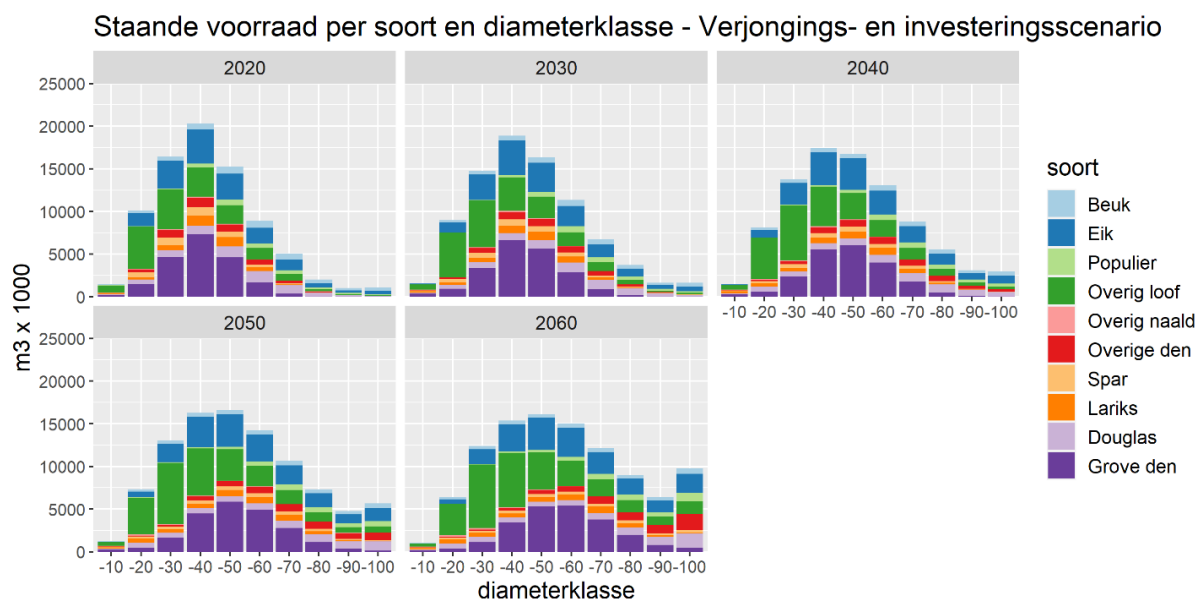
In Figuur 21 is te zien dat er in het verjongings- en investeringsscenario meer Douglas geogst wordt. Douglas heeft hierdoor een lagere staande voorraad in de diameterklasse 90-100 in dit scenario (ongeveer 1,7 miljoen m³ in 2060) in vergelijking met het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario (ongeveer 5,8 miljoen m³ in 2060 voor beide scenario's). Dit is duidelijk te zien in het jaar 2060 (Figuur 29). In Figuur 29 is de staande voorraad per soort per scenario in diameterklasse 90-100 in het jaar 2060 te zien. Voor alle soorten is de staande voorraad in het basislijns scenario en het Bossenstrategiescenario hoger dan in het verjongings- en investeringsscenario, behalve voor eik. De snelle verschuiving naar dikke diameters in het basislijn- en Bossenstrategiescenario wordt ingeperkt in het verjongings- en investeringsscenario.



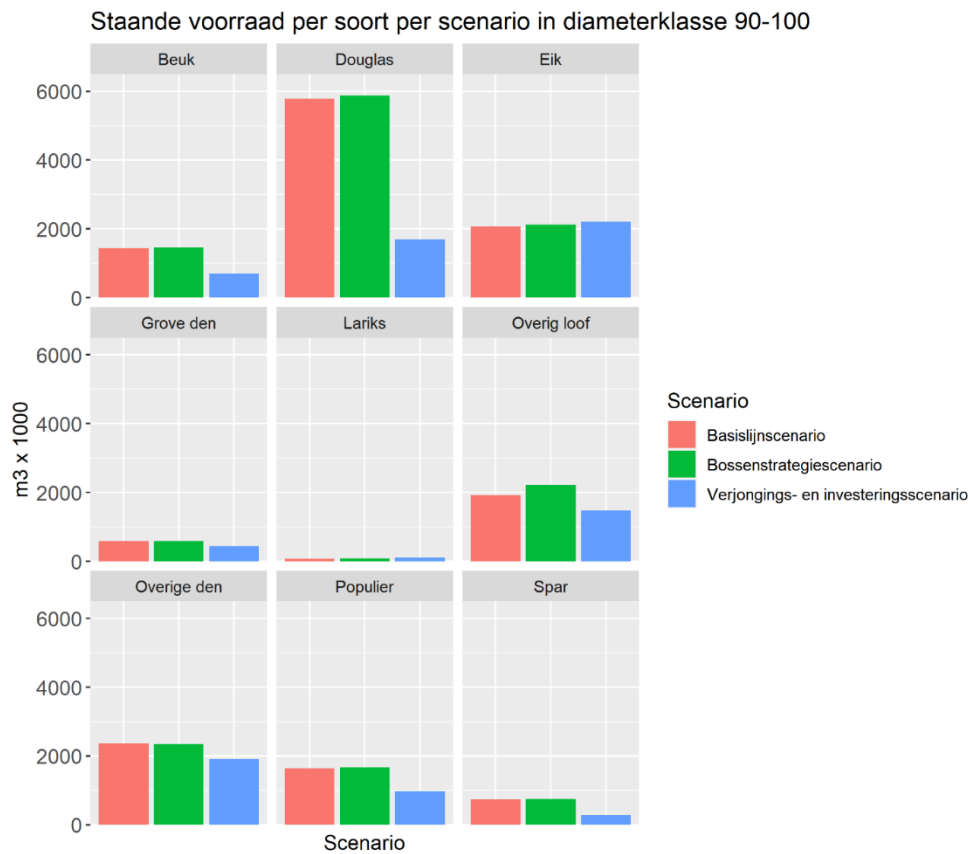
Figuur 26 Diameterklassenverdeling per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het basislijns scenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de staande voorraad m³ x 1000.



Figuur 27 Diameterklassenverdeling per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het Bossenstrategiescenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de staande voorraad $m^3 \times 1000$.



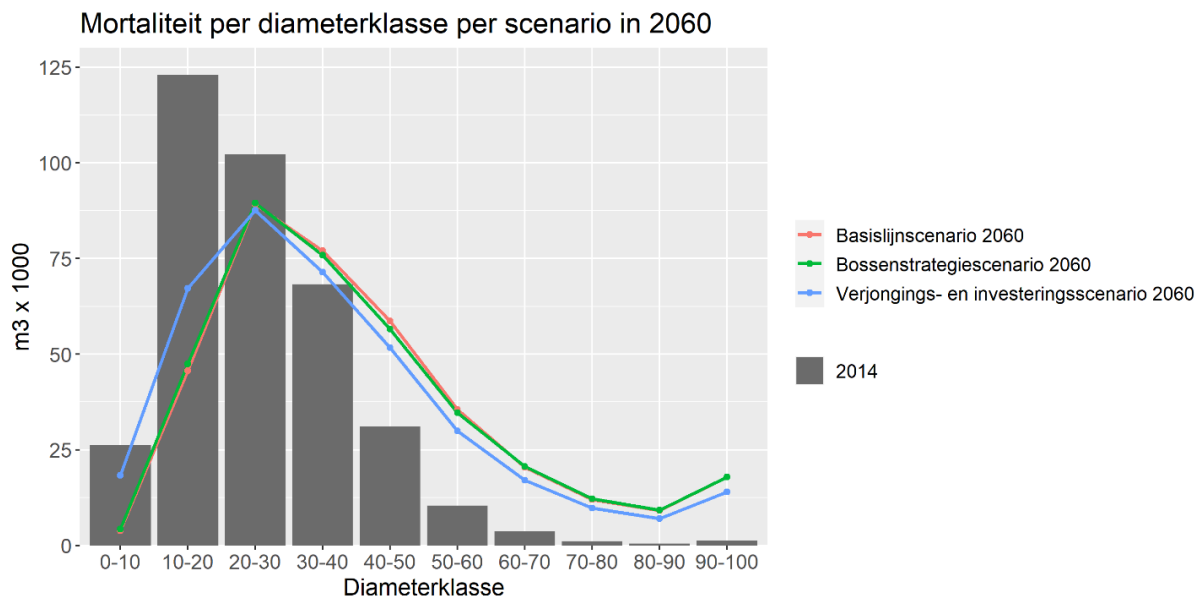
Figuur 28 Diameterklassenverdeling per soort in de jaren 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 voor het verjongings- en investeringscenario. Op de x-as de diameterklassen in centimeters. Op de y-as de staande voorraad $m^3 \times 1000$.



Figuur 29 Staande voorraad ($m^3 \times 1000$) per soort of soortgroep voor elk scenario in diameterklasse 90-100.

3.5 Mortaliteit

In het basislijn- en het Bossenstrategiescenario is de mortaliteit gemiddeld 0,96 m³ per hectare per jaar. In het verjongings- en investeringsscenario is het gemiddeld 0,97 m³ per hectare. Dit kleine verschil komt vooral door de hogere mortaliteit in de lage diameterklassen in het verjongings- en investeringsscenario. In Figuur 30 wordt de mortaliteit per diameterklasse in het jaar 2014 weergegeven en de mortaliteit per diameterklasse in de verschillende scenario's in het jaar 2060. In alle scenario's is vanaf de diameterklasse 30-40 de mortaliteit hoger dan in het jaar 2014. In 2014 was de mortaliteit in deze diameterklasse 68.000 m³. In 2060 was de mortaliteit voor respectievelijk het basislijnsscenario, het Bossenstrategiescenario en het verjongings- en investeringsscenario, 77.000 m³, 75.000 m³ en 71.000 m³. Het aandeel bomen in de hogere diameterklassen wordt hoger, waardoor in deze klassen ook het volume dood hout omhooggaat. De mortaliteit ligt in de eerste twee diameterklassen in het verjongings- en investeringsscenario hoger dan in de andere twee scenario's in 2060. Dit scenario heeft een hogere ingroei en dus meer bomen in deze twee diameterklassen (Figuur 24). Doordat er meer bomen dood gaan in de hogere diameterklassen, kan worden aangenomen dat er meer dik dood hout in het bos kan worden waargenomen. Dit geldt voor alle drie de scenario's. Het volume is in het verjongings- en investeringsscenario iets minder (ongeveer 14.000 m³) in vergelijking met de andere twee scenario's (ongeveer 18.000 m³ voor beide scenario's), omdat de oogst in dit scenario hoger ligt in de dikkere diameterklassen, maar ook hier is er meer mortaliteit in de hogere diameterklassen in 2060 ten opzichte van 2014.



Figuur 30 Mortaliteit (m³x1000) per diameterklasse in 2014 (staafdiagram) en in 2060 voor de verschillende scenario's (lijnen).

De hoeveelheid dood hout in het Nederlandse bos is de afgelopen jaren toegenomen, blijkt uit de nationale bosinventarisatie (NBI 7). Op dit moment ligt er gemiddeld 9,2 m³ dood hout en staat er 10 m³/ha dood hout (Schelhaas et al., 2022b). Doordat er meer bomen dood gaan in de hogere diameterklassen, kan worden aangenomen worden dat deze stammen minder snel compleet zijn afgebroken. Dit zal betekenen dat de voorraad dood hout in het Nederlandse bos toeneemt in alle scenario's.

4 Discussie en conclusie

Met EFISCEN-Space zijn drie scenario's gesimuleerd van 2013 tot aan 2060. In het basislijns scenario wordt het huidige waargenomen beheer doorgetrokken naar 2060. In het Bossenstrategiescenario is het areaal natuurbos vanaf het begin van de simulatie groter dan in het basislijns scenario. In natuurbos wordt minder geoogst. De oogstkansen in het multifunctionele bos zijn hoger in dit scenario. In beide scenario's worden weinig dikke bomen geoogst (een lage kapkans voor dikke bomen wordt waargenomen in het Nederlandse beheer). In het verjongings- en investeringsscenario is het areaal multifunctioneel bos groter dan in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario en wordt in het multifunctionele bos meer geoogst. In dit scenario wordt onderzocht of er meer geoogst kan worden in het Nederlandse bos, waarbij ook natuurwaarden die in het Nederlandse bos belangrijk zijn, behouden blijven. De natuurwaarden die in dit onderzoek meegenomen zijn, zijn aandeel natuurbos, dikke bomen, mortaliteit en soortensamenstelling.

In alle drie de scenario's neemt de staande voorraad toe (Tabel 3), maar desondanks dalen de volumes die geoogst worden in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario. Het bos wordt ouder en de bomen dikker, maar in de hogere diameterklassen wordt nauwelijks geoogst. Daarnaast wordt in deze scenario's nauwelijks geïnvesteerd in verjonging. Om de oogst op peil te houden, zal er dus meer geïnvesteerd moeten worden in verjonging en zal er meer geoogst moeten worden in hogere diameterklassen. In het verjongings- en investeringsscenario is de kapkans in de hogere diameterklassen omhoog gezet; hierdoor wordt er meer hout geoogst. Dit betekent niet dat er geen dikke bomen meer in het bos staan over de gesimuleerde tijd. Zowel levende dikke bomen als dode dikke bomen zijn ook in het verjongings- en investeringsscenario nog terug te zien en het aandeel daarin neemt toe over de tijd.

Tabel 3 Samenvattingstabel van staande voorraad, bijgroei en oogst voor het jaar 2013 en het gesimuleerde jaar 2060 voor de drie scenario's.

| Eenheid | | Scenario | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------|-------|------------------------------|--|
| | | Basislijns scenario | | Bossenstrategie- scenario | Verjongings- en investerings- scenario |
| | | 2013 | 2060 | 2060 | 2060 |
| Staaande voorraad | miljoen m ³ | 79,9 | 126,4 | 123,2 | 103,5 |
| | m ³ /ha | 215 | 341 | 332 | 279 |
| Bijgroei | m ³ /ha | - | 6,63 | 6,59 | 6,73 |
| Oogst | miljoen m ³ | - | 0,89 | 0,94 | 1,47 |
| | m ³ /ha | - | 2,39 | 2,52 | 3,97 |
| Mortaliteit | miljoen m ³ | - | 0,37 | 0,36 | 0,37 |
| | m ³ /ha | - | 1 | 0,99 | 1 |

De 'verloofingstrend' die te zien is in de metingen van de Nationale Bosseninventarisaties zet door in de simulaties in de drie scenario's. Hoewel in het verjongings- en investeringsscenario de oogst in loofhout omhooggaat en in de verjonging meer wordt geïnvesteerd in naaldbomen, is deze trend ook in dit scenario te zien. Door de hogere oogst is er meer ruimte voor verjonging. In plots waar loofbomen aanwezig zijn, zullen in het model ook loofbomen teruggroeien.

In de metingen van de Nationale Bosseninventarisatie is een dalende trend te zien in de bijgroei. Deze dalende trend is aan het begin van de simulaties nog niet te zien, maar zet langzaam in aan het eind van de simulaties. De afgenomen bijgroei waargenomen in de bosseninventarisaties kan veroorzaakt worden door droogte in de afgelopen jaren. In de scenario's wordt een gemiddelde groei gebruikt en zijn weersextremen nog niet terug te zien. Het aantal bomen in de hogere diameterklassen is aan het eind van de simulaties hoger dan aan het begin van de simulaties en dat kan zorgen voor de afnemende bijgroei aan het eind van

de simulaties. De hogere bijgroei in het begin van de simulatie in het verjongings- en investeringsscenario in vergelijking met het basislijn- en het Bossenstrategiescenario wordt veroorzaakt door de inkomende verjonging. Er zijn weinig data beschikbaar over de groei in bomen met een dbh onder de 5 cm, waardoor de groei in het model voor deze jonge bomen hoger kan uitvallen dan de groei in de praktijk.

De natuurwaarden in dit onderzoek zijn waarden die af te leiden zijn uit de resultaten van het EFISCEN-Space model. Natuurwaarden zijn een stuk breder dan de genoemde waarden hier, daar moet rekening mee gehouden worden met het interpreteren van de resultaten. Doordat het model soorten en soortgroepen bevat, kan het aandeel loofhout ook een groot aandeel exoten bevatten. Daarnaast wordt de toename van dood hout nu aangenomen vanwege de toename in mortaliteit, omdat dood hout in het huidige model niet wordt gemodelleerd. Dood hout zou een goede toevoeging zijn als biodiversiteitsindicator.

Ondanks de verhoogde oogst in het verjongings- en investeringsscenario, stijgt de staande voorraad ook in dit scenario. Er wordt in dit scenario 66% van de bijgroei geoogst, dit is een verhoging in 2060 van ongeveer 0,5 miljoen m³ in vergelijking met het basislijns scenario. Ondanks dat er meer geoogst wordt, ook in dikkere diameters, komen er ook meer dikke bomen bij en is het aannemelijk dat er meer dikke dode bomen bijkomen.

De simulaties geven aan dat er in het Nederlandse bos iets te kiezen valt. Natuurlijk kan een bosgebied niet sterk veranderen in veertig jaar tijd, maar er is ruimte om trends bij te sturen. In het verjongings- en investeringsscenario wordt geprobeerd de staande voorraad-ontwikkeling iets in te perken (om het bos minder gevoelig te maken voor extremen) en tegelijkertijd natuurwaarden te behouden. De houtproductie is in dit scenario iets verhoogd, met daarnaast de benodigde investeringen in verjonging om ook in de toekomst nog keuzes te hebben.

In dit project werd onderzocht of het mogelijk is zowel meer inlands hout voor de bouw te produceren en tegelijkertijd natuurwaarden te behouden middels investeringen en bosbeheerverbeteringen. Aan de hand van het verjongings- en investeringsscenario lijkt het mogelijk om meer hout te oogsten uit het Nederlandse bos, waarbij de hoeveelheid hout in het bos niet afneemt, er meer dikke bomen bijkomen en ook het aandeel loofbomen groter wordt. Hoewel deze natuurwaarden, die in dit onderzoek zijn meegenomen, toenemen in vergelijking met het begin van de simulatie, zijn ze wel lager dan in het basislijn- en het Bossenstrategiescenario. Het aandeel natuurbos en de mortaliteit (dood hout) zijn ook lager in het verjongings- en investeringsscenario.

Om een hogere oogst te realiseren en om in de toekomst hout van kwaliteit te kunnen oogsten, moet geïnvesteerd worden in verjonging en duurzaam bosbeheer. Er kan mogelijk 0.5 miljoen m³/j meer geoogst worden in het multifunctionele bos, maar dit zal onze afhankelijkheid van de import van Europees hout niet (veel) minder maken. Het model zegt, naast de verschuivingen naar meer dikke diameters, niks over de houtkwaliteit die geoogst wordt. Ondanks dat de focus in het verjongings- en investeringsscenario meer op naaldhout ligt, is de verloofingstrend behouden. Ook wordt in dit scenario meer overig loofhout geoogst, terwijl nu in de bouw vooral naaldhout gebruikt wordt. De vraag is of dit overige loofhout van wat dunnere diameters bruikbaar is voor in de bouw en in welke hoeveelheden dit voor de industrie aantrekkelijk is. Daarnaast lijkt de focus in het Nederlandse bos meer en meer richting natuurbos te gaan waarbij houtproductie minder ruimte krijgt.

Literatuur

- Arets, E. J. M. M., & Schelhaas, M. 2019. National Forestry Accounting Plan: Submission of the Forest Reference Level 2021-2025 for the Netherlands. Ministerie LNV.
- Churkina, G., Organschi, A. Reyer, C.P.O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B.K., Graedel, T.E. & Schellnhuber, H.J. 2020. Buildings as a global carbon sink. *Nature Sustainability*, 2020; DOI: [10.1038/s41893-019-0462-4](https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4)
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020. Bos voor de toekomst Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030. Den Haag, 60 p.
- Oldenburger, J. & Teeuwen, S. 2022. Houtproductie en -gebruik in Nederland. Productie, import, export en consumptie van houtproducten in 2021. Wageningen, Probos.
- Schelhaas, M.J., Hengeveld, G., Filipek, S., König, L., Lerink, B., Staritsky, I., de Jong, A. & Nabuurs, G.J. 2022a. Efiscen-Space 1.0 model documentation and manual. Wageningen, Wageningen Environmental Research
- Schelhaas, M.J., Teeuwen, S. Oldenburger, J., Beerkens, G., Velema, G., Kremers, J., Lerink, B., Paulo, M.J., Schoonderwoerd, H. Daamen, W., Dolstra, F., Lusink, M., van Tongeren, K., Scholten, T., Pruijsten, I., Voncken, F. & Clerkx, A.P.P.M. 2022b. Zevende Nederlandse Bosinventarisatie; Methodes en resultaten. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 142. 127 blz.; 15 fig.; 57 tab.; 17 ref; 9 bijlagen.

Bijlage 1 Ingroei Jonge bomen

| | Basislijn- scenario | Bossenstrategie- scenario | Verjongings- en investerings- scenario | |
|-------------------------|--|--|--|--|
| | Alle regimes (Aantal bomen per hectare per jaar) | Alle regimes (Aantal bomen per hectare per jaar) | Multifunctioneel (Aantal bomen per hectare per jaar) | Alle regimes (Aantal bomen per hectare per jaar) |
| Abies spp. | 12 | 12 | 300 | 12 |
| Larix spp. | 55 | 55 | 300 | 55 |
| Picea abies | 30 | 30 | 300 | 30 |
| Picea sitchensis | 10 | 10 | 300 | 10 |
| Pseudotsuga menziesii | 38 | 38 | 300 | 38 |
| Pinus sylvestris | 35 | 35 | 300 | 35 |
| Pinus nigra+mugo | 45 | 45 | 300 | 45 |
| Other indigenous Pinus | 77 | 77 | 300 | 77 |
| Other conifers | 37 | 37 | 300 | 37 |
| Betula spp. | 49 | 49 | 75 | 49 |
| Castanea sativa | 18 | 18 | 75 | 18 |
| Eucalyptus spp. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fagus sylvatica | 15 | 15 | 75 | 15 |
| Robinia pseudoacacia | 88 | 88 | 75 | 88 |
| Populus plantations | 57 | 57 | 75 | 57 |
| Quercus robur&petraea | 42 | 42 | 75 | 42 |
| Quercus ilex | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Quercus suber | 0 | 0 | 0 | 0 |
| long-lived broadleaves | 37 | 37 | 75 | 37 |
| short-lived broadleaves | 86 | 86 | 75 | 86 |

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 3311
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

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



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

Rapport 3311
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

