



Kennisnotitie

Verkenning bodemafdekking Rijksgronden

Inleiding

Bodemafdekking is het afdekken van de bodem met bebouwing, infrastructuur of andere (semi-)verharding. Dit heeft tot gevolg dat het areaal onafgedekte bodem, ook wel "open bodem" genoemd, afneemt en hierdoor verschillende bodemfuncties in de knel komen. Zo heeft bodemafdekking negatieve gevolgen voor de infiltratie van water, het beperken van hitte in de stad, het bodemleven, mogelijkheden voor vergroening en voedselproductie in volle grond en opname van broeikasgassen (van der Wal et al. 2008). Uit een EU-brede analyse kan worden afgeleid dat bodemafdekking in de EU toegenomen is met 1,36 miljoen hectare tussen 2000 en 2018 (Evers et al. 2023). Door grote maatschappelijke uitdagingen, zoals woningbouw en de energietransitie, is te verwachten dat het areaal open bodem ook in Nederland verder zal afnemen en dus ook verschillende bodemfuncties verder in het gedrang gaan komen.

Op nationaal niveau is beleid in ontwikkeling om zorgvuldiger afwegingen te kunnen maken tussen het bedekken of juist open houden van de bodem. In de structurerende keuzes van Water en Bodem Sturend (WBS) wordt er bijvoorbeeld gesteld dat er gestreefd moet worden naar het zo min mogelijk afdekken van de bodem. Zo moeten waardevolle landbouw- en natuurbodems worden behouden en de sponswerking en verkoelende capaciteiten van een open bodem intact blijven. Ook heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aan het college van Rijksbouwmeesters en Rijksadviseurs gevraagd hoe de Rijksoverheid zelf het beste kan bijdragen aan duurzaam bodembeheer (de Jonge et al. 2025). Tegelijk wordt vanuit het NOVI-programma Bodem, Ondergrond en Grondwater (BOG) gestreefd naar het ontwikkelen van een visie op bodemafdekking in relatie tot ruimtelijke ordening.

Maar hoe staat het eigenlijk met de bodemafdekking in Nederland en hoe brengen we dat zo goed mogelijk in kaart? Vanuit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) kan een eerste beeld worden gegeven van de verandering van functie en daarmee het bodemgebruik. Deze basisregistraties richten zich op alle formele registraties en veranderingen in landgebruik zoals het registreren van nieuwe gebouwen en wegen. Deze administraties zijn er echter niet specifiek op ingericht om de totale bodemafdekking in Nederland zo compleet mogelijk in kaart te brengen. Aanvullende data en analyses zijn hiervoor dus noodzakelijk.

Ter ondersteuning van het programma BOG, heeft IenW het RIVM gevraagd een analyse uit te voeren van de bodemafdekking op Rijksgronden (gronden in eigendom van de Rijksoverheid). Deze analyse sluit aan bij het CRA-advies om eerst te kijken naar de Rijksgronden, aangezien dit om een aanzienlijk areaal gaat met verschillende bodem gerelateerde opgaven, en kansen biedt om hier goede voorbeelden te ontwikkelen om zorgvuldiger om te gaan met de open bodem (de Jong et al. 2025).

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

N.J. Schoffelen
T. Meijer

Centrum:

Duurzaamheid, Milieu en
Gezondheid

Contact:

niels.schoffelen@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2026-0046

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2026-0046

Datum:

29-09-2026

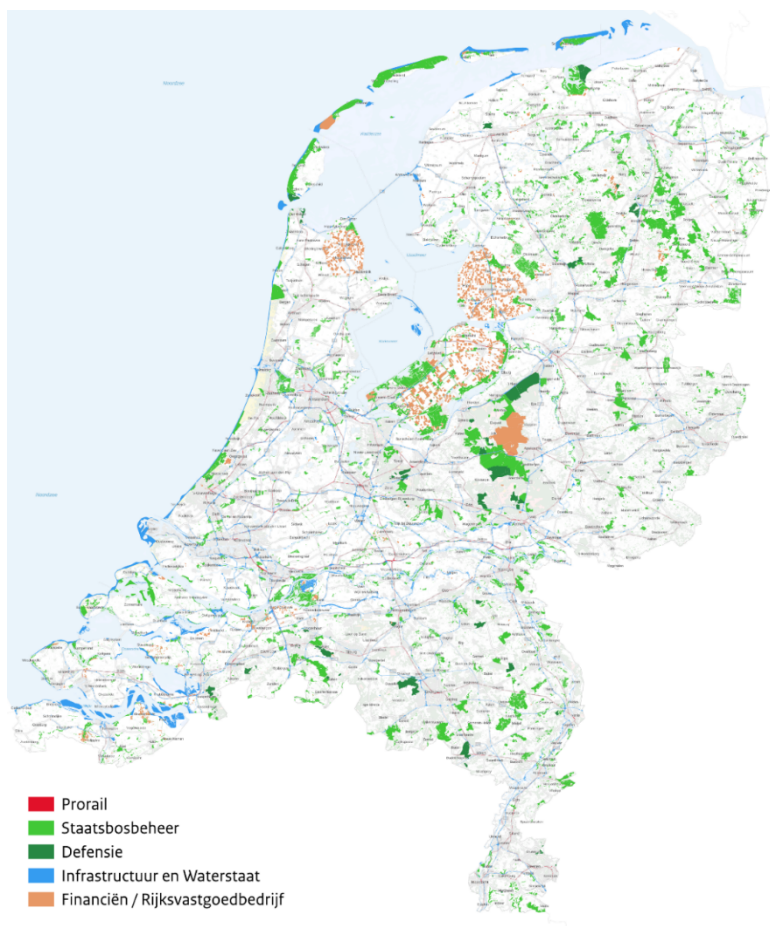
Dit onderzoek brengt de bodemafdekking in kaart van de Rijksgronden aan de hand van de volgende onderzoeksvragen: 1) in hoeverre brengen de basisregistraties de bodemafdekking in kaart?, 2) in hoeverre draagt een aanvullende analyse bij aan het completer in kaart brengen van bodemafdekking? Gebaseerd op deze inzichten wordt voor de verschillende beherende organisaties van Rijksgronden de bodemafdekking inzichtelijk gemaakt.

Materiaal en methoden

Onderzoeksgebied: Rijksgronden

In deze studie is bodemafdekking in kaart gebracht voor alle Rijksgronden. Deze liggen door heel Nederland van Zuid-Limburg tot de Waddeneilanden. Als onderdeel van het CRA-rapport "*Rijksbreed samenwerken voor een gezonde bodem*" heeft het Kadaster een Rijkseigendommenkaart voor 2024 opgesteld met de onderverdeling tussen verschillende beherende organisaties (de Jong et al. 2025). Deze onderverdeling tussen beherende organisaties is in deze rapportage aangehouden voor de verdere uitwerking van de resultaten. In afstemming met het Kadaster is de onderstaande kaart voor deze studie gereproduceerd (zie Figuur 1). In de gereproduceerde kaart wijken de oppervlaktewaarden per beherende organisatie af ten opzichte van het CRA-rapport (zie Tabel 1), omdat de watergebieden die onder de Rijksgronden vallen in deze studie buiten beschouwing zijn gelaten.

Figuur 1: De Rijksgrondenkaart laat zien welke locaties in eigendom zijn van het Rijk en onder welke beherende organisaties deze vallen.



Tabel 1: overzicht grondoppervlak in beheer van het Rijk per beherende organisatie

Beherende organisatie	Grondoppervlakte in eigendom (ha)
ProRail	8.321
Staatsbosbeheer	216.137
Defensie	25.097
Infrastructuur en Waterstaat	74.737
Financiën / Rijksvastgoedbedrijf	56.857

Kadastrale data

De Rijksgrondenkaart is ontwikkeld als product door het Kadaster en valt daarom onder de Kadasterwet. Voor het opvragen van deze kaart en achterliggende data verwijzen wij u daarom door naar deze organisatie.

Databronnen

Om de bodemafdekking van Nederland en de Rijksgronden in kaart te brengen zijn verschillende databronnen gebruikt. Deze zijn onder te verdelen in twee categorieën: de basisregistratiedata en luchtfotodata.

Databronnen: Basisregistratiedata

Voor het in kaart brengen van de bodemafdekking aan de hand van administratieve data is gebruik gemaakt van de basisregistraties: Basisregistratie Grootchalige Topografie¹ (BGT), Basisregistratie Adressen en Gebouwen² (BAG), en Basisregistratie Gewaspercelen³ (BRP).

Van de BGT zijn meerdere objectklassen gebruikt: "wegdeel", "waterdeel", "ondersteunendwaterdeel", "overigbouwwerk", "begroeidterreindeel" en "onbegroeidterreindeel". Onder "onbegroeidterreindeel" vallen verschillende subklassen die mogelijk kunnen duiden op een open of afgedekte bodem. Voor verschillende van deze subklassen is het niet duidelijk of het om een open of afgedekte bodem gaat. De definitie van een "erf" (een van de subklassen) is bijvoorbeeld: "terreindeel dat bij een pand of overig bouwwerk hoort, dat niet nader wordt ingewonnen en dat bestaat uit een mengvorm van begroeiing, verharding, en/of water". Dit geeft dus geen specifiek inzicht of de bodem op deze locatie open of afgedekt is en is daarom voor de analyse buiten beschouwing gelaten. Andere subklassen zoals "halfverhard" zijn ook gespecificeerd in de BGT maar de verdere uitwerking uit wat voor materiaal deze halfverharding bestaat (puin, grasklinkers, grind, etc.) is geen verplichte invoer voor de BGT. Door deze onzekerheid of deze informatie wel of niet consequent is opgenomen in de BGT, zijn deze subklassen buiten beschouwing gelaten voor het bepalen van bodemafdekking.

De BGT-objectklassen "waterdeel" en "ondersteunendwaterdeel" zijn geen onderdeel van de bodemafdekkingsanalyse, maar dienen om watergebieden uit te sluiten van analyse. De BRP bevat de landbouwpercelen, deze zijn allemaal geclassificeerd als onafgedekt. Uit de BAG is alleen de "panden"-objectklasse gebruikt. Deze objectklassen zijn omgezet naar een classificatie afgedekt, onafgedekt of water (zie hiervoor ook bijlage tabellen 1 en 2).

¹ <https://www.pdok.nl/introductie/-/article/basisregistratie-grootchalige-topografie-bgt->

² <https://www.pdok.nl/introductie/-/article/basisregistratie-adressen-en-gebouwen-ba-1>

³ <https://www.pdok.nl/introductie/-/article/basisregistratie-gewaspercelen-brp->

Om onderzoek te doen naar trends in bodemafdekking, is het belangrijk om ook terug in de tijd te kunnen kijken met administratieve data. Hiervoor is de BGT en BAG gefilterd op datum zodat alleen objecten die op een bepaalde datum administratief bestonden, gebruikt worden. Van de BRP is per jaar een aparte dataset beschikbaar, waardoor filtering op objectdatum niet nodig was.

Databronnen: Luchtfotodata

Met luchtfoto's kan ook bodemafdekking die geen onderdeel is van de administratieve data worden waargenomen en geanalyseerd. Er wordt in het voorjaar en zomer van heel Nederland luchtfoto's gemaakt in opdracht van een samenwerking van verschillende Nederlandse overheden onder de naam Beeldmateriaal⁴. De voorjaarsluchtfoto heeft een resolutie van 7,5 cm en de zomerluchtfoto 25 cm. De luchtfoto's bevatten naast de lichtbanden voor rood, groen en blauw licht ook een 'near-infrared' lichtband (NIR). Deze NIR-band wordt veel gebruikt in bodemafdekking detectiemethodes, naast de standaard banden. De voorjaarsluchtfoto bevat de NIR-band pas sinds 2025. De zomerluchtfoto bevat de NIR-band al sinds 2016. Omdat we ook veranderingen in de tijd willen kunnen volgen is daarom in deze studie gebruik gemaakt van de zomerluchtfoto's.

Dataverwerking: ontwikkeling bodemafdekkingskaarten

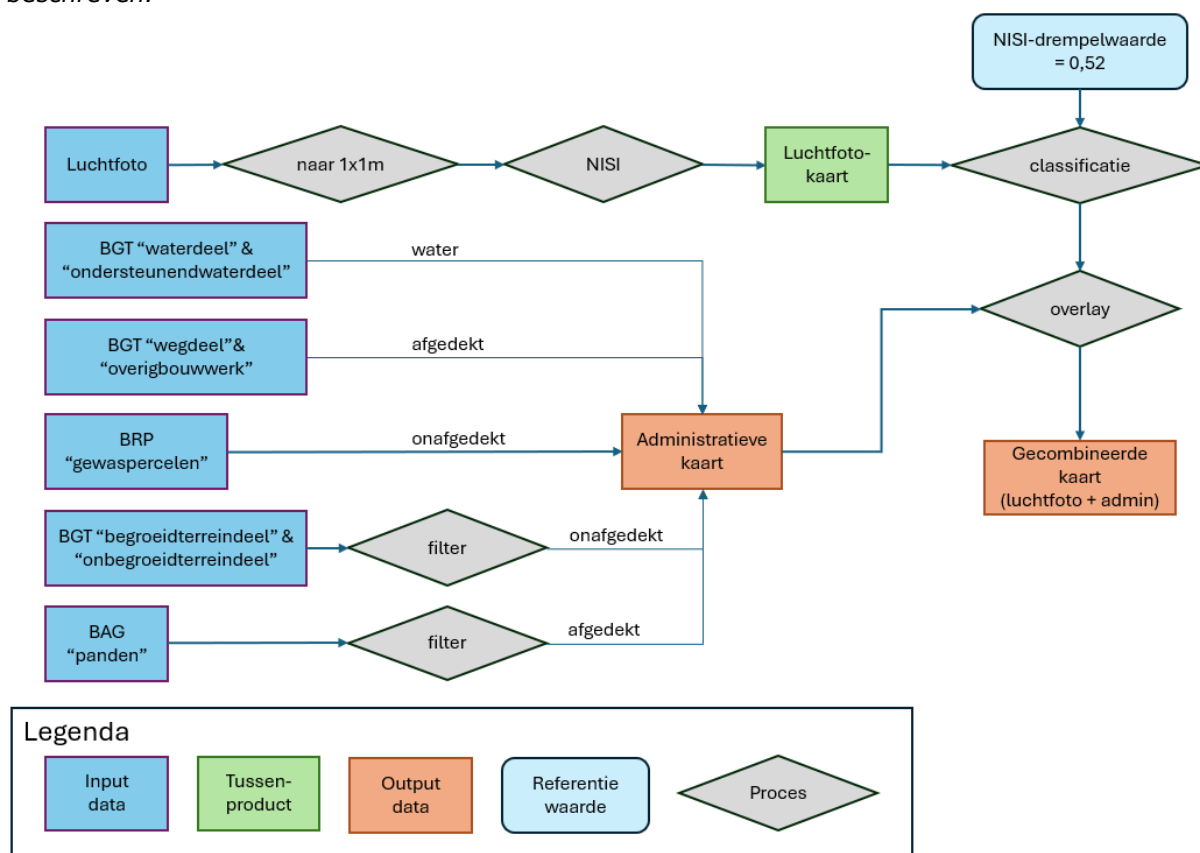
Aan de hand van de hier boven beschreven brondata zijn er twee aparte bodemafdekkingskaarten gemaakt: een administratieve kaart, op basis van de basisregistraties, en een bepaling van de bodemafdekking op basis van de luchtfoto's. Deze kaarten zijn gemaakt voor vijf verschillende jaren: 2016, 2018, 2020, 2022 en 2024. De methode voor het maken van de kaart wordt hieronder nader beschreven en is schematisch weergegeven in Figuur 2. Uiteindelijk is de trendanalyse over de hierboven beschreven jaren alleen aan de hand van de administratieve data uitgevoerd.

Administratieve bodemafdekkingskaart

Voor de ontwikkeling van de administratieve bodemafdekkingskaart werden de eerdergenoemde basisregistraties gebruikt. De BGT onderscheidt verschillende objecten (bijvoorbeeld water, overige bouwwerken, terreindelen). Voor deze analyse zijn deze objecten opnieuw geclassificeerd in een van de volgende categorieën: water, afgedekt en onafgedekt (zie Figuur 2 en bijlagen Tabellen B1 en B2). Voor de BAG data werden alle BAG-objecten die als 'pand' staan geregistreerd gecategoriseerd als 'afgedekt'. Door het combineren van deze administratieve objecten kon een kaart gemaakt worden met gebieden gemarkeerd als water, afgedekt en onafgedekt. Deze kaart is vervolgens omgezet tot een rasterkaart met een resolutie van 1x1 meter.

⁴ <https://www.beeldmateriaal.nl/>

Figuur 2: Flowchart ontwikkelstappen bodemafdekkingskaarten. Hierin worden alle stappen van gebruikte basisdata, processen in de verwerking, tussenproducten en output-data schematisch beschreven.



Luchtfoto-analyse voor bodemafdekkingskaart

Voor de bodemafdekkingskaart gebaseerd op zomerluchtfoto's werd in de eerste stap de data tot een resolutie van 1x1 meter omgezet, door de waarden per 16 pixels te middelen. Om bodemafdekking te bepalen werden de rood, groen, blauw en infrarood (NIR) band van deze foto's met elkaar gecombineerd volgens de Normalized Impervious Surface Index (NISI)-methode (Su et al. 2022), aan de hand van formule 1. Uit deze berekening kwam voor iedere pixel van de invoerfoto's een NISI-waarde tussen -1 en 1. Afgedekte bodems corresponderen met een hogere NISI-waarde dan onafgedekte bodems, en water krijgt een nog hogere NISI-waarde dan afgedekte bodems.

Formule 1: NISI-berekening voor het bepalen of de bodem afgedekt of open is. B_{rood} is de rode band, B_{groen} is de groene band, B_{blauw} is de blauwe band en B_{NIR} is de near-infrared band.

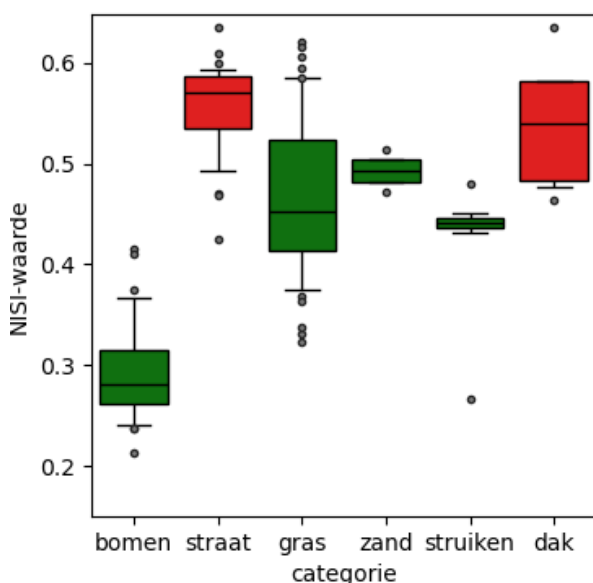
$$NISI = \frac{(B_{rood} + B_{groen} + B_{blauw}) - B_{NIR}}{(B_{rood} + B_{groen} + B_{blauw}) + B_{NIR}}$$

Om een accurate drempelwaarde te bepalen waarboven pixels als afgedekt worden geclassificeerd, en waaronder als onafgedekt, werd het RIVM-terrein handmatig op de luchtfoto's geclassificeerd in onafgedekte en afgedekte oppervlakten, en verdeeld in verschillende categorieën (zie Figuur 3). Hieruit bleek dat er beperkt overlap is in de NISI-waarden van als afgedekte bodem geclassificeerde objecten zoals straten en daken, en als niet-afgedekt geclassificeerde oppervlakte zoals bomen, gras, zand en struiken.

Gebaseerd op deze analyse werd een drempelwaarde van 0,52 gekozen. Deze waarde ligt namelijk net onder het 25^e percentiel van de categorie 'straat', maar wel boven de meeste onafgedekte gelabelde objecten. Objecten gelabeld als 'dak' hebben wel meer overlap met deze drempelwaarde waardoor deze vaker incorrect geïdentificeerd kunnen worden. Dit is echter voor het eindproduct van minder groot belang, omdat administratieve data over gebouwen voldoende accuraat zijn waardoor de administratieve kaart deze daken al als afgedekte bodem classificeert. Administratieve data over straten en wegen op privégronden is wel gebrekkig.

Na berekening van de NISI-waarde werd iedere 1x1 meter pixel in het NISI-beeld geïdentificeerd als afgedekt of onafgedekt afhankelijk van of deze respectievelijk onder of boven de drempelwaarde van 0,52 valt.

Figuur 3: Box-plots van NISI-waardes voor verschillend geïdentificeerde object gelabeld op het RIVM-terrein. In rood de afgedekte categorieën, in groen de onafgedekte categorieën.



Combinatie van de administratieve en luchtfoto bodemafdekkingskaarten

Na het maken van de administratieve kaart en de luchtfoto-kaart werden beide kaarten gecombineerd. In deze combinatiestap kreeg administratieve classificering van bodemafdekking voorrang omdat deze als accurater worden gezien dan de analyse vanuit de luchtfoto's, die meer bewerkelijk is (zie bovenstaande uitleg). Maar buiten de gebouwen en infrastructuur zijn er ook veel oppervlaktes die niet geïdentificeerd worden door de administratieve data; hier biedt juist de aan de hand van luchtfoto's geïdentificeerde bodemafdekking meer inzicht.

Resultaten

Bodemafdekking Rijksgronden

De analyse laat zien dat op basis van administratieve data de Rijksgronden in 2024 voor 5,6% zijn afgedekt. Bodemafdekking varieert sterk per beheerende organisatie van 47% bij ProRail en slechts 1% bij Staatsbosbeheer (Tabel 2). Net als voor Staatsbosbeheer is ook voor het Rijksvastgoedbedrijf slechts een klein deel afgedekt.

Tabel 2: Bodemafdekking voor de Rijksgronden per beheerorganisatie op basis van administratieve data.

Rijksgronden beheerorganisatie	Oppervlakte in beheer (ha)	Administratief afgedekt (ha)	Administratief afgedekt (%)
ProRail	8.321	3.928	47
Staatsbosbeheer	216.137	2.702	1
Defensie	25.097	2.636	11
Infrastructuur en Waterstaat	74.737	11.342	15
Financiën/ Rijksvastgoedbedrijf	56.857	570	1
Totaal	381.149	21.178	5,6

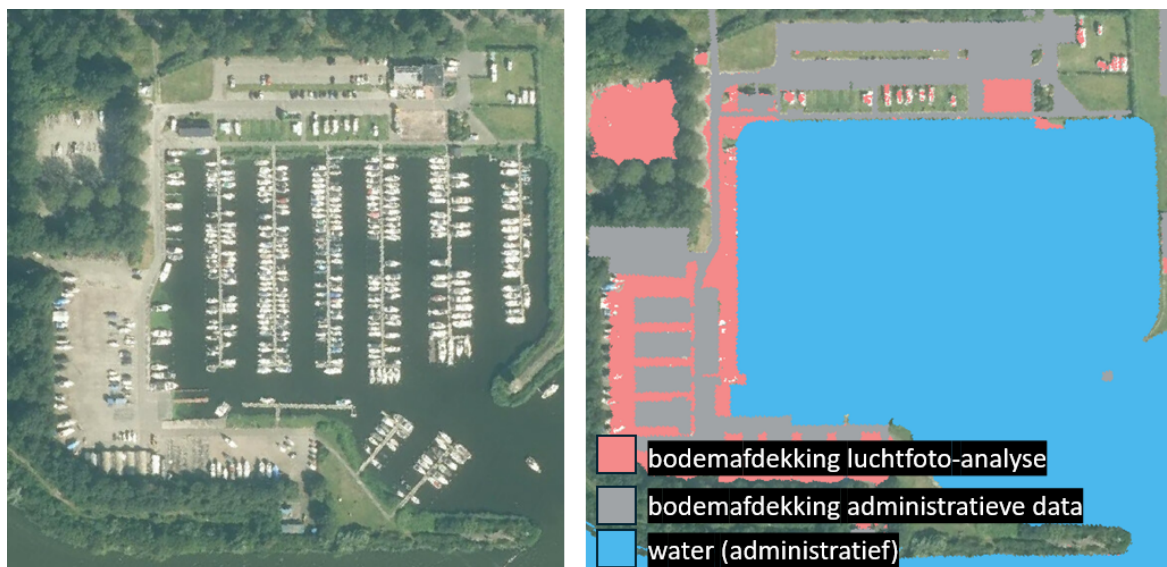
De analyse van de bodemafdekkingskaarten laat zien dat niet alle bodemafdekking geregistreerd is in de basisregistraties. Erven zijn bijvoorbeeld vaak afgedekt (geasfalteerd of betegeld), maar deze afdekking is niet gespecificeerd in de basisregistraties. Hierdoor onderschat de administratieve afdekkingskaart de afdekking rondom gebouwen met erven (zie Figuren 4 en 5). Hierdoor is het bepalen van de bodemafdekking vanuit de basisregistraties dus bij veel locaties een onderschatting.

Figuur 4: Voorbeeld van bodemafdekking rond Aegongebouw in Den Haag (eigendom van Financiën / Rijksvastgoedbedrijf). Te zien is dat de administratieve data het parkeerterrein niet registreert als afgedekt, terwijl de aanvullende luchtfoto-analyse dit wel doet.



Met de luchtfoto-analyse is het mogelijk om een groter oppervlak aan bodem als afgedekt te classificeren. De methode lijkt vergeleken met de administratieve data vooral een completer beeld te geven van bodemafdekking in wijken, industrieterreinen en andere bebouwde omgevingen (zie figuren 4, 5 en 6).

Figuur 5: bodemafdekking in Almere-Haven (eigendom van Rijkswaterstaat). Te zien is dat de luchtfoto de werkelijke bodemafdekking van de parkeerplek links in de rechter figuur wel herkent waar de administratieve data dat niet doet.



Figuur 6: bodemafdekking in woonwijk Tussen de Vaarten in Almere met naastgelegen bedrijfsterrein en gebedshuis. Te zien is dat op basis van de administratieve data de afgedekte bodems rondom de gebouwen niet worden gezien als afgedekt, terwijl de luchtfoto-analyse dat wel doet.



Maar in andere omgevingen zoals natuurgebieden met open zandvlakten, stranden en intergetijdengebieden kan de luchtfoto-methode de ondergrond ook verkeerd classificeren als afgedekt (zie Figuur 7). Ook schaduwwerking heeft invloed op het resultaat waardoor de classificering niet in alle gevallen geheel klopt (zie Figuur 8).

Figuur 7: bodemafdekking op het strand bij Egmond aan Zee. Hier overschat de luchtfoto-methode: het strand en intergetijdengebied wordt geclassificeerd als afgedekte bodem.



Figuur 8: bodemafdekking rondom Kromhoutkazerne (eigendom van Defensie). Tussen de kazernes wordt de bodemafdekking correct bepaald, maar schaduwwerking zorgt ervoor dat de classificatie van bodemafdekking niet overall correct verloopt.



Tabel 3: Bodemafdekking voor de Rijksgronden per beheerorganisatie op basis van administratieve data en de luchtfoto-methode

Rijksgronden beheerorganisatie	Afgedekt aan de hand van Administratieve data (%)	Afgedekt aan de hand van luchtfoto-analyse (%) *	Relatief verschil (%)
ProRail	47	51	8
Staatsbosbeheer	1	2,4	48
Defensie	11	15	29
I&W / Rijkswaterstaat	15	20	26
Financiën / Rijksvastgoedbedrijf	1	1,7	41
Totaal Rijksgronden	5,6	7,7	38

*bodemafdekkingspercentages aan de hand van de luchtfoto-analyse zijn overschattingen voor de totale bodemafdekking.

De luchtfoto-methode classificeert bodems in kustgebieden regelmatig als afgedekt, ondanks dat ze open zijn. Hierdoor zijn de luchtfoto-resultaten in deze gebieden in veel gevallen een overschatting. Dit heeft invloed op het eindresultaat met bodemafdekking voor de Rijksgronden, vooral als hier kustgebieden of zandverstuivingen onder vallen. Voor alle Rijksgronden laat de luchtfoto-methode hogere bodemafdekking zien ten opzichte van door administratieve data vastgestelde bodemafdekking (zie tabel 3). De verhoudingen in percentages afgedekt gebied tussen verschillende organisaties die Rijksgronden beheren blijft ongeveer hetzelfde wanneer naar de administratieve-data of luchtfoto-analyse wordt gekeken. De hoogste percentages bodemafdekking zijn bij ProRail en IenW/Rijkswaterstaat te vinden, die ook de meeste infrastructuur in beheer hebben. Voor Staatsbosbeheer verdubbelt de bodemafdekking aan de hand van de luchtfoto-analyse. Dit komt waarschijnlijk door overschatting van bodemafdekking in natuurgebieden, waar deze methode niet altijd accuraat functioneert.

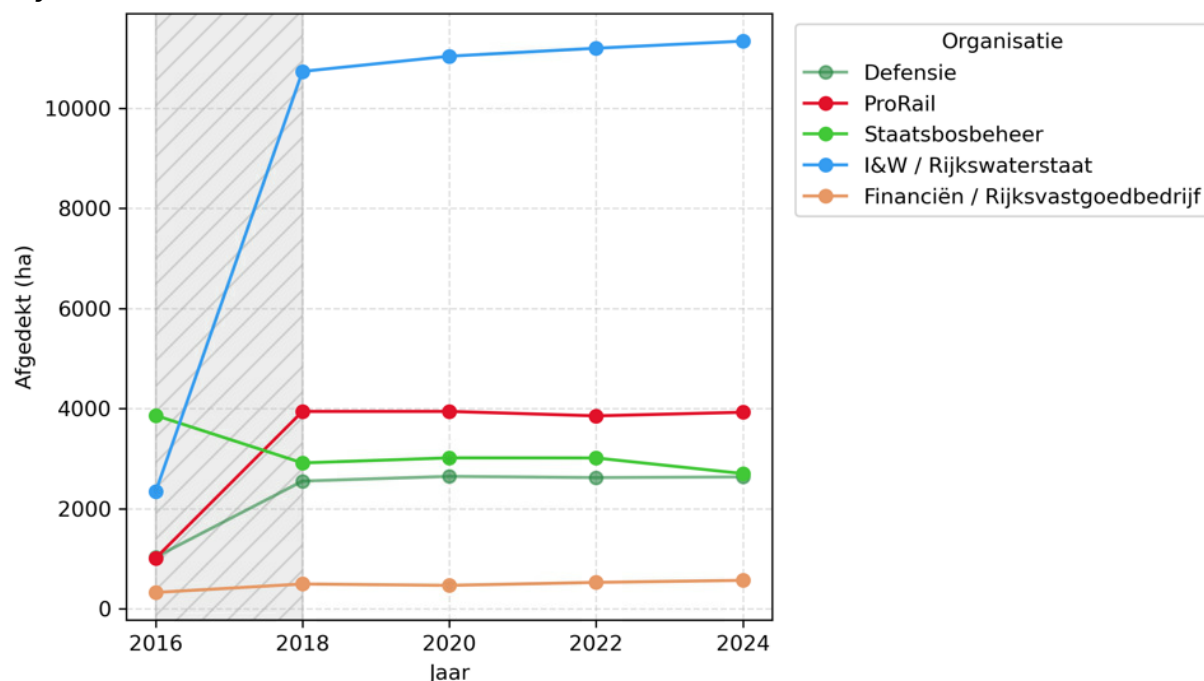
Voor Rijksgronden die bestaan uit voornamelijk gebouwen en infrastructuur, zoals bij ProRail en I&W/Rijkswaterstaat, valt op dat de administratieve-data vrijwel alle bodembedekking van dit soort objecten al goed in kaart brengt en dat de luchtfoto-analyse hier niet veel aan toevoegt. Bij andere vormen van bodemafdekking geeft de luchtfoto-analyse wel extra inzicht bijvoorbeeld als het gaat om verhardingen rondom gebouwen of parkeerterrein op Rijksgronden.

Buiten de Rijksgronden zoals woonwijken en industrieterreinen is een groter verschil te zien tussen administratieve afdekking en afdekking volgens de luchtfoto-analyse (zie Figuren 4 t/m 6). Voor deze locaties heeft de luchtfoto-analyse dus vaker een toegevoegde waarde. Op dit moment geeft de luchtfoto-methode dan ook een goede eerste inschatting op deze locaties in de bebouwde omgeving, maar vanwege de overschatting van bodemafdekking in het landelijk gebied, zoals duingebieden (zie Figuur 7) en andere natuurgebieden, kan de luchtfoto-methode nog niet gebruikt worden voor de ontwikkeling van landelijke statistieken.

Trendontwikkeling bodemafdekking voor Rijksgronden

Voor het bepalen van de trendontwikkeling in bodemafdekking voor de Rijksgronden is de luchtfoto-analyse buiten beschouwing gelaten vanwege de hierboven beschreven beperkingen van de huidige methode. De trendontwikkeling is daarom geheel gebaseerd op administratieve data van 2016 t/m 2024, met stappen van twee jaar (figuur 9). Door de tijd is de BGT sterk verbeterd en completer geworden en is ook de indeling van typen objecten aangepast (Statisfact, 2024). Hierdoor is enkel de administratieve data van 2018 t/m 2024 te gebruiken voor een trendanalyse. De jaren voor 2018 vallen af vanwege grote administratieve verschillen in de BGT met de jaren daarna.

Figuur 9: Trendontwikkeling bodemafdekking tussen 2018 en 2024 voor de Rijksgronden per beheerorganisatie op basis van administratieve data uit de basisregistraties. De periode 2016 t/m 2018 (grijs vlak) wordt buiten beschouwing gelaten vanwege methodologische verschillen tussen de jaren in de BGT.



Tussen 2018 en 2024 is het oppervlak aan bodemafdekking op basis van administratieve data toegenomen (figuur 9). Deze stijging is vooral te zien bij IenW/Rijkswaterstaat, waar het areaal aan bodemafdekking met 600 ha is toegenomen. Dit is een toename van 5,6 procent aan oppervlak. Voor Staatsbosbeheer neemt het areaal bodemafdekking tussen 2022 en 2024 zelfs iets af volgens de administratieve data. Dit komt echter niet door verwijdering van bodemafdekking maar door correcties in de BGT waar afgedekte gronden herzien zijn naar niet afgedekt (zie figuur 10). Deze herzieningen hebben dus invloed op de trends. Voor andere beherende organisaties is er vrijwel geen of enkel een zeer lichte toename aan bodemafdekking te zien tussen 2018 en 2024.

Figuur 10: uiterwaarden in de Waal. BGT-verschillen tussen 2022 en 2024 werken door in bodemafdekkingscijfers. Dit komt door herzieningen van de BGT.



Conclusies en discussie

Deze verkenning biedt een eerste inzicht in hoeverre voor Rijksgronden de bodem is afgedekt en welke methoden het meest geschikt zijn om dit in kaart te brengen. De analyse laat zien dat er grote variaties in bodemafdekking van Rijksgronden zijn tussen de verschillende beherende organisaties. Dit komt voort uit de verschillende functies van iedere organisatie. IenW/Rijkswaterstaat beheert bijvoorbeeld meer afgedekte oppervlakten, omdat zij veel infrastructuur beheren. Organisaties als Staatsbosbeheer beheren meer natuurgebieden, die een lage bodemafdekking hebben. Ook veel gronden van het Financiën/Rijksvastgoedbedrijf hebben een lage bodemafdekking, het gaat hier vooral om agrarische of natuurgebieden.

Niet in alle gevallen is via de basisregistraties de afdekking van de bodem in beeld zoals geïllustreerd in de figuren van deze rapportage. Aanvullend is daarom een methode gebaseerd op luchtfoto's toegepast, die niet-geadministreerde bodemafdekking in beeld brengt. We concluderen dat deze methode extra inzicht geeft, vooral voor bodemafdekking op kleine schaal in woonwijken en industrieterreinen waar niet alle bodemafdekking, vooral verharde erven of parkeerplaatsen, administratief in beeld zijn. Toch is de luchtfoto-analyse op dit moment nog niet te gebruiken voor het maken van een landelijke kaart of statistieken, omdat deze methode onvoldoende presteert in bijvoorbeeld het buitengebied. In natuur- en kustgebieden resulteert deze methode regelmatig in misclassificatie en overschatting van de bodemafdekking. De luchtfoto-methode is daarom nog niet robuust genoeg voor het maken van een landelijke bodemafdekkingskaart. Wel kan het kaartbeeld van de luchtfoto-methode gebruikt worden om een eerste indruk te krijgen of er extra bodemafdekking aanwezig is op een specifieke locatie. Deze informatie kan bijvoorbeeld door gemeenten worden gebruikt die een beter beeld willen krijgen van de lokale situatie.

Verder laat de visuele inspectie van de kaartresultaten met de administratieve en luchtfoto-analyse zien dat voor veel van de Rijksgronden de aanwezige bodemafdekking al goed benaderd wordt in de basisregistraties. Daarom kan voor nu de administratieve

data het beste gebruikt worden om bodemafdekking voor de Rijksgronden te bepalen, al zijn dit dan in het stedelijke en bebouwd gebied vaak onderschattingen van de totale bodemafdekking.

De trendanalyse uitgevoerd in deze studie is gebaseerd op enkel de administratieve data. Hieruit blijkt dat voor de Rijksgronden de bodemafdekking over de jaren toeneemt. Vooral voor de gronden in beheer van IenW/Rijkswaterstaat neemt de bodemafdekking toe. Dit is goed te verklaren aangezien tussen 2018 en 2024 de infrastructuur verder is uitgebreid. Denk bijvoorbeeld aan de verbreding van Rijkswegen of de aanleg en uitbreiding van knooppunten. Bij de andere beherende organisaties is de toename in bodemafdekking kleiner. Ook zien we dat er iteraties op de BGT-data worden uitgevoerd ter verbetering, wat invloed heeft op de trends, waardoor een geheel kloppende trendanalyse beperkt te maken is aan de hand van enkel administratieve data. Een methodische benadering die niet enkel gebruik maakt van de basisregistraties heeft dus voordelen en zou dus ontwikkeld moeten worden.

Het is op basis van deze analyse niet te zeggen of de toename van bodemafdekking op Rijksgronden tot problemen leidt, zoals een beperking van bodem-ecosysteemdiensten. Hiervoor is het nodig om de gegevens over bodemafdekking te combineren met andere informatie, bijvoorbeeld over welke bodemfuncties op bepaalde locaties aanwezig zijn of ontbreken. Zo kan een open bodem op plekken met risico op overstroming bij hevige neerslag voordelen bieden door betere waterinfiltratie. Ook draagt een open bodem bij aan verkoeling in de stad. In deze analyse zijn dergelijke combinaties tussen de bodemafdekkingskaart en levering van bodemdiensten niet gemaakt.

Uit de analyse met luchtfoto's blijkt dat juist buiten de Rijksgronden zoals in woonwijken en op industrieterreinen de bodemafdekking sterk kan worden onderschat als alleen wordt uitgegaan van administratieve data. Voor een landelijke analyse waar niet alleen naar Rijksgronden wordt gekeken, kan een methode bijvoorbeeld gebaseerd op luchtfoto's dus juist van meerwaarde zijn en een completer beeld geven van de bodemafdekking. In deze verkennende rapportage is een eerste methode gebaseerd op luchtfoto's getest, met gemengde resultaten, maar er is ook potentie voor verdere doorontwikkeling. Door het Vlaams Planbureau voor Omgeving (VPO) is recent een machine learning methode ontwikkeld om op basis van luchtfoto's de bodemafdekking completer, gedetailleerd en zeer accuraat vast te stellen (Team Monitoring en Data-analyse, 2025). Een dergelijke doorontwikkeling zou voor Nederland waarschijnlijk van grote meerwaarde zijn om zo een complete accurate landelijke bodemafdekkingskaart te ontwikkelen.

Het ontwikkelen van een methode voor bodemafdekking gebaseerd op luchtfoto's heeft verder als voordelen dat herzieningen in de administratieve data minder invloed zullen hebben op het eindresultaat en er dus voor een langere periode een trend kan worden vastgesteld. Ook kan voor wijken en industrieterreinen de bodemafdekking veel beter in kaart worden gebracht. Deze beoogde doorontwikkeling maakt gebruik van beeldherkenning door machine learning, wat dus ook om trainingsdata vraagt voor Nederland. Wanneer we deze methode willen gebruiken, vraagt dit dus ook om investeringen om de methode hier toepasbaar te maken. Wij adviseren deze investering te maken om voor Nederland een completer beeld te generen rond bodemafdekking en hier bijvoorbeeld ook over te kunnen rapporteren richting de EU in het kader van de Richtlijn Bodemonitoring. Dit biedt vervolgens mogelijkheden om kansen- en knelpuntenkaarten te maken tot op lokaal niveau, om zo de instrumenten voor betere

regie op het bodembeleid te bieden en zo beter gebruik te maken van de diensten die de bodem onze maatschappij levert.

Referenties

- Evers, D., van Bommel, B., & Spoon, M. (2023). Quickscan toename van het ruimtebeslag in Nederland. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- de Jonge J., Groot R., Blok, L., Heijnen, J., in 't Veld M., van Gent A. (2025). Rijksbreed samenwerken voor een gezonde bodem. College van Rijksbouwmeester & Rijksadviseurs.
- Statisfact. (2024). Evaluatieonderzoek BGT
- Su, S., Tian, J., Dong, X., Tian, Q., Wang, N., & Xi, Y. (2022). An impervious surface spectral index on multispectral imagery using visible and near-infrared bands. *Remote Sensing*, 14(14), 3391.
- Team Monitoring en Data-analyse. (2025). Technisch rapport: Jaarlijkse bodemafdekkingskaart Vlaanderen: toestand 2023. Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving.
- van der Wal A., van Eekeren N., Rutger M. (2008). Een verkennende literatuurstudie over het effect van bodembeheer op ecosysteemdiensten
- Wang, P., Bayram, B., & Sertel, E. (2022). A comprehensive review on deep learning based remote sensing image super-resolution methods. *Earth-Science Reviews*, 232, 104110.

Bijlage

*Tabel B1: Classificatie van BGT-objecten. Van de objecten met * bij attribuut "fysiek voorkomen" zijn alle instanties van dat object gebruikt, ongeacht de waarde van "fysiek voorkomen".*

BGT-object	Fysiek voorkomen	Classificatie
wegdeel	*	afgedekt
overigbouwwerk	*	afgedekt
waterdeel	*	water
ondersteunend waterdeel	*	water
begroeid terreindeel	zand	onafgedekt
onbegroeid terreindeel	duin	onafgedekt

Tabel B2: Classificatie van BAG-objecten en de classificatie uiteindelijk gebruikt voor de bodemafdekking-analyse.

BAG-object	Status	Classificatie
pand	Pand buiten gebruik	afgedekt
pand	Pand in gebruik	afgedekt
pand	Pand in gebruik (niet ingemeten)	afgedekt
pand	Verbouwing pand	afgedekt
pand	Sloopvergunning verleend	afgedekt
pand	Bouw gestart	afgedekt