



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

PROGRAMMA KENNIS VOOR ARCHEOLOGIE

PROJECT PROSPECTIE

Webviewer Remote sensing- opnamen voor archeologische prospectie van landbodems (versie 1.0)

INVENTARISATIE EN VERANTWOORDING

Maart 2021

Inhoud

| | |
|---|----|
| Inhoud | 2 |
| 1 Inleiding | 3 |
| 1.1 Inleiding | 3 |
| 1.2 Aanleiding | 3 |
| 1.3 Doelgroep | 3 |
| 2 Doel en onderzoeksvragen | 4 |
| 3 Definitie en afbakening | 5 |
| 4 Werkwijze | 6 |
| 5 Resultaten | 7 |
| 5.1 Algemeen | 7 |
| 5.2 Inventarisatie | 7 |
| 5.3 Analyse en beoordeling | 9 |
| 5.4 Selectie | 11 |
| 6 Matrix zichtbaarheid archeologische complextypen | 13 |
| 7 Productie webviewer | 14 |
| 8 Disclaimer | 15 |
| Literatuur | 16 |
| Bijlage 1 In het informatie-venster van de webviewer opgenomen aanbieders van remote sensing-opnamen (luchtfoto's, satellietbeelden en AHN), bijbehorende websites en specificaties van de opnamen | 17 |

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Voor u ligt het verantwoordingsdocument van de webviewer 'Remote sensing-opnamen voor archeologische prospectie van landbodems' (versie 1.0). De viewer is een product van het project Prospectie dat onderdeel is van het programma Kennis voor Archeologie (2019-2021) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Dit project heeft als doel het (verder) verbeteren van archeologische prospectie in Nederland en richt zich op non-destructieve methoden en technieken: remote sensing en geofysisch onderzoek. De viewer richt zich alleen op remote sensing en is in april 2021 samen met een korte gebruikershandleiding gepubliceerd op de website van de rijksdienst.¹

1.2 Aanleiding

Technologische ontwikkelingen op het gebied van remote sensing hebben de laatste jaren een hoge vlucht genomen. Dankzij meer nauwkeurige en snellere meetapparatuur, en betere opslag, verwerking, analyse en presentatie van data zijn (vaak innovatieve) toepassingen van remote sensing inmiddels standaard onderdeel van uiteenlopende onderzoeks- en adviespraktijken. Voor de huidige, niet-ingewijde gebruiker van remote sensing-opnamen (producten) op het internet zijn verbeteringen vooral zichtbaar in de sterk toegenomen kwaliteit van luchtfoto's. Kijken we vanuit een lange termijn perspectief, zijn voorbeelden van deze kwalitatieve verbeteringen de overgang van analoge zwart-wit-luchtfoto's naar digitale beelden in kleur, van lage naar zeer hoge resolutieopnamen, en van 'losse' overboord-opnamen van steden en dorpen tot landsdekkende opnamen voorzien van georeferentie. Bovendien is de kwantiteit van luchtfoto's van het aardoppervlak enorm toegenomen. Ook zien we een sterke toename in de hoeveelheid, kwaliteit en beschikbaarheid van satellietbeelden op het internet. Die bredere beschikbaarheid heeft er onder meer toe geleid dat steeds meer mensen geïnteresseerd zijn in remote sensing-opnamen en wat er op te zien is. De wereld van de luchtfotografische kartering was voorheen het werkgebied van een paar instanties en experts in Nederland. Tegenwoordig kijken velen op het eigen beeldscherm naar de foto's en beelden van Google Earth.

Het is duidelijk dat ook de archeologische vakwereld van bovengenoemde ontwikkelingen profiteert: er vinden wereldwijd steeds meer toepassingen van remote sensing plaats met belangrijke, betrouwbare en aansprekende resultaten.

Eenzijds worden remote sensing-data ingewonnen en gebruikt specifiek voor archeologische doeleinden. Anderzijds maken archeologen dankbaar gebruik van de open data die op het internet kosteloos in de vorm van foto's, beelden, datasets en software worden aangeboden. Ook van het aardoppervlak van Nederland kan online een grote hoeveelheid opnamen worden geraadpleegd in de vorm van luchtfoto's en satellietbeelden.

Het enorme aanbod van opnamen op het internet, in combinatie met de diversiteit aan bronhouders, organisaties en/of instanties die deze opnamen online aanbieden, heeft ook een belangrijk nadeel: het verkrijgen van een overzicht is lastig en tijdrovend. Welk beeldmateriaal wordt door welke aanbieders aangeboden, wat zijn de kenmerken ervan en welke opnamen zijn in potentie geschikt voor archeologische doeleinden? Dat zijn vragen die voor de niet-ingewijde gebruiker van remote sensing niet eenvoudig kunnen worden beantwoord.

Om het archeologisch werkveld en specifiek de uitvoerders van archeologisch bureauonderzoek hierin te ondersteunen, heeft de rijksdienst de webviewer 'Remote sensing-opnamen voor archeologische prospectie van landbodems' ontwikkeld. In versie 1.0 van de viewer kan een kleine, maar uit archeologisch oogpunt relevante en actuele set van luchtfoto's en satellietbeelden direct worden geraadpleegd. Ook zijn in de viewer verwijzingen opgenomen naar handige websites waar remote sensing-foto's en beelden van Nederland worden aangeboden. Ten slotte maakt het Actueel Hoogtebestand Nederland, een digitale hoogtekarta die het resultaat is van vanuit vliegtuigen ingewonnen nauwkeurige hoogtegegevens, deel uit van de viewer.

1.3 Doelgroep

De viewer is primair bedoeld voor professionele archeologen die werkzaam zijn bij een archeologisch bedrijf of (overheids-) instantie en die bureauonderzoeken uitvoeren conform Protocol 4002 (Bureauonderzoek) van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 4.1). Maar ook amateurarcheologen, liefhebbers van de eigen streekgeschiedenis en andere geïnteresseerden kunnen gebruik maken van de viewer bij het opsporen en in kaart brengen van archeologische vindplaatsen.

¹ <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht>

2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van de webviewer is het digitaal ontsluiten en presenteren van remote sensing-opnamen die relevant zijn voor archeologisch bureauonderzoek en het opstellen van de gespecificeerde archeologische verwachting voor landbodems (conform KNA, versie 4.1). Belangrijke onderzoeksvragen die sturend zijn geweest voor de werkzaamheden van het projectteam Prospectie, zijn:

- welke luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden en welke gegevens van het Actueel Hoogtebestand Nederland worden online op het internet voor Nederland beschikbaar gesteld en voor welke doeleinden worden ze gebruikt?
- wat zijn uit archeologisch oogpunt belangrijke kwaliteitsaspecten van remote sensing-opnamen?
- welke remote sensing-opnamen zijn geschikt voor archeologische doeleinden en meer specifiek voor archeologische prospectie in Nederland?
- welke remote sensing-opnamen komen in aanmerking voor de webviewer?
- welke archeologische complextypen zijn op remote sensing-opnamen (in principe) zichtbaar en kunnen als zodanig worden herkend?

3 Definitie en afbakening

Remote sensing betekent letterlijk: 'waarneming op afstand'. In het project Prospectie is de term als volgt gedefinieerd: verzamelaanname voor technieken waarmee archeologische resten vanuit de lucht, dat wil zeggen zonder ingreep in de bodem, kunnen worden opgespoord en nader onderzocht.

Voorbeelden van deze technieken zijn laseraltimetrie (LiDAR), luchtfotografie en radar. Voor het inwinnen van remote sensing-data wordt gebruik gemaakt van vliegtuigen, helikopters, luchtballonnen en drones (*aerial of airborne* remote sensing) en satellieten (*spacial of spaceborne* remote sensing).² Als producten van remote sensing zijn beschouwd: luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden, en het Actueel Hoogtebestand Nederland.³

De inventarisatie van remote sensing-opnamen en achterliggende gegevens is door het projectteam Prospectie gedaan met het oog op het maken en 'vullen' van de viewer. Die keuze voor een viewer leidde tot een afbakening. Zo wordt geofysisch onderzoek dikwijls gerekend tot remote sensing. Het betreft echter *ground-based* technieken die in het veld (met apparatuur 'op de grond') worden toegepast.

Daarmee vallen geofysische technieken buiten bovengenoemde definitie van remote sensing. Ze zijn dan ook niet geïnventariseerd in het kader van ons project. Verder richt het project Prospectie zich uitsluitend op landbodems. Activiteiten op het gebied van remote sensing van waterbodems zijn ondergebracht in het programma Maritiem Erfgoed van de rijksdienst.

Ten slotte dient te worden vermeld dat (verwijzingen naar) dronebeelden geen onderdeel zijn van de webviewer. De reden hiervan is dat deze beelden in de regel kleine locaties beslaan en te weinig 'overzicht' bieden tijdens het bureauonderzoek van specifieke plan- of onderzoeksgebieden. Ook is het aanbod van dronebeelden op het internet vooralsnog klein en worden deze beelden niet op systematische wijze aangeboden. Het gebruik van drones in dienst van archeologische prospectie staat feitelijk nog in de kinderschoenen in Nederland, maar kent wel een zeer grote potentie voor toepassing van innovatieve remote sensing technieken. In het eindrapport van het project Prospectie over remote sensing zal nader worden ingegaan op de toepassingsmogelijkheden van drones voor archeologische doeleinden.⁴

² Voor het onderscheid tussen *aerial* en *spacial* remote sensing, zie Sueur 2006, 10.

³ In de titel van de webviewer en in dit document wordt voor deze producten de overkoepelende term 'remote sensing-opnamen' gebruikt.

⁴ Rensink, Theunissen & Feiken (red.), in voorbereiding.

4 Werkwijze

In het project Prospectie zijn de werkzaamheden verdeeld naar de volgende categorieën opnamen (of: producten) van remote sensing:

- luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden in het zichtbare deel van het spectrum. Het gaat om foto's en beelden die een weergave zijn van elektromagnetische (EM-) straling met golflengtes tussen 0,4 en 0,7 micrometer (μm). Ze vallen in de spectrale band Rood Groen Blauw (RGB) en zijn zonder verdere bewerking zichtbaar voor het menselijke oog;
- luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden in het niet-zichtbare deel van het spectrum. Het gaat om foto's en beelden die een weergave zijn van de EM-straling met golflengtes groter dan 0,7 micrometer (μm). Deze golflengtes zijn niet zichtbaar voor het menselijk oog en worden gerekend tot de spectrale banden nabij infrarood, midden infrarood, thermisch infrarood en microwave (radar);
- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Dit hoogtebestand is het resultaat van gedetailleerde hoogtemetingen met behulp van laser (laseraltimetrie).

Onderstaande werkzaamheden zijn, voor zover dit zinvol en mogelijk was, uitgevoerd op basis van deze verdeling. In vier fasen zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:⁵

Fase 1 Inventarisatie

- maken van algemeen overzicht van technieken van remote sensing en actuele ontwikkelingen;
- voeren van gesprekken met remote sensing-specialisten extern;
- inventariseren van publicaties over toepassingen van remote sensing in de Nederlandse archeologie;
- maken van overzicht van remote sensing-opnamen (landelijk, regionaal) die van betekenis (kunnen) zijn voor archeologische prospectie;
- maken van overzicht van waar en in welke vorm de opnamen kunnen worden geraadpleegd (analoog en/of digitaal, archieven, websites, instanties);

- maken van overzicht voor welke delen van Nederland de opnamen beschikbaar zijn (landelijk, regionaal, lokaal);
- maken van overzicht van jaar en seizoen van opname, en van schaalniveau en resolutie van geïnventariseerde opnamen;
- maken van overzicht van bronhouder/eigenaar van opnamen, toegankelijkheid (wel of niet openbaar) en eventuele bijbehorende gebruikerskosten;
- inventariseren van wensen vanuit het archeologische werkveld ten aanzien van visualisatie van het AHN (in de vorm van enquête);
- opstellen van criteria ten behoeve van beoordeling van remote sensing-opnamen.

Fase 2 Analyse en beoordeling

- analyseren van kwaliteitsaspecten remote sensing-opnamen met het oog geschiktheid voor archeologisch bureauonderzoek;
- bepalen en analyseren van archeologische en niet-archeologische factoren die zichtbaarheid van archeologische complextypen mede bepalen;
- maken van overzicht van zichtbaarheid van archeologische complextypen op remote sensing-opnamen;
- bepalen van methoden van validatie door middel van veldonderzoek.

Fase 3 Selectie voor webviewer

- selecteren van remote sensing-opnamen voor publicatie in de vorm van kaartlagen in webviewer;
- selecteren van aanbieders/websites waarnaar in webviewer verwezen wordt.

Fase 4 Productie van webviewer

- voorbereiden productie van webviewer;
- productie van webviewer (versie 1.0);
- uitbreiden, verbeteren en actualiseren van versie 1.0;
- productie van definitieve versie van webviewer (versie 2.0);
- opleveren eindresultaat.

⁵ Rensink 2019.

5 Resultaten

5.1 Algemeen

Een belangrijk resultaat van de projectwerkzaamheden (zie [hoofdstuk 4](#)) zijn drie deelrapporten die in de zomer van 2020 zijn geschreven door teamleden van het project Prospectie. In deze rapporten staan drie onderwerpen centraal: het Actueel Hoogtebestand Nederland, luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden in het zichtbare deel van het spectrum, en luchtfoto's en satelliet- en dronebeelden in het niet-zichtbare deel van het spectrum.⁶ De in de rapporten gepresenteerde gegevens zijn gebruikt bij het voorbereiden van de webviewer 'Remote sensing-opnamen voor archeologische prospectie van landbodems.' Ook zijn de deelrapporten onderdeel van het eindrapport over archeologische remote sensing in Nederland. Dit rapport is een belangrijk eindresultaat van het project Prospectie en wordt in de herfst van 2021 gepubliceerd.⁷

5.2 Inventarisatie

Publicaties en websites

Voor informatie over remote sensing in Nederland vormt RAAP-rapport 1261 *Remote sensing voor archeologische prospectie en monitoring* uit 2006 een uitstekend startpunt.⁸ De proefschriften van J.A. Brongers en W.H. De Vries-Metz beschrijven succesvolle archeologische toepassingen van luchtfotografie in respectievelijk de jaren zeventig en negentig van de vorige eeuw.⁹ Gegevens over meer actuele toepassingen zijn ontleend aan publicaties en informatie van websites op het internet, waaronder die van Wageningen University & Research en van de archeologische instituten van de Universiteit Leiden en de Universiteit van Amsterdam. Ook is dankbaar gebruik gemaakt van de grote hoeveelheid, door de Nederlandse overheid, bedrijven en organisaties op het internet beschikbaar gestelde remote sensing-opnamen en bijbehorende informatie. Ten slotte is een inventarisatie uitgevoerd van wetenschappelijke artikelen in Engelstalige vakbladen over remote sensing.

Interviews

Als onderdeel van de inventarisatie zijn in 2019 en 2020 gesprekken gevoerd met de volgende personen:

- dr. W.H. Metz, voormalig medewerker van de Universiteit van Amsterdam. Metz is een van de pioniers op het gebied van archeologische kartering door middel van luchtfotografie in Nederland;
- dr. H. van Londen en drs. J. Waagen van de Universiteit van Amsterdam (UvA). Beiden zijn archeologen die samenwerken op het gebied van landschapsarcheologie en innovatieve technieken van remote sensing (o.a. de inzet van drones);
- prof. dr. S. de Jong van de Universiteit Utrecht. De Jong is een expert op het gebied van remote sensing, met name op het gebied van het inwinnen van thermische data door middel van drones;
- prof. dr. J. Bourgeois, dr. B. Stichelbaut en dr. W. Gheyle van de Universiteit van Gent. Zij begeleiden vanuit het Centrum Historische & Archeologische Luchtfotografie (CHAL) verschillende luchtfotografische projecten.

De verslaglegging van deze gesprekken is opgenomen in het projectdossier.

Enquête AHN

Om een beeld te krijgen van het gebruik van de AHN-viewer¹⁰ en de bewerking van AHN-gegevens met GIS-tools, is in mei 2020 een enquête uitgevoerd op de facebook-pagina van Archeologie 3.0. Deze heeft een bereik van 1500 leden. Daarnaast is de enquête gedeeld op LinkedIn. De enquête is ingevuld door 53 leden. Veel van de respondenten van de enquête gebruiken het AHN en maken zelf visualisaties met behulp van QGIS. QGIS is een open source GIS-programma dat door veel bedrijven wordt gebruikt. De werkwijze en de uitkomsten van de AHN-enquête zijn onderdeel van het deelrapport over LiDAR.¹¹ Een van de uitkomsten is dat met name het *Local Relief Model* als visualisatie in de AHN-viewer wordt gemist.

Productspecificaties

De resultaten van de inventarisatie van bronhouders en/of aanbieders van remote sensing-opnamen op het internet en bijbehorende specificaties zijn samengebracht in een overzichtstabel (Excelbestand). In de tabel zijn de volgende rubrieken vertegenwoordigd:

1. website (URL)
2. naam organisatie
3. mogelijkheden website
4. welke bronnen?
5. specificaties luchtfoto's, satellietbeelden, AHN
6. gebied
7. wel of geen georeferentie?
8. ontsluiting
9. kosten
10. navigatie in website

⁶ De Kort & Van Doesburg 2020; Feiken & Van der Heiden 2020; Rensink & Theunissen 2020.

⁷ Rensink, Theunissen & Feiken (red.), in voorbereiding.

⁸ Sueur 2006.

⁹ Brongers 1976; De Vries-Metz 1993.

¹⁰ <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>

¹¹ De Kort en Van Doesburg 2020.

1. website (URL)

Naam van website (URL) op het internet waar remote sensing-opnamen worden aangeboden en kunnen worden geraadpleegd. URL staat voor *Uniform Resource Locator* en is het adres van een bestand op het internet.

2. naam organisatie

Naam van de organisatie (bijv. overheidsinstantie, universiteit, bedrijf) die initiatiefnemer en/of eigenaar van de website is.

3. mogelijkheden website

De mogelijkheden die de website biedt voor het gebruik van remote sensing-opnamen, zoals bekijken, downloaden, bestellen, URL's geoservices.

4. welke bronnen?

De bronhouders (bijv. overheidsinstantie, bedrijf, specifiek samenwerkingsverband) die remote sensing-opnamen op het internet beschikbaar stellen. Voorbeelden zijn Rijkswaterstaat, Kadaster, provincies, gemeenten en waterschappen.

5. specificaties opnamen

De zeven onderdelen die deel uitmaken van de rubriek 'specificaties opnamen' zijn hoofdzakelijk van toepassing op luchtfoto's en satellietbeelden. Voor het AHN worden specificaties alleen voor de onderdelen 'opnameperiode' en 'resolutie' vermeld.

Opnameperiode

Het jaar of de reeks van (opeenvolgende) jaren waarin luchtfoto's, satellietbeelden en gedetailleerde hoogtegegevens (AHN) zijn ingewonnen.

Voor het uitvoeren van archeologische analyses is het belangrijk te weten of een specifieke set van luchtfoto's of satellietopnamen een enkel jaar beslaat, of een reeks van twee of meer opeenvolgende jaren. Hoe groter de chronologische reikwijdte van luchtfoto's en satellietbeelden, hoe groter de kans dat – bijvoorbeeld dankzij bijzondere weersomstandigheden of afwijkend grondgebruik in een bepaald jaar - archeologische fenomenen zich in de vorm van *crop marks*, *shadow marks* of *soil marks* (zie [par. 5.3](#)) aan het aardoppervlak manifesteren en als zodanig kunnen worden herkend.

Voor het AHN zijn drie opnameperiodes direct gekoppeld aan de versies van het AHN: 1996-2002 (AHN1), 2007-2012 (AHN2) en 2014-2019 (AHN3).

Opname seizoenen

Het seizoen of de (opeenvolgende) seizoenen waarin luchtfoto's en satellietbeelden zijn ingewonnen.

Behalve de opnameperiode kan het opname seizoen van grote invloed zijn op de zichtbaarheid (herkenbaarheid) van archeo-

logische vindplaatsen op remote sensing-opnamen. Als voorbeeld: het bladerdek van bomen of het gewas op akkers kan het zicht op het aardoppervlak en hierin aanwezige archeologische fenomenen volledig ontnemen. Met het gebruik van opnamen gemaakt in het (late) voorjaar, zomer en (vroeg) najaar moet hiermee rekening worden gehouden.

Type opname

Het geleverde product dat kan worden geselecteerd, bekeken en/of gedownload, bijv. een analoge afdruk, digitale opname of digitaal hoogtebestand. Inmiddels worden veel van oorspronkelijk analoge luchtfoto's in digitale vorm via het internet online ontsloten. Het product kan ook een webservice zijn. Vaak is dat een orthofotomosaïek van verscheidene luchtfoto's dat voor heel Nederland beschikbaar is. Dergelijke mozaïeken zijn altijd voorzien van georeferentie. Een webservice kan gebruikt worden in een GIS-pakket of in een webviewer (bijv. Topotijdreis). Via een GIS-viewer of foto-viewer (zoals de Beeldbank van de RCE) kunnen foto's tot in detail goed worden bekeken.

Zwart-wit versus kleur

Het onderscheid tussen zwart-wit en kleuren opnamen.

Analoog versus digitaal

Het onderscheid tussen (oorspronkelijk) analoge en digitale opnamen.

Verticaal versus schuin

Het onderscheid tussen verticale en schuine (oblique) opnamen. Verticale opnamen worden loodrecht naar beneden gemaakt vanuit een vliegtuig of satelliet. Deze wijze van registratie van het aardoppervlak wordt toegepast voor bijv. cartografische doeleinden. Schuine (oblique) luchtfoto's worden vanuit vliegtuigen onder een bepaalde hoek gemaakt. De hoek wordt bepaald door onder andere de grootte van het te fotograferen object of project én de vlieghoogte.

Resolutie

Het detailniveau van de opnamen. Voor analoge luchtfoto's wordt het detailniveau (ofwel de intrinsieke kwaliteit van het fotonegatief) aangeduid in termen van schaal, bijvoorbeeld schaal 1:10.000 of 1:1000. Bij digitale foto's en beelden wordt de resolutie uitgedrukt in pixels. Een pixel is het kleinste beeldelement in de opname, meestal één lichtgevoelige cel van de sensor. Wat bij analoog beeldmateriaal (luchtfoto's, kaarten) wordt uitgedrukt in schaal, wordt bij digitaal beeldmateriaal uitgedrukt in raster- of grondresolutie (*Ground Sampling Distance*). De rasterresolutie (bijv. 25 cm, 80 cm, 10 m) maakt duidelijk hoeveel pixels en daarmee hoeveel detail een digitale foto of digitaal beeld bevat.

Voor het AHN wordt de resolutie bepaald door het aantal meetpunten per m² en de nauwkeurigheid van de hoogtegegevens (tabel 1):

Tabel 1 Opnameperiode en resolutie van het AHN1, AHN2 en AHN3.

| Versie | Periode | Aantal meetpunten | Nauwkeurigheid hoogte |
|--------|-----------|---|--|
| AHN1 | 1996-2002 | 1 punt per 16 m ² 1 punt per 1 m ² | 20 cm, voor minimaal 68,2% van de punten 35 cm, voor minimaal 95,4% van de punten 50 cm, voor minimaal 99,7% van de punten |
| AHN2 | 2007-2012 | gemiddeld tussen 6 en 10 punten per 1 m ² | 10 cm, voor minimaal 68,2% van de punten 15 cm, voor minimaal 95,4% van de punten 20 cm, voor minimaal 99,7% van de punten |
| AHN3 | 2014-2019 | gemiddeld tussen 6 en 10 punten per 1 m ² | 10 cm, voor minimaal 68,2% van de punten 15 cm, voor minimaal 95,4% van de punten 20 cm, voor minimaal 99,7% van de punten |

Gegevens afkomstig uit: <https://www.ahn.nl/kwaliteitsbeschrijving>.

6. gebied

Landsdekkend, regionaal of lokaal. Landsdekkende opnamen beslaan heel Nederland inclusief de grensgebieden met Duitsland en België. Regionale opnamen beslaan een specifiek deel (regio) van Nederland bijv. de Achterhoek of de Utrechtse heuvelrug. Lokale opnamen beperken zich tot een kleiner oppervlak van Nederland (bijv. stad, wijk, dorp, natuurgebied) tot aan een specifiek object (bijv. gebouw).

Bovengenoemd onderscheid is niet van toepassing op het AHN. Dit digitale hoogtebestand is voor heel Nederland beschikbaar.

7. georeferentie

De vraag of de opname voorzien is van georeferentie. Georefereren betekent het vastleggen van een object in een ruimtelijk referentiesysteem op het aardoppervlak. Bekende voorbeelden van referentiesystemen zijn het stelsel van meridianen en parallellen (latitude en longitude stelsel) op wereldniveau, en het Rijks-driehoekstelsel (RD-stelsel) binnen Nederland. Een luchtfoto of satellietopname is voorzien van georeferentie (gegeoreferend) indien de digitale kaartelementen via een coördinaatsysteem met hun locatie in de 'echte' wereld zijn verbonden.

8. ontsluiting

De wijze waarop het beeldmateriaal wordt ontsloten. Voorbeelden zijn view-mogelijkheid vanuit een applicatie, download-mogelijkheid en ArcGIS services.

9. kosten

Eventuele kosten verbonden met het bekijken, downloaden, gebruiken en/of publiceren van remote sensing-opnamen en data. Luchtfoto's en satellietbeelden worden door de Nederlandse overheid als open data op het internet beschikbaar gesteld en zijn daarmee kosteloos te raadplegen en te gebruiken voor de doeleinden van archeologische prospectie. Commerciële aanbieders bieden soms kosteloos lage resolutiebeelden aan, terwijl betaald moet

worden of een licentie (eveneens tegen betaling) nodig is voor het gebruik van hoge resolutiebeelden.

10. navigatie in website

Korte beschrijving van de wijze van navigeren binnen de website om remote sensing-opnamen te kunnen bekijken en/of downloaden.

5.3 Analyse en beoordeling

Voor het herkennen van archeologische vindplaatsen is het van belang dat archeologische resten zich op remote sensing-opnamen manifesteren in de vorm van 'tekens' (*marks* in het Engels). Feitelijk gaat het om (afwijkende) verkleuringen op luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden die op verschillende wijze kunnen ontstaan. Ze hebben gemeen dat ze aanwijzingen vormen voor de aanwezigheid van archeologische resten in de (ondiepe) ondergrond. Er worden drie typen tekens onderscheiden: *crop marks*, *shadow marks* en *soil marks*.

- *crop marks* zijn verkleuringen in akkerland of grasland die het resultaat zijn van groeiverschillen van bijvoorbeeld mais (lage versus hoge mais) of gras (groen versus geel gras). Ze houden verband met lokale variaties in de vochtuithouding of samenstelling van de bodem. Deze variaties kunnen het gevolg zijn van de aanwezigheid van bijv. muurresten of kringgreppels in de ondiepe ondergrond;
- *shadow marks* zijn het resultaat van verschillen in schaduwwerking als gevolg van hoogteverschillen van het aardoppervlak. Een archeologisch voorbeeld zijn lage wallen van een prehistorisch akkercomplex (raatakker of Celtic field) die een iets hogere ligging (ten opzichte van NAP) hebben dan de omgeving. Bij strijklicht kunnen dergelijke subtiele reliëfverschillen aan de hand van de schaduw van de wallen worden waargenomen op luchtfoto's;
- *soil marks* zijn kleurverschillen aan het oppervlak die het resultaat zijn van het aanploegen (akkers) of blootleggen (bijv. door afgraven bovenlaag) van archeologische sporen of vondsten.

Luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden

Bij de beoordeling van luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden is specifiek gekeken naar de schaal (analoog) en grondresolutie (digitaal). Tevens is gekeken naar archeologische toepassingen van deze opnamen en voorbeelden ervan in publicaties.

Tabel 2 Bruikbaarheid van luchtfoto's en satellietbeelden met verwijzing naar afbeeldingen in literatuur.

| Periode | Opnamen | Bruikbaarheid | Voorbeelden in literatuur |
|------------------------|--|--|--|
| 1920-1939 | eerste luchtfoto's van Dienst der Militaire Verkenningen en Topografische Dienst schaal 1:10.000, 1:20.000 en kleinere schaal | grotere archeologische complextypen zijn zichtbaar, bijvoorbeeld raatakkers, middeleeuwse verkavelingen, Romeinse en andere wegen, terpen, fortificaties, kastelen en dijken. | Von Frijtag Drabbe 1947, Pl. 68 t/m 73 |
| 1920-1939 | analoge, zwart-wit (overboord) luchtfoto's van steden en dorpen | relatief kleinschalige opnamen, bruikbaar voor het opsporen van grote structuren en complexen | |
| Tweede Wereldoorlog | analoge zwart-witluchtfoto's van Britse Royal Air Force (RAF), schaal 1:5.000 tot 1:73.500; het meest gebruikelijk is 1:7.600 tot 1:18.000. | relatief kleinschalige foto's, bruikbaar voor het opsporen van grote structuren en complexen | Von Frijtag Drabbe 1947; Brongers 1976 |
| 1946-1970 1970-2006 | naoorlogse luchtfoto's door Topografische Dienst van de Koninklijke Landmacht. schaal: 1:18.000 en 1:20.000 | grotere archeologische complextypen zijn zichtbaar, bijvoorbeeld raatakkers, middeleeuwse verkavelingen, Romeinse en andere wegen, terpen, fortificaties, kastelen en dijken | Brongers 1976 |
| 1970-2006 | collectie luchtfoto's van W. De Vries-Metz | oblique luchtfoto's van West-Friesland gemaakt specifiek voor archeologische doeleinden: zeer geschikt voor herkennen bronstijd-nederzettingssporen aan de hand van <i>soil marks</i> | De Vries-Metz 1993 |
| 2006-nu | digitale landsdekkende luchtfoto's, na 2008 in kleur, met grote variatie in grondresolutie, bijv. 0,25 m en 0,5 m | hoge grondresolutie en grote hoeveelheid materiaal: met name 0,25 m resolutie zeer geschikt voor prospectiedoeleinden | diverse publicaties, waaronder rapporten van archeologische bedrijven, ook presentaties en artikelen van amateurarcheologen en vrijwilligers |
| 2006-nu | collectie luchtfoto's vanuit zweefvliegtuigen | luchtfoto's genomen tijdens extreem droge zomers van 2018, 2019 en 2020, door deze omstandigheden grote mate van herkenbaarheid van archeologische verschijnselen in de vorm van <i>crop marks</i> | Van Londen <i>et al.</i> 2019 |
| 2006-nu | dronebeelden | lokale opnamen met hoge opnameresolutie en in het zichtbare en niet-zichtbare deel van het spectrum, zeer geschikt voor onderzoek (waardering en monitoring) van bekende vindplaatsen | Waagen RCE-onderzoek Siegerswoude, publicatie in voorbereiding |
| 2006-nu | satellietbeelden met variatie in grondresolutie, bijv. 0,5 m, 1 m en 10 m | bestrijken grote gebieden en bieden meer overzicht, maar missen tot ca. 2006 gewenste resolutie voor effectief gebruik bij archeologische prospectie; beelden met 0,5 m resolutie zijn belangrijke informatiebron voor opsporen en nader onderzoeken van vindplaatsen. | diverse publicaties, waaronder rapporten van archeologische bedrijven, ook presentaties en artikelen van amateurarcheologen en vrijwilligers |

Analyse en beoordeling van remote sensing-opnamen van het niet-zichtbare deel van het spectrum en gericht op eventuele publicatie in de viewer, zijn door het projectteam Prospectie alleen verkennend uitgevoerd. Momenteel worden proefprojecten uitgevoerd aan twee Nederlandse universiteiten (UvA en Universiteit Leiden) om de praktische bruikbaarheid ervan voor archeologische doeleinden te onderzoeken. Thermisch infrarood lijkt daarbij een veelbelovende techniek. Drones uitgerust met infraroodcamera's leveren geschikte beelden voor prospectie. De studies richten zich op specifieke archeologische locaties en hebben voornamelijk een experimenteel karakter. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van RCE en UvA in Siegerswoude in de provincie Friesland. Commerciële archeologische bedrijven gebruiken geen opnames van het niet-zichtbare spectrum.

Actueel Hoogtebestand Nederland

Het AHN is een waardevolle informatiebron voor het opsporen van archeologische vindplaatsen die op basis van reliëfkenmerken afwijken van het natuurlijke reliëf in de omgeving. Het digitale hoogtebestand wordt standaard toegepast bij archeologisch bureauonderzoek in Nederland. Aan de hand van het AHN kunnen relatief snel en op efficiënte wijze (mogelijke) archeologische fenomenen worden opgespoord, inclusief vindplaatsen die met de 'klassieke' prospectie methoden vaak onopgemerkt blijven. Zo zijn met behulp van het AHN vindplaatsen opgespoord in bos- en andere gebieden die niet of moeilijk toegankelijk zijn voor prospectief veldwerk als gevolg van het huidige grondgebruik. Goede voorbeelden zijn laat-prehistorische grafheuvels en raatakkers op de hogere, pleistocene zandgronden. De bruikbaarheid van met name het AHN₂ en AHN₃ is dusdanig groot dat het digitale hoogtebestand standaard onderdeel is van archeologisch bureauonderzoek.

5.4 Selectie

Luchtfoto's en satellietbeelden

Uit het aanbod van remote sensing-opnamen op het internet is een kleine selectie gemaakt van luchtfoto's en satellietbeelden voor publicatie in de webviewer. Deze foto's en beelden kunnen in de vorm van kaartlagen direct in de viewer worden geraadpleegd. De selectie is bepaald op basis van vier belangrijke criteria:

1. de opnamen zijn in digitale vorm als open data beschikbaar;
2. de opnamen mogen in de viewer worden opgenomen en gepubliceerd;
3. de opnamen zijn grotendeels of volledig landsdekkend
4. de opnamen hebben een hoog detailniveau (grondresolutie).

Ten aanzien van criteria 4 is het uitgangspunt dat het detailniveau dusdanig hoog is dat een breed scala aan archeologische complex-typen op basis van hun intrinsieke eigenschappen in principe zichtbaar is op de betreffende remote sensing-opnamen

(zie [hoofdstuk 6](#)). Rekening houdende met de andere criteria is daarbij gekozen voor een resolutie van 25 cm voor luchtfoto's in het zichtbare deel (RGB) en niet-zichtbare deel (infrarood) van het spectrum, en 50 cm voor satellietbeelden in het zichtbare deel (RGB) van het spectrum.

Bij het bepalen van de selectie van luchtfoto's en satellietbeelden is tevens rekening gehouden met het opnameseizoen. De luchtfoto's en de satellietbeelden ingewonnen in de zomers van 2018 en (in mindere mate) 2019 en 2020 zijn uit archeologisch oogpunt van grote waarde vanwege de langdurige, extreme hitte met zeer droge omstandigheden van de bodem als gevolg. De kans dat specifieke archeologische verschijnselen (bijv. greppels, grachten, wegen) als afwijkende verkleuringen (*crop marks*) op luchtfoto's en satellietbeelden zichtbaar zijn, is relatief groot. Vanwege deze specifieke, voor archeologische prospectie gunstige omstandigheden is een satellietbeeld ingewonnen aan het eind van de zomer van 2018 en met een (lagere) resolutie van 80 cm in de webviewer opgenomen.

Op basis van bovenstaande criteria zijn de volgende luchtfoto's en satellietbeelden als kaartlagen opgenomen in de webviewer:

Luchtfoto's¹²

Luchtfoto 2020 – RGB (25 cm)
 Luchtfoto 2020 – Infrarood (25 cm)
 Luchtfoto 2019 – RGB (25 cm)
 Luchtfoto 2019 – Infrarood (25 cm)
 Luchtfoto 2018 – RGB (25 cm)
 Luchtfoto 2018 – Infrarood (25 cm)

Satellietbeelden¹³

Superview mei 2020 Mosaic (50 cm)
 Superview september 2020 Mosaic (50 cm)
 Superview mei 2019 Mosaic (50 cm)
 Superview september 2019 Mosaic (50 cm)
 Triplesat augustus 2018 (80 cm)

In aanvulling op deze set van luchtfoto's en satellietbeelden die worden aangeboden via de websites van PDOK en satelliet dataportaal, zijn foto's en beelden van andere websites geselecteerd die voor archeologische prospectie bruikbaar zijn. Deze opnamen zijn niet in de vorm kaartlagen, maar als verwijzingen (met inbegrip van links naar de betreffende websites) opgenomen in het informatie-venster van de viewer.

Voor een overzicht van deze websites en open data portalen, en bijbehorende specificaties van de luchtfoto's en satellietbeelden, zie [bijlage 1](#).

¹² Bron: <https://www.pdok.nl/viewer/>

¹³ Bron: www.satellietdataportaal.nl

Actueel Hoogtebestand Nederland

Het AHN is niet alleen beschikbaar voor heel Nederland, ook hebben de tweede versie (AHN2) en derde versie (AHN3) van het bestand een hoog detailniveau (zie [tabel 1](#)). In de webviewer is alleen de meest actuele versie, het AHN3, opgenomen:

AHN3-ruw / *Digital Surface Model (DSM)*, 2014-2019

AHN3-maaiveld / *Digital Terrain Model (DTM)*, 2014-2019

Bewerkingen van deze versie, waaronder de uit archeologisch oogpunt zeer waardevolle *hillshade*, waren helaas niet beschikbaar voor publicatie in de webviewer. Mede om deze reden zijn in het informatie-venster van de viewer verwijzingen opgenomen naar de websites waarin het AHN kan worden geraadpleegd. De AHN-viewer is daarvan alom bekend bij archeologen. Deze viewer is zeer gebruikersvriendelijk en voorziet in de AHN2 en AHN3, inclusief *hillshades*.¹⁴

¹⁴ <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>. De AHN-viewer is een product van het samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat, de Provincies en de Waterschappen, in samenwerking met Esri.

6 Matrix zichtbaarheid archeologische complextypen

Eind 2020 is een matrix 'remote sensing en zichtbaarheid archeologische complextypen (landbodems)' opgesteld. Deze matrix maakt inzichtelijk welke typen van vindplaatsen (complextypen conform het Archeologisch Basisregister¹⁵) wel, niet en mogelijk zichtbaar zijn op het AHN, luchtfoto's en satelliet- en dronebeelden. Het gaat hierbij om de zichtbaarheid en herkenbaarheid van complextypen met het blote oog, dat wil zeggen een macroscopische beoordeling eventueel met behulp van een loep, maar zonder toepassing van visualisatie- of andere digitale bewerkingstechnieken.

De achtergronden, werkwijze en gebruikte bronnen voor het maken van de matrix zijn beschreven in het bijbehorende verantwoordingsrapport.¹⁶ Hier volstaat een korte samenvatting. De archeologische complextypen zijn eerst ingedeeld naar vier archeologische hoofdperiodes. Vervolgens zijn per archeologische hoofdperiode drie intrinsieke eigenschappen van de in het ABR onderscheiden complextypen gescoord, namelijk 1) omvang van complextypen in vijf klassen, 2) vorm van complextypen in zes klassen, en 3) aan- en/of afwezigheid van antropogene ophoging en/of monumentaal karakter.¹⁷ Door middel van het optellen van de toegekende scores is een eindscore verkregen. Deze eindscore is vervolgens beschouwd *als indicatie* voor de mate van zichtbaarheid van complextypen op remote sensing-opnamen. De resultaten hebben geleid tot een indeling van complextypen in drie groepen:

- groep 1: complextypen zonder monumentaal karakter of antropogene ophoging, in de regel niet zichtbaar op het AHN, luchtfoto's en satelliet- en dronebeelden;
- groep 2: complextypen met monumentaal karakter en/of antropogene ophoging en (relatief) groot van omvang (> 10 m), in de regel zichtbaar op het AHN, luchtfoto's en satelliet- en dronebeelden;
- groep 3: complextypen met monumentaal karakter of antropogene ophoging en beperkte omvang (tussen 1 en 10 m). Deze complextypen kunnen in het geval van antropogene ophoging zichtbaar zijn op het AHN₃. Vanwege de beperkte omvang is de zichtbaarheid op luchtfoto's, satelliet- en dronebeelden afhankelijk van de resolutie van deze beelden.

Onafhankelijk van bovengenoemde, intrinsieke eigenschappen van complextypen zijn er andere, *niet-archeologische factoren* die (mede) bepalend zijn voor de zichtbaarheid en herkenbaarheid van complextypen op remote sensing-opnamen. Belangrijke voorbeelden hiervan zijn de diepteligging van de archeologische resten, type grondgebruik tijdens de foto- of beeldopname, en de weersomstandigheden op het moment van de opname. Gezien het grote belang van al deze archeologische en niet-archeologische factoren, worden ze uitvoerig besproken in het eindrapport over archeologische remote sensing.¹⁸

Enkele belangrijke conclusies van het onderzoek naar de zichtbaarheid van archeologische complextypen en, in meer algemene zin, het gebruik van remote sensing-opnamen zijn:

- als er in een onderzoeks- of plangebied geen archeologische fenomenen (vindplaatsen of specifieke complextypen) zichtbaar zijn op het AHN, luchtfoto's en satellietbeelden, betekent dat niet dat er geen vindplaatsen zijn;
- bepaalde vindplaatsen zijn alleen in bepaalde perioden van het jaar (bijvoorbeeld net na het ploegen of wanneer het gewas een bepaalde hoogte heeft bereikt) of onder bepaalde omstandigheden (bijvoorbeeld bij extreme droogte, sneeuwval) zichtbaar op luchtfoto's en satellietbeelden. Daarom wordt aangeraden om altijd verschillende foto's en/of beelden te gebruiken (bij voorkeur uit opeenvolgende jaren en seizoenen) van het onderzoeks- of plangebied;
- op remote sensing-opnamen waargenomen 'tekens' (*crop marks, shadow marks, soil marks*) van mogelijke archeologische betekenis moeten altijd worden gevalideerd door middel van een veldinspectie of prospectief veldonderzoek.

¹⁵ De Wit & Sloos 2008.

¹⁶ Feiken 2021. Het is belangrijk om te benadrukken dat het bij de matrix gaat om een modelmatige benadering. Door middel van validatie moeten de uitkomsten van het model, de matrix, nog getoetst worden.

¹⁷ Bepaalde complextypen kunnen wat betreft de afmetingen ervan sterk variëren. In deze gevallen is uitgegaan van een inschatting van de *gemiddelde* omvang.

¹⁸ Rensink, Theunissen & Feiken (red.), in voorbereiding.

7 Productie webviewer

Versie 1.0 van de webviewer is gemaakt in januari 2021 en als pre-productie tijdens een overleg voorgelegd aan het team Prospectie. Op basis van dit overleg is de viewer op kleine onderdelen aangepast. In april 2021 is de viewer samen met een korte gebruikershandleiding gepubliceerd op de corporate website van de rijksdienst.¹⁹

Met het oog op de productie van de webviewer (versie 1.0) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de viewer is eenvoudig van opbouw en de kaartlagen en bijbehorende informatie worden overzichtelijk gepresenteerd;

- de viewer is vooral een verwijzend systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van links naar websites voor het raadplegen van andere remote sensing-bronnen (opnamen) en bijbehorende informatie;
- in een combinatie (*overlay*) van luchtfoto's en/of satellietbeelden in de viewer kan om technische redenen niet worden voorzien;

In de loop van 2021 wordt de viewer aangevuld en verbeterd, bijv. door middel van het toevoegen van *infographics* en *best practices*. Deze verbeteracties resulteren eind 2021 in een nieuwe versie (2.0) van de viewer zijnde het definitieve eindproduct van het project Prospectie.

¹⁹ Projectteam Prospectie 2021; <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht>.

8 Disclaimer

Gegevens over remote sensing die in de webviewer en in dit rapport zijn opgenomen, waaronder productspecificaties en de adressen van de websites (URL's), zijn ontleend aan websites op het internet (zie [bijlage 1](#)). De betreffende websites zijn maart 2021 door teamleden van het project Prospectie voor de laatste maal geraadpleegd. Deze tijdsperiode van raadplegen is van belang met het oog op de actualiteit van de gebruikte gegevens en de werkzaamheid van links naar URL's op het internet. Er moet rekening mee worden gehouden dat gebruikte gegevens en links al dan niet tijdelijk zijn gewijzigd, gedeactiveerd of verwijderd van het internet.

Literatuur

Brongers, J.A., 1976: *Air photography and celtic field research in the Netherlands*, Amersfoort (Nederlandse Oudheden 6).

Feiken, R., 2021: *Matrix zichtbaarheid archeologische complextypen (landbodems)*. Verantwoordingsdocument (RCE-project Prospectie, intern rapport).

Feiken, R. & M. van der Heiden 2020: *Remote sensing, deelrapport 3: niet-zichtbaar spectrum* (RCE-project Prospectie, intern rapport).

Frijtag Drabbe, C.A.J. von, 1947: De luchtfoto in dienst van de archaeologie, in: H.E. van Gelder, P. Glazema, G.A. Bontekoe, H. Halbertsma & W. Glasbergen (red.), *Een kwart eeuw oudheidkundig bodemonderzoek in Nederland* (Gedenkboek A.E. van Giffen), Meppel, 491-496.

Kort, J.W. de & J. van Doesburg 2020: *Remote sensing, deelrapport 1: LiDAR* (RCE-project Prospectie, intern rapport).

Londen, H. van, J. Waagen, I. Korver & M. Schelvis 2019: Droogte maakt begraven landschap zichtbaar, *Het Nederlands Landschap* 39-1, 14-24.

Projectteam Prospectie 2021: *Webviewer 'Remote sensing-opnamen voor archeologische prospectie van landbodems' (versie 1.0)*. Gebruikers-handleiding, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (digitaal document).

Rensink, E., 2019: *Projectcontract Prospectie (2019-2021), programma Kennis voor Archeologie*, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort (intern document).

Rensink, E. & L. Theunissen 2020: *Remote sensing, deelrapport 2: zichtbaar spectrum* (RCE-project Prospectie, intern rapport).

Rensink, E., L. Theunissen & R. Feiken (red.), in voorbereiding: *Archeologische prospectie vanuit de lucht. Opnamen en toepassingen van remote sensing in de Nederlandse archeologie (landbodems)*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten).

Sueur, C., 2006: *Remote sensing voor archeologische prospectie en monitoring*, Amsterdam (RAAP-rapport 1261).

Vries-Metz, W.H. de, 1993: *Luchtfoto-archeologie in oostelijk West-Friesland. Mogelijkheden en resultaten van archeologische remote sensing in een verdwijnend prehistorisch cultuurlandschap*, Amsterdam (proefschrift Universiteit van Amsterdam).

Wit, G. de & A. Sloos 2008: *De interpretatie van archeologische waarnemingen in Archis. Een concept voor een nieuwe set complextypen*, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 165).

Bijlage 1 In het informatie-venster van de webviewer opgenomen aanbieders van remote sensing-opnamen (luchtfoto's, satellietbeelden en AHN), bijbehorende websites en specificaties van de opnamen

Laatste datum van raadplegen websites: 15 maart 2021

Luchtfoto's

1. Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK)

| | |
|--------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.pdok.nl/viewer/ |
| Naam organisatie | Publieke Dienstverlening op de Kaart |
| Omschrijving organisatie | Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) is een platform voor het ontsluiten van geo-datasets van Nederlandse overheden. Dit zijn actuele en betrouwbare gegevens voor zowel de publieke als private sector. PDOK stelt digitale geo-informatie als dataservices en bestanden beschikbaar |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Luchtfoto | luchtfoto's (orthofotomosaïeken) van het Samenwerkings-verband Beeldmateriaal (open) |
| Luchtfotospecificaties | jaar opname: 2016 t/m 2019 seizoen: zomer RGB en Coloured Infra Red (CIR) resolutie: 25 cm |
| Gebied | Nederland, landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS / WFS) |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | kaart van Nederland met inzoom-functie: selecteer een dataset > overige kaarten > luchtfoto's en labels |

2. Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK)/Beeldmateriaal Nederland

| | |
|--------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.pdok.nl/introductie/-/article/luchtfoto-landelijke-voorziening-beeldmateriaal |
| Naam organisatie | Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) / Beeldmateriaal Nederland |
| Omschrijving organisatie | Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) is een platform voor het ontsluiten van geo-datasets van Nederlandse overheden. Dit zijn actuele en betrouwbare gegevens voor zowel de publieke als private sector. PDOK stelt digitale geo-informatie als dataservices en bestanden beschikbaar |
| Mogelijkheden website | URL's geoservices |
| Luchtfoto | luchtfoto's (orthofotomosaïeken) van het Samenwerkingsverband Beeldmateriaal (gesloten) |
| Luchtfotospecificaties | jaar opname: 2012 t/m 2020 seizoen: voorjaar RGB resolutie: 10 cm, 25 cm |
| Gebied | Nederland landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS) |
| Kosten | alleen toegankelijk voor deelnemende partijen van Beeldmateriaal (https://www.beeldmateriaal.nl) |
| Gebruikershandleiding | https://www.beeldmateriaal.nl/flysystem/media/gebruikershandleiding_beeldmateriaal_o.pdf |
| Catalogus | https://www.beeldmateriaal.nl/mgd/files/producten_en_dienstencatalogus_beeldmateriaal_o.pdf |
| Navigatie in website | dataset kan worden bekeken aan de hand van 'onderstaand een overzicht van de beschikbare varianten.' |

3. Esri Nederland

| | |
|--------------------------|---|
| Website (URL) | https://www.esri.nl/nl-nl/producten/arcgis-content/home |
| Naam organisatie | Esri Nederland |
| Omschrijving organisatie | Esri is gespecialiseerd in GIS-technologie en helpt organisaties al sinds 1969 om meer uit data te halen. Verzorgt via ArcGIS Platform toegang tot veel (open) data waaronder AHNz en luchtfoto's |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | luchtfoto's van Kadaster, Cyclomedia, Aerodata en het Samenwerkingsverband Beeldmateriaal, en internationale sets |
| Luchtfotospecificaties | NL: jaar opname 2006 t/m 2019 RGB en Coloured Infra Red (CIR) resolutie: 25 cm |
| Gebied | Nederland, landsdekkend en internationaal |
| Georeferentie | ja |
| Onsluiting | ArcGIS geoservices. Te gebruiken in ArcGIS (-online) of raadpleegbaar in bijv. AHN viewer of Topotijdreis |
| Kosten | vrij te gebruiken services, maar mét voorwaarden (Esri Nederland Terms of Use) |
| Navigatie in website | via Kaarten > klik op 'Basiskaarten' > klik op 'Alle groepscontent bekijken' > klik op titel of opname om te openen in Map Viewer |

4. Topotijdreis

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | www.topotijdreis.nl |
| Naam organisatie | Kadaster (i.s.m. ESRI) |
| Omschrijving organisatie | op 18 februari 1815 werd het Topographisch Bureau opgericht. Sinds die datum verzamelt en ontsluit de Nederlandse overheid geografische informatie. Later ging het Bureau verder onder de naam Topografische Dienst. In 2004 werd de Dienst onderdeel van het Kadaster |
| Mogelijkheden website | bekijken |
| Welke bronnen? | luchtfoto's van Kadaster, Cyclomedia, Aerodata en het Samenwerkingsverband Beeldmateriaal |
| Specificaties luchtfoto's | jaar opname: 2006 t/m 2019 2006 zwart-wit, vanaf 2007 kleur schaal ca. 1:18.000 |
| Gebied | Nederland, landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Onsluiting | ArcGIS geoservices |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | kaart van Nederland met inzoom-functie. Linksboven in scherm 'luchtfoto' > kies jaar aan de hand van schuifbalk |

5. Nationaal Georegister

| | |
|---------------------------|---|
| Website (URL) | www.nationaalgeoregister.nl |
| Naam organisatie | het NationaalGeoregister (NGR) is een onderdeel van PDOK |
| Omschrijving organisatie | het beheer van de voorziening wordt uitgevoerd door PDOK, maar de metadata-records zelf worden aangeboden en beheerd door de bronhouders of data-eigenaren (overheden en bedrijven) |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | luchtfoto's, orthofotomozaïeken (van o.a. Rijkswaterstaat, Kadaster, provincies en enkele gemeenten en waterschappen) |
| Specificaties luchtfoto's | jaar opname: 2015-2020 seizoen: o.a. voorjaar RGB en Coloured Infra Red (CIR) resolutie: 10 cm, 20 cm, 25 cm |
| Gebied | van Nederland, landsdekkend tot regionaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS / WFS); downloads. Indien een WMS beschikbaar dan ook in de NGR-viewer te bekijken |
| Kosten | vrijwel alles vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | zoekfunctie: welk onderwerp? (typ luchtfoto), welke locatie? (typ gewenste locatie), of: klik op 'referentie materiaal aardbedekking' en in linker legenda onder trefwoorden: 'luchtfoto' |

6. Dotka Data BV

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.dotkadata.com |
| Naam organisatie | Dotka Data BV |
| Omschrijving organisatie | Dotka Data verwerkt, beheert en ontsluit ruimtelijke informatie, met name luchtfoto's. Dotka Data digitaliseert foto-archieven. Dotka is tevens reseller (wederverkoper) van o.a. het Kadaster en de WUR |
| Mogelijkheden website | bekijken, bestellen |
| Welke bronnen? | luchtfoto's en fotomozaïeken van o.a. Rijkswaterstaat, Kadaster, WUR en de RAF |
| Specificaties luchtfoto's | oudste foto's zijn van 1932; het meest recente foto-mozaïek is van 2014 zwart-wit en kleur oorspronkelijk analoge en digitale opnamen |
| Gebied | regionaal, lokaal |
| Georeferentie | ja / grotendeels |
| Ontsluiting | downloads en prints |
| Kosten | ja |
| Navigatie in website | Dotka Mosaic – 200 jaar > naar Dotka Mosaic > selecteer onder productkeuze jaar en luchtfoto (onderdeel van bestelfunctie) |

7. Google Earth

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.google.nl/earth/ |
| Naam organisatie | Google |
| Omschrijving organisatie | Google Earth is beschikbaar op internet, als mobiele app of als desktop-applicatie (Pro) |
| Mogelijkheden website | bekijken downloaden (Pro versie) |
| Welke bronnen? | orthofotomosaïeken |
| Specificaties luchtfoto's | internationaal 2005-2019 (niet jaarlijks). Ouderdom beeldmateriaal in de viewer lastig herleidbaar |
| Gebied | gebied: wereld tot lokaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | viewmogelijkheid vanuit de applicatie, pro-versie biedt download-mogelijkheid |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | klik op 'Earth starten' (links onder), wereldbol met inzoomfunctie > zoom in naar gewenste locatie in Nederland, of klik op vergrootglas in legenda (uiterst links) en typ naam van gewenste locatie |

8. Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH)

| | |
|---------------------------|---|
| Website (URL) | https://nimh-beeldbank.defensie.nl/ |
| Naam organisatie | Nederlands Instituut voor Militaire Historie |
| Omschrijving organisatie | het Nederlands Instituut voor Militaire Historie (NIMH) is een gespecialiseerd kennis- en onderzoekscentrum op het gebied van de Nederlandse militaire geschiedenis |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden |
| Welke bronnen? | luchtfoto's |
| Specificaties luchtfoto's | oudste beelden van rond 1910, tot 2005 van origine analoge foto's zwart-wit oblique en verticaal |
| Gebied | Nederland, lokaal, maar ook overzeese gebieden |
| Georeferentie | nee |
| Ontsluiting | download (jpg) |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | beeldbank met zoekfunctie: zoeken (typ 'luchtfoto') en selecteer aanvullende rubrieken, bijv. 'plaats', 'periode' |

9. Wageningen University & Research (Bibliotheek)

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://library.wur.nl/WebQuery/geoportal/raf |
| Naam organisatie | WUR - Wageningen University & Research (Bibliotheek) |
| Omschrijving organisatie | Wageningen University & Research is een grotendeels Engelstalige Nederlandse universiteit in Wageningen. Naast een universiteit bestaat de organisatie uit een aantal verzelfstandigde onderzoeksinstituten van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden (beperkt) |
| Welke bronnen? | luchtfoto's Royal Air Force (RAF) |
| Specificaties luchtfoto's | november 1943-juni 1947 van origine analoge foto's zwart-wit |
| Gebied | West- en Midden-Nederland, delen van Zuid- en Noord-Nederland |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | vanuit portal: download (png) |
| Kosten | gratis download medium resolutie (150dpi); hogere kwaliteit via Dotka Data BV |
| Navigatie in website | in Engelstalig geo-portaal overzichtskaart van Nederland en selecteer opties (bijv. 'location', 'scale', 'flight data') |

10. Collectie Nederland, van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.collectienederland.nl |
| Naam organisatie | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed |
| Omschrijving organisatie | de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed is de beleids-, uitvoerings- en onderzoeksorganisatie van het Nederlandse Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap op het terrein van cultureel erfgoed: archeologie, monumenten, roerend erfgoed en cultuurlandschap |
| Mogelijkheden website | bekijken |
| Welke bronnen? | digitale scans van analoge foto's |
| Specificaties luchtfoto's | vanaf jaren twintig tot heden zwart-wit en kleur vaak oblique |
| Gebied | regionaal, lokaal |
| Georeferentie | nee |
| Ontsluiting | op deze site zijn lage resolutie beelden te zien en er zijn geen download-mogelijkheden. Check het veld 'Bron' voor de oorspronkelijke locatie en download-mogelijkheden |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | beeldbank met zoekfunctie: zoeken (typ 'luchtfoto') en selecteer aanvullende rubrieken, bijv. 'Onderwerp' met verschillende categorieën luchtfoto's |

11. Archieven.nl (website in beheer van DE REE archiefsystemen b.v.)

| | |
|---------------------------|---|
| Website (URL) | https://www.archieven.nl/nl/zoeken |
| Naam organisatie | DE REE archiefsystemen b.v. |
| Omschrijving organisatie | DE REE is leverancier van producten en diensten voor archiefdiensten en collectie-beherende instellingen. Via archieven.nl bieden zij archiefmateriaal aan van 88 deelnemende organisaties (vooral materiaal uit gemeentelijke, regionale en provinciale archieven) |
| Mogelijkheden website | - bekijken – downloaden |
| Welke bronnen? | digitale scans van analoge foto's) |
| Specificaties luchtfoto's | historische luchtfoto's zwart-wit en kleur oblique en verticaal |
| Gebied | regionaal, lokaal |
| Georeferentie | nee |
| Ontsluiting | de in het portaal zichtbare foto's zijn downloadbaar (jpg) |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | beeldbank met zoekfunctie: bijv. zoekterm 'luchtfoto' |

Satellietbeelden

1. Satelliet dataportaal

| | |
|--------------------------------|--|
| Website (URL) | www.satellietdataportaal.nl |
| Naam organisatie | Netherlands Space Office Dataset overheid |
| Omschrijving organisatie | het Satellietdataportaal ontsluit satellietdata van Nederland aan Nederlandse gebruikers |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | optische satellietdata (radar alleen onbewerkt beschikbaar); losse beelden en landsdekkende mozaïeken |
| Specificaties satellietbeelden | jaar opname: 2012 t/m 2020 optisch (panchromatisch, RGB), nabij-infrarood, radar resolutie: 50 cm (maart 2019-december 2020) tot 10 m |
| Gebied | landsdekkend, regionaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservice (WMS) / download (na inlog) |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | kaart van Nederland met inzoomfunctie: type zoeklocatie in Interessegebied (venster linksboven) > selecteer opnameperiode satellietbeeld (venster rechtsboven) > selecteer ruimtelijke resolutie (venster links) |
| Gebruikershandleiding | Satellietdataportaal_Help |

2. Esri Nederland

| | |
|--------------------------------|---|
| Website (URL) | https://www.esri.nl/nl-nl/producten/arcgis-content/home |
| Naam organisatie | Esri Nederland |
| Omschrijving organisatie | Esri is wereldwijd marktleider in GIS-technologie en helpt organisatie al sinds 1969 om meer uit data te halen. Verzorgt via ArcGIS-Platform toegang tot veel (open) data waaronder AHNz en luchtfoto's |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen | diversen |
| Specificaties satellietbeelden | diversen |
| Gebied | Nederland, landsdekkend en internationaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | ArcGIS geoservices. Te gebruiken in ArcGIS (-online) of raadpleegbaar in bijv. de AHN viewer of Topotijdreis |
| Kosten | vrij te gebruiken services, maar mét voorwaarden (ESRI Nederland Terms of Use) |
| Navigatie in website | via Kaarten > klik op 'Basiskaarten' of 'Beeldmateriaal' > klik op 'Alle groepscontent bekijken' > klik op titel of uitsnede bestand om te openen in Map Viewer |

3. Nationaal Georegister

| | |
|--------------------------------|---|
| Website (URL) | www.nationaalgeoregister.nl |
| Naam organisatie | het NationaalGeoregister (NGR) is een onderdeel van PDOK |
| Omschrijving organisatie | het beheer van de voorziening wordt uitgevoerd door PDOK, maar de metadata-records zelf worden aangeboden en beheerd door de bronhouders of data-eigenaren (overheden en bedrijven) |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | diversen |
| Specificaties satellietbeelden | maart 2012 – december 2017 resolutie: 2 m tot 22 m diversen |
| Gebied | van Nederland, landsdekkend tot regionaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS / WFS); downloads. Indien een WMS beschikbaar dan ook in de NGR-viewer te bekijken |
| Kosten | vrijwel alles vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | zoekfunctie: Welk onderwerp? (typ satelliet), Op welke locatie? (typ gewenste locatie) |

4. Google Earth

| | |
|--------------------------------|---|
| Website (URL) | https://www.google.nl/earth/ |
| Naam organisatie | Google |
| Omschrijving organisatie | Google Earth is beschikbaar op het internet, als mobiele app of als desktop-applicatie (Pro) |
| Mogelijkheden website | bekijken downloaden (Pro versie) |
| Welke bronnen? | satellietbeelden |
| Specificaties satellietbeelden | internationaal 2005-2019 (niet jaarlijks). Ouderdom beelden in de viewer lastig herleidbaar |
| Gebied | wereld tot lokaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | viewmogelijkheid vanuit de applicatie, pro-versie biedt download-mogelijkheid |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | klik op 'Earth starten' (links onder), werelddbol met inzoomfunctie > zoom in naar gewenste locatie in Nederland, of klik op vergrootglas in legenda (uiterst links) en typ naam van gewenste locatie |

Actueel Hoogtebestand Nederland**1. AHN (in samenwerking met ESRI)**

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.ahn.nl/ahn-viewer |
| Naam organisatie | AHN (i.s.m. ESRI) |
| Omschrijving organisatie | AHN is een meerjarenprogramma en een samenwerking tussen de Waterschappen, Provincies en Rijkswaterstaat met als doel het vervaardigen van een digitaal hoogtebestand van Nederland |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | AHN ₂ , AHN ₃ |
| Specificaties AHN-dataset | kaartlagen zijn gemaakt op basis van AHN-rasterbestanden van PDOK de ArcGIS-visualisaties zorgen ervoor dat weinig lege cellen zichtbaar zijn |
| Gebied | landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | alle kaarten in de viewer zijn ArcGIS services |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | kaart van Nederland met inzoom-functie: typ adres of plaats in (linksboven) > klik op symbool 'Lijst met lagen' (rechtsboven) > vink gewenste versie/laag aan (bijv. AHN ₃ -maaiveld-Hillshade) |

2. Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK)

| | |
|---------------------------|--|
| Website (URL) | https://www.pdok.nl/viewer/ |
| Naam organisatie | Publieke Dienstverlening op de Kaart |
| Omschrijving organisatie | Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) is een platform voor het ontsluiten van geo-datasets van Nederlandse overheden. Dit zijn actuele en betrouwbare gegevens voor zowel de publieke als private sector. PDOK stelt digitale geo-informatie als dataservices en bestanden beschikbaar |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen | AHN ₁ , AHN ₂ , AHN ₃ |
| Specificaties AHN-dataset | jaar inwinning: AHN ₁ : 1996-2002; AHN ₂ : 2007-2012; AHN ₃ : 2014-2019 DTM (maaiveld) en DSM resolutie: AHN ₁ : 5, 25 en 100 m; AHN ₂ en AHN ₃ : 0,5 en 5 m |
| Gebied | Nederland, landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS / WFS; en AHN ook WCS); (alleen AHN) downloads (GeoTIFF of LAZ) |
| Kosten | vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | kaart van Nederland met inzoom-functie: selecteer een dataset > Overige kaarten > Actueel Hoogtebestand Nederland |

3. Esri Nederland

| | |
|---------------------------|---|
| Website (URL) | https://www.esri.nl/nl-nl/producten/arcgis-content/home |
| Naam organisatie | Esri Nederland |
| Omschrijving organisatie | Esri is wereldwijd marktleider in GIS-technologie en helpt organisatie al sinds 1969 om meer uit data te halen. Verzorgt via ArcGis-Platform toegang tot veel (open) data waaronder AHN2 en luchtfoto's |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | AHN2 en AHN3 (als ArcGIS image service) |
| Specificaties AHN-dataset | - jaar inwinning: AHN2: 2007-2012; AHN3: 2014-2019 - DTM (maaveld) en DSM - resolutie: AHN2 en AHN3: 0,5 en 5 m |
| Gebied | Nederland, landsdekkend en internationaal |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | ArcGIS geoservices. Te gebruiken in ArcGIS (-online) of raadpleegbaar in bijv. de AHN viewer of Topotijdreis |
| Kosten | vrij te gebruiken services, maar mét voorwaarden (ESRI Nederland Terms of Use) |
| Navigatie in website | via Kaarten > Hoogtegegevens > klik op 'AHN' > klik op 'Alle groepscontent bekijken' > klik op titel of uitsnede bestand om te openen in Map Viewer |

4. Nationaal Georegister

| | |
|---------------------------|---|
| Website (URL) | www.nationaalgeoregister.nl |
| Naam organisatie | het NationaalGeoregister (NGR) is een onderdeel van PDOK |
| Omschrijving organisatie | het beheer van de voorziening wordt uitgevoerd door PDOK, maar de metadata-records zelf worden aangeboden en beheerd door de bronhouders of data-eigenaren (overheden en bedrijven) |
| Mogelijkheden website | bekijken, downloaden, URL's geoservices |
| Welke bronnen? | AHN1, AHN2, AHN3 |
| Specificaties AHN-dataset | - jaar inwinning: AHN1: 1996-2002; AHN2: 2007-2012; AHN3: 2014-2019 - DTM (maaveld) en DSM - resolutie: AHN1: 5, 25 en 100 m; AHN2 en AHN3: 0,5 en 5 m |
| Gebied | landsdekkend |
| Georeferentie | ja |
| Ontsluiting | geoservices (WMS / WMTS / WFS); downloads. Indien een WMS beschikbaar dan ook in de NGR-viewer te bekijken |
| Kosten | vrijwel alles vrij te gebruiken |
| Navigatie in website | zoekfunctie: Welk onderwerp? (typ AHN), Op welke locatie? (typ gewenste locatie) |

Colofon

Tekst: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Projectmedewerkers: Eelco Rensink, Jan van Doesburg, Rik Feiken, Bert Groenewoudt, Menno van der Heiden, Dian Jansen, Jan-Willem de Kort, Menne Kosian en Liesbeth Theunissen

Programma Kennis voor Archeologie

- Project Prospectie
- Actie verantwoording webviewer 'Remote sensing-opnamen voor archeologische prospectie van landbodems' (versie 1.0)

Maart 2021

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Smallepad 5 | 3811 MG Amersfoort

Postbus 1600 | 3800 BP Amersfoort

Tel. 033 – 4217421

info@cultureelerfgoed.nl

www.cultureelerfgoed.nl