



---

# Funcatievervulling en ontwikkelingen van bossen in Nederland

---

Rapportage 2022

---



---

Gino van Maaren, Gera op den Kelder, Guus Beerkens, Jan Oldenburger en Anne Reichgelt

---

Wageningen, juli 2023





---

# **Functievervulling en ontwikkelingen van bossen in Nederland**

---

Rapportage 2022

---

---

Gino van Maaren, Gera op den Kelder, Guus Beerkens, Jan Oldenburger en Anne Reichgelt

---

Wageningen, juli 2023



# Colofon

© Stichting Probos, Wageningen, juli 2023

**Auteurs:** Gino van Maaren, Gera op den Kelder, Guus Beerkens, Jan Oldenburger en Anne Reichgelt

**Titel:** Functievervulling en ontwikkelingen van bossen in Nederland  
Rapportage 2022

**Uitgever:** Stichting Probos  
Postbus 253, 6700 AG Wageningen  
tel. 0317-46 65 55  
[mail@probos.nl](mailto:mail@probos.nl)  
[www.probos.nl](http://www.probos.nl)

**Opdrachtgever:**  
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV)

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- 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.
- Stichting Probos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Foto omslag: Stichting Probos.



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Nederlandse bosoppervlakte</b>	<b>8</b>
2.1	Bosoppervlakte in Nederland	8
2.2	Indeling van de bosoppervlakte	9
2.2.1	SNL-typen	9
2.2.2	Boseigendom	11
2.2.3	Boscificering	13
<b>3</b>	<b>Biodiversiteit</b>	<b>14</b>
3.1	Inleiding	14
3.2	Trends in kenmerkende bossoorten	15
3.2.1	Zoogdieren	15
3.2.2	Broedvogels	15
3.2.3	Dagvlinders	16
3.2.4	Bospaddenstoelen	16
3.2.5	Fauna van bossen op hoge zandgronden	17
3.3	Behoud van genetische diversiteit	18
<b>4</b>	<b>Vitaliteit</b>	<b>20</b>
4.1	Inleiding	20
4.2	Boomsoortenmenging	20
4.3	Vitaliteit van boomsoorten	21
4.4	Bosstructuur	25
4.5	Zuurgraad van de bodem	27
4.6	Grondwaterstand	28
4.7	Milieudruk	30
4.8	Natuurkwaliteit	32
<b>5</b>	<b>Ecosysteemdiensten</b>	<b>34</b>
5.1	Inleiding	34
5.2	Klimaatmitigatie	34
5.3	Recreatie	35
5.4	Erfgoed	36
5.5	Houtproductie	38
<b>6</b>	<b>Economie</b>	<b>41</b>
6.1	Bedrijfseconomie	41
6.1.1	Bedrijfsresultaat	41

6.1.2	Opbrengsten	41
6.1.3	Kosten	42
6.1.4	Verschillende resultaten tussen bedrijven	43
6.2	Grondprijs	43
	<b>Referenties</b>	<b>46</b>



# 1 Inleiding

Er wordt veel gevraagd van de bossen in Nederland. Bossen betekenen veel voor mensen en ook voor het behalen van natuur- en klimaatdoelen zijn ze erg belangrijk. Niet voor niets is er in het kader van het Klimaatakkoord<sup>1</sup> een landelijke Bossenstrategie<sup>2</sup> uitgewerkt, die in november 2020 is gepresenteerd. Hierin benoemen het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de provincies de gezamenlijke ambities en doelen voor bossen in Nederland.

De hoofddoelen van de landelijke Bossenstrategie zijn gericht op het bos van de toekomst waarbij 2030 het eerste ijkpunt is. De doelen zijn gericht op de volgende thema's: *Meer bos*, *Vitaal bos*, *Bomen buiten het bos* en *Duurzaam gebruik van bomen en bos*. Per hoofddoel zijn ambities en subdoelen uitgewerkt. Voor het monitoren van de voortgang van de verwezenlijking van de doelen wordt gebruik gemaakt van bestaande gegevensverzameling en wordt waar nodig nieuwe gegevensverzameling gestart.

Vanuit het beleid is er al langere tijd behoefte aan extra informatie over de functievervulling en ontwikkelingen van bossen in Nederland. Deze behoefte is als gevolg van de toegenomen aandacht voor bossen in het algemeen, en door de landelijke Bossenstrategie in het bijzonder, alleen maar toegenomen. Dit was en is de aanleiding voor het opzetten van deze rapportage gericht op het geven van inzicht in de functievervulling van bossen in Nederland.

Op basis van bestaande gegevensbronnen is een zo compleet mogelijk beeld gegeven van de stand van zaken van het functioneren van de Nederlandse bossen. Daarbij komen alle facetten aan bod van de ontwikkeling van de bosoppervlakte tot de ontwikkeling van de biodiversiteit, maar ook de bosbedrijfseconomie en grondprijzen in Nederland. Er is steeds gebruik gemaakt van de meest recente gegevensbron. Vanwege het periodiek beschikbaar komen van bepaalde gegevens kan het zijn dat er nog geen actuele informatie beschikbaar is.

De auteurs hopen met dit rapport een belangrijke basis te leggen voor een brede bossenmonitoring en deze door te ontwikkelen richting een soort 'Bosbarometer' die in de gaten houdt hoe het met het Nederlandse bos gesteld is.

In deze rapportage wordt ingegaan op vijf thema's. Hoofdstuk 2 gaat in op de ontwikkeling en indeling van de Nederlandse bosoppervlakte. Hoofdstuk 3 bespreekt het thema biodiversiteit en gaat in op kenmerkende bossoorten. Vervolgens behandelt Hoofdstuk 4 verschillende indicatoren voor vitaal bos. In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op een aantal belangrijke ecosystemendiensten die boscossystemen in Nederland leveren. Ten slotte gaat Hoofdstuk 6 in op de bedrijfseconomie van bosbedrijven en de grondprijzen in Nederland.

---

<sup>1</sup> Zie [Klimaatakkoord](#).

<sup>2</sup> Zie [Uitwerking ambities en doelen landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030](#).

## 2 Nederlandse bosoppervlakte

### 2.1 Bosoppervlakte in Nederland

Figuur 2.1 geeft de ruimtelijke verspreiding weer van de verschillende typen natuur, zoals die voorkwamen in Nederland in 2021. Volgens de Index Natuur en Landschap was er in Nederland in 2021 1.348.210 hectare aan natuur, inclusief grote wateren, waarvan 363.801 hectare bos (data verkregen van: CBS *et al.*, 2022a)<sup>3</sup>. Dit is gelijk aan de bosoppervlakte die onder Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) is gerapporteerd als onderdeel van het Kyoto-protocol (Arets *et al.*, 2022). Binnen de Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (NBI-7) wordt de totale bosoppervlakte in 2021 in Nederland geschat op 365.726 hectare (Schelhaas *et al.*, 2022). Een iets grotere oppervlakte. Aangezien in de voor dit rapport geraadpleegde bronnen beide getallen genoemd worden, kunnen beide oppervlakten in de tabellen in dit rapport voorbijkomen. Geïdentificeerde ontwikkelingen en trends zijn in algemeenheid van toepassing waarbij het niet uitmaakt of uitgegaan wordt van een bosoppervlakte van 363.801 hectare of 365.726 hectare.



**Figuur 2.1**

Ligging van de verschillende natuurtypen in Nederland in 2021. Bron: CBS *et al.*, 2022a.

<sup>3</sup> Zie [Index Natuur en Landschap](#).

Tabel 2.1 biedt een overzicht van de ontwikkeling van de oppervlakte bos per Nederlandse provincie evenals de totale Nederlandse bosoppervlakte in de periode 1970-2021 (Schelhaas *et al.*, 2022). Vanaf de jaren '70 nam de bosoppervlakte in alle provincies toe, evenals de totale Nederlandse bosoppervlakte. Dit als gevolg van toenmalige overheidsplannen voor bosuitbreiding. Na een piek in de bosoppervlakte (373.645 ha) rond 2009 is de totale Nederlandse bosoppervlakte in de jaren erna afgenomen tot het huidige niveau van 363.801 ha. De afname in de bosoppervlakte in deze periode is met name het gevolg van het vellen van tijdelijke bossen op landbouwgronden en de omvorming van bos naar andere natuurtypen, zoals heide en stuifzand (Schelhaas *et al.*, 2022).

**Tabel 2.1**

*Bosoppervlakte (in hectare) per provincie én de totale Nederlandse bosoppervlakte volgens de LULUCF-reeks in de periode 1970-2021. Bron: Schelhaas et al., 2022.*

	1970	1990	2009	2017	2021
Groningen	1.512	5.493	8.630	7.144	6.884
Fryslân	8.751	12.247	12.649	12.376	12.253
Drenthe	27.769	32.146	35.338	34.799	34.722
Flevoland	7.061	15.788	16.434	15.760	15.717
Noord-Holland	11.845	16.880	15.844	15.082	14.784
Overijssel	37.731	38.272	38.664	38.064	37.577
Utrecht	21.000	21.008	20.487	19.870	19.818
Gelderland	96.077	97.288	98.852	97.878	97.884
Zuid-Holland	6.277	10.230	10.563	10.476	10.518
Zeeland	2.300	3.766	4.722	4.694	4.656
Noord-Brabant	73.066	75.065	76.770	74.875	74.478
Limburg	32.318	34.067	34.694	34.708	34.511
<b>Nederland</b>	<b>325.706</b>	<b>362.249</b>	<b>373.645</b>	<b>365.726</b>	<b>363.801</b>

## 2.2 Indeling van de bosoppervlakte

### 2.2.1 SNL-typen

Uit de Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (Schelhaas *et al.*, 2022) blijkt dat zo'n 6% van het bos voorkomt in landschappen die volgens de indeling van het Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL)<sup>4</sup> een meer open karakter hebben, zoals akkers, graslanden, heide en hoogvenen. Minder dan één procent valt onder SNL-type landschapselement, zoals een

<sup>4</sup> Zie [Index Natuur en Landschap](#).

houtwal of een bomenlaan. Voor zo'n 9% is geen SNL-bestemming gevonden en de overige oppervlakte heeft een SNL-beheertype dat gericht is op bos.

Bij bijna de helft van de bosoppervlakte (48,1%) is sprake van een SNL-beheertype bos met productie (N16.03 en N16.04), terwijl bij iets meer dan een derde (36,2%) van de bosoppervlakte sprake is van een SNL-beheertype voor bostypes met een duidelijke natuurcomponent. De indeling van het Nederlandse bos naar SNL-bestemming uit de Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (Schelhaas *et al.*, 2022) staat in Tabel 2.2.

Van de SNL-beheertypen gericht op bos (N14-N17) zijn de volgende beheertypen in areaal toegenomen sinds 2014: rivier- en beekbegeleidend bos (N14.01); hoog- en laagveenbos (N14.02); haagbeuken- en essenbos (N14.03); duinbos (N15.01); dennen-, eiken- en beukenbos (N15.02); en park- en stinzenbos (N17.03). De oppervlakte bos behorend tot beheertype droog bos met productie (N16.03) is daarentegen in 2021 ten opzichte van 2014 met zo'n 5% afgenomen en ook vochtig bos met productie (N16.04) is licht afgenomen sinds 2014. De oppervlakte drooghakhout (N17.02) is nagenoeg gelijk gebleven. Ten opzichte van 2019 is de oppervlakte wilgengriend (N17.05) toegenomen en de oppervlakte vochtig en hellinghakhout (N17.06) nagenoeg gelijk gebleven (CBS *et al.*, 2015, 2020c en 2022b).

**Tabel 2.2**

*Oppervlakte (ha) en aandeel (%) bos in 2021 naar SNL-type. Bron: Schelhaas et al., 2022.*

SNL-type	SNL-code	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Agrarisch	A	2.172	0,6%
Landschapselement	L	2.379	0,7%
Grootschalige, dynamische natuur, water	N01-N05	10.033	2,7%
Heides, hoogveen, duin, zandverstuiving	N06-N08	6.723	1,8%
Grasland, akkers, ruigtes	N11-N13	3.206	0,9%
Rivier- en beekbegeleidend bos	N14.01	4.137	1,1%
Hoog- en laagveenbos	N14.02	8.791	2,4%
Haagbeuken- en essenbos	N14.03	15.618	4,3%
Duinbos	N15.01	7.033	1,9%
Dennen-, eiken- en beukenbos	N15.02	90.294	24,7%
Droog bos met productie	N16.03	156.075	42,7%
Vochtig bos met productie	N16.04	19.755	5,4%
Drooghakhout	N17.02	517	0,1%
Park- en stinzenbos	N17.03	4.137	1,1%
Eendenkooi	N17.04	310	0,1%

**Tabel 2.2 (vervolg)**

Oppervlakte (ha) en aandeel (%) bos in 2021 naar SNL-type. Bron: Schelhaas et al., 2022.

SNL-type	SNL-code	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Wilgengriend	N17.05	310	0,1%
Vochtig en hellinghakhout	N17.06	1.345	0,4%
Geen SNL-type		32.891	9,0%
<b>Totaal</b>		<b>365.726</b>	<b>100%</b>

## 2.2.2 Boseigendom

De verdeling van de bosoppervlakte over de verschillende eigenaarscategorieën is nagenoeg gelijk gebleven tussen de NBI-6 (2012-2013) en NBI-7 (2017-2021) (Schelhaas *et al.*, 2022; Tabel 2.3). Het meest opvallende verschil is zichtbaar bij de provincies, bij wie de bosoppervlakte en het aandeel bos meer dan verdubbeld lijkt te zijn. Ook Natuurmonumenten, bedrijven en landgoederen zagen een toename van zowel bosoppervlakte als aandeel. Aan de andere kant zagen met name Staatsbosbeheer, natuurbeschermingsorganisaties en privébezitters afnames van hun bosoppervlakte en aandeel in de periode tussen de twee inventarisatierondes. Ook de oppervlakte waarvan de eigenaar onbekend is, is sterk afgenomen tussen de NBI-6 en NBI-7. Het is belangrijk er rekening mee te houden dat de veranderingen ook het gevolg kunnen zijn van een iets andere verhouding in de opname van de meetpunten binnen de twee inventarisaties.

**Tabel 2.3**

De oppervlakte (ha) en het aandeel (%) bos per eigenaarscategorie tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.

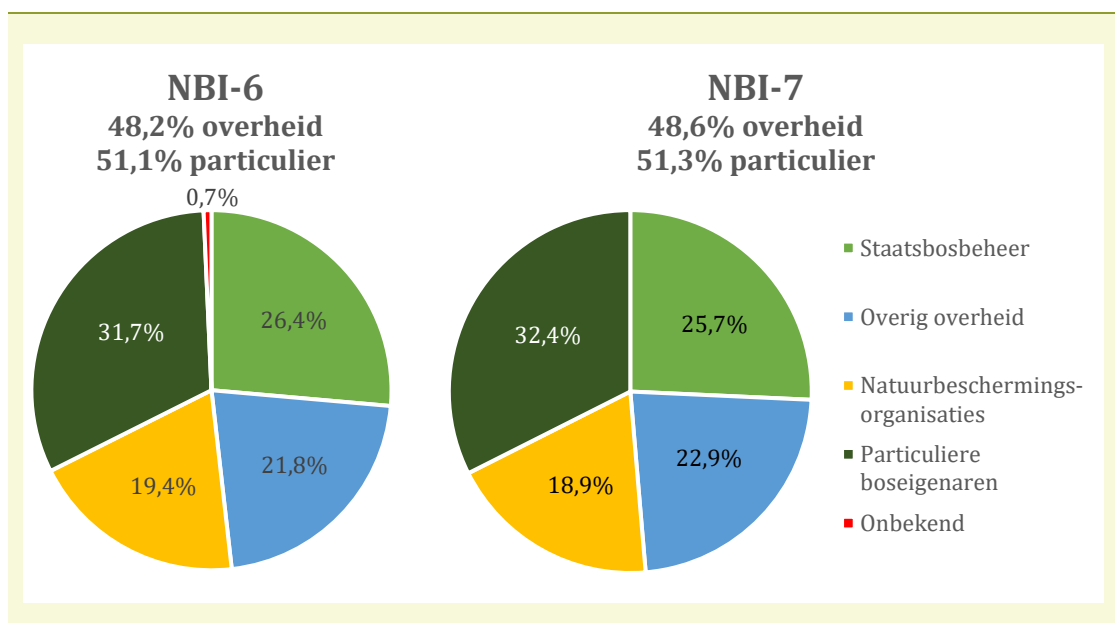
Eigenaar	NBI-6 (2012-2013)		NBI-7 (2017-2021)	
	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Staatsbosbeheer	98.626	26,4%	94.121	25,7%
Ministerie van Financiën	9.026	2,4%	8.688	2,4%
Ministerie van Defensie	8.256	2,2%	8.791	2,4%
Overig staatseigendom	4.513	1,2%	4.034	1,1%
Provincies	2.312	0,6%	5.068	1,4%
Gemeenten	53.166	14,2%	52.749	14,4%
Overig publiek bezit	4.623	1,2%	4.241	1,2%

**Tabel 2.3 (vervolg)**

De oppervlakte (ha) en het aandeel (%) bos per eigenaarscategorie tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.

Eigenaar	NBI-6 (2012-2013)		NBI-7 (2017-2021)	
	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Natuurbeschermingsorganisaties	43.149	11,6%	39.200	10,7%
Natuurmonumenten	28.949	7,8%	30.098	8,2%
Bedrijf	21.134	5,7%	22.134	6,1%
Landgoed	19.703	5,3%	20.893	5,7%
Overig particulier georganiseerd	11.007	2,9%	10.757	2,9%
Privébezit	66.485	17,8%	64.850	17,7%
Onbekend	2.532	0,7%	103	0,0%
<b>Totaal</b>	<b>373.480</b>	<b>100%</b>	<b>365.726</b>	<b>100%</b>

Tussen de NBI-6 (2012-2013) en NBI-7 (2017-2021) is de verdeling van het boseigendom tussen overheid en particulier grondbezit nagenoeg gelijk gebleven (Figuur 2.2; Schelhaas *et al.*, 2022). Door de afname in het aandeel met een onbekende eigenaar, steeg zowel het aandeel boseigendom van de overheid als van particulieren licht.

**Figuur 2.2**

Verdeling van het boseigendom tussen overheid en particuliere boseigenaren tijdens de NBI-6 (2012-2013, linker figuur) en de NBI-7 (2017-2021, rechter figuur). Data verkregen van: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.

### 2.2.3 Boscertificering

Tabel 2.4 laat zien dat de oppervlakte bos die in Nederland is gecertificeerd onder FSC of PEFC redelijk stabiel is. Het bosbeheer op ongeveer 45% van de Nederlandse bosoppervlakte is gecertificeerd volgens de principes en criteria van FSC en/of PEFC.

**Tabel 2.4**

*De oppervlakte FSC- en PEFC-gecertificeerd Nederlands bos in de periode 2017-2023. Data verkregen van: FSC, 2023a; PEFC, 2023a. De data voor FSC zijn bepaald op 1 april van elk jaar; de data voor PEFC zijn bepaald op 31 maart van elk jaar.*

Jaar	FSC-gecertificeerd bos (ha)	PEFC-gecertificeerd bos (ha)	Totale oppervlakte gecertificeerd bos (ha)*
2017	169.646	0	169.646
2018	167.994	3.240	171.234
2019	167.994	3.240	171.234
2020	167.995	3.240	171.235
2021	161.601	3.247	164.848
2022	163.680	3.248	166.928
2023	164.662	3.248	167.910

\* Exclusief dubbelcertificering.

Tabel 2.5 biedt een overzicht van de FSC- en PEFC-certificaathouders in Nederland. Ter illustratie, leden van het FSC-groeps-certificaat van de Unie van Bosgroepen omvatten onder andere het IJssellandschap, Stichting het Geldersch Landschap, Kroondomein het Loo, Stichting Twickel en verscheidene gemeenten. Het PEFC-groeps-certificaat van Evan Buytendijk B.V. omvat de gemeente Epe en vijf landgoederen.

**Tabel 2.5**

*FSC- en PEFC-gecertificeerde boseigenaren in Nederland in maart 2023. Data verkregen van: FSC, 2023b; PEFC, 2023b.*

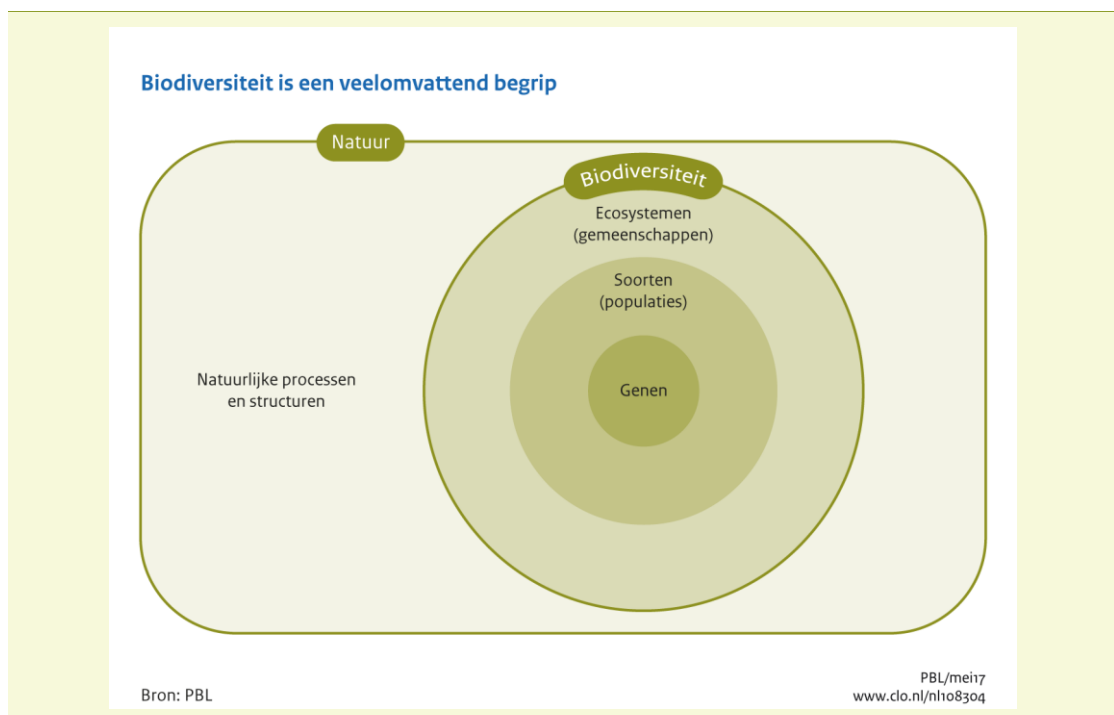
FSC-certificaathouder	Oppervlakte gecertificeerd (ha)	PEFC-certificaathouder	Oppervlakte gecertificeerd (ha)
Staatsbosbeheer	95.315	Groeps-certificaat Evan Buytendijk B.V.	3.248
Natuurmonumenten	28.991		
Groeps-certificaat Unie van Bosgroepen	40.356		
<b>Totaal</b>	<b>164.662 ha</b>		<b>3.248 ha</b>

## 3 Biodiversiteit

### 3.1 Inleiding

Met de landelijke Bossenstrategie willen de provincie en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) een bijdrage leveren aan het tegengaan van klimaatverandering én de versterking van de biodiversiteit. Daarbij sluit de landelijke Bossenstrategie aan op de Europese Biodiversiteitsstrategie<sup>5</sup>, die tot doel heeft de biodiversiteit in Europa te versterken. Bovendien steunt de landelijke Bossenstrategie de partners van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel om op de lange termijn 10% groenblauwe dooradering in het landelijk gebied te realiseren. Deze ambitie is verder uitgewerkt in het Aanvalsplan Landschap<sup>6</sup>.

De internationale Conventie inzake Biologische Diversiteit (CBD) uit 1992 omschrijft biodiversiteit als: “*de variabiliteit in organismen uit de gehele wereld, waaronder terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische verbanden waar ze deel van uitmaken; de diversiteit betreft de variatie binnen soorten (genen), tussen soorten en tussen ecosystemen.*” (CBS et al., 2017b). Voor een visualisatie, zie Figuur 3.1.



**Figuur 3.1**

Visualisatie van natuur en biodiversiteit. Bron: CBS et al., 2017b.

In dit hoofdstuk worden de biodiversiteitstrends beschreven voor kenmerkende bossoorten en wordt er ingegaan op de genenconserving van autochtone bomen en struiken.

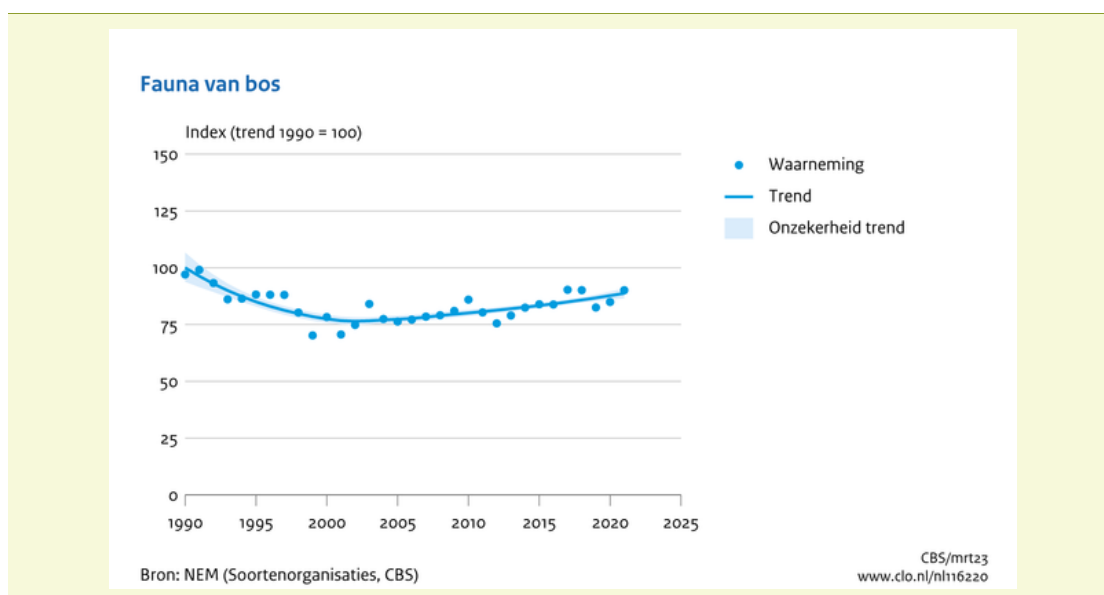
<sup>5</sup> Zie [EU-biodiversiteitsstrategie voor 2030. De natuur terug in ons leven brengen.](#)

<sup>6</sup> Zie [Aanvalsplan Landschap. Realisatie van 10% groenblauwe dooradering.](#)



## 3.2 Trends in kenmerkende bossoorten

Sinds 1990 is de trend van kenmerkende bossoorten gemiddeld afgenomen (CBS *et al.*, 2023b; Figuur 3.2)<sup>7</sup>. Echter, vanaf 2001 is een significant stijgende trend zichtbaar. De gemiddelde toename van kenmerkende bossoorten sinds het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw komt vooral door toenames van een aantal zoogdieren en broedvogels (CBS *et al.*, 2023a; CBS *et al.*, 2023b).



**Figuur 3.2**

Ontwikkeling van kenmerkende faunasoorten van bossen in Nederland in de periode 1990-2021.  
Bron: CBS *et al.*, 2023b.

### 3.2.1 Zoogdieren

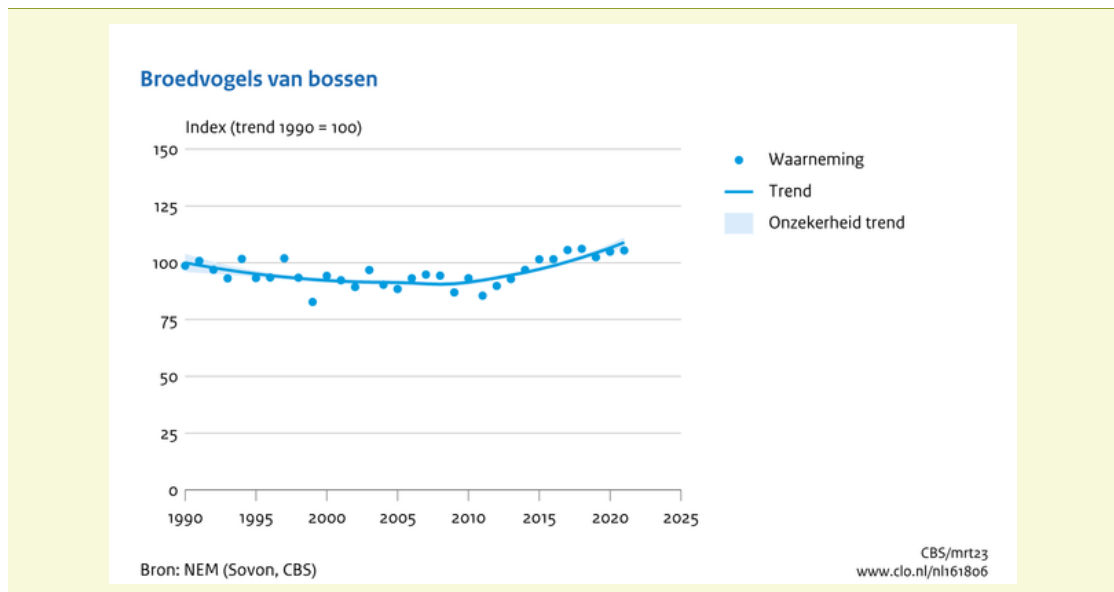
Van de zoogdieren in bossen nemen vooral boombewonende vleermuizen, zoals de franjestaart toe (CBS *et al.*, 2023b)<sup>7</sup>. Meerdere vleermuissoorten profiteren van het ouder worden van het Nederlandse bos en andere vleermuissoorten hebben baat bij de realisatie van nieuwe, meer open bossen. Verder laten ook de rosse woelmuis en de hazelmuis stijgende trends zien dankzij beschermingsmaatregelen en de terugkeer van landschapselementen (in het landelijk gebied).

### 3.2.2 Broedvogels

Kenmerkende broedvogels van bossen laten sinds 1990 gemiddeld een stijgende trend zien (CBS *et al.*, 2023a; De Jong *et al.*, 2022; Figuur 3.3, volgende pagina)<sup>8</sup>. Tot 2009 was de trend stabiel, maar sinds die tijd is een significante toename zichtbaar. Sinds 1990 zijn 15 soorten erop vooruitgegaan, 4 soorten zijn stabiel gebleven en 8 soorten zijn achteruitgegaan in populatieomvang.

<sup>7</sup> Zie [Fauna van bos, 1990-2021](#).

<sup>8</sup> Zie [Broedvogels van bos, 1990-2021](#).



**Figuur 3.3**

*Ontwikkeling van aantal broedvogels van bossen in Nederland in de periode 1990-2021. Bron: CBS et al., 2023a.*

Ondanks de stijgende trend van bosgebonden broedvogels, gaan niet alle soorten erop vooruit (CBS *et al.*, 2023a; CBS *et al.*, 2023b; De Jong *et al.*, 2022). Enkele holenbroeders, waaronder fluitier en zwarte specht laten een afname zien. Ook een aantal naaldbossoorten, zoals kuifmees en zwarte mees, laten een afname zien, wat mogelijk een gevolg is van de omvorming van naaldbos naar loofbos. Roofvogels, zoals buizerd, havik en sperwer, nemen in Laag-Nederland toe in bossen, terwijl ze in bossen op hogere zandgronden juist afnemen vanwege een gebrek aan voedsel van goede kwaliteit.

### 3.2.3 Dagvlinders

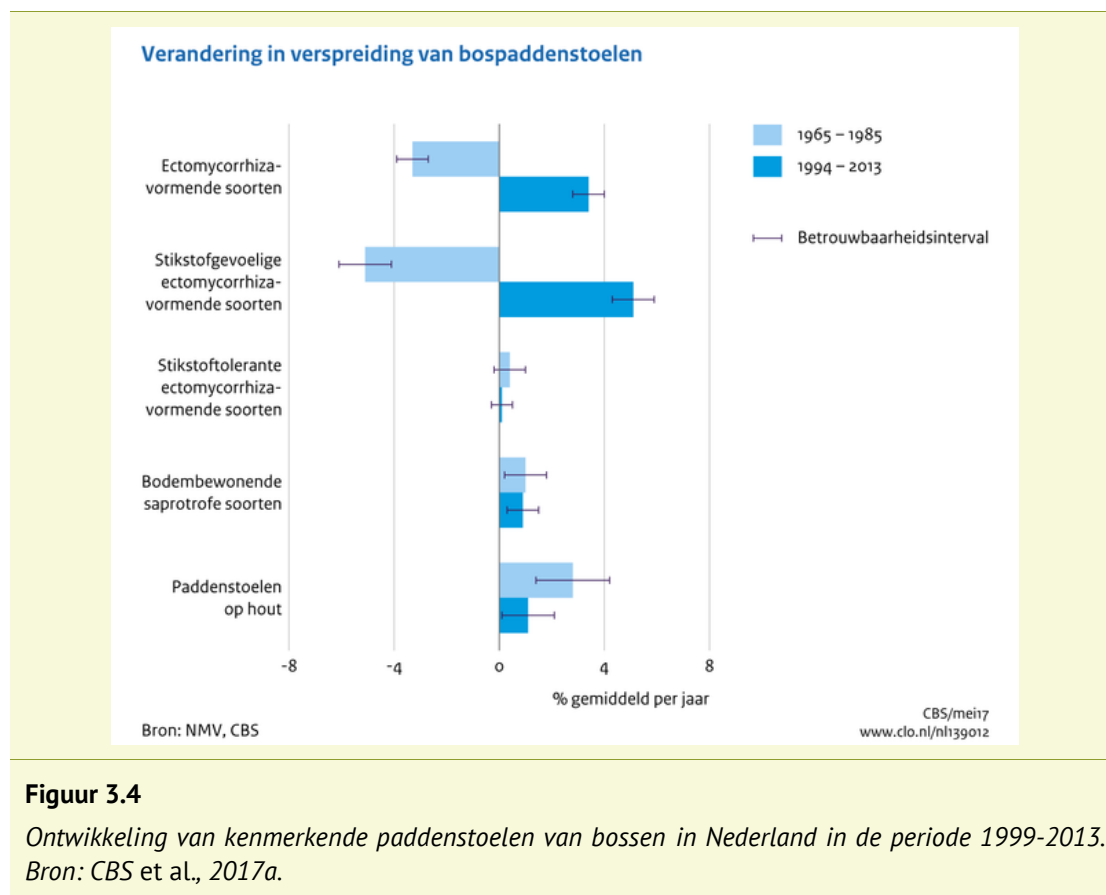
Bosvlinders laten een meer gemengd beeld zien met sommige bosvlinders die de laatste decennia zijn toegenomen terwijl andere het beduidend slechter doen (CBS *et al.*, 2023b)<sup>7</sup>. De keerzijde van het ouder worden van bossen is dat de dichtere begroeiing minder licht doorlaat en er minder open plekken in het bos zijn. Voor typische bossoorten is dit een positieve ontwikkeling, maar soorten die voorkomen op open plekken en in bosranden doen het beduidend slechter. Voor soorten die voorkomen in vochtige bossen, is ook verdroging een oorzaak van afnemende populaties.

### 3.2.4 Bospaddenstoelen

Veel bospaddenstoelsoorten lieten sterke afnames zien in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw, met name stikstofgevoelige soorten (CBS *et al.*, 2017a; Figuur 3.4, volgende pagina)<sup>9</sup>. De oorzaak was het hoge depositieniveau van stikstof uit de landbouw en het verkeer. Sinds het einde van de jaren '80 zijn diverse milieumaatregelen genomen gericht op reducties in stikstof- en zwaveldeposities. Als gevolg van de lagere stikstofdeposities lieten stikstofgevoelige paddenstoelsoorten in de periode 1994-2013 gemiddeld een stijgende trend zien (Figuur 3.4).

<sup>9</sup> Zie [Trend in Bospaddenstoelen, 1965-2013](#).

Stikstoftolerante soorten als groep reageerden niet op de lagere stikstofdepositie. Door de afwezigheid van actuele gegevens, kan niets gezegd worden over de ontwikkelingen na 2013.



**Figuur 3.4**

Ontwikkeling van kenmerkende paddenstoelen van bossen in Nederland in de periode 1999-2013. Bron: CBS et al., 2017a.

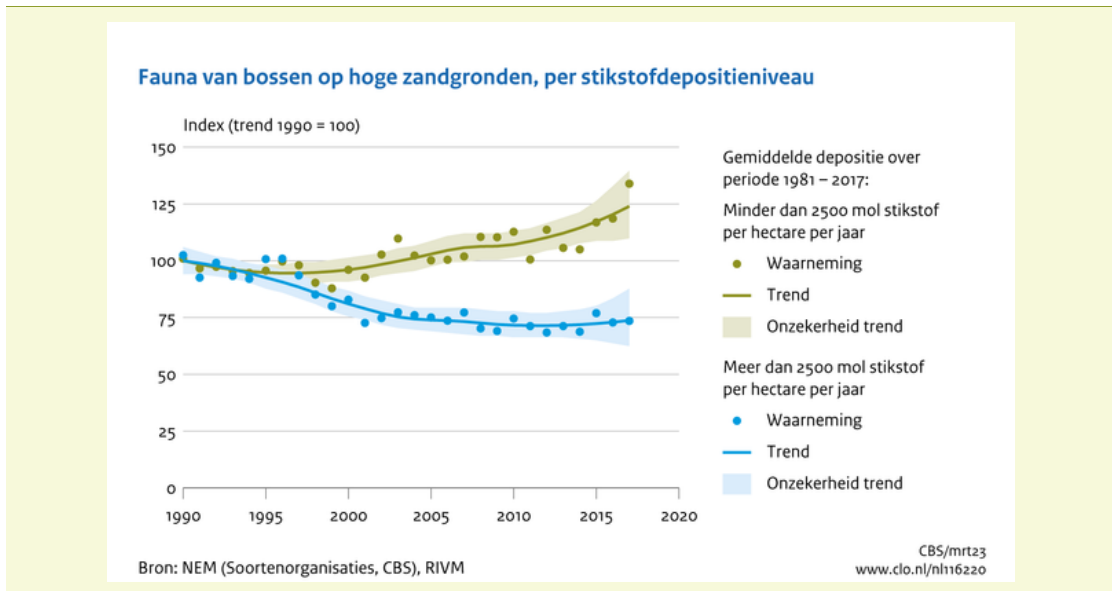
Uit onderzoek is gebleken dat een teveel aan stikstof paddenstoelen op verschillende manieren negatief kan beïnvloeden (CBS *et al.*, 2017a; Ozinga & Kuyper, 2015). Allereerst komt er bij hoge stikstofdepositie meer anorganische stikstof in de bodem. Dit remt de groei van de meeste mycorrhiza-schimmels. Een tweede reden is dat een overmaat aan stikstof leidt tot de vorming van stoffen in het strooisel die een remmende werking hebben op de groei van mycorrhiza-schimmels. Ten derde, bij een hoge stikstofbeschikbaarheid investeren planten minder suikers in de wortel. Hierdoor is er minder energie beschikbaar voor de mycorrhiza-schimmels om vruchtlichamen en schimmeldraden te vormen.

### 3.2.5 Fauna van bossen op hoge zandgronden

De stabiele of zelfs stijgende trend in kenmerkende bossoorten geldt niet voor alle bossen (CBS *et al.*, 2023b)<sup>10</sup>. De neerslag van stikstof kan van grote invloed zijn op de aanwezigheid van kenmerkende bossoorten. Met name bossen op hoge zandgronden zijn gevoelig voor de invloed van (een te hoge) stikstofdepositie. Figuur 3.5 (volgende pagina) laat de ontwikkeling van kenmerkende bossoorten zien voor bossen op hoge zandgronden in de periode 1990-2017. Bossen met minder hoge depositieniveaus (minder dan 2.500 mol stikstof per hectare per jaar) laten stijgende trends zien. In deze bossen is de stikstofdepositie zodanig gedaald sinds de jaren '90 dat kenmerkende bossoorten weer kunnen toenemen.

<sup>10</sup> Zie [Fauna van bos, 1990-2020](#).

Aan de andere kant, bossen met zeer hoge depositieniveaus (meer dan 2.500 mol stikstof per hectare per jaar) laten nog steeds dalende trends zien. Dit betekent dat kenmerkende bossoorten verder blijven afnemen. Door de afwezigheid van actuele gegevens, kan niets gezegd worden over de ontwikkelingen na 2017.



**Figuur 3.5**

*Ontwikkeling van kenmerkende faunasoorten van bossen op hoge zandgronden per stikstofdepositieniveau in Nederland in de periode 1990-2017. Bron: CBS et al., 2023b.*

In hoofdstuk 4.7 Milieudruk wordt verder ingegaan op de invloed van stikstofdepositie op landnatuur.

### 3.3 Behoud van genetische diversiteit

Naast het beschermen van soorten is het ook belangrijk om de genetische diversiteit binnen soorten te beschermen. Met name in het licht van klimaatverandering en het streven naar veerkrachtige, klimaatbestendige bossen en bosbouw is behoud van genetische diversiteit cruciaal. Dit kan zowel in situ als ex situ. Ex situ omvat het (kunstmatig) behouden van populaties buiten hun natuurlijke omgeving. In situ omvat het beschermen van boom- en struikpopulaties in hun natuurlijke omgeving. Op die manier kan natuurlijke selectie plaatsvinden en blijft het adaptatievermogen van nieuwe generaties aan veranderende omstandigheden behouden.

Nederland is aangesloten bij EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme)<sup>11</sup>, een Europees netwerk voor het behoud van genetische bronnen uit bossen. Binnen EUFORGEN worden genenbewaringsunits aangewezen van belangrijke populaties van autochtone bomen en struiken. In Nederland zijn er tot nu toe 30 genenbewaringsunits (zie Figuur 3.7, volgende pagina) aangewezen voor 24 soorten (zie Tabel 3.1, volgende pagina). Het streven is voor ongeveer 50 soorten minimaal 2 units per soort aan te wijzen.

<sup>11</sup> Zie [EUFORGEN](#).



**Figuur 3.7**

Genenbewaringsunits in Nederland ter behoud van genetische diversiteit van boom- en struiksoorten in februari 2023. Bron: EUFORGEN, 2023.

**Tabel 3.1**

Soorten met aangewezen genenbewaringsunits in Nederland in februari 2023. Bron: EUFORGEN, 2023.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam
<i>Acer campestre</i>	Veldesdoorn	<i>Populus nigra</i>	Zwarte populier
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	<i>Prunus avium</i>	Zoete kers
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	<i>Prunus padus</i>	Gewone vogelkers
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	<i>Prunus spinosa</i>	Sleedoorn
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	<i>Quercus petraea</i>	Wintereik
<i>Cornus sanguinea</i>	Rode kornoelje	<i>Quercus robur</i>	Zomereik
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn	<i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg
<i>Fagus sylvatica</i>	Beuk	<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes
<i>Frangula alnus</i>	Sporkehout	<i>Taxus baccata</i>	Venijnboom
<i>Fraxinus excelsior</i>	Es	<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde
<i>Ilex aquifolium</i>	Hulst	<i>Tilia platyphyllos</i>	Zomerlinde
<i>Juniperus communis</i>	Jeneverbes	<i>Ulmus laevis</i>	Fladderiep

## 4 Vitaliteit

### 4.1 Inleiding

In de landelijke Bossenstrategie zijn de volgende ambities en doelen voor vitaal bos geformuleerd:

*“Ons doel is vitaal bos met zijn functies doorgeven aan toekomstige generaties. Het bosbeheer zal zich daarvoor de komende decennia vooral moeten richten op biodiversiteit, klimaatadaptatie en klimaatmitigatie. Het bos moet completer (alle ontwikkelingsstadia) en diverser (verschillende bostypen en boomsoorten en genetische variatie) worden. Het areaal natuurbos (bos waarin beheer primair is gericht op biodiversiteit) moet toenemen. En de kwaliteit van bosbodems moet verbeteren.” (IPO & LNV, 2020, p. 21)*

In dit hoofdstuk wordt de trend beschreven van een aantal indicatoren voor een vitaal bos:

- Boomsoortenmenging
- Vitaliteit van boomsoorten
- Bosstructuur
- Zuurgraad van de bodem
- Grondwaterstand
- Milieudruk
- Natuurkwaliteit

De biodiversiteit van het bos, dat ook bijdraagt aan de vitaliteit van het bos, is beschreven in Hoofdstuk 3.

### 4.2 Boomsoortenmenging

Tabel 4.1 biedt een overzicht van de oppervlakte van het Nederlandse bos en het aandeel van verschillende mengvormen daarin in de periodes 2012-2013 (NBI-6) en 2017-2021 (NBI-7). Er is een duidelijke trend zichtbaar met een toename van loofbomen ten koste van naaldbomen. De aandelen gemengd en ongemengd naald daalden, terwijl de aandelen gemengd en ongemengd loof (sterk) stegen. Verder stegen ook de aandelen gemengd loof, gemengd loof met naald en naald gemengd met loof tussen de NBI-6 en NBI-7.

**Tabel 4.1**

*De oppervlakte (%) en het aandeel (%) van de verschillende mengvormen in het Nederlandse bos tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.*

	NBI-6 (2012-2013)		NBI-7 (2017-2021)	
	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Ongemengd loof (<1%)	25.097	6,7%	54.480,0	15,4%
Ongemengd loof (<20%)	45.020	12,1%	66.511,0	18,8%
Gemengd loof	72.539	19,4%	74.683,0	21,1%

**Tabel 4.1 (vervolg)**

De oppervlakte (%) en het aandeel (%) van de verschillende mengvormen in het Nederlandse bos tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.

	NBI-6 (2012-2013)		NBI-7 (2017-2021)	
	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)	Oppervlakte (ha)	Aandeel (%)
Gemengd loof met naald	29.720	8,0%	28.715,5	8,1%
Ongemengd naald (<1%)	29.610	7,9%	6.356,0	1,8%
Ongemengd naald (<20%)	60.320	16,2%	57.431,0	16,2%
Gemengd naald	20.914	5,6%	11.463,5	3,2%
Naald gemengd met loof	50.194	13,4%	54.253,0	15,3%

### 4.3 Vitaliteit van boomsoorten

In de NBI-7 (2017-2021) zijn voor het eerst metingen gedaan naar de vitaliteit van het Nederlandse bos en aanwezige natuurlijke verstoring. Daarbij is de vitaliteit beoordeeld voor de opstand als geheel, waarbij de keuze bestaat uit normale vitaliteit of verminderde vitaliteit. Tabel 4.2 biedt een overzicht van de resultaten van deze metingen. Gemiddeld hadden 9,4% van de plots een verminderde vitaliteit (Schelhaas *et al.*, 2022).

**Tabel 4.2**

Overzicht van het aantal metingen per meetjaar en de vitaliteit van de gemeten plots in de periode 2017-2021 (NBI-7). Bron: Schelhaas et al., 2022.

Meetjaar	Aantal metingen	Normale vitaliteit	Verminderde vitaliteit	Niet beoordeeld
2017	443	92%	8%	7%
2018	719	92%	8%	7%
2019	689	86%	14%	3%
2020	692	86%	14%	1%
2021	478	90%	10%	13%

Bossen met een loofboom als hoofdboomsoort (14,3%) hadden aanzienlijk vaker een verminderde vitaliteit dan bossen met een naaldboom als hoofdboomsoort (6,5%) (Schelhaas *et al.*, 2022; Tabel 4.3). Dit hogere aandeel bij loofbomen is voornamelijk te wijten aan de aantasting van essen door de essentaksterfte. Op 70,2% van de plots waarop es de hoofdboomsoort was, is een verminderde vitaliteit waargenomen. Ook wilg had met 20,6% een bovengemiddeld groot aantal plots met een verminderde vitaliteit. Hier speelt waarschijnlijk droogte een rol. Esdoorn had het laagste aandeel plots met een verminderde vitaliteit (5,4%). Bij de naaldboomsoorten hadden plots met fijnspar het vaakst een verminderde vitaliteit

(20,0%). Droogte en schade door de bastkever vormen hierbij de hoofdoorzaken. Grove den had het minst vaak last van een verminderde vitaliteit (3,7%).

**Tabel 4.3**

*Vitaliteitscore per boomsoort in de periode 2017-2021 (NBI-7). Bron: Schelhaas et al., 2022.*

Boomsoort	Normale vitaliteit	Verminderde vitaliteit	Niet beoordeeld
Amerikaanse eik	87,9%	6,6%	5,5%
Berk	83,9%	9,9%	6,3%
Beuk	81,0%	9,9%	9,2%
Es	24,5%	70,2%	5,3%
Esdoorn	73,0%	5,4%	21,6%
Inlandse eik	81,2%	11,7%	7,1%
Populier	83,9%	9,2%	6,9%
Wilg	74,6%	20,6%	4,8%
Zwarte els	82,4%	11,0%	6,6%
Overig inheems loof	74,0%	12,0%	14,0%
Overig uitheems loof	89,3%	7,1%	3,6%
Struiken en kleine boomvormers	91,7%	8,3%	0,0%
<b>Totaal loof</b>	<b>78,5%</b>	<b>14,3%</b>	<b>7,2%</b>
Corsicaanse den	91,2%	8,8%	0,0%
Douglasspar	92,1%	7,9%	0,0%
Fijnspar	80,0%	20,0%	0,0%
Grove den	96,2%	3,7%	0,1%
Lariks	82,5%	11,9%	5,6%
Oostenrijkse den	94,3%	5,7%	0,0%
Overig naald	89,7%	10,3%	0,0%
<b>Totaal naald</b>	<b>92,9%</b>	<b>6,5%</b>	<b>0,6%</b>
Bos in de open fase	5,9%	5,9%	88,2%
Niet bezocht/ ontbost	1,4%	0,6%	98,1%
<b>Totaal</b>	<b>76,3%</b>	<b>9,4%</b>	<b>14,4%</b>



Naast vitaliteit zijn er ook metingen gedaan naar de aanwezigheid van natuurlijke verstoring zoals schade door brand, droogte of door insecten (zie Tabel 4.4). Op 21,5% van de plots zijn één of meerdere natuurlijke verstoringen gemeld in de periode 2017-2021. Het vaakst gemeld is wildschade (7,0%), gevolgd door wind (5,5%) en droogte (5,2%). Ondanks de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 is er in geen van de plots brand gemeld.

**Tabel 4.4**

*Aandeel plots (%) met de aanwezigheid van natuurlijke verstoringen in de periode 2017-2021 (NBI-7). Aandelen zijn berekend op basis van het aantal metingen per jaar. Bron: Schelhaas et al., 2022.*

Meetjaar	Aantal metingen	Verstoringen aanwezig	Brand	Wind	Wild	Insecten	Droogte	Overig
2017	472	25%	0%	8%	4%	0%	0%	7%
2018	747	15%	0%	5%	4%	0%	2%	3%
2019	713	30%	0%	7%	10%	2%	9%	4%
2020	701	31%	0%	7%	12%	2%	9%	3%
2021	541	19%	0%	6%	8%	1%	6%	4%
<b>Totaal</b>	<b>3.174</b>	<b>22%</b>	<b>0%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>	<b>1%</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>

Tabel 4.5 biedt een overzicht van de aanwezigheid van natuurlijke verstoringen in de periode 2017-2021, uitgesplitst per boomsoort. Op plots met naaldboomsoorten (26,5%) is vaker een melding gemaakt van een natuurlijke verstoring dan op plots met loofboomsoorten (21,7%) (Schelhaas et al., 2022; Tabel 4.5). Bij loofboomsoorten valt gelijk es op, waar op 74,5% van de plots natuurlijke verstoringen aanwezig waren. 63,8% hiervan heeft betrekking op essentaksterfte (onder 'Overig' in de tabel). Ook bij wilg (44,4%) zijn bovengemiddeld veel natuurlijke verstoringen gemeld. Hier is wind (33,3%) de hoofdoorzaak. Bij naaldboomsoorten valt fijnspar op (40,0%), veroorzaakt door een combinatie van wind, insecten (bastkever) en droogte.

**Tabel 4.5**

*Aanwezigheid van natuurlijke verstoringen per boomsoort in de periode 2017-2021. Op één plot kunnen meerdere verstoringen voorkomen. Hierdoor hoeft het algemene totaal (verstoringen aanwezig) niet gelijk te zijn aan de totalen van de afzonderlijke verstoringen. Bron: Schelhaas et al., 2022.*

Boomsoort	Natuurlijke verstoring aanwezig	Wind	Insect	Wild	Droogte	Brand	Overig
Amerikaanse eik	15,4%	2,2%	0,0%	6,6%	6,6%	0,0%	0,0%
Berk	19,7%	4,0%	0,4%	6,3%	5,4%	0,0%	1,8%
Beuk	11,3%	2,8%	0,7%	2,1%	6,3%	0,0%	0,0%

**Tabel 4.5 (vervolg)**

*Aanwezigheid van natuurlijke verstoringen per boomsoort in de periode 2017-2021. Op één plot kunnen meerdere verstoringen voorkomen. Hierdoor hoeft het algemene totaal (verstoringen aanwezig) niet gelijk te zijn aan de totalen van de afzonderlijke verstoringen. Bron: Schelhaas et al., 2022.*

Boomsoort	Natuurlijke verstoring aanwezig	Wind	Insect	Wild	Droogte	Brand	Overig
Es	74,5%	9,6%	2,1%	0,0%	2,1%	0,0%	63,8%
Esdoorn	18,9%	8,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,8%
Inlandse eik	17,2%	2,8%	0,5%	4,4%	6,2%	0,0%	2,5%
Populier	20,7%	11,5%	1,1%	0,0%	2,3%	0,0%	8,0%
Wilg	44,4%	33,3%	0,0%	1,6%	1,6%	0,0%	7,9%
Zwarte els	11,0%	3,3%	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	4,4%
Overig inheems loof	22,0%	6,0%	10,0%	4,0%	6,0%	0,0%	4,0%
Overig uitheems loof	25,0%	3,6%	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	7,1%
Struiken en kleine boomvormers	19,4%	8,3%	0,0%	5,6%	8,3%	0,0%	0,0%
<b>Totaal loof</b>	<b>21,7%</b>	<b>5,5%</b>	<b>0,9%</b>	<b>3,7%</b>	<b>4,9%</b>	<b>0,0%</b>	<b>6,6%</b>
Corsicaanse den	17,6%	1,1%	0,0%	6,6%	7,7%	0,0%	1,1%
Douglasspar	28,7%	4,3%	3,7%	15,9%	7,3%	0,0%	1,2%
Fijnspar	40,0%	16,8%	15,8%	3,2%	13,7%	0,0%	3,2%
Grove den	25,8%	6,4%	0,1%	13,6%	5,3%	0,0%	0,7%
Lariks	28,1%	8,1%	1,9%	10,0%	9,4%	0,0%	0,6%
Oostenrijkse den	14,3%	8,6%	5,7%	2,9%	8,6%	0,0%	2,9%
Overig naald	24,1%	13,8%	3,4%	0,0%	6,9%	0,0%	0,0%
<b>Totaal naald</b>	<b>26,5%</b>	<b>6,8%</b>	<b>1,8%</b>	<b>11,9%</b>	<b>6,7%</b>	<b>0,0%</b>	<b>1,0%</b>
Bos in de open fase	11,8%	0,0%	0,0%	2,9%	2,9%	0,0%	5,9%
Niet bezocht/ontbost	0,6%	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
<b>Totaal</b>	<b>21,5%</b>	<b>5,5%</b>	<b>1,2%</b>	<b>7,0%</b>	<b>5,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>3,4%</b>

## 4.4 Bosstructuur

In de Nationale Bosinventarisaties worden verschillende aspecten van bosstructuur opgenomen, waaronder de ontwikkelingsfase (horizontale structuur) en bedekkingsgraad van de struik- en boomlaag (verticale structuur). Een goede verdeling van de ontwikkelingsfasen en een goede sluiting van ofwel de struiklaag of boomlaag is belangrijk voor de weerbaarheid en doorontwikkeling van bossen.

Tabel 4.6 laat de verdeling van het Nederlandse bos over de verschillende ontwikkelingsfasen zien. Tussen de NBI-6 (2012-2013) en NBI-7 (2017-2021) is er weinig veranderd in de verdeling in ontwikkelingsfasen. De aandelen 'open fase' en 'jonge fase' zijn ten tijde van de NBI-7 iets afgenomen ten opzichte van de NBI-6. Dit duidt op het relatief dichter worden van het bos, met minder open plekken of vlaktes. Het aandeel 'boomfase' lijkt iets afgenomen, maar laat alsnog een kleine stijging zien wanneer de niet-bezochte plots buiten beschouwing worden gelaten (van 74,6% tijdens de NBI-6 naar 75,9% tijdens de NBI-7). Hoewel de 'aftakelingsfase' zeldzaam blijft, is deze wel toegenomen. Dit is onder andere een gevolg van het feit dat essenbossen en fijnsparbossen het om verschillende redenen moeilijk hadden waardoor veel bomen zijn afgestorven. Daarnaast komt dit ook door het ouder worden van de bossen waardoor een deel van de bossen ten tijde van de NBI-7 een dusdanige leeftijd hebben bereikt dat de aftakeling zich ingezet heeft.

**Tabel 4.6**

*Verdeling bos naar ontwikkelingsfase tijdens de NBI-6 en NBI-7. Data verkregen van: Schelhaas et al., 2014; Schelhaas et al., 2022.*

Ontwikkelingsfase	NBI-6 (2012-2013)	NBI-7 (2017-2021)
Open fase	3,2%	2,1%
Jonge fase	2,7%	2,1%
Dichte fase	4,7%	5,3%
Stakenfase	12,8%	11,5%
Boomfase	70,1%	68,4%
Aftakelingsfase	0,5%	0,8%
Niet bezocht	6,0%	9,9%

Het laten aftakelen van bos is erg waardevol voor soorten die afhankelijk zijn van (staand) dood hout en aftakelende bomen. Met het oog op deze toegevoegde waarde voor biodiversiteit wordt dood hout ook vaker achtergelaten in het bos. De gemiddelde voorraad staand en liggend dood hout is toegenomen in de NBI-7 ten opzichte van de NBI-6 (Tabel 4.7, volgende pagina), evenals de voorraad levend hout. Hiermee wordt een al langer lopende trend voortgezet van stijgende voorraden levend en dood hout in het Nederlandse bos.

**Tabel 4.7**

Gemiddelde voorraad levend, staand en liggend dood hout (in m<sup>3</sup>/ha) tijdens de NBI-6 en NBI-7.  
Bron: Schelhaas et al., 2022.

	NBI-6 (2012-2013)	NBI-7 (2017-2021)
Voorraad levend hout (m <sup>3</sup> /ha)	210	224
Voorraad staand dood hout (m <sup>3</sup> /ha)	6,1	10,0
Voorraad liggend dood hout (m <sup>3</sup> /ha)	6,6	9,2
<b>Totale voorraad hout (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>222</b>	<b>243</b>

Naast de ontwikkelingsfase is ook de bedekking van het kronendak en de struiklaag gemeten tijdens Nederlandse Bosinventarisaties. Door de tijd heen is de struiklaagbedekking in Nederlandse bossen toegenomen (zie Tabel 4.8). Het aandeel bos met een lage struiklaagbedekking (minder dan 10%) is afgenomen van 55,9% naar 45,9% tussen de meetperiodes van de NBI-6 (2012-2013) en de NBI-7 (2017-2021). Het aandeel bos met een hoge struiklaagbedekking (tussen de 10 en 50%) is daarentegen toegenomen: van 27,1% naar 34,4%.

In tegenstelling tot de struiklaagbedekking is de bedekking van de boomlaag in Nederlandse bossen in de loop van de tijd afgenomen. Het aandeel bos met een dekking van de boomlaag van meer dan 75% daalde van 45,9% in de periode 2012-2013 (NBI-6) naar 40,1% in de periode 2017-2021 (NBI-7). Het aandeel bos met een boomlaagbedekking van minder dan 50% steeg van 19,7% naar 22,8%.

**Tabel 4.8**

Aandeel bos (%) naar struiklaag- en boomlaagbedekking tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2022.

Bedekkingsgraad	NBI-6 (2012-2013)	NBI-7 (2017-2021)
<b>Struiklaag</b>		
0,1-1%	29,8%	19,5%
1-10%	26,1%	26,4%
10-25%	14,0%	18,1%
25-50%	13,1%	16,3%
>50%	9,5%	9,5%
Niet bezocht/ontbost	7,5%	10,2%
<b>Boomlaag</b>		
0-25%	8,3%	9,2%
25-50%	11,4%	13,6%

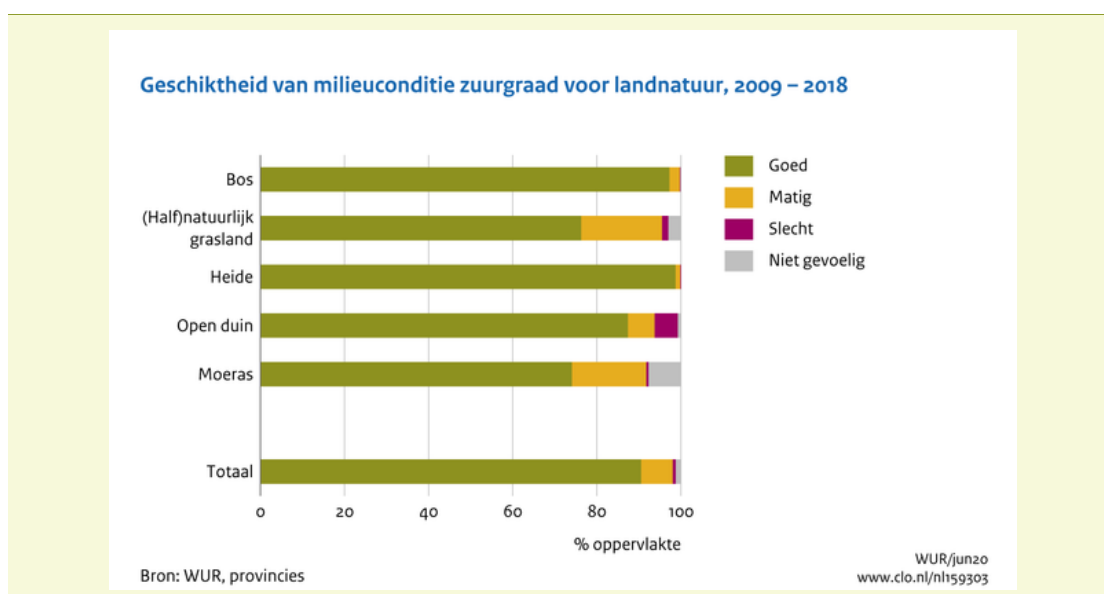
**Tabel 4.8 (vervolg)**

Aandeel bos (%) naar struiklaag- en boomlaagbedekking tijdens de NBI-6 en NBI-7. Bron: Schelhaas et al., 2022.

Bedekkingsgraad	NBI-6 (2012-2013)	NBI-7 (2017-2021)
50-75%	26,9%	26,8%
>75%	45,9%	40,1%
Niet bezocht/ontbost	7,5%	10,2%

## 4.5 Zuurgraad van de bodem

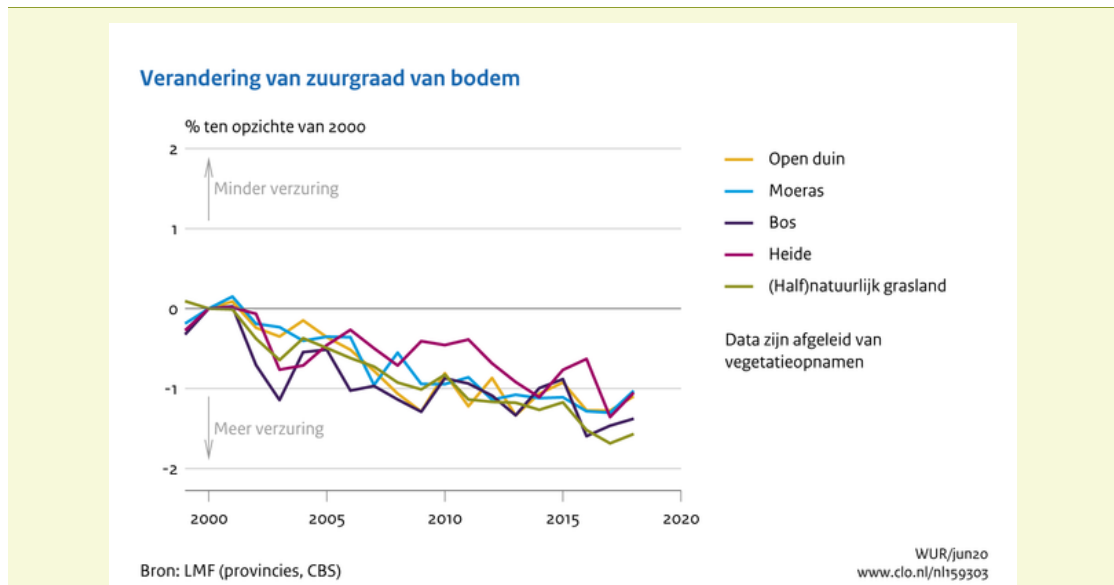
De bodem van een bos bepaalt in hoge mate hoe een bosecosysteem functioneert (De Jong *et al.*, 2015). Wanneer de bodem in natuurgebieden verzuurt, kunnen planten- en diersoorten in dat gebied achteruitgaan of zelfs verdwijnen, omdat de condities voor hen ongeschikt worden om te overleven. Qua zuurgraad (pH) is de kwaliteit van de bodem in veel ecosystemen goed (CBS *et al.*, 2020b; Figuur 4.2)<sup>12</sup>. Een ecosysteem wordt als ‘goed’ beoordeeld wanneer de pH-waarden binnen de eisen vallen die het ecosysteemtype aan zijn omgeving stelt. Met name in heidegebieden en bossen is de milieuconditie zuurgraad overwegend goed. In ongeveer 10% van de totale oppervlakte landnatuur is de pH van de bodem niet goed. Het gaat hierbij vooral om (half)natuurlijk grasland, open duin en moeras.

**Figuur 4.2**

Geschiktheid van milieuconditie zuurgraad voor landnatuur in Nederland in de periode 2009-2018. Bron: CBS *et al.*, 2020b.

<sup>12</sup> Zie [Geschiktheid zuurgraad bodem verzuringsgevoelige landnatuur, 2018](#).

Landelijke trendlijnen laten zien dat de pH van de bodem daalt in alle natuurtypen (CBS *et al.*, 2020b, Figuur 4.3)<sup>12</sup>. Dit betekent dat de bodem verzuurt. In delen van Nederland, zoals op de Veluwe, is de pH van de bodem met meer dan een eenheid gedaald sinds de metingen begonnen in 1967. Voor de zure zandgronden is dit een flinke daling. Momenteel hebben bijna de gehele arealen droge heide en droge bossen een pH-waarde van 4 of hoger en worden deze nog als ‘goed’ beoordeeld. Als de verzuring doorgaat, zal het aantal gebieden met een te lage pH-waarde verder toenemen. De condities zijn dan niet langer geschikt voor het behalen van de gewenste natuurkwaliteit en deze gebieden zullen als ‘matig’ of ‘slecht’ beoordeeld worden.



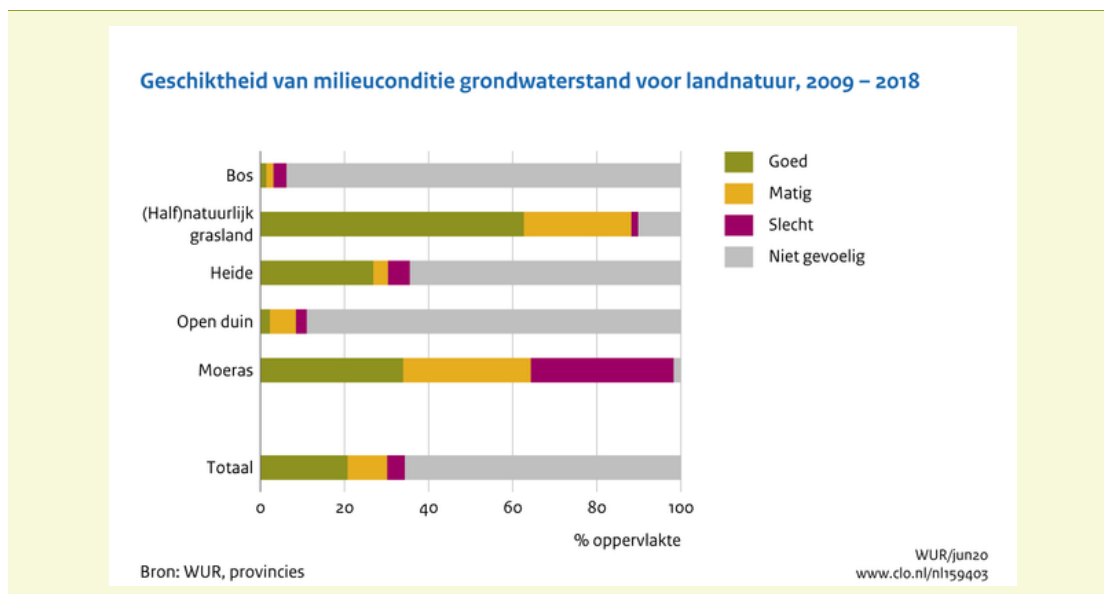
**Figuur 4.3**

Ontwikkeling van de zuurgraad van de bodem in Nederland in de periode 1999-2018 ten opzichte van 2000. Bron: CBS *et al.*, 2020b.

## 4.6 Grondwaterstand

De ontwateringstoestand en het vochtleverend vermogen spelen een grote rol in de groei en vitaliteit van bomen, vooral op zandgronden. Vocht is daarmee een belangrijke factor voor het goed functioneren van ecosystemen (De Jong *et al.*, 2015). Veel natuurgebieden in Nederland staan echter onder druk van verdroging, waarbij onttrekking van grondwater vaak de oorzaak is (Adams *et al.*, 2020; CBS *et al.*, 2020a). Ruim 10% van de totale oppervlakte natuur in Nederland verdroogt (CBS *et al.*, 2020a)<sup>13</sup>. Dit houdt in dat er een te lage grondwaterstand is voor het behalen van de gewenste natuurkwaliteit. Binnen verdrogingsgevoelige gebieden is dit percentage zelfs circa 40%. Met name moerassen, natte heiden en natte graslanden hebben te lage grondwaterstanden (zie Figuur 4.4, volgende pagina). Bij bossen geldt dat vooral natte en vochtige bossen en droge bossen op zandgronden gevoelig zijn voor verdroging. Het grootste deel van deze bossen is tenminste in enigermate verdroogd.

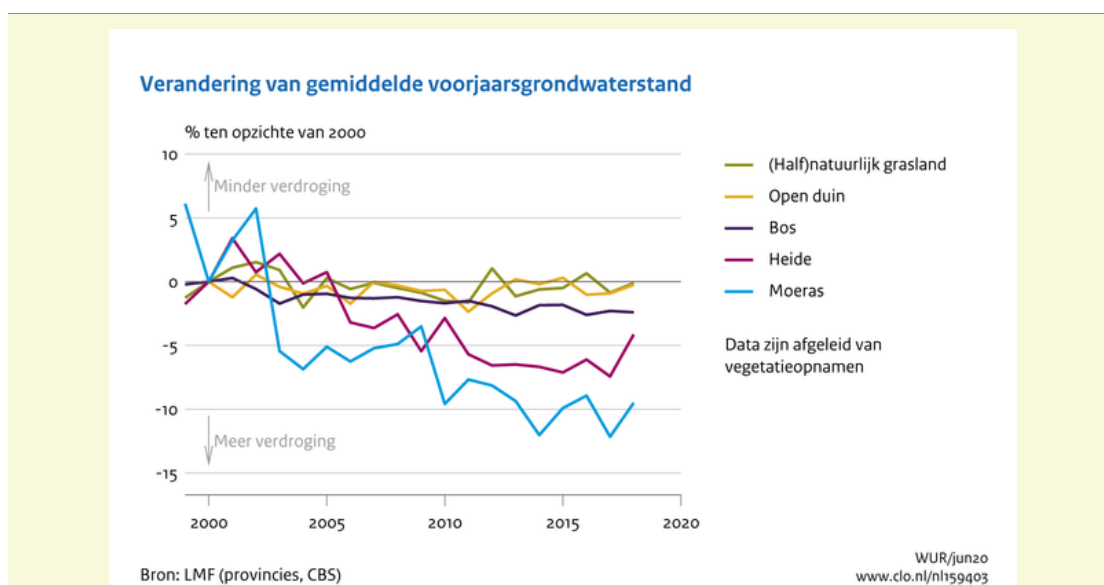
<sup>13</sup> Zie [Geschiktheid grondwaterstand verdrogingsgevoelige landnatuur, 2018](#).



**Figuur 4.4**

*Geschiktheid van milieuconditie grondwaterstand voor landnatuur in Nederland in de periode 2009-2018. Bron: CBS et al., 2020a.*

Ondanks de ambities van het Rijk en de provincies om verdroging tegen te gaan, laat de landelijk gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand een licht dalende trend zien voor bos (CBS et al., 2020a; Figuur 4.5)<sup>15</sup>. Deze trend is een gemiddelde en geldt dus niet voor alle gebieden. Dankzij vernattingsmaatregelen zijn er ook natuurgebieden waar de verdroging verminderd is, of zelfs niet langer een probleem is. Vaak zijn dit veengebieden; in veel bossen blijft verdroging een probleem. De verwachting is dat verdroging en droogte in de toekomst door klimaatverandering alleen maar grotere problemen zullen worden (KNMI, 2015).

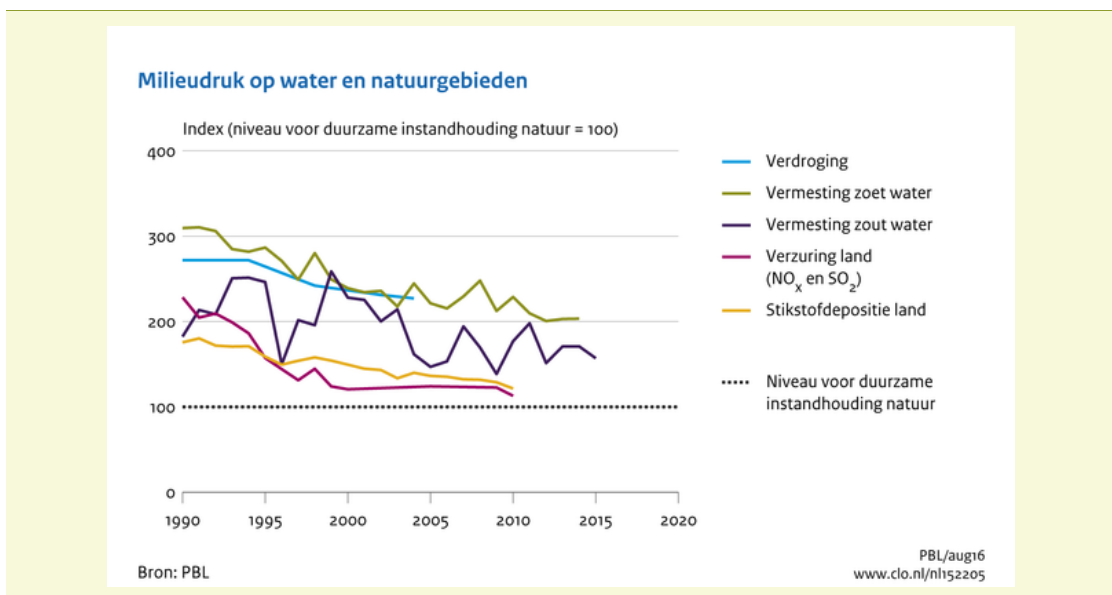


**Figuur 4.5**

*Ontwikkeling van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand in Nederland in de periode 1999-2018 ten opzichte van 2000. Bron: CBS et al., 2020a.*

## 4.7 Milieudruk

Milieu- en watercondities in natuurgebieden en oppervlaktewateren zijn sinds 1990 verbeterd (CBS *et al.*, 2016; Figuur 4.6)<sup>14</sup>. De milieudruk nam in de periode 1990-2014 af voor verzuring, vermisting, verdroging en slechte waterkwaliteit. Echter, vaak is de milieudruk nog onvoldoende voor duurzame instandhouding van natuur en biodiversiteit (CBS *et al.*, 2016; CBS *et al.*, 2022b). Bovendien laat de afname in milieudruk in recente jaren een stagnerende trend zien. Door de afwezigheid van actuele gegevens, kan niets gezegd worden over de recente ontwikkelingen in milieudruk op water en natuurgebieden.



**Figuur 4.6**

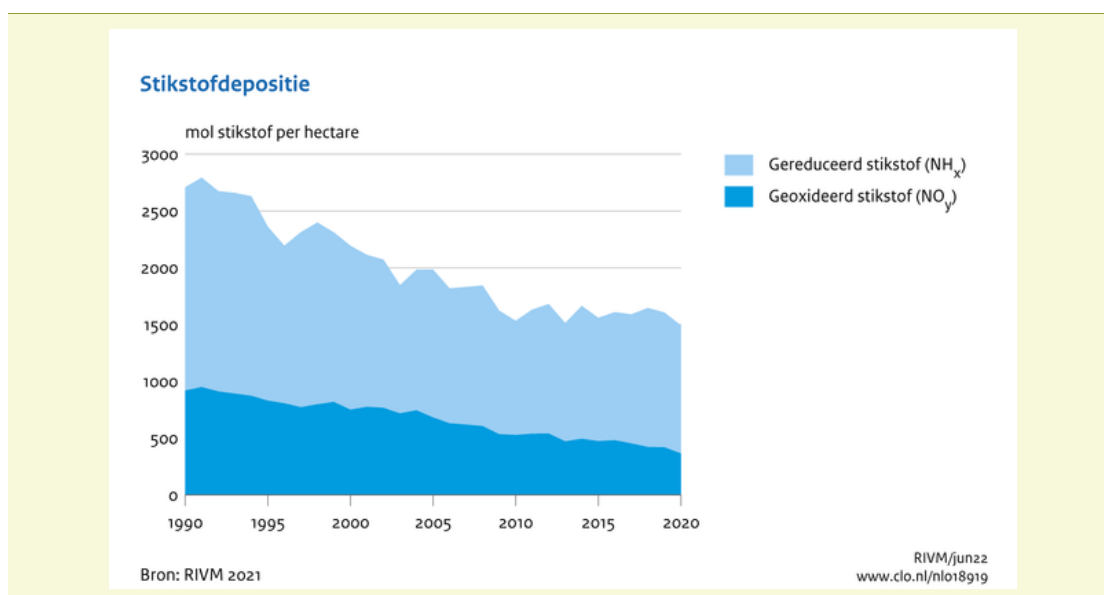
*Ontwikkeling van de milieudruk op water en natuurgebieden in Nederland in de periode 1990-2014 ten opzichte van het vereiste niveau voor duurzame instandhouding van natuur en biodiversiteit.*  
Bron: CBS *et al.*, 2016.

Veel van de huidige milieuproblemen voor landnatuur worden veroorzaakt door te hoge stikstofdeposities die zowel verzurend als vermistend werken (Adams *et al.*, 2020; CBS *et al.*, 2016). De landelijk gemiddelde stikstofdepositie liet een dalende trend zien van 1990 tot 2010 en is sindsdien gestagneerd (CBS *et al.*, 2022c; Figuur 4.7, volgende pagina)<sup>15</sup>. Ammoniak (NH<sub>3</sub>) is landelijk gezien verantwoordelijk voor circa twee derde deel van de totale stikstofdepositie en komt hoofdzakelijk uit de landbouw (CBS *et al.*, 2022b). Het resterende deel van de stikstofdepositie is afkomstig van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) die afkomstig zijn uit onder andere industrie en verkeer. Ruim 65% van de stikstofdepositie is afkomstig uit Nederlandse bronnen (CBS *et al.*, 2022c). Hierbij vormt de landbouw met circa 45% de grootste bron.

<sup>14</sup> Zie [Milieucondities in water en natuurgebieden, 1990-2014](#).

<sup>15</sup> Zie [Stikstofdepositie, 1990-2020](#).

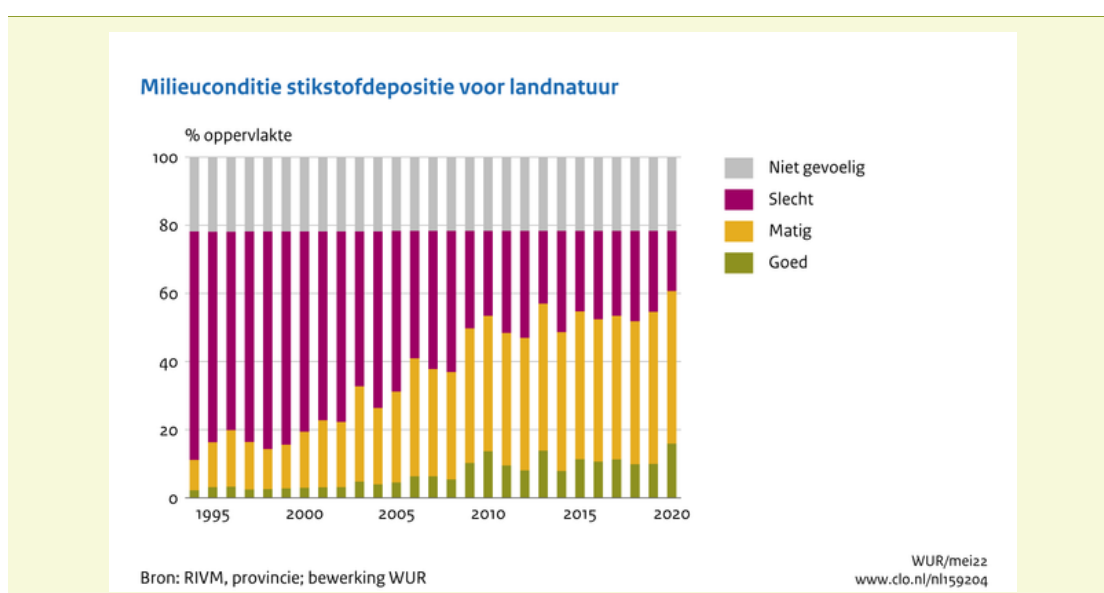




**Figuur 4.7**

*Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland in de periode 1990-2020. Bron: CBS et al., 2022c.*

De oppervlakte met slecht geschikte condities voor het duurzaam voorkomen van landnatuur is sinds de jaren '90 ongeveer gehalveerd (CBS *et al.*, 2022b; Figuur 4.8)<sup>16</sup>. Het areaal met goede condities is verdubbeld, al blijft het areaal relatief gering. Bovendien blijft de huidige milieudruk door stikstofdepositie in veel ecosystemen te hoog. Circa driekwart van de totale oppervlakte landnatuur heeft een te hoge stikstofdepositie (CBS *et al.*, 2022b). Vooral bos- en heide-ecosystemen blijven in slechte of matige condities.



**Figuur 4.8**

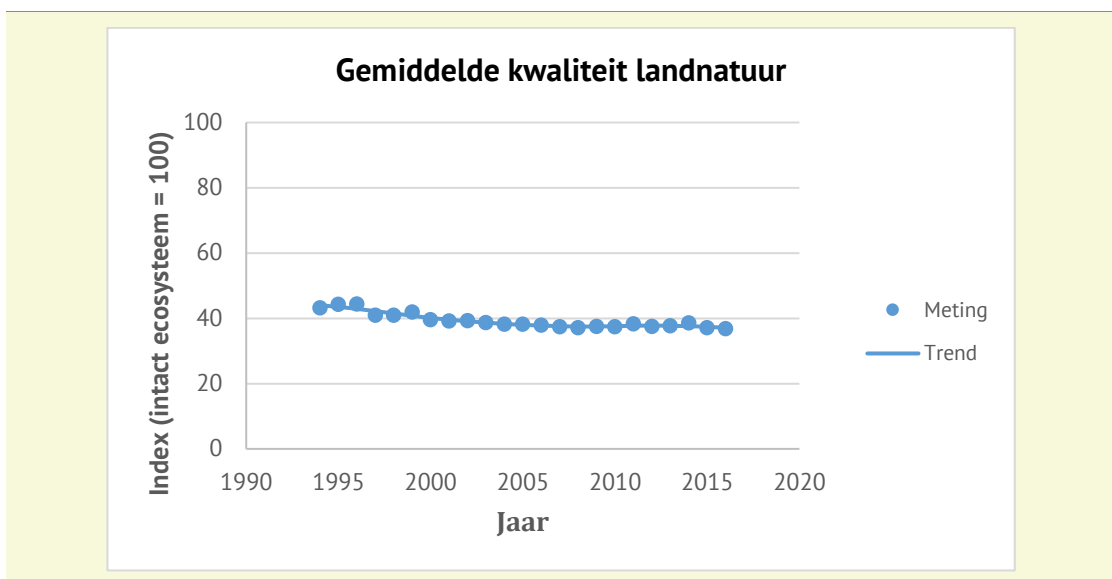
*Ontwikkeling van de geschiktheid van milieuconditie neergeslagen stikstof voor landnatuur in Nederland in de periode 1994-2020. Bron: CBS et al., 2022b.*

<sup>16</sup> Zie [Milieudruk door stikstofdepositie op landnatuur, 2020](#).

## 4.8 Natuurkwaliteit

Sinds 1994 is de gemiddelde kwaliteit van landnatuur achteruitgegaan (CBS *et al.*, 2022d; Figuur 4.9)<sup>17</sup>. De laatste jaren lijkt de daling van de natuurkwaliteit op het land gestopt te zijn. Gemiddeld neemt de kwaliteit van landnatuur niet verder af, maar neemt deze ook niet verder toe.

Zoals zichtbaar in Figuur 4.9, ligt de gemiddelde kwaliteit van landnatuur lager dan in een intact of natuurlijk ecosysteem het geval zou zijn (CBS *et al.*, 2022d). In de meest recente metingen lag de huidige ecosysteemkwaliteit voor landnatuur gemiddeld rond de 40 (100 is een intact ecosysteem). Hoewel de precieze oorzaken en mate van achteruitgang verschilt per regio en per ecosysteemtype, zijn in grote lijnen de oorzaken wel aan te wijzen (Adams *et al.*, 2020; CBS *et al.*, 2022d). De afname van natuurkwaliteit en -kwantiteit in de vorige eeuw is voornamelijk het gevolg van milieuvervuiling, landbouwintensiveringen, ontginningen en verstedelijking. In recente decennia zijn hier verzuring, vermesting, versnippering (het gebrek aan ruimtelijke samenhang), verdroging (onvoldoende grondwater), slechte waterkwaliteit en invasieve exoten bijgekomen. Ondanks verbeteringen in ruimtelijke condities en afnames van de milieudruk, zijn duurzame condities nog niet bereikt.

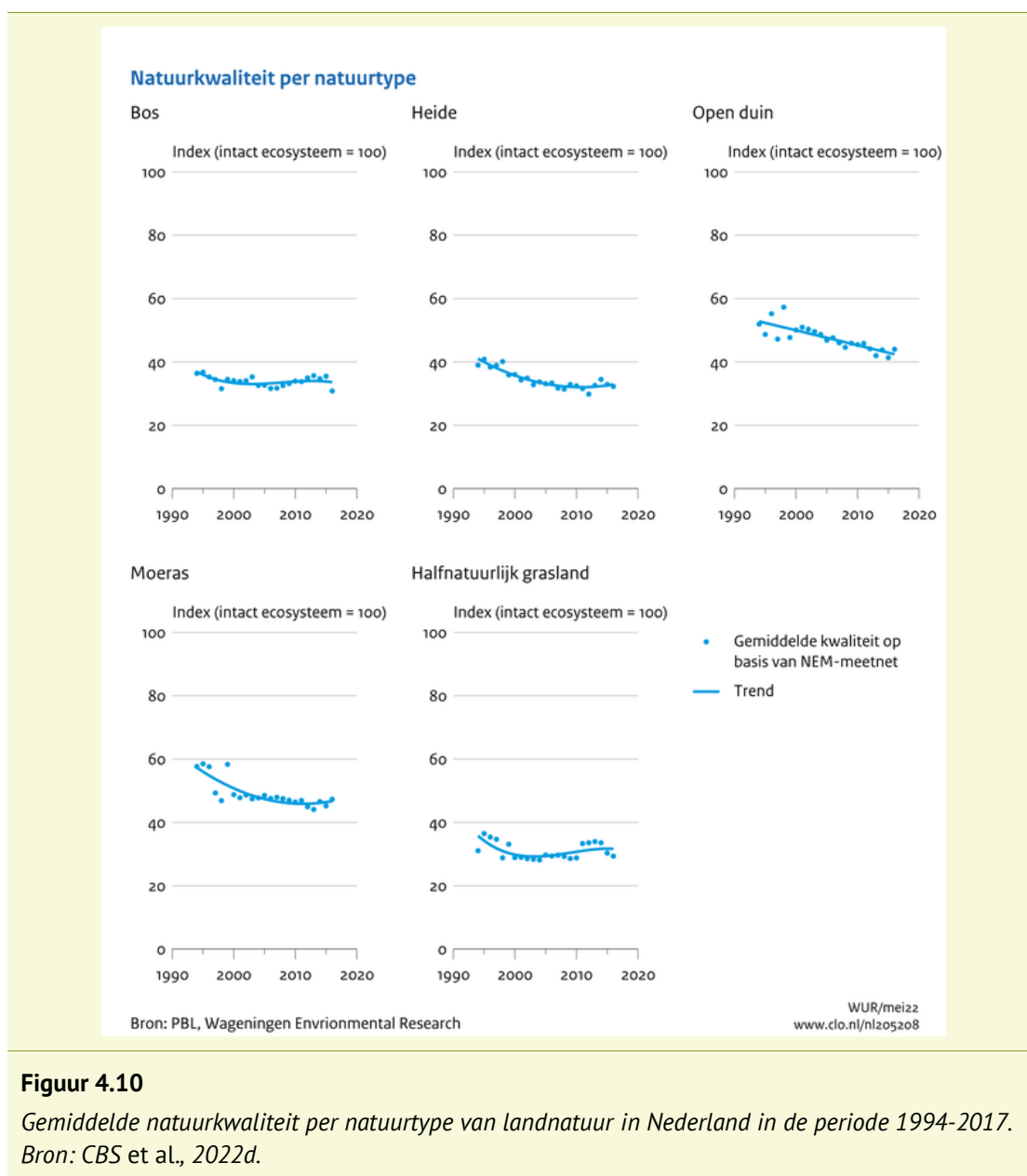


**Figuur 4.9**

Gemiddelde natuurkwaliteit van landnatuur in Nederland in de periode 1994-2017. Data verkregen van: CBS *et al.*, 2022d.

De laatste jaren is de afname van de kwaliteit van moeras en heide gestopt (CBS *et al.*, 2022d; Figuur 4.10, volgende pagina)<sup>17</sup>. Bij open duinen daalt de natuurkwaliteit echter nog steeds. Gemiddeld genomen is de kwaliteit van bos en half-natuurlijk grasland stabiel gebleven in de periode 1994-2017.

<sup>17</sup> Zie [Trends in kwaliteit van landnatuur en water, 1990-2020](#).



**Figuur 4.10**

Gemiddelde natuurkwaliteit per natuurtype van landnatuur in Nederland in de periode 1994-2017.  
Bron: CBS et al., 2022d.

## 5 Ecosysteemdiensten

### 5.1 Inleiding

In de landelijke Bossenstrategie wordt gesproken over het gebruik van het bos. De diensten die bossen (en andere ecosystemen) leveren worden ook wel ecosysteemdiensten genoemd. Er zijn vier typen ecosysteemdiensten: productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten. Productiediensten leveren producten, zoals hout, drinkwater of voedsel. Regulerende diensten reguleren de omstandigheden waarin mensen leven, bijvoorbeeld door middel van klimaatmitigatie (CO<sub>2</sub>-vastlegging), bestuiving en overstromingsbeheersing. Culturele diensten hebben betrekking op educatie, recreatie/toerisme, spirituele/religieuze diensten en gevoelens van identiteit en 'thuishoren'. Ondersteunende diensten zijn processen die de voorwaarden voor leven op aarde in stand houden, zoals bodemvorming en de nutriëntenkringlopen.

In dit hoofdstuk worden de trends beschreven voor een aantal belangrijke ecosysteemdiensten die bossen in Nederland leveren:

- Klimaatmitigatie
- Recreatie
- Erfgoed
- Houtproductie

### 5.2 Klimaatmitigatie

Bossen leggen CO<sub>2</sub> vast en leveren hiermee een regulerende dienst in het kader van klimaatmitigatie. In recente jaren is er toenemende aandacht voor de potentie van bossen, en de LULUCF-sector (Land Use, Land Use Change and Forestry) in bredere zin, om CO<sub>2</sub> vast te leggen. Zo is er binnen het Klimaatakkoord<sup>18</sup> voor het thema 'Bomen, Bos en Natuur' een belangrijke rol weggelegd met een beoogde emissiereductie van 0,4-0,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. tot 2030.

Tabel 5.1 (volgende pagina) presenteert een overzicht van de emissies (in Mton CO<sub>2</sub>-eq.) van het Nederlandse bos en de emissies die vrijkomen bij het oogsten en verwerken van houtproducten en het gebruik en afvoer van hout (de categorie 'Geoogste houtproducten' in de tabel). Ter vergelijking is ook de totale emissie van de LULUCF-sector toegevoegd evenals de emissies uit referentiejaar 1990. Een negatieve emissie duidt op een netto opslag van CO<sub>2</sub>. De LULUCF-sector laat een dalende emissietrend zien. Ook de netto opslag van CO<sub>2</sub> in het Nederlandse bos stijgt in recente jaren, al ligt de waarde nog steeds onder de netto CO<sub>2</sub>-opslag in referentiejaar 1990. De CO<sub>2</sub>-opslag in bestaand bos lijkt een sprong te maken tussen 2017 en 2018 aan de ene kant en 2019 en 2020 aan de andere kant. Dit is het gevolg van aanpassingen in de berekeningsmethode en nieuw beschikbare inputdata voor de emissieberekeningen.

---

<sup>18</sup> Zie [Klimaatakkoord](#).

**Tabel 5.1**

*Totale emissies (in Mton CO<sub>2</sub>-eq.) van het Nederlandse bos, geoogste houtproducten en de totale LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) sector. Door veranderingen in de berekeningsmethode kunnen, met terugwerkende kracht, nieuwe getallen beschikbaar komen voor de emissies in een bepaald jaar. De getallen in de tabel zijn de meest recent beschikbare getallen. Bron: Ruysenaars et al., 2020; Ruysenaars et al., 2021; Ruysenaars et al., 2022; Van der Net et al., 2023.*

Categorie	1990	2017	2018	2019	2020	2021
Bos <sup>19</sup>	-2,5	-1,8	-1,9	-2,3	-2,2	-2,1
<i>Bos dat bos blijft</i>	-1,9	-1,3	-1,4	-1,8	-1,7	-1,6
<i>Land dat naar bos wordt omgezet</i>	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Geoogste houtproducten <sup>20</sup>	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>LULUCF - totaal<sup>21</sup></b>	<b>6,2</b>	<b>5,0</b>	<b>4,6</b>	<b>3,6</b>	<b>4,1</b>	<b>4,3</b>

### 5.3 Recreatie

Bos en andere natuurgebieden bieden mogelijkheden voor recreatie en toerisme en leveren daarmee een belangrijke culturele ecosysteemdienst. Het bezoek aan natuurgebieden steeg in de periode 2017-2021, terwijl het bezoek aan stadsgroen en het platteland een afname zag in dezelfde periode (CBS *et al.*, 2023c; Figuur 5.1, volgende pagina; Langers, 2023)<sup>22</sup>. Over een langere termijn (2006-2021) is een toename zichtbaar van het bezoek aan natuurgebieden en stadsgroen. Bezoek aan het platteland loopt sinds 2013 wel gestaag terug. Ook bezoek van blauwe omgevingen (rivier, meer, plas, zee) nam in de periode 2006-2015 af.

Wandelen en fietsen vormden in 2018 veruit de meest ondernomen recreatieactiviteiten in groenblauwe gebieden met respectievelijk 32% en 22% van het totaal aan activiteiten (CBS *et al.*, 2023c; Langers, 2023). Wandelsport en recreëren (denk aan luieren, zonnen, BBQ'en en picknicken) volgden op afstand met respectievelijk 12% en 11%. De overige recreatieactiviteiten vormden kleine aandelen (6% of minder). De verschillende activiteiten hebben vaak verschillende groenblauwe gebieden als belangrijkste omgeving. Zo zijn bos en agrarisch gebied erg belangrijk voor paardrijden en voor wielrennen/mountainbiken, terwijl het park erg belangrijk is voor hardlopen. Recreëren wordt vaak gedaan in parken, recreatiegebieden, rivier/plas/meer en de zee.

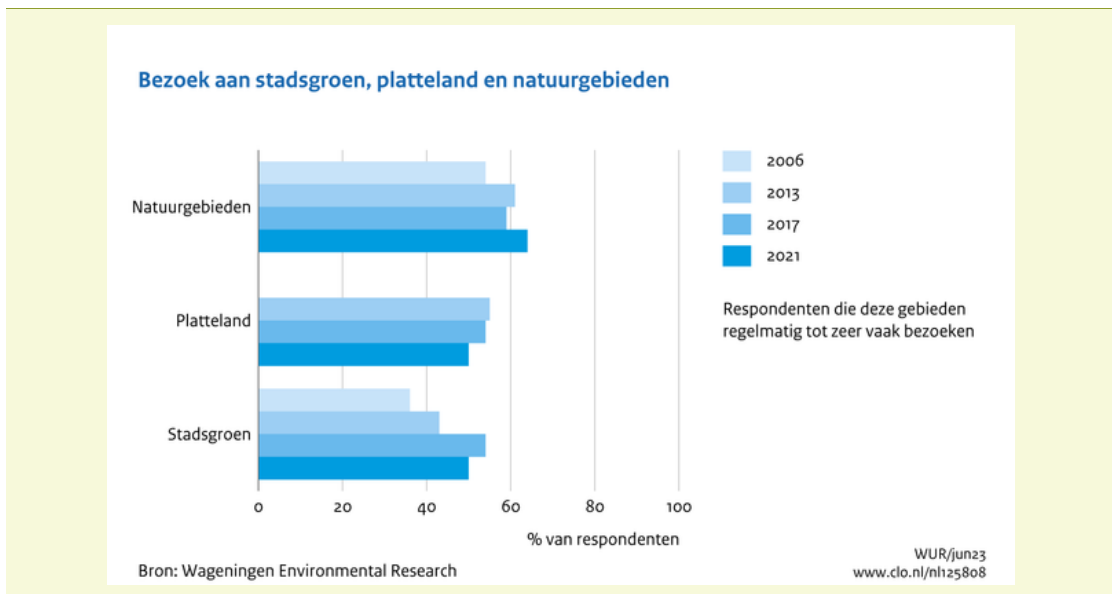
<sup>19</sup> Categorie 4A. Forest Land.

<sup>20</sup> Categorie 4G. Harvested Wood Products.

<sup>21</sup> Sector 4. Total Land Use Categories.

<sup>22</sup> Zie [Recreatie in groenblauwe gebieden, 2006-2021](#).

Ouderen (60-plussers) vormen een steeds grotere bezoekersgroep van groenblauwe gebieden (CBS *et al.*, 2023c; Langers, 2023). Jongeren en begintwintigers bezoeken juist relatief minder vaak groenblauwe gebieden. Verder komen mensen uit sterk stedelijke omgevingen minder vaak in groenblauwe gebieden dan mensen uit weinig stedelijke gebieden (ofwel het landelijk gebied). Jongeren en stedelingen bezoeken vaker stedelijk groen, terwijl personen die minder stedelijk wonen vaker natuurgebieden en het platteland bezoeken.



**Figuur 5.1**

*Ontwikkeling van het aandeel mensen (%) dat regelmatig tot zeer vaak groenblauwe omgevingen bezoekt in Nederland in de periode 2006-2011. Bron: CBS *et al.*, 2023c.*

## 5.4 Erfgoed

Erfgoed is onlosmakelijk verbonden met andere onderdelen van het landschap, zoals de bodem, waterhuishouding en ecologie. Bossen zijn vaak erg rijk aan erfgoed, vooral in vergelijking met andere vormen van landgebruik. De verwachting is dat bossen een schat aan (deels) nog onontdekt erfgoed herbergen, van duizenden jaren oude sporen tot restanten uit de Tweede Wereldoorlog. Door het ontbreken van inventarisaties is veel erfgoed in bossen nog niet in beeld (Boosten & Penninkhof, 2019).

Bossen vervullen een belangrijke rol voor het behoud van erfgoed, zowel bovengronds als ondergronds (als bodemarchief). Bovengronds herbergen bossen zowel materieel als immaterieel erfgoed (Boosten & Penninkhof, 2019). Immaterieel erfgoed omvat het niet-tastbare erfgoed zoals (historische) verhalen over het gebied, oude ambachten en historische kennis over de aanleg en het beheer van cultuurhistorische elementen in het gebied.

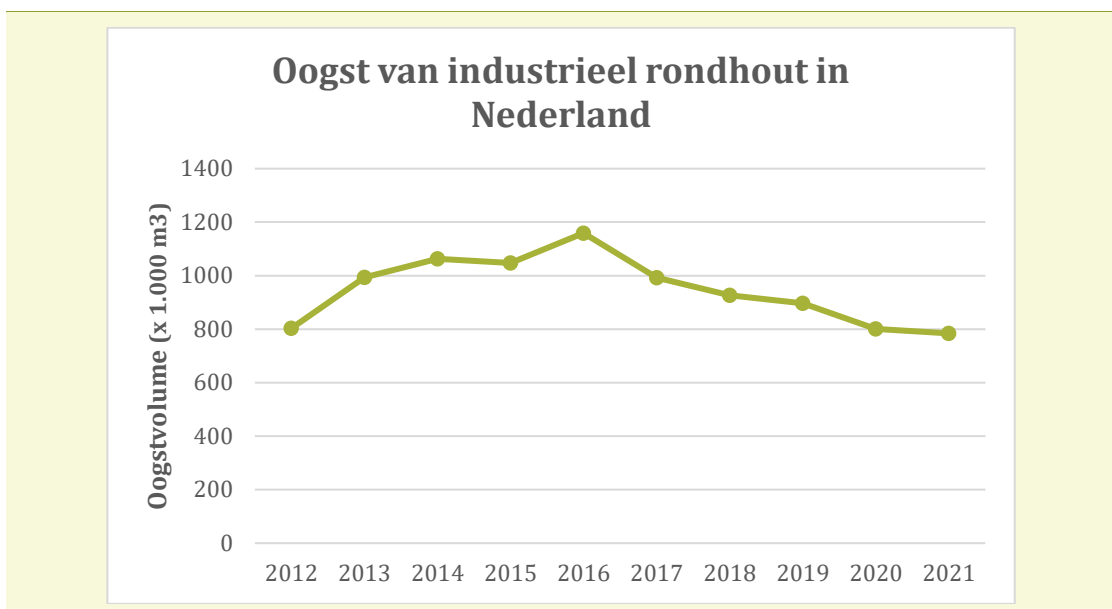
Materieel erfgoed bestaat uit drie categorieën: historisch-landschappelijke waarden, archeologische waarden en bouwkundige waarden (Boosten & Penninkhof, 2019). Onder historisch-landschappelijke waarden vallen de zichtbare restanten van menselijke activiteit in het bos(landschap) en restanten die verband houden met het ontstaan van het huidige bos(landschap). Voorbeelden hiervan zijn hakhout, lanenpatronen en bosvakken. Archeologische waarden bevatten de zichtbare en onzichtbare resten van vroegere culturen in de bodem, zoals grafheuvels, Celtic fields, resten van huisplaatsen en karrensporen.

Bouwkundige waarden omvatten gebouwde elementen die in bossen kunnen voorkomen, in de breedste zin van het woord. Niet alleen landhuizen en (water)molens, maar ook ijskelders, grenspalen en restanten van tuin- en landschapsontwerpen vallen onder deze categorie.

Ten slotte is er ook nog groen erfgoed. Denk hierbij aan oude boskernen, landschapselementen (houtwallen, heggen), rijksbeschermd groenaanleg (parken, tuinen en begraafplaatsen die beschermd zijn als rijksmonument) en eendenkooien. Een overzicht van groen erfgoed is beschikbaar in de vorm van een Kaart groen erfgoed<sup>23</sup>.

## 5.5 Houtproductie

Het bos vormt de belangrijkste leverancier van hout als grondstof. In 2021 is ongeveer 784.000 m<sup>3</sup> industrieel rondhout geogst in Nederlandse bossen (Figuur 5.2; Teeuwen *et al.*, 2023). Hiervan was circa 554.000 m<sup>3</sup> naaldhout en circa 230.000 m<sup>3</sup> loofhout. De totale oogst van industrieel rondhout lag in 2021 1,9% lager dan in 2020 (800.000 m<sup>3</sup>) en 17,5% lager dan het gemiddelde van de periode 2012-2021 (950.000 m<sup>3</sup>). Hiermee zet de dalende trend in houtoogstvolumes uit het Nederlands bos zich voort in 2021 (Figuur 5.2).



**Figuur 5.2**

Totale oogstvolume (in 1.000 m<sup>3</sup>) van industrieel rondhout uit het Nederlandse bos in de periode 2012-2021. Bron: Stichting Probos, 2022.

Van het in 2021 in Nederland geogste industrieel rondhout ging 35,8% naar producenten van plaatmaterialen, papier en karton (Teeuwen *et al.*, 2023). Nog eens 32,6% ging naar rondhoutzagerijen en 25,0% werd verwerkt door houtvezelproducenten voor de dierhouderij en rokerijen. Palen (6,2%), klompen (0,4%) en finer (0,1%) vormden slechts een klein aandeel.

Over de periode 2015-2021 was het aandeel industrieel rondhout dat naar producenten van plaatmateriaal, papier en karton ging redelijk stabiel, met een gemiddelde van 29,6% (Stichting Probos, 2022). Het aandeel industrieel rondhout dat naar rondhoutzagerijen ging daalde in deze periode van 46,6% naar 32,6%, met een gemiddelde van 37,7%. Het aandeel industrieel rondhout dat naar houtvezelproducenten ging laat een stijgende trend zien van 14,0% naar 24,5%, met een gemiddelde van 21,7%. Palen (gemiddeld 3,4%), klompen (gemiddeld 0,5%) en finer (gemiddeld 0,2%) hadden gedurende de gehele periode van 2015-2021 een klein aandeel.

<sup>23</sup> Zie [Kaart groen erfgoed](#).



Het aandeel palen ligt de laatste drie (sinds 2019) jaren fors hoger dan in de voorafgaande jaren. Het aandeel klompen bleef gedurende de periode 2015-2021 redelijk stabiel. Het aandeel finer fluctueerde sterk door de jaren heen.

Naast industrieel rondhout werd in 2021 circa 1.370.000 ton houtige biomassa geoogst in Nederland (Teeuwen *et al.*, 2023). Hiervan is 52,7% afkomstig uit de bebouwde omgeving, 30,3% uit bossen en 17,0% vanuit natuur & landschap. Gemiddeld over de periode 2014-2021 kwam 49,6% van de houtige biomassa uit de bebouwde omgeving, 29,8% uit het bos en 22,6% uit natuur & landschap. Het aandeel van de verschillende bronnen (bebouwde omgeving, bos en natuur & landschap) fluctueert door de jaren heen. Het aandeel houtige biomassa uit natuur en landschap liet in de periode 2014-2021 gemiddeld wel een licht dalende trend zien, ten opzichte van een gemiddeld licht stijgende trend in het aandeel houtige biomassa afkomstig uit het bos. Het aandeel vanuit de bebouwde omgeving bleef redelijk stabiel.

Het totale Nederlandse houtverbruik in 2021 was 21,7 miljoen m<sup>3</sup> rondhoutequivalenten (rhe) aan primaire houtproducten<sup>24</sup> (Teeuwen *et al.*, 2023). Dit is een toename van 7,3% ten opzichte van 2020 (20,2 miljoen m<sup>3</sup> rhe). Hiermee werd in 2021 de sterk stijgende trend in houtverbruik voortgezet die zichtbaar is sinds 2016 (Figuur 5.3). Van het in 2021 verbruikte hout werd 39,3% ingezet voor de productie van elektriciteit en warmte (energiehout). Papier en karton (exclusief oud-papier) besloeg 22,7% van het totaal, gezaagd hout 21,2% en plaatmateriaal 11,7%. De resterende 5,3% had een overig houtgebruik (Teeuwen *et al.*, 2023). Sinds 2019 is het aandeel energiehout in het totale houtverbruik sterk toegenomen.



<sup>24</sup> Primaire houtproducten omvatten rondhout, gezaagd hout, plaatmaterialen, papier & karton, energiepellets en houtige biomassa.

In 2021 was Nederland voor 15,6% zelfvoorzienend in haar totale houtverbruik (Stichting Probos rondhoutenquêtes, 2022; Tabel 5.2). Hiermee werd in 2021 de dalende trend in totale zelfvoorzieningsgraad voor hout in Nederland voortgezet. De zelfvoorzieningsgraad voor hout met een energietoepassing was in 2021 31,9%; voor materiaaltoepassing in primaire houtproducten was dit slechts 4,9%.

Met een daling in totale oogstvolume in Nederland in de laatste jaren (zie Figuur 5.2) en tegelijkertijd een stijging in het houtverbruik (zie Figuur 5.3), met name van energiehout, is de daling van de zelfvoorzieningsgraad in Nederland goed te verklaren.

**Tabel 5.2**

*Zelfvoorzieningsgraad van hout met een energietoepassing, hout met een materiaaltoepassing en het totale houtverbruik in Nederland in de periode 2017-2021. Bron: Stichting Probos, 2022.*

Jaar	Zelfvoorzieningsgraad hout met energietoepassing	Zelfvoorzieningsgraad hout met materiaaltoepassing	Zelfvoorzieningsgraad totale houtverbruik
2017	79,4%	6,6%	21,2%
2018	93,1%	5,9%	21,2%
2019	54,3%	7,3%	20,9%
2020	36,0%	5,3%	16,1%
2021	31,9%	4,9%	15,6%

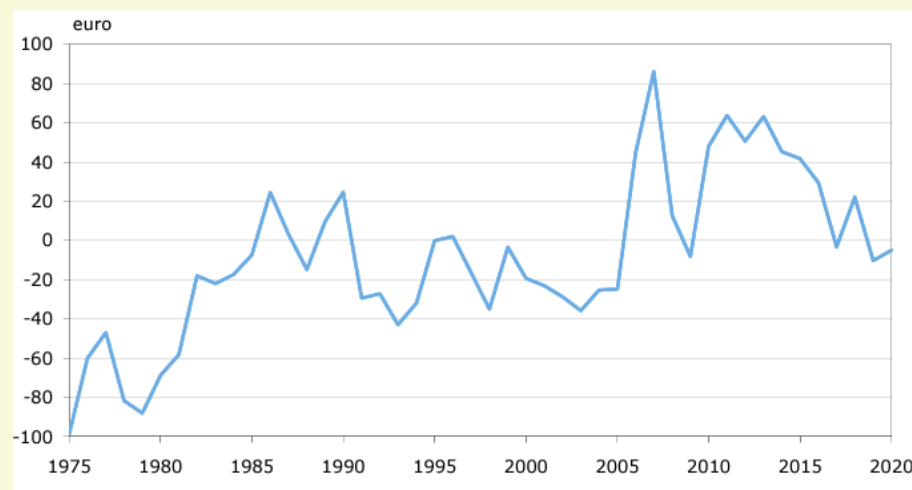
## 6 Economie

### 6.1 Bedrijfseconomie

#### 6.1.1 Bedrijfsresultaat

Het gemiddelde bedrijfsresultaat van Nederlandse particuliere boseigenaren met meer dan 50 hectare bos laat in de periode 1975-2020 een positieve trend zien met pieken en dalen (Silvis *et al.*, 2022; Figuur 6.1). Tussen 1975 en 1990 boekten particuliere boseigenaren een gemiddeld verlies van 32 euro per hectare, terwijl in de periode 2006-2020 een gemiddelde winst van 32 euro per hectare werd geboekt. Sinds 2013 is de trend wel weer dalend.

In 2020 boekten Nederlandse particuliere boseigenaren met meer dan 50 hectare bos een gemiddeld negatief bedrijfsresultaat (verlies) van 5 euro per hectare bos (Silvis *et al.*, 2022; Figuur 6.1). Ter vergelijking, in 2019 werd gemiddeld een verlies geboekt van 10 euro per hectare bos. In de periode 2016-2019 werd gemiddeld een positief bedrijfsresultaat (winst) geboekt van 9 euro per hectare bos.



**Figuur 6.1**

Gemiddeld reëel bedrijfsresultaat per hectare bos (in euro's van 2020) in Nederland in de periode van 1975-2020. Bron: Silvis *et al.*, 2022.

#### 6.1.2 Opbrengsten

In 2020 bedroegen de totale opbrengsten van particuliere bosbedrijven gemiddeld 287 euro per hectare (Silvis *et al.*, 2022). Dit is 9% hoger dan in 2019 (263 euro per hectare) en 5% boven het gemiddelde in de periode 2016-2019. Subsidies (44%) en houtverkoop (36%) vormden de twee grootste bronnen van opbrengsten in 2020 (Silvis *et al.*, 2022; Tabel 6.1, volgende pagina). Recreatie (8%), jachthuur (5%) en overige inkomsten (8%) hadden relatief gezien een kleiner aandeel in de totale opbrengsten (21% in totaal). Ter vergelijking, in de periode 2016-2019 bedroegen houtopbrengsten 48% van de totale opbrengsten; subsidies leverden 36% en de overige opbrengsten (jachthuur, recreatie en overig) 16%.

De toename van de opbrengsten in 2020 wordt veroorzaakt door sterke stijgingen in subsidies en inkomsten uit recreatie en overige opbrengsten. De totale subsidies kwamen in 2020 uit op 126 euro per hectare, ruim boven het gemiddelde van bijna 100 euro per hectare in de periode 2016-2019. Ook inkomsten uit overige opbrengstposten (jachthuur, recreatie en overig) lagen ruim boven het gemiddelde niveau van voorgaande jaren (61 euro per hectare in 2020 ten opzichte van 45 euro per hectare in 2016-2019). De opbrengsten uit hout daalden daarentegen sterk en lagen een kwart onder het gemiddelde niveau van de periode 2016-2019. Ondanks dat de gemiddelde houtprijs in 2020 13% hoger lag dan het gemiddelde van de afgelopen vier jaar, was de houtoogst veel lager.

**Tabel 6.1**

*Opbrengsten (in euro per hectare bos) van particuliere boseigenaren met meer dan 50 hectare bos in Nederland in de periode 2016-2020. Bron: Silvis et al., 2022.*

	2016	2017	2018	2019	2020
Hout	136	126	142	122	100
<i>Op stam</i>	116	111	130	100	88
<i>Geveld</i>	12	6	4	17	4
Beheersubsidie	77	77	85	83	111
Overige subsidies	16	28	14	13	15
Jachthuur	19	17	16	16	14
Recreatie	15	13	17	17	23
Overig	11	11	15	13	24
<b>Totaal</b>	<b>272</b>	<b>271</b>	<b>289</b>	<b>263</b>	<b>287</b>

### 6.1.3 Kosten

In 2020 lagen de gemiddelde kosten voor particuliere boseigenaren met meer dan 50 hectare bos op 292 euro per hectare bos. Daarmee liggen de kosten in 2020 7% hoger dan in 2019 en 10% boven het gemiddelde van de periode 2016-2019 (Silvis *et al.*, 2022; Tabel 6.2, volgende pagina). De kosten voor beheer, leiding en toezicht (32%) en kosten voor werk door derden (27%) vormen de twee grootste kostenposten (Silvis *et al.*, 2022). Arbeid uitvoerend beslaat 20% van de totale kosten, gevolgd door kosten voor werktuigen en grondstoffen (12%), overige kosten (6%) en heffingen en verzekeringen (3%).

**Tabel 6.2**

*Kosten (in euro per hectare bos) van particuliere boseigenaren met meer dan 50 hectare bos in Nederland in de periode 2016-2020. Bron: Silvis et al., 2022.*

	2016	2017	2018	2019	2020
Beheer, leiding en toezicht	73	82	80	93	95
Arbeid uitvoerend	51	61	57	43	59
Werk door derden	67	75	79	80	79
Werktuigen en grondstoffen	32	33	28	32	34
Heffingen en verzekeringen	7	7	7	7	8
Overig	16	16	17	17	17
<b>Totaal</b>	<b>245</b>	<b>274</b>	<b>268</b>	<b>273</b>	<b>292</b>

### 6.1.4 Verschillende resultaten tussen bedrijven

De resultaten verschillen sterk tussen verschillende bedrijven. In 2020 had 35% van de bedrijven een bedrijfsresultaat van verlies van minder dan 100 euro per hectare en 27% een winst van meer dan 100 euro per hectare (Silvis *et al.*, 2022).

Van de onderzochte bosbedrijven haalde 49% een positief bedrijfsresultaat in 2020 (Silvis *et al.*, 2022). Dit is vergelijkbaar met 2019 (48%) en 2018 (49%). Kleine (50 tot 100 hectare bos) en middelgrote (100 tot 250 hectare bos) bedrijven boekten gemiddeld een negatief resultaat van respectievelijk 22 en 37 euro per hectare bos. Grote bedrijven (minstens 250 hectare bos) boekten daarentegen een positief resultaat, met een gemiddelde van 17 euro per hectare bos.

In vergelijking met de periode 2016-2019 was het bedrijfsresultaat voor kleine bosbedrijven verbeterd in 2020 dankzij hogere opbrengsten en lagere kosten (Silvis *et al.*, 2022). Bij middelgrote bedrijven stegen de kosten en daalden de opbrengsten sterk in 2020. Hierdoor is het gemiddelde bedrijfsresultaat in 2020 vrij sterk teruggelopen ten opzichte van de periode 2016-2019. Grote bedrijven zagen een iets lager bedrijfsresultaat in 2020 ten opzichte van de vier voorafgaande jaren. De kosten stegen in 2020 harder dan de opbrengsten.

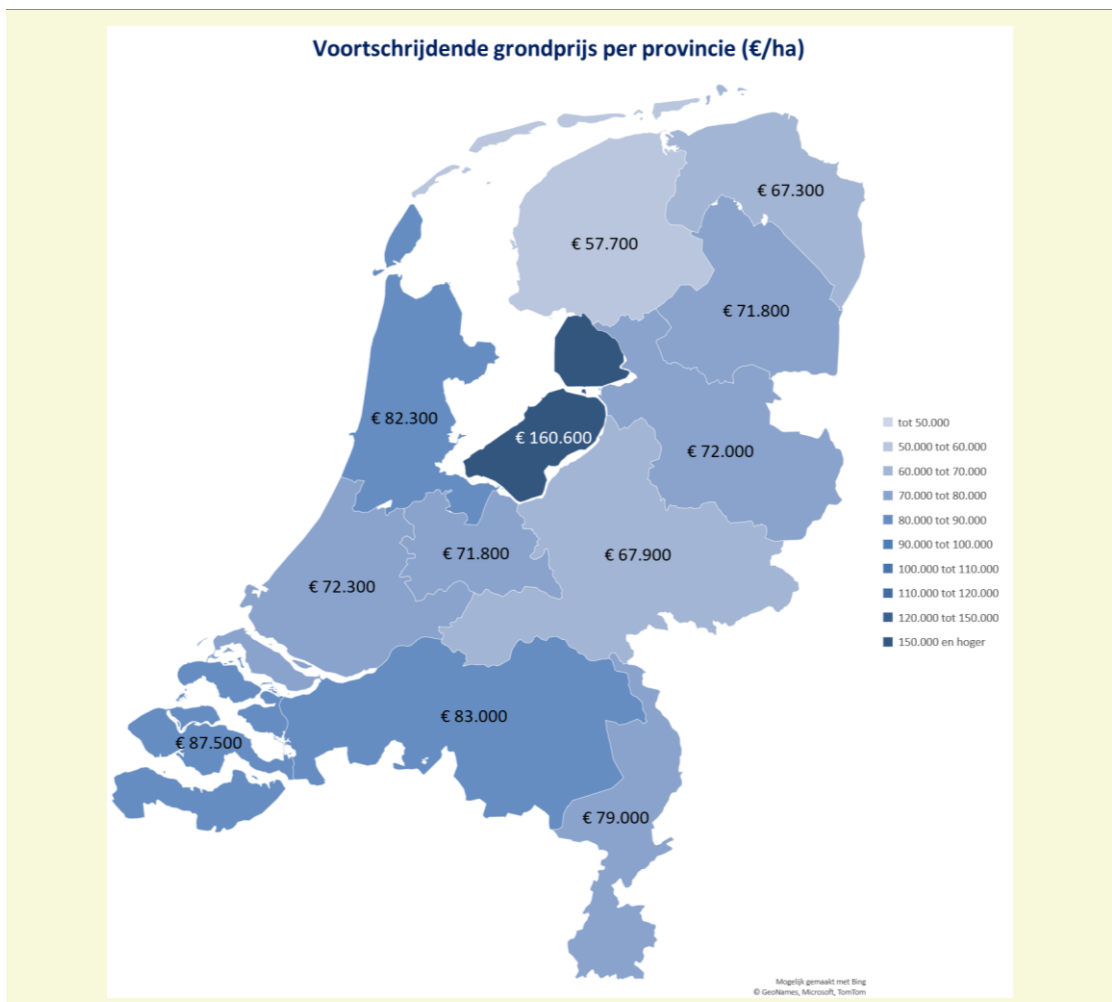
## 6.2 Grondprijs

### 6.2.1 Landbouwgrond

De gemiddelde grondprijs voor landbouwgrond in Nederland lag in het 1<sup>e</sup> kwartaal van 2023 op 79.400 euro per hectare (Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a). Dit is een stijging van 3% ten opzichte van het vorige kwartaal en 8,2% hoger dan het gemiddelde over heel 2022 (73.400 euro per hectare).

Bouwland zag een gemiddelde grondprijsstijging van 3,7% naar 92.200 euro per hectare in het 1<sup>e</sup> kwartaal van 2023 (Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a). Dit is 9,1% hoger dan de gemiddelde grondprijs van bouwland over heel 2022 (84.500 euro per hectare). De gemiddelde prijs van grasland daalde in het 1<sup>e</sup> kwartaal van 2023 met 0,6% tot 68.800 euro per hectare. Ondanks de prijsdaling lag de prijs voor grasland nog steeds 3,9% hoger dan het gemiddelde over heel 2022 (66.200 euro per hectare). Ook maissnijland zal een prijsstijging van 3,9% naar een gemiddelde prijs van 77.500 euro per hectare in het 4<sup>e</sup> kwartaal van 2022. Hoe dit zich verhoudt tot de gemiddelde grondprijs over heel 2022 is onbekend.

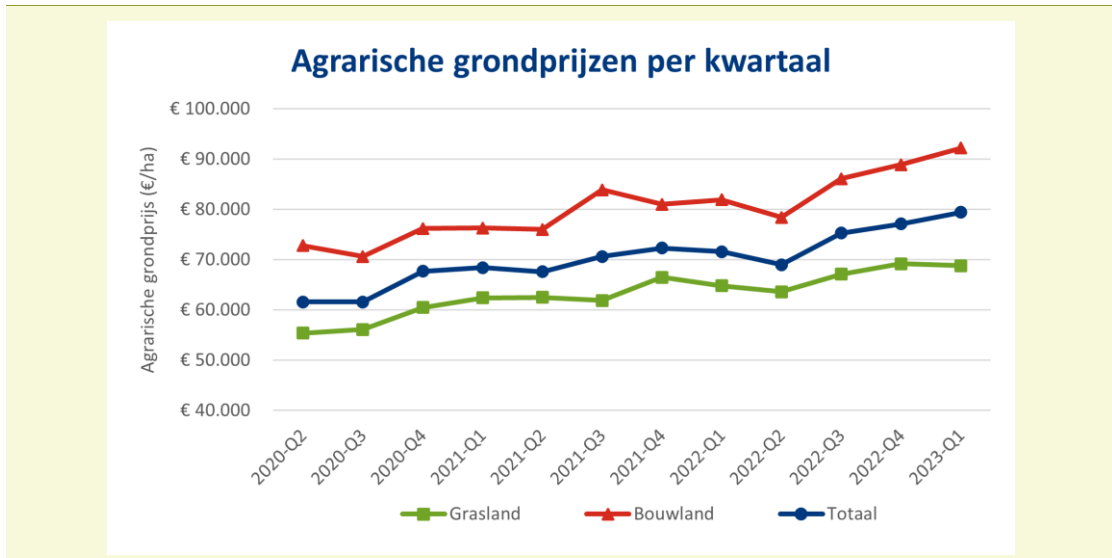
Zowel Friesland als Drenthe zag de gemiddelde agrarische grondprijs stijgen 1 à 2% in het 1<sup>e</sup> kwartaal van 2023, terwijl deze in Groningen 5% daalde (Figuur 6.2; Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a). Flevoland, Overijssel en Gelderland zagen alle drie een gemiddelde prijsstijging van respectievelijk 4%, 4% en 3%. Zuid-Holland en Utrecht zagen een toename in de gemiddelde grondprijs met 3 à 4% , terwijl die in Noord-Holland met 2% daalde. Ten slotte, alle drie de zuidelijke provincies (Zeeland, Noord-Brabant en Limburg) zagen gemiddelde prijsstijgingen voor agrarische grond van 2 à 3%.



**Figuur 6.2**

*Gemiddelde grondprijs (in euro's per hectare) van landbouwgrond per Nederlandse provincie in het 1<sup>e</sup> kwartaal van 2023. Bron: Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a.*

Ook op de middellange termijn (vanaf het 2<sup>e</sup> kwartaal van 2020) is een gestaagd stijgende trend in de gemiddelde agrarische grondprijs zichtbaar (Figuur 6.3; Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a).

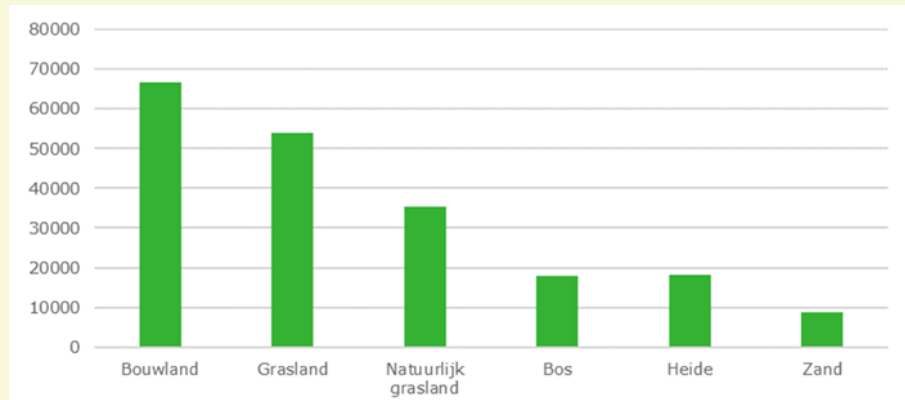


**Figuur 6.3**

Gemiddelde agrarische grondprijs (in euro's per hectare) per kwartaal in de periode 2020-2023. Het totaalcijfer omvat grasland, bouwland én maissnijland. Bron: Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023a.

## 6.2.2 Natuur- & bosgrond

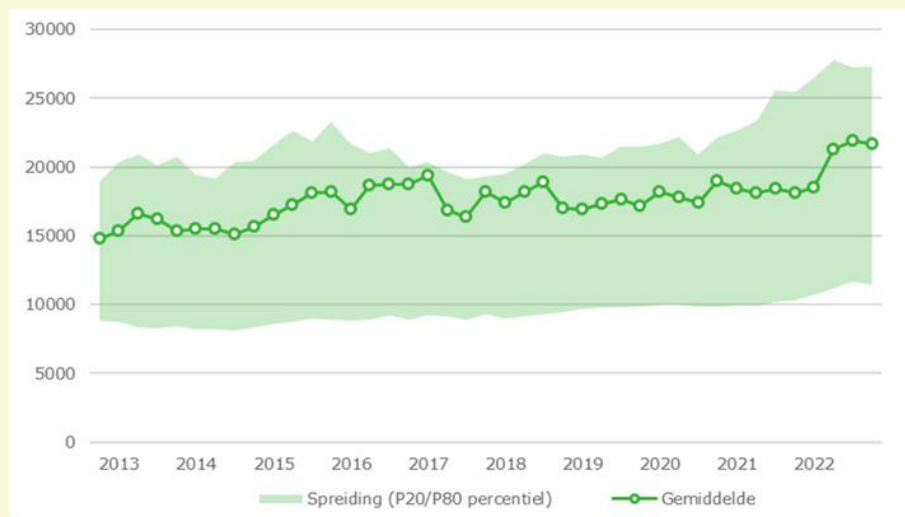
De grondprijzen voor verschillende typen landgebruik varieerden sterk in de periode 2012-2022 (Figuur 6.4, volgende pagina; Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023b). Voor natuurgronden lagen de gemiddelde grondprijzen in deze periode op 9.000 euro per hectare voor zandgrond; 17.800 euro per hectare voor bosgrond en 18.300 euro per hectare voor heidegrond. Natuurlijk grasland, dat naast natuur ook voor agrarisch medegebruik ingezet wordt, had in de periode 2012-2022 een gemiddelde grondprijs van 35.300 euro per hectare. Ter vergelijking, landbouwgrond in de vorm van grasland en bouwland hadden in deze periode een gemiddelde grondprijs van respectievelijk 54.000 euro per hectare en 66.700 euro per hectare. De gemiddelde prijs van bosgrond lag op circa 30% van de gemiddelde agrarische grondprijs in de periode 2012-2022.



**Figuur 6.4**

*Gemiddelde grondprijs (in euro's per hectare) naar type landgebruik in de periode 2012-2022. Bron: Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023b.*

Bosgronden zagen sterke variaties in prijs in de periode 2012-2022 (Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023b). De gemiddelde prijs van bosgrond steeg van 14.800 euro in 2012 naar 21.600 euro per hectare in 2022 (Figuur 6.5). Nominaal gezien is dit een prijsstijging van 46%. Echter, wanneer gecorrigeerd wordt voor inflatie, is de reële prijsstijging voor bosgrond 12% in de periode 2012-2022.



**Figuur 6.5**

*Gemiddelde en spreiding nominale grondprijs (in euro's per hectare) voor bosgrond per kwartaal in de periode 2012-2022. Bron: Kadaster & Wageningen Economic Research, 2023b.*



## Referenties

Adams, A., Bijlsma, R. J., Bos, G., Clerkx, S., Janssen, J., Van Kleunen, A., Remmelts, W., Van Rooijen, N., Schaminée, J., Schmidt, A., Van Swaay, C., Wijnhoven, S., Woestenburg, M., & Van Aar, M. (2020). *Vogel- en Habitatrichtlijnrapportage 2019*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Wageningen Environmental Research, Wageningen, Nederland.

Arets, E. J. M. M., Van Baren, S. A., Kramer, H., Lesschen, J. P., & Schelhaas, M. J. (2022). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands; Methodological background, update 2022*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical report 217. WUR, Wageningen University & Research, Wageningen, Nederland.

Boosten, M. & Penninkhof. (2019). *Erfgoed in het bosbeheer. Handleiding voor het integreren van erfgoedwaarden in het beheer*. Stichting Probos, Wageningen, Nederland.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2015). *Index Natuur & Landschap*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 25 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl154403-index-natuur-en-landschap>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2016). *Milieucondities in water en natuurgebieden, 1990 – 2014*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 22 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1522-milieudruk-op-natuur>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2017a). *Trends in Bospaddenstoelen, 1965-2013*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 23 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1390-trend-in-bospaddenstoelen>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2017b). *Wat is biodiversiteit?* Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 18 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1083-wat-is-biodiversiteit>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2020a). *Geschiktheid grondwaterstand verdrogingsgevoelige landnatuur, 2018*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 21 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1594-kwaliteit-grondwaterafhankelijke-ecosystemen?ond=20896>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2020b). *Geschiktheid zuurgraad bodem verzuringsgevoelige landnatuur, 2018*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 21 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1593-kwaliteit-verzuringsgevoelige-ecosystemen>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2020c). *Index Natuur & Landschap*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 25 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl154404-index-natuur-en-landschap>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2022a). *Index Natuur & Landschap*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 31 augustus 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1544-index-natuur-en-landschap>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2022b). *Milieudruk door stikstofdepositie op landnatuur, 2020*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 23 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1592-kwaliteit-stikstofgevoelige-ecosystemen>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2022c). *Stikstofdepositie, 1990-2020*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 6 december 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2022d). *Trends in kwaliteit van landnatuur en water, 1990-2020*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 23 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl2052-trend-kwaliteit-natuurtypen>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2023a). *Broedvogels van bos, 1990-2021*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 23 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1618-broedvogels-van-het-bos>.

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2023b). *Fauna van bos, 1990-2021*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd op 23 november 2022, via: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1162-fauna-van-het-bos>.



PEFC. (2023a). *Facts and Figures*. Geraadpleegd op 6 april 2023, via: <https://pefc.org/discover-pefc/facts-and-figures>.

PEFC. (2023b). *Find Certified*. Geraadpleegd op 6 april 2023, via: <https://pefc.org/find-certified>.

Ruysenaars, P. G., Coenen, P. W. H. G., Rienstra, J. D., Zijlema, P. J., Arets, E. J. M. M., Baas, K., Dröge, R., Geilenkirchen, G., 't Hoen, M., Honig, E., Van Huet, B., Van Huis, E. P., Koch, W. W. R., Te Molder, R. M., Montfoort, J. A., Van der Zee, T., & Van Zanten, M. C. (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, Nederland.

Ruysenaars, P. G., Coenen, P. W. H. G., Zijlema, P. J., Arets, E. J. M. M., Baas, K., Dre, R., Geilenkirchen, G., 't Hoen, M., Honig, E., Van Huet, B., Van Huis, E. P., Koch, W. W. R., Lagerwerf, L. L., Te Molder, R. A., Montfoort, J. A., Vonk, J., & Van Zanten, M. C. (2020). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2018. National Inventory Report 2020*. RIVM Report 2020-0031. RIVM, National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, Nederland.

Ruysenaars, P. G., Van der Net, L., Coenen, P. W. H. G., Rienstra, J. D., Zijlema, P. J., Arets, E. J. M. M., Baas, K., Dröge, R., Geilenkirchen, G., 't Hoen, M., Honig, E., Van Huet, B., Van Huis, E. P., Koch, W. W. R., Te Molder, R. M., Montfoort, J. A., & Van der Zee, T. (2022). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2020. National Inventory Report 2022*. RIVM report 2022-0005. RIVM, National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, Nederland.

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. (2022). *Zevende Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en resultaten*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 142. WUR, Wageningen University & Research, Wageningen, Nederland.

Schelhaas, M. J., Clerkx, A. P. P. M., Daamen, W. P., Oldenburger, J. F., Velema, G., Schnitger, P., Schoonderwoerd, H., & Kramer, H. (2014). *Zesde Nederlandse Bosinventarisatie; Methoden en basisresultaten*. Alterra-rapport 2545. Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen, Nederland.

Silvis, H. J., Voskuilen, M. J., & Woltjer, P. J. (2022). *Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2020*. Wageningen Economic Research, Wageningen, Nederland. Rapport 2022-066.

Stichting Probos. (2022). [Ongepubliceerde data van houtcijfers voor Nederland]. Stichting Probos, Wageningen, Nederland.

Teeuwen, S., Oldenburger, J., Beerkens, G., Op den Kelder, G., & Van Maaren, G. (2023). *Houtproductie en -gebruik in Nederland in 2021. Productie, import, export en consumptie van houtproducten in 2021*. Stichting Probos, Wageningen, Nederland.

Van der Net, L., Coenen, P. W. H. G., Rienstra, J. D., Zijlema, P. J., Arets, E. J. M. M., Baas, K., Dröge, R., Geertjes, K., 't Hoen, M., Honig, E., Van Huet, B., De Bie, S. E., Te Molder, R. M., Montfoort, J. A., & Van der Zee, T. C. (2023). *Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2021. National Inventory Report 2023*. RIVM report 2023-0052. RIVM, National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, Nederland.