



OMGEVING

RAPPORTAGE

Onderzoek aardkundige waarden

Zuidzijdse Kade (ong.) in Lopik

Gemeente Lopik



Rapport onderzoek aardkundige waarden

Zuidzijdse Kade (ong.) in Lopik

Gemeente Lopik

Opdrachtgever	Roba Metals Zomerdijk 27 – 31 3402 MJ IJsselstein
Rapportnummer	17424.007
Versienummer	2
Datum	17 juli 2023
Opsteller ¹	Drs. A.J. Wullink
Kwaliteitscontrole	R.S. Verheij, MSc.

¹ AVG

In onze rapportages wordt niet gewerkt met handtekeningen en/of parafen. Conform protocol en eisen uit het kwaliteitssysteem wordt het rapport aantoonbaar vrijgegeven. In het kader van de AVG dient, voorafgaand aan publicatie of bij uitlevering aan derden, bijlagen met kadastrale uittreksels en namen van opdrachtgevers verwijderd dan wel zwartgelakt te worden.

CERTIFICERING

Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhand-boek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 9001 en NEN-EN-ISO 14001. Daarnaast staat veilig werken bij Econsultancy voorop en zijn we gecertificeerd voor VCA*.

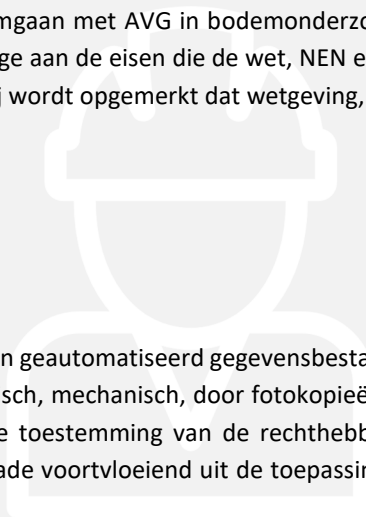
Al onze rapportages worden opgesteld conform de 'Handreiking omgaan met AVG in bodemonderzoeken' opgesteld door de VKB (29 juni 2022). Hiermee voldoet de rapportage aan de eisen die de wet, NEN en KNA protocollen ons stellen en wordt tevens voldaan aan de AVG. Hierbij wordt opgemerkt dat wetgeving, waaronder wettelijke eisen uit de Erfgoedwet, prevaleert boven de AVG.

RECHTEN

© Econsultancy bv,

Foto's en tekeningen: Econsultancy bv, tenzij anders vermeld.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende. Econsultancy aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	BUREAUONDERZOEK	3
2.1	Doelstelling en methodiek	3
2.2	Afbakening en huidige situatie van het plangebied	4
2.3	Toekomstige situatie	5
2.4	Aardwetenschappelijke gegevens	5
2.5	Historisch gebruik	9
2.6	Bekende aardkundige waarden	10
3	GESPECIFICEERD AARDKUNDIG WAARDEOORDEEL	11
4	CONCLUSIES EN MITIGERENDE MAATREGELEN	14

BRONNENOVERZICHT

KAARTEN

BIJLAGEN

TABELLEN

- Tabel 3.1. Kenmerkendheid van de in het plangebied aanwezige morfo-elementen binnen het morfopatroon 'rivieroeverwal en kommen'.
- Tabel 3.2. Aardkundige waardering plangebied

FIGUREN

- Figuur 1.1 Ligging van het plangebied op een topografische kaart.

KAARTEN

- Kaart 1. Het plangebied op een topografische kaart
- Kaart 2. Het plangebied op de kadastrale kaart
- Kaart 3. Het plangebied op een luchtfoto
- Kaart 4. Het plangebied op de aardkundige waardenkaart van de provincie
- Kaart 5. Het plangebied op de beddinggordelkaart van de Rijn-Maasdelta
- Kaart 6. Het plangebied op geomorfologische kaart (BRO)
- Kaart 7. Het plangebied op het AHN
- Kaart 8. Het plangebied op de geomorfologische kaart (LKN)
- Kaart 9. Het plangebied op de bodemkaart
- Kaart 10. Het plangebied op historische kaarten

BIJLAGEN

- Bijlage 1. Overzicht geologische en archeologische tijdvakken
- Bijlage 2. Morfocomplexen en morfopatronen in Nederland
- Bijlage 3. Klassenindeling selectiecriteria en aardkundig eindoordeel

1 INLEIDING

Econsultancy heeft in opdracht van Roba Metals een onderzoek aardkundige waarden uitgevoerd voor een plangebied gelegen aan de Zuidzijdse Kade (ong.) in Lopik, gemeente Lopik (figuur 1.1). De initiatiefnemer heeft het voornemen om in het plangebied een nieuwe bedrijfslocatie te ontwikkelen.

Om deze ontwikkeling mogelijk te maken, moet eerst het bestemmingsplan worden gewijzigd. Als onderdeel van de bestemmingsplanprocedure moet een ruimtelijke onderbouwing worden opgesteld. Omdat het plangebied binnen een provinciaal aardkundig waardevol gebied ligt, moet in deze ruimtelijke onderbouwing ook worden onderzocht wat de effecten van de voorgenomen ontwikkeling op deze aardkundige waarden is.

Een onderzoek naar aardkundige waarden bestaat normaliter uit een bureauonderzoek en een veldverkenning. Omdat Econsultancy in 2022 al een archeologisch bureauonderzoek en een verkennend booronderzoek² heeft uitgevoerd, kan de veldverkenning achterwege worden gelaten. In plaats daarvan worden de resultaten van het archeologisch onderzoek meegenomen in deze rapportage.

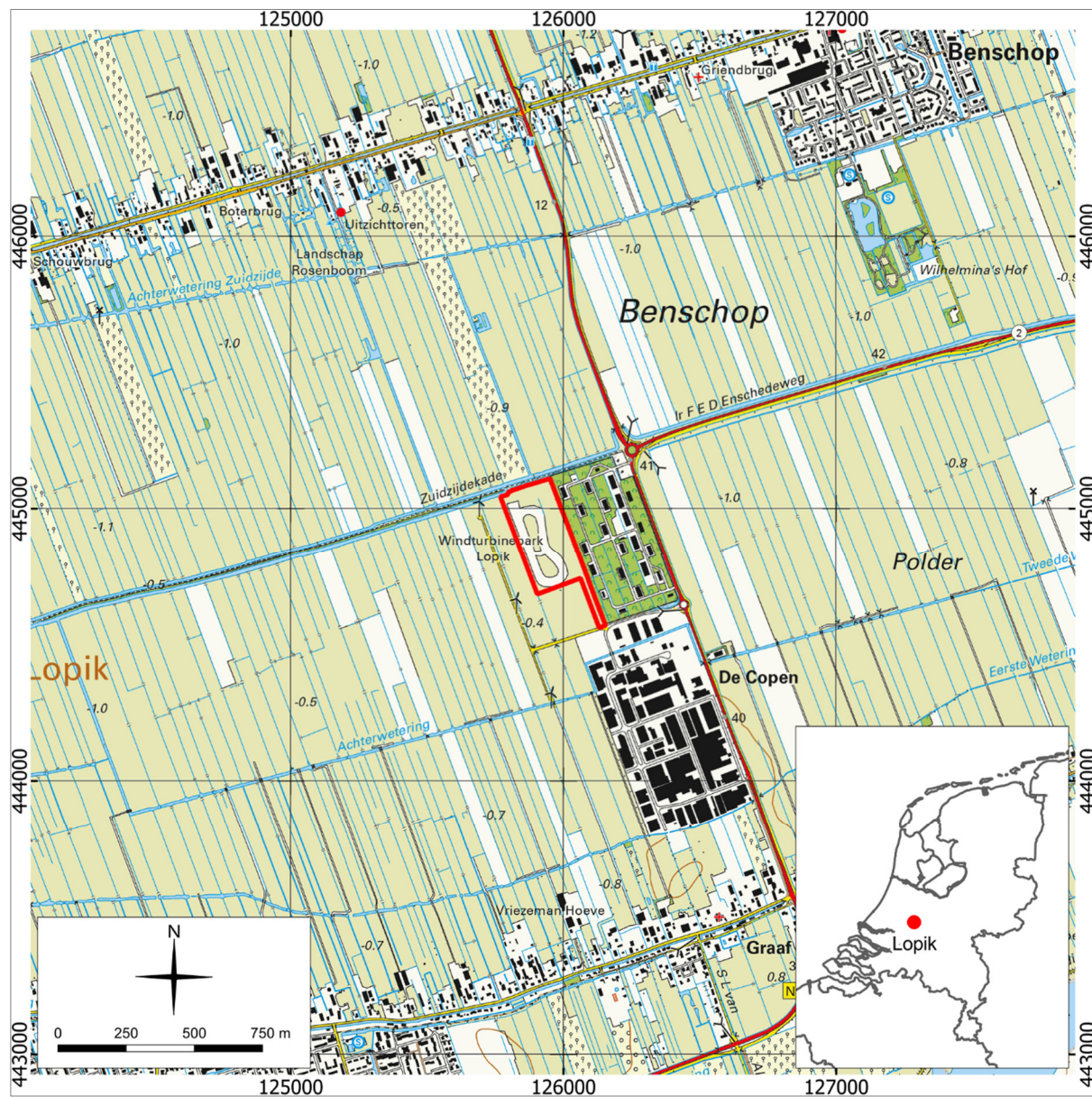
Over aardkundige waarden

Aardkundige waarden zijn de delen van het landschap die vanuit aardwetenschappelijk oogpunt waardevol zijn. Ze leveren een bijdrage aan de identiteit van het landschap en geven informatie over de ontwikkelingsgeschiedenis (geogenese) van een aardkundig landschap. Aardkundige waarden kunnen bestaan uit objecten, patronen en processen op het gebied van geologie, geomorfologie en bodemkunde. Veel aardkundige objecten zijn onvervangbaar en aantasting betekent een permanent verlies, omdat ze zijn gevormd onder omstandigheden die tegenwoordig niet meer voorkomen.

Door het ingrijpen van de mens zijn veel terreinvormen verloren gegaan. Eerst benutte de mens de aardkundige omstandigheden, wat de ontginningsgeschiedenis van Nederland sterk heeft beïnvloed. Oeverwallen, strandwallen en kwelderwallen bepaalden, bijvoorbeeld, door hun hogere en drogere ligging de plek waar mensen zich vestigden in laag Nederland. Door de eeuwen heen is Nederland een cultuurlandschap geworden en in de afgelopen 150 jaar werd de leefomgeving steeds meer naar de hand van de mens gezet. De technische vooruitgang, toenemende welvaart en bevolkingsgroei leidden tot verstedelijking en rationalisering van het landgebruik en de relatie tussen aardkundige kwaliteiten en de inrichting van het landschap werd steeds losser. Vanaf de jaren zestig van de vorige eeuw speelden de aardkundige omstandigheden een ondergeschikte rol bij de veranderingen in het landschap. Na de ontginning van de woeste gronden kwamen in de tweede helft van de 20^e eeuw de ruilverkavelingen op gang waarbij grote gebieden sterk werden geëgaliseerd. Ook door een toename van bebouwing en daarmee gepaard gaande uitbreiding van de infrastructuur zijn veel gebieden aangetast. Daardoor werd het landschap op veel plaatsen minder herkenbaar. Landschappen met natuurlijk reliëf zijn schaars geworden en veel aardkundig erfgoed is daardoor verdwenen, maar op sommige plaatsen is de aardkundige basis nog herkenbaar en vertelt het landschap nog het verhaal van de natuurlijke ontstaanswijze. Van groot belang voor het landschapsbeleid zijn de geomorfologische verschijnselen. Deze verschijnselen maken de rol van aardkundige processen in de ontwikkeling van het landschap zichtbaar.

² Wullink, 2022.

Behoud van aardkundige waarden is nodig voor toekomstig onderzoek van aardwetenschappers en archeologen. De geschiedenis van de aarde kan namelijk alleen in het zogenaamde bodemarchief worden bestudeerd. Bescherming is ook nodig voor iedereen die van het ongestoorde landschap met zijn natuurlijke reliëfvormen wil blijven genieten.³



Figuur 1.1 Ligging van het plangebied op een topografische kaart.⁴

³ Gonggrijp, 1996; Brombacher & Hoogendoorn, 1997; Koomen, Waal & Wolfert, 1998; Beusekom & Es, 2007.

⁴ Kadaster, Basisregistratie Topografie (BRT), s.d.

2 BUREAUONDERZOEK

2.1 Doelstelling en methodiek

Het doel van het onderzoek aardkundige waarden is het toekennen van een aardkundig waardeoordeel aan het plangebied. De aardkundige waarde van het plangebied wordt vastgesteld aan de hand van de uiterlijke kenmerken van het landschap, de geomorfologie.⁵ Impliciet worden de andere aardkundige disciplines echter wel meegenomen omdat er in vrijwel alle Nederlandse landschappen een nauwe relatie bestaat tussen de landvormen (geomorfologie), de opbouw van de ondergrond (geologie) en de bodemvorming (bodembkunde).⁶ Aardkundig waardevolle terreinen kunnen naast informatie over de geogenese van het reliëf (geomorfologie) ook vaak waardevolle informatie geven over geologie (type afzettingen en tijdstip van vorming, litho- en chronostratigrafie) en bodembkunde (bodemtypen en bodemvormende processen, pedogenese). Met de bescherming van waardevolle geomorfologische patronen zullen ook heel vaak de waardevolle opeenvolgingen (sequenties) in geologische afzettingen en bodemtypen veiliggesteld worden.

Het uitgangspunt bij de waardering van geomorfologische elementen is de informatiefunctie over de vorming van het landschap.⁶ De waardering van geomorfologische elementen binnen het projectgebied gebeurt aan de hand van de beschikbare informatie op het gebied van aardkundige processen (geologie, geomorfologie, bodembkunde) die het landschap hebben vormgegeven en de antropogene invloeden daarop. De waardering van geomorfologische elementen binnen het projectgebied gebeurt voor de kleinste geomorfologische eenheid waarvoor nog landsdekkende informatie beschikbaar is. Dit is het zogenoemde morfo-element. Morfo-elementen zijn terreinvormen die zijn gevormd door een specifiek aardkundig proces. Verschillende morfo-elementen die door hun geogenese verwant aan elkaar zijn vormen samen een morfopatroon. Deze morfo-elementen kunnen door verschillende aardkundige processen gevormd zijn, maar hebben met elkaar gemeen dat deze processen alle werkzaam waren binnen hetzelfde aardkundig milieu. Verschillende morfopatronen kunnen samen een morfocomplex vormen. Deze morfopatronen kunnen in geheel verschillende milieus zijn ontstaan, maar zijn wat betreft hun voorkomen in de ruimte oorzakelijk aan elkaar verbonden.

Door middel van de resultaten van een bureauonderzoek en een veldverkenning worden morfo-elementen binnen het projectgebied gewaardeerd aan de hand van selectiecriteria⁶ die aansluiten op de informatiefunctie over de geogenese van het aardkundig landschap. De volgende selectiecriteria zijn gebruikt:

- *Geogenetische kenmerkendheid*: Een morfo-element is geogenetisch kenmerkend als de processen waardoor ze zijn ontstaan kenmerkend zijn voor morfopatroon waarbinnen het morfo-element zich bevindt.
- *Zeldzaamheid*: Een morfo-element is zeldzaam als het door natuurlijk of antropogene oorzaak niet veel (meer) voorkomt binnen een morfopatroon. Daardoor geeft een zeldzaam morfo-element bijzondere informatie over de geogenese van het betreffende morfopatroon.
- *Gaafheid*: Een morfo-element waarvan de oorspronkelijke, door natuurlijke aardkundige processen gevormde toestand onveranderd is gebleven, wordt beschouwd als gaaf. Een gaaf morfo-element bevat meer informatie over de geogenese van het morfopatroon dan een aangetast morfo-element.

⁵ Gonggrijp, 1996.

⁶ Maas & Wolfert, 1997.

- *Actieve processen:* Een morfo-element waarbinnen een actief geomorfologisch proces plaatsvindt levert meer informatie over de geogenese dan een morfo-element waarbij datzelfde proces is gestopt.
- *Samenhang met andere morfo-elementen:* Verschillende geogenetisch kenmerkende morfo-elementen leveren samen meer informatie over de geogenese van het morfopatroon dan een geïsoleerd geogenetisch morfo-element.

Elk morfo-element binnen het plangebied krijgt een afzonderlijke waardering voor de eerste vier criteria. Het laatste criterium 'samenhang met andere morfo-elementen' wordt niet vastgesteld voor de afzonderlijke morfo-elementen, maar voor het plangebied als geheel.

Als een morfo-element niet geogenetisch kenmerkend is levert het geen informatie over de geogenese van het morfopatroon waarin het zich bevindt en wordt het morfo-element beschouwd als niet aardkundig waardevol. In dat geval zal de verdere waardering op basis van de overige vier criteria niet plaatsvinden. Als een morfo-element wel geogenetisch kenmerkend is en dus informatie levert over de geogenese van het morfopatroon waarin het zich bevindt, wordt het morfo-element ook gewaardeerd op basis van de criteria 'zeldzaamheid', 'gaafheid' en 'actieve processen'. Het laatste criterium 'samenhang met andere morfo-elementen' wordt niet vastgesteld voor de afzonderlijke morfo-elementen, maar voor het plangebied als geheel.

De waardering van de vijf criteria gebeurt in drie klassen. Hoe meer informatie een morfo-element levert over de geogenese van het morfopatroon, hoe hoger de waardering. De waardering per criterium varieert van 0 tot 2. Een waardering van 0 betekent dat het morfo-element op basis van het betreffende criterium geen (extra) informatie verstrekt over de geogenese van het morfopatroon. Een waardering van 2 betekent dat het morfo-element veel (extra) informatie over de geogenese van het morfopatroon verschaft. De uiteindelijke waardering van het projectgebied ontstaat door het sommeren van de waarderingen op basis van de afzonderlijke criteria. Het is niet zo dat morfo-elementen afzonderlijk van elkaar even hoog worden gewaardeerd, omdat de waardering van het criterium 'samenhang met andere morfo-elementen' is gegeven voor het gehele projectgebied en niet per afzonderlijk morfo-element. Als aan verschillende morfo-elementen binnen het projectgebied verschillende aardkundige eindwaarderingen worden toegekend, worden er binnen het projectgebied deelgebieden aangewezen met een verschillende waardering. De exacte klassenindeling per criterium en de aardkundige eindwaardering worden in bijlage 2 beschreven.

2.2 Afbakening en huidige situatie van het plangebied

Afbakening plan- en onderzoeksgebied

Het plangebied ligt in het buitengebied tussen Lopik en Benschop, ten noorden van industrieterrein De Copen en ten westen van het voormalige mobilisatiecomplex Lopik. Het plangebied omvat de toekomstige bedrijfslocatie en de strook ten oosten hiervan, waar de toegangsweg wordt gerealiseerd. In het noorden grenst het plangebied aan de Zuidzijdse Kade en de Achterwetering. Het plangebied ligt in de kadastrale gemeente Lopik, in sectie G en beslaat perceel 2635, en het noordelijke deel van percelen 2636 en 1941. De oppervlakte van het plangebied is circa 8 ha. De ligging van het plangebied is weergegeven op kaart 1 en kaart 2.

Huidige situatie

Het plangebied is een weiland, waarbinnen een onverharde autocrossbaan is aangelegd. De huidige situatie is weergegeven op kaart 3.

Beleid aardkundige waarden

Er is geen landelijke regelgeving ten aanzien van aardkundige waarden. Beleid ten aanzien hiervan wordt vormgegeven door de provincies.⁷ De provincie Utrecht heeft haar beleid ten aanzien van aardkundige waarden vastgelegd in een structuurvisie en uitgewerkt in een provinciale verordening.⁸ Aan de basis van het beleid ligt een aardkundige waardenkaart. Bij ruimtelijke besluiten voor aardkundig waardevolle gebieden moeten bestemmingen en regels worden opgenomen ter bescherming van aardkundige waarden. De toelichting op een ruimtelijk besluit moet een beschrijving en een waardering van aardkundige waarden bevatten.

Volgens de kaart aardkundige waarden van de provincie (kaart 4) ligt het plangebied in een aardkundig waardevol gebied, namelijk de Lopik-stroomgordel, een oude rivierloop die als stroomrug in het landschap zichtbaar is.

In het bestemmingsplan *Eerste herziening bestemmingsplan Landelijk Gebied* uit 2023⁹ heeft dit aardkundig waardevolle gebied een gebiedsaanduiding 'aardkundige waarde' meegekregen.

2.3 Toekomstige situatie

De initiatiefnemer, nu gevestigd in IJsselstein, wil zijn bedrijfsactiviteiten verplaatsen naar Lopik.

In deze fase van de planvorming zijn geen exacte bouwplannen bekend, maar de nieuwbouw zal in ieder geval worden onderheid.

2.4 Aardwetenschappelijke gegevens

Landschappelijke ontwikkeling en geologie

De landschappelijke ontwikkeling van het gebied zal worden beschreven aan de hand van enkele standaardwerken.¹⁰ Het plangebied ligt in het Utrechts-Gelders rivierengebied. In de laatste ijstijd, het Weichselien, tijdens het Pleniglaciaal (73.000 – 13.000 jaar geleden) maakte dit gebied deel uit van een brede riviervlakte van een vlechtende Rijn en Maas. Tijdens het Bølling-Allerød-interstadiaal (13.000 – 11.000 jaar geleden), de warme fase van het Laat-Glaciaal, gaan de Rijn en Maas meanderen en ontstaan insnijpende meandergordels. Tijdens het Jonge Dryas-stadiaal (11.000 – 10.000 jaar geleden), de koude fase van het Laat Glaciaal, gaan de Maas en Waal

⁷ Aardkundige waarden in de provincie Utrecht | Bodemrichtlijn, s.d.

⁸ Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie 2013-2028 Provincie Utrecht (Herijking 2016), 2017; Provinciale Ruimtelijke Verordening 2013 Provincie Utrecht (Herijking 2016), 2017.

⁹ 'Eerste herziening bestemmingsplan Landelijk gebied; regels', 2023.

¹⁰ Mulder, e.a., 2003; Jongmans, e.a., 2013; Stouthamer, Cohen & Hoek, 2015.

weer vlechten en snijden ze zich in, in de oudere afzettingen, waardoor het zogenaamde Terras X ontstaat. Op het oudere en hoger gelegen Laagterras worden in het Laat-Glaciaal *overbank*-afzettingen afgezet.

De rivierafzettingen die in het Weichselien worden afgezet, worden tot de Formatie van Kreftenheye gerekend. De laatglaciale *overbank*-afzettingen vormen binnen de Formatie van Kreftenheye de Laag van Wijchen. De top van het pleistocene maaiveld ligt ter plaatse van het plangebied tussen -8 en -10 m NAP.¹¹

In het Holocene (vanaf 10.000 jaar geleden) veranderen de Rijn en Maas weer in meanderende rivieren. In het eerste deel van het Holocene snijden deze rivieren zich nog in en worden er buiten de rivierdalen *overbank*-afzettingen afgezet op oudere pleistocene afzettingen. Buiten de rivierdalen komt veen tot ontwikkeling. Deze veenlaag direct op de pleistocene afzettingen vormt de Bassiveen Laag binnen de Formatie van Nieuwkoop. Vanaf circa 7500 jaar geleden wordt het riviersysteem aggraderend. Dat betekent dat er sediment accumuleert. Doordat deze rivieren voortdurend hun loop verleggen, ontstaat een netwerk van fossiele rivierlopen, beddinggordels, die zich in oudere afzettingen hebben ingesneden. De zandige beddinggordels en de bijbehorende oeverafzettingen liggen relatief hoog in het landschap en vormen daardoor, totdat ze worden afgedekt door jongere sedimenten, potentiële woonlocaties. In de laaggelegen komgebieden tussen de verschillende beddinggordels wordt komklei afgezet en veen gevormd. Ook kunnen hier crevasses voorkomen. Dit zijn geulen die ontstaan doordat de oeverwallen worden doorbroken. Crevasses hebben vaak een beperkte levensduur en verzanden uiteindelijk, waarna ook de crevasses relatief hoog in het landschap komen te liggen (totdat ze worden afgedekt door jonger sediment).

Volgens de beddinggordelkaart van Cohen e.a. (kaart 5) ligt het zuidelijke deel van het plangebied op de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel, die actief is tussen 4920 en 4115 BP (2970 – 2165 v. Chr.). Deze beddinggordel is een aftakking van de pal ten zuiden van het plangebied gelegen Lopik-stroomgordel, die actief is van 4920 en 3920 BP (2970 – 1970 v. Chr.). Beide stroomgordels hebben een aantal crevasses, waarvan er één, van de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel, in het noordwestelijke deel van het plangebied ligt. Deze stroomgordel doorsnijdt ook de oudere Kapel-stroomgordel, die tussen 5310 en 4920 BP (3350 – 2970 v. Chr.) actief is. Verder naar het noordwesten ligt nog de oudere Benschop-stroomgordel, die actief is tussen 7500 en 5800 BP (5550 en 3850 v. Chr.).¹²

Nadat de Lopik-stroomgordel wordt verlaten, overveent het gebied, totdat het gebied na het begin van de jaartelling in het bereik van de Lek en Hollandse IJssel komt te liggen en er komklei wordt afgezet. Het gebied wordt vanaf de 10^e eeuw systematisch ontgonnen. De Lek en de IJssel worden in de 12^e eeuw bedijkt en daarmee komt een eind aan de sedimentatie.

De Holocene rivierafzettingen worden tot de Formatie van Echteld gerekend. Het veen dat in de kommen wordt gevormd, hoort bij de Formatie van Nieuwkoop.

Het archeologisch booronderzoek dat in 2022 door Econsultancy is uitgevoerd, laat een prehistorisch rivierenlandschap zien met in het zuiden en midden van het plangebied oever- op beddingafzettingen en in het noorden

¹¹ Vos & Vries, 2013.

¹² Cohen, Stouthamer, Pierik & Geurts, 2012.

komafzettingen met inschakelingen van veen en oeverafzettingen. De komafzettingen dekken ook, met name in het zuidoosten en in het noorden, de oeverafzettingen af. Het gros van de beddingafzettingen ligt vrij ondiep en behoort tot de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel. In enkele boringen betreffen de daar dieper gelegen beddingafzettingen waarschijnlijk afzettingen van de Kapel-stroomgordel of een crevasse-geul. In de top prehistorische rivierafzettingen (zowel in de kom- als in de oeverafzettingen) is in een flink deel van de boringen een bodem aanwezig (woudlaag) ook is in twee boringen mogelijk een cultuurlaag aanwezig in de top van de oeverafzettingen. Het prehistorisch rivierlandschap is in de periode IJzertijd – Vroege Middeleeuwen overveend geraakt. Dit veen is na de ontginning in de Middeleeuwen grotendeels verdwenen, waarna een nieuw kleidek is afgezet vanuit de Lek. Dit kleidek is deels verploegd, soms tot in de prehistorische rivierafzettingen.¹³

Geomorfologie en maaiveldhoogte

Volgens de geomorfologische kaart (kaart 6) ligt het grootste deel van het plangebied op een stroomrug of stroomgordel. Het meest noordelijke deel ligt op een rivierkomvlakte. Het zuidelijke deel van de ontsluitingsweg ligt op de overgang van de stroomrug naar een rivierkom- of oeverwalachtige vlakte. Dit zijn morfo-elementen die horen bij morfopatroon 8.1.

Op het actueel hoogtebestand (AHN4; kaart 7) is met name de stroomrug van de Lopik-stroomgordel goed te zien. Deze buigt net onder het plangebied af naar het zuidoosten. Ook de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel is goed zichtbaar, met name ten noorden van de Achterwetering. Juist ter plaatse van de het plangebied, dus bij de aansluiting met de Lopik-stroomgordel en het MOB-terrein is het beeld minder duidelijk door de aanwezigheid van de crossbaan en de inrichting van het MOB-terrein, al ligt ook hier het maaiveld beduidend hoger dan de omgeving. De Kapel-stroomgordel laat zich zien ten westen van het plangebied goed zien. Deze stroomgordel ligt wel aanmerkelijk lager dan de andere twee, maar is ook ouder. De crevasse van de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel die door het noordelijke deel van het terrein zou moeten lopen, is niet te zien op het AHN.

De onbebouwde delen van de Lopik-stroomgordel liggen in de omgeving van het plangebied gemiddeld op -0,27 m NAP, terwijl de maximale hoogte op 2,05 m NAP ligt. De Lopik-crevasse ten westen van het plangebied ligt gemiddeld op -1,05 m NAP, met een maximale hoogte van -0,22 m NAP. De onbebouwde delen van de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel liggen in de omgeving van het plangebied gemiddeld op -0,79 m NAP, terwijl de maximale hoogte op 0,31 m NAP ligt. De Lopik-crevasse ten noordoosten van het plangebied ligt gemiddeld op -1,12 m NAP, met een maximale hoogte van -0,81 m NAP. De onbebouwde delen van de Kapel-stroomgordel liggen ten westen van het plangebied gemiddeld op -0,92 m NAP, terwijl de maximale hoogte op -0,16 m NAP ligt.

In het plangebied varieert de maaiveldhoogte tussen -1,91 en 1,39 m NAP, met een gemiddelde van -0,6 m NAP. Op het AHN is duidelijk te zien dat de maaiveldhoogte in het plangebied sterk wordt bepaald door de aanwezige crossbaan.

Morfogenese

Volgens de kaart met morfocomplexen en morfopatronen uit Maas en Wolfert (zie bijlage 1), ligt het plangebied in het morfocomplex 8 (Groterivierengebied), binnen morfopatroon 8.2 (rivieroeverwal en kommen).

¹³ Wullink, 2022, p. 202.

Morfopatronen zijn samengesteld uit morfo-elementen. Dit zijn in principe de basale eenheden van de geomorfologische kaart, aan de hele aardkundige waarden-systematiek ligt een oudere versie van de geomorfologische kaart (de GKN uit 2004) ten grondslag, die ten opzichte van de huidige kaart (de GGM uit 2021), een andere indeling heeft. De GKN is ook gekoppeld aan de LKN-database, die wordt gebruikt voor het bepalen van aardkundige waarden.

Volgens de GKN (kaart 8) is het grootste deel van het plangebied een rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462). Het noordelijke deel van het plangebied is een rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700) en een deel van de toegangsweg in het zuidoosten is een rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701).

Bodem en grondwater

Volgens de bodemkaart van Nederland (kaart 9) worden in het grootste deel van het plangebied poldervaaggronden verwacht. Dit zijn bodems in kleigronden, met een slecht ontwikkelde A-horizont en met periodieke hoge grondwaterstanden, waardoor binnen 50 cm -mv roestvlekken voorkomen. In het uiterste noorden komen drechtvaaggronden voor. Dit zijn kleigronden die tussen 40 en 80 cm -mv over gaan in veen en waarbij het veen dikker dan 40 cm is.

Volgens het BRO Grondwaterspiegel model¹⁴ heeft het meest zuidelijke deel van het plangebied grondwatertrap (Gt) VIlo, dit betekent dat de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) tussen 80 en 140 cm -mv ligt en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) tussen 120 en 180 cm -mv.

Het grootste deel van het plangebied heeft grondwatertrap IVu. Hier ligt de gemiddelde hoogste grondwaterstand tussen 40 en 80 cm -mv en de gemiddelde laagste grondwaterstand tussen 80 en 120 cm -mv.

¹⁴ BRO - Grondwaterspiegeldiepte Model voor Nederland (50x50 meter grid), 2021.

2.5 Historisch gebruik

Het plangebied ligt van oorsprong in een ontoegankelijk veenmoeras dat wordt doorsneden door een netwerk van oude rivierlopen. Tot in de Vroege Middeleeuwen beperken de mogelijkheden tot bewoning in het gebied zich tot de oeverwallen, stroomruggen en eventueel crevasses van de verschillende rivierlopen. In de omgeving van het plangebied zijn dit de Kapel-, Blokland-Polsbroekdam- en Lopik-stroomgordels. Op de Lopik-stroomgordel zijn archeologische resten uit de periode Neolithicum – Middeleeuwen aangetroffen.

In de tweede helft van de 11^e eeuw wordt de Lek bedijkt en wordt het veengebied systematisch ontgonnen. De primaire ontginningsas in de Lopikerwaard is de Lopikerwetering, een gekanaliseerde veenrivier. De Zuidzijdse Kade is de achterkade van deze ontginning. In de eerste helft van de 12^e eeuw is 250 m ten noorden van de Zuidzijdse Kade de Benschopse Wetering gegraven, waarlangs een nieuwe ontginningsas is ontstaan, van waaruit het gebied tussen de Zuidzijdse Kade in het zuiden en de Noordzijdse Kade ten noorden van Benschop is ontgonnen. De Zuidzijdse Kade is sindsdien een dubbele achterkade. De bewoning concentreert zich rond de ontginningsassen, waar typische lintdorpen ontstaan: Lopik en Benschop. Door de ontginning en de daarmee gepaard gaande ontwatering verdwijnt het veen voor een deel en komen de oudere rivierafzettingen weer aan het maaiveld te liggen. Het middeleeuwse veenontginningslandschap is in de Lopiksewaard grotendeels bewaard gebleven.¹⁵

Dat het middeleeuwse landschap goed bewaard is gebleven is te zien op het historisch kaartmateriaal. Een topografische kaart uit 1955 (kaart 10A) laat aan weerszijde van de Zuidzijdse Kade nog een open weidegebied zien met de smalle kavels typerend voor cope-ontginningen. Afgezien van de Zuidzijdse Kade en de Tweede Wetering, ook een historische afwatering, is het gebied leeg.

In de jaren 1960 (kaart 10B) wordt iets ten oosten van het plangebied de W.A. Reinaldaweg (de N204) aangelegd die dwars door de Lopikerwaard loopt, loodrecht op de ontginningsassen. Ten oosten van de Reinaldaweg, langs de Zuidzijdse Kade, wordt de Ingenieur F.E.D. Enschedeweg aangelegd. Direct ten oosten van het plangebied, langs de Reinaldaweg, wordt het Mobilisatiecomplex Lopik aangelegd. MOB-complexen worden vanaf 1956 door heel Nederland aangelegd en fungeren als depots en verzamelpunten om een snelle mobilisatie mogelijk te maken in het geval van een oorlog met de Sovjet-Unie. De MOB-complexen zijn na het eind van de Koude Oorlog door defensie afgestoten. Voor het plangebied van belang is de aanwezigheid van een transportleiding van defensie, die door het plangebied, langs de Zuidzijdse Kade loopt. In de jaren 1960 ontstaat langs de Reinaldaweg ook het industrieterrein de Copen. Wat verder opvalt is dat een deel van de in het plangebied aanwezige sloten wordt gedempt.

Rond 1990 (kaart 10C) heeft het industrieterrein zich uitgebreid tot aan de Tweede Wetering (nu Achterwetering). Verder loopt er nog maar één sloot door het plangebied. Rond 2010 (kaart 10D) is ook de Copenweg ten zuiden van het plangebied aangelegd en de windmolens en de onderhoudsweg ten westen van het plangebied.

Luchtfoto's laten zien dat de crossbaan in het plangebied, die pas op de meest recente topografische kaart (kaart 1) is te zien, waarschijnlijk ergens tussen 2006 en 2010 is aangelegd.

¹⁵ Blijdenstijn, 2017.

2.6 Bekende aardkundige waarden

Volgens de landelijke Basiskaart Aardkundige Waarden¹⁶, ligt het plangebied niet in een aardkundig waardevol gebied, maar zoals uit paragraaf 2.2 en kaart 4 is gebleken, ligt het plangebied wel in een gebied dat door de provincie Utrecht als aardkundig waardevol is aangewezen, namelijk op een oeverwal en/of oude rivierbedding¹⁷ en meer specifiek de Lopik-beddinggordel. Volgens de beschrijving is de beddinggordel herkenbaar in het landschap, maar wel aangetast door ruilverkaveling, waardoor het oorspronkelijke verkavelingspatroon (met reliëfverschillen en restgeulen) op veel plaatsen verloren is gegaan.¹⁸

Uit deze bureaustudie en het archeologische onderzoek¹⁹ blijkt dat het plangebied niet op de Lopik-stroomgordel ligt, maar op haar aftakking, de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel. Jammer genoeg is het oorspronkelijke reliëf juist op dit punt aangetast door het industrieterrein ten zuidoosten van het plangebied, het MOB-complex ten oosten van het plangebied, maar ook door de crossbaan in het plangebied (kaart 7). De Lopik-stroomgordel is pas goed zichtbaar ten westen van het plangebied en de Blokland-Polsbroekdam-stroomgordel ten noorden van het MOB-complex.

¹⁶ Beusekom & Es, 2007.

¹⁷ 'Aardkundige waarden provincie Utrecht, eenheidsbeschrijvingen, 12: oeverwal en/of oude rivierbedding.', s.d.

¹⁸ 'Aardkundige waarden provincie Utrecht, gebiedsbeschrijvingen, 1-07: Blokland, Willeskop en Lopik', s.d.

¹⁹ Wullink, 2022.

3 GESPECIFICEERD AARDKUNDIG WAARDEOORDEEL

Op grond van de verzamelde informatie kan het volgende aardkundig waardeoordeel worden gegeven, op basis van de zes selectiecriteria die zijn besproken in par. 2.1 en uitgewerkt in bijlage 3.

Geogenetische kenmerkendheid

Het plangebied bevindt zich binnen het morfopatroon van 'rivieroeverwal en kommen' in het morfocomplex Groterivierengebied. In het plangebied komen de morfo-elementen rivierinversierug (LKN-code 42462), komvlakke (LKN-code 42700) en rivierkom-/oeverwalachtige vlakke (LKN-code 42701) voor.

De kenmerkendheid een morfo-element binnen een morfopatroon is een functie van het oppervlak van het morfo-element binnen het morfopatroon en van het oppervlak van het morfo-element binnen Nederland:

$$Ke_p = (Ae_p / Ap) / (Ae_N / AN)$$

In deze vergelijking is Ae_p de oppervlakte van het morfo-element binnen het morfopatroon, Ap de oppervlakte van het morfopatroon, Ae_N de oppervlakte van het morfo-element binnen Nederland en AN de oppervlakte van Nederland. Een morfo-element is kenmerkend als Ke_p groter dan 1 is.²⁰

De in het plangebied aanwezige morfo-elementen hebben allen een waarde groter dan 1 (tabel 3.1) en zijn hiermee dus kenmerkend voor het morfopatroon (bijlage 3, tabel 1).

Tabel 3.1. Kenmerkendheid van de in het plangebied aanwezige morfo-elementen binnen het morfopatroon 'rivieroeverwal en kommen'.²¹

Morfo-element	LKN-code	Ke_p
Rivierinversierug	42462	13,16
Rivierkomvlakke	42700	14,10
Rivierkom/oeverwalachtige vlakke	42701	15,92

Zeldzaamheid

De zeldzaamheid van een morfo-element is een functie van de oppervlakte van het morfo-element ten opzichte van het grootste morfo-element binnen het morfopatroon:

$$Ze_p = Ae_p / Ae_{max/p}$$

De zeldzaamheid van de morfo-elementen wordt in drie klassen uitgedrukt: zeer zeldzaam ($Ze_p < 0,01$), zeldzaam ($0,01 \leq Ze_p \leq 0,05$) en niet zeldzaam ($Ze_p > 0,05$). De drie in het plangebied aanwezige morfo-elementen zijn niet zeldzaam.²²

²⁰ Maas & Wolfert, 1997.

²¹ Maas & Wolfert, 1997. Pagina's 56 - 78

²² Maas & Wolfert, 1997. Pagina's 79 - 88

Gaafheid

Het vaststellen van de gaafheid van de aanwezige morfo-elementen is enigszins subjectief. Uit het bureauonderzoek en het veldbezoek (tijdens het archeologisch veldonderzoek) kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- Het plangebied is in de tweede helft van de 20^e eeuw herverkaveld, waarbij het aantal percelen in het plangebied is gereduceerd. Aangenomen kan worden dat hierbij egalisatie heeft plaatsgevonden, waarbij de kavelsloten gedempt zijn met grond die van de hogere terreindelen afkomstig is.
- Het reliëf in het plangebied wordt sterk vertekend door de aanwezige crossbaan, die duidelijk te onderscheiden is op het AHN. Voormalige verkavelingspatronen zijn verdwenen, rondom de baan zijn aarden wallen opgeworpen en uit het veldonderzoek is gebleken dat ter plaatse van een deel van de baan de kleiige toplaag is afgegraven, waardoor het beddingzand hier aan het maaiveld ligt. De oorspronkelijke overgang tussen inversierug en komvlakte is hier dan ook niet goed zichtbaar aanwezig.
- Het reliëf en de verkaveling rondom het plangebied is verder aangetast door de aanwezigheid van het MOB-terrein ten oosten van het plangebied en het industrieterrein ten zuidoosten van het plangebied. Hierdoor, en door de aanwezigheid van de crossbaan, zijn de aanwezige morfo-elementen alleen ten zuiden en westen van het plangebied goed (en in natuurlijke staat) te herkennen.
- Van de drie aanwezige morfo-elementen zijn slechts twee elementen, de rivier-inversierug en de komvlakte te herkennen aan de hand van de maaiveldhoogte. Het derde element, de rivierkom/oeverwalachtige vlakte, maakt slechts een zeer beperkt deel uit van het plangebied en is op het AHN niet te onderscheiden.

Al met al kan worden gesteld dat de in het plangebied aanwezige morfo-elementen ernstig zijn aangetast (inversierug en komvlakte) of überhaupt niet herkenbaar aanwezig zijn (rivierkom/oeverwalachtige vlakte).

Aanwezigheid actieve processen

De aardkundige processen die de morfo-elementen die de in het plangebied aanwezige morfo-elementen hebben gevormd, zijn niet meer actief. Er vindt geen riviererosie en/of -sedimentatie, verlanding of bijvoorbeeld veenvorming plaats binnen het plangebied. Hierdoor geeft het plangebied geen extra informatie over de geogenese van het morfopatroon.

Samenhang met andere morfo-elementen

Binnen het gehele projectgebied bevinden zich, volgens de geomorfologische kaart (GKN) drie geogenetisch kenmerkend morfo-elementen. Echter, het derde en minst voorkomende element, de rivierkom/oeverwalachtige vlakte, is niet te onderscheiden binnen het plangebied, waardoor in het kader van de waardering wordt uitgegaan van twee geogenetisch kenmerkend morfo-elementen. Het geeft daardoor weinig informatie over de geogenese van het morfopatroon en krijgt een waardering 0.

Aardkundig eindoordeel

Op basis van voorgaande kan de eindwaardering van de verschillende morfo-elementen in het plangebied worden opgesteld. In dit kader is besloten om de rivierkom/oeverwalachtige vlakte niet mee te nemen in de waardering omdat dit deel een uitermate klein deel van het plangebied beslaat (1,7%) en niet herkenbaar in het plangebied aanwezig is.

Uit de waardering van de andere twee morfo-elementen, de inversierug en de komvlakte, blijkt dat deze elementen allebei één punt scoren en daarmee weinig waardevol zijn (tabel 3.2).

Tabel 3.2. Aardkundige waardering plangebied

Criteria	Eenheid	Klasse	Waardering
Geogenetische kenmerkendheid	rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462).	Geogenetisch kenmerkend	1
	rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700)	Geogenetisch kenmerkend	1
	rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701)	Geogenetisch kenmerkend	-
Zeldzaamheid	rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462).	Niet zeldzaam	0
	rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700)	Niet zeldzaam	0
	rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701)	Niet zeldzaam	-
Gaafheid	rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462).	Ernstig aangetast	0
	rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700)	Ernstig aangetast	0
	rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701)	Ernstig aangetast	-
Aanwezigheid van actieve processen	rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462).	Geen actieve processen	0
	rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700)	Geen actieve processen	0
	rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701)	Geen actieve processen	-
Samenhang met andere morfo-elementen	Gehele plangebied	Binnen het projectgebied zijn twee geogenetisch kenmerkende morfo-elementen aanwezig	0
Eindwaardering	rivier-inversierug (code 3K26; LKN-code 42462).		1
	rivierkomvlakte (code 1M23; LKN-code 42700)		1
	rivierkom/oeverwalachtige vlakte (code 2M22; LKN-code 42701)		-

4 CONCLUSIES EN MITIGERENDE MAATREGELEN

Uit de waardering van de in het plangebied aanwezige morfo-elementen blijkt dat deze elementen als aardkundig weinig waardevol kunnen worden beschouwd.

Aangezien de geplande ontwikkeling gaat plaatsvinden binnen morfo-elementen die aardkundig weinig waardevol zijn, heeft de ontwikkeling geen wezenlijk effect, waardoor mitigerende en eventuele compenserende maatregelen ook niet nodig zijn.

BRONNENOVERZICHT

Aardkundige waarden in de provincie Utrecht | Bodemrichtlijn, s.d.: . Beschikbaar op: <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodembescherming/aardkundige-waarden/c-per-provincie/aardkundige-waarden-in-de-provincie-utrecht> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).

'Aardkundige waarden provincie Utrecht, eenheidsbeschrijvingen, 12: oeverwal en/of oude rivierbedding.', s.d.: . Provincie Utrecht. Beschikbaar op: <https://geo.provincie-utrecht.nl/publiek/documenten/bodem/aardkundigewaarden/Eenheidsbeschrijvingen/eenheidsbeschrijvingen-12-beschrijving-van-een-oeverwal-en-of-oude-rivierbedding.pdf> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).

'Aardkundige waarden provincie Utrecht, gebiedsbeschrijvingen, 1-07: Blokland, Willeskop en Lopik', s.d.: . Provincie Utrecht. Beschikbaar op: <https://geo.provincie-utrecht.nl/publiek/documenten/bodem/aardkundigewaarden/Gebiedsbeschrijvingen/gebiedsbeschrijvingen1-07-gebiedsomschrijving-van-blokland-willeskop-en-lopik.pdf> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).

Beusekom, E.J. van & J. van Es eds, 2007: *Bewogen aarde: aardkundig erfgoed in Nederland*. Matrijs, Utrecht.

Blijdenstijn, R.K.M., 2017: *Tastbare tijd 2.0: cultuurhistorische atlas van de provincie Utrecht*. vijfde gewijzigde druk. Provincie Utrecht.

BRO - Bodemkaart van Nederland 1:50.000, 2018: . NGR/Wageningen Environmental Research. Beschikbaar op: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search;jsessionid=11F26FB095C4D0E1D6AC7C8A4B52D94D#/metadata/ed960299-a147-4c1a-bc57-41ff83a2264f>.

BRO - Geomorfologische Kaart van Nederland 1:50:000, 2019: . NGR/Wageningen Environmental Research. Beschikbaar op: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/459231d0-7379-4f26-a444-7616e1d888f0>.

BRO - Grondwaterspiegeldiepte Model voor Nederland (50x50 meter grid), 2021: . NGR/Wageningen Environmental Research. Beschikbaar op: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/757a7c50-540d-4105-9135-73f09f700743>.

Brombacher, A.A. & W. Hoogendoorn, 1997: *Aardkundige waarden in de provincie Utrecht*. Bureau Milieu-inventarisatie en Groene Handhaving, Utrecht.

Cohen, K.M., E. Stouthamer, H.J. Pierik & A.H. Geurts, 2012: *Digitaal Basisbestand Paleogeografie van de Rijn-Maas Delta*. Rhine-Meuse Delta Studies, Dept. Fysische Geografie, Universiteit Utrecht. Beschikbaar op: <https://easy.dans.knaw.nl/ui/datasets/id/easy-dataset:52125>.

'Eerste herziening bestemmingsplan Landelijk gebied; regels', 2023: . Beschikbaar op: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0331.Eersteherzlandgeb-BP01/r_NL.IMRO.0331.Eersteherzlandgeb-BP01.html#_36.4_overigezone-aardkundigewaarden.

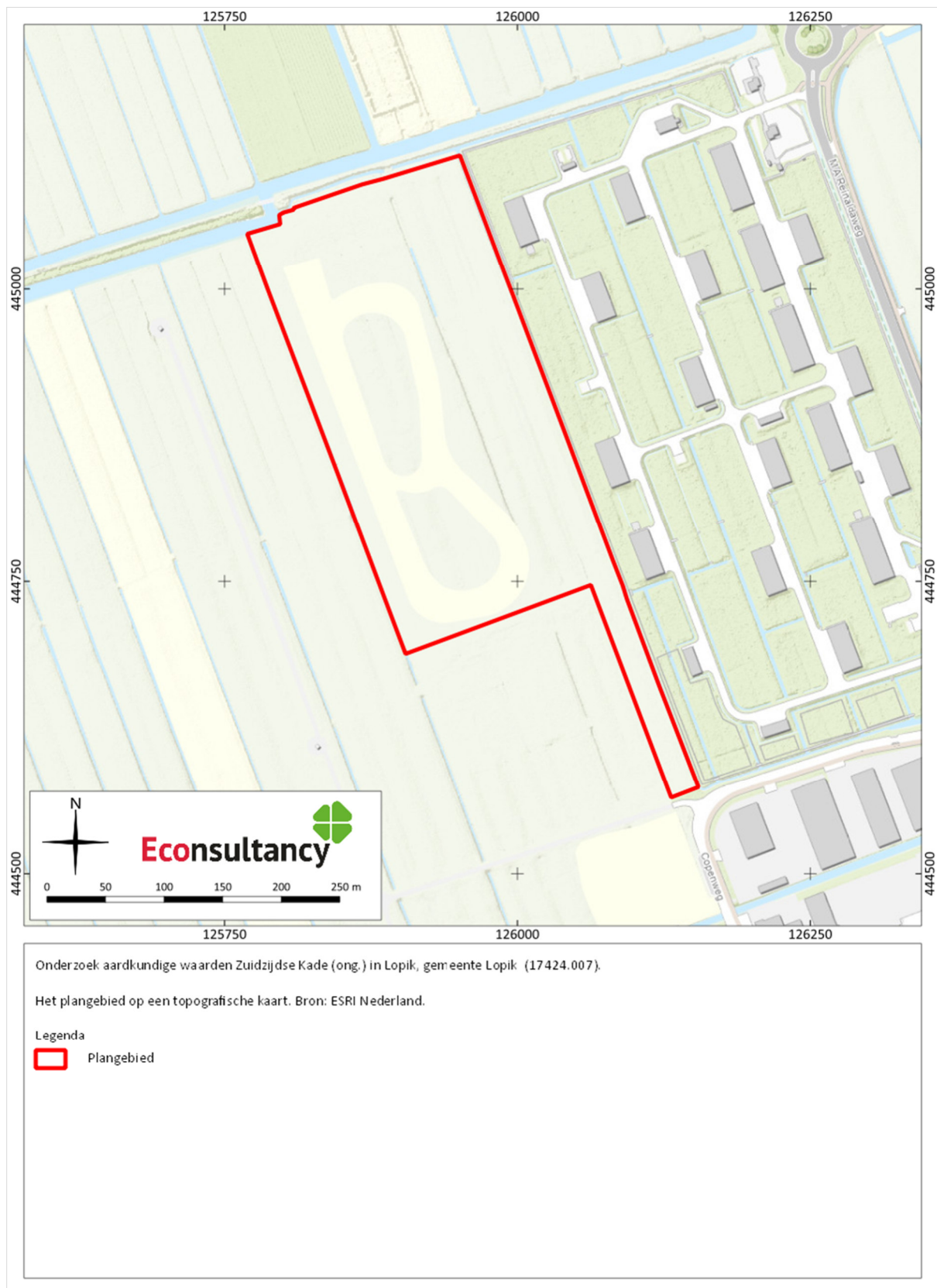
Gonggrijp, G.P., 1996: *Indelings- en waarderingsmethode voor aardkundige waarden*. (IBN-rapport 218). DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, p. 95.

Jongmans, A., e.a., 2013: *Landschappen van Nederland*. Wageningen Academic Publishers.

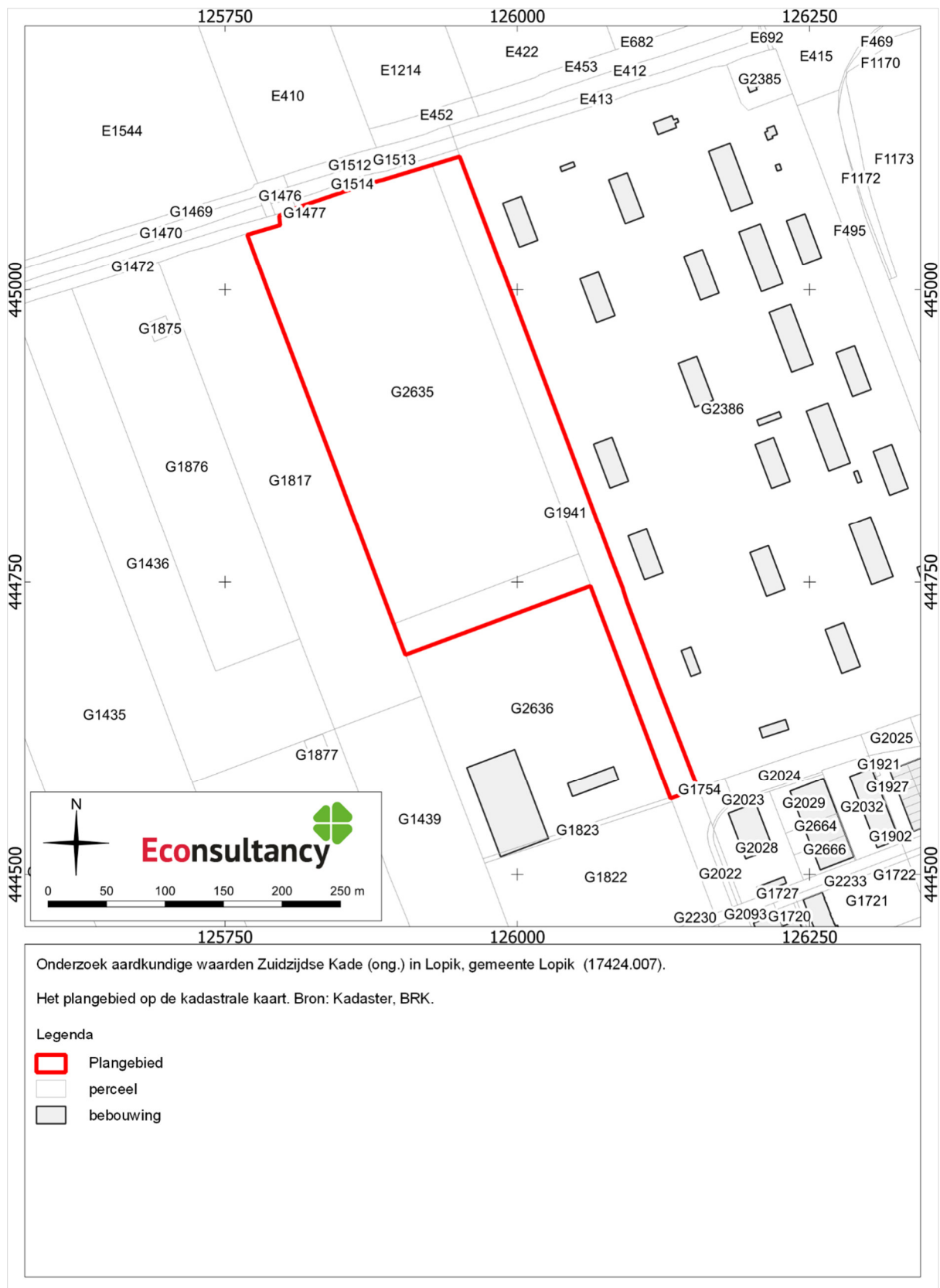
- Kadaster, Basisregistratie Kadaster (BRK), s.d.: 'Kadastrale Kaart v4 WFS'. Beschikbaar op: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/ff9315c8-f25a-4d01-9245-5cf058314ebf> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).
- Kadaster, Basisregistratie Topografie (BRT), s.d.: *TOP25raster*. Beschikbaar op: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/44061dee-c6cf-4a94-8513-7370867ad32e>.
- Kadaster, Landelijke Voorziening Beeldmateriaal, 2021: 'Luchtfoto Beeldmateriaal / PDOK RGB 25cm en 7,5cm WMTS'. Beschikbaar op: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/c82a783a-9a58-4761-a809-b4c5d90dcd35>.
- Kadastrale kaart (1811 - 1832)*, s.d.: *Beeldbank Cultureel Erfgoed*. Beschikbaar op: beeldbank.cultureelerfgoed.nl (Geraadpleegd: 1 januari 1900).
- Koomen, A.J.M., R.W. de Waal & H.P. Wolfert, 1998: 'Aardkundige waarden. Toepassingen van het LKN-bestand GEOMORF.', *Landschap: tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde*, (15), pp. 33–42.
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, 2004: 'Geomorfologische Kaart Nederland (GKN); Achtergronddocument bij het landsdekende digitale bestand.' Alterra.
- Maas, G.J. & H.P. Wolfert, 1997: *Aardkundige waarden in Nederland; signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart*. DLO-Staring Centrum, Wageningen. Beschikbaar op: <https://ede-pot.wur.nl/347870>.
- Mulder, E.F. de, e.a., 2003: *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhof, Groningen/Houten.
- PDOK/Rijkswaterstaat, 2018: *Actueel Hoogtebestand Nederland 3 WCS*. Beschikbaar op: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search;jsessionid=46C4686376C42712F153C906C9BEB9CD#/metadata/bfcc588f-9393-4c70-b989-d9e92ac2f493> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).
- Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie 2013-2028 Provincie Utrecht (Herijking 2016)*, 2017: . Beschikbaar op: https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2020-03/prs_2013-2028_herijking_2016.pdf.
- Provinciale Ruimtelijke Verordening 2013 Provincie Utrecht (Herijking 2016)*, 2017: . Beschikbaar op: https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2020-03/prv_2013_herijking_2016.pdf (Geraadpleegd: 23 juni 2023).
- Stouthamer, E., K.M. Cohen & W.Z. Hoek, 2015: *De vorming van het land: inleiding in de geologie en de geomorfologie*. Perspectief Uitgevers, Utrecht.
- Topotijdreis: 200 jaar topografische kaarten*, s.d.: *Topotijdreis*. Beschikbaar op: <https://www.topotijdreis.nl> (Geraadpleegd: 1 januari 1900).
- Vos, P. & S. de Vries, 2013: *2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0)*. Deltares, Utrecht.
- Wullink, A.J., 2022: *Archeologisch vooronderzoek Zuidzijdse Kade (ong.) in Lopik, gemeente Lopik*. (Econsultancy-rapport 17424.002). Rotterdam.

KAARTEN

Kaart 1. Het plangebied op een topografische kaart



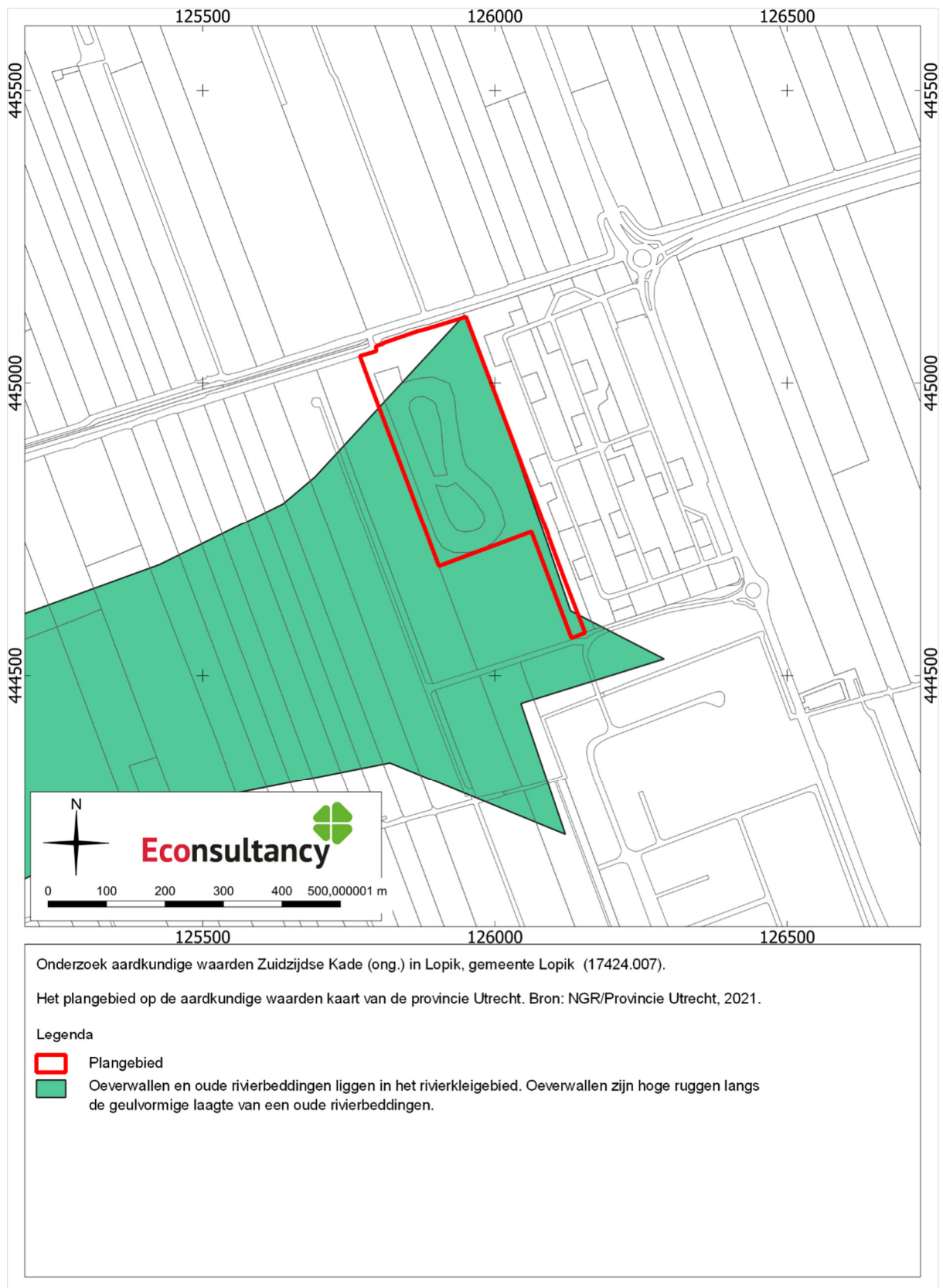
Kaart 2. Het plangebied op de kadastrale kaart



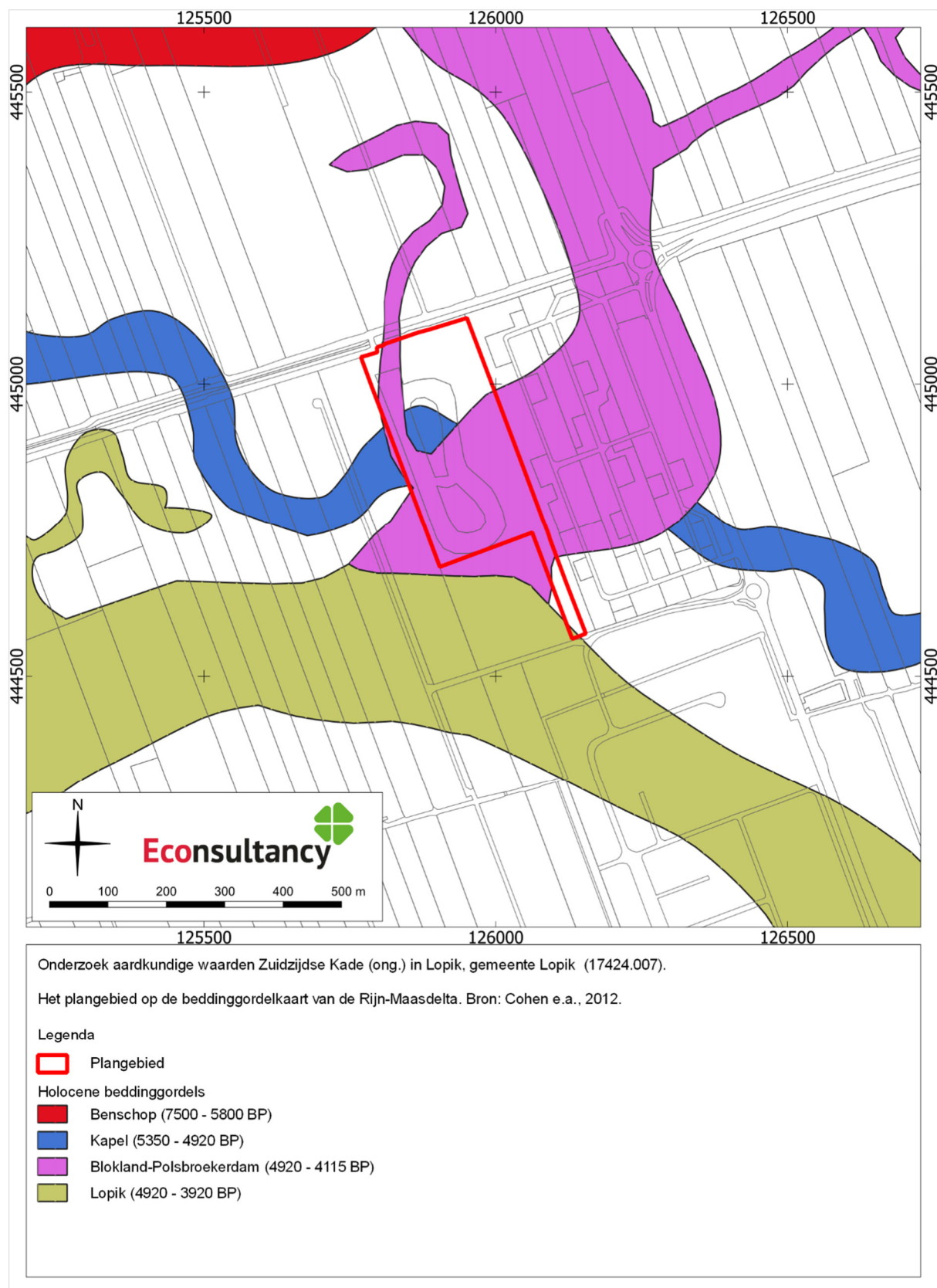
Kaart 3. Het plangebied op een luchtfoto



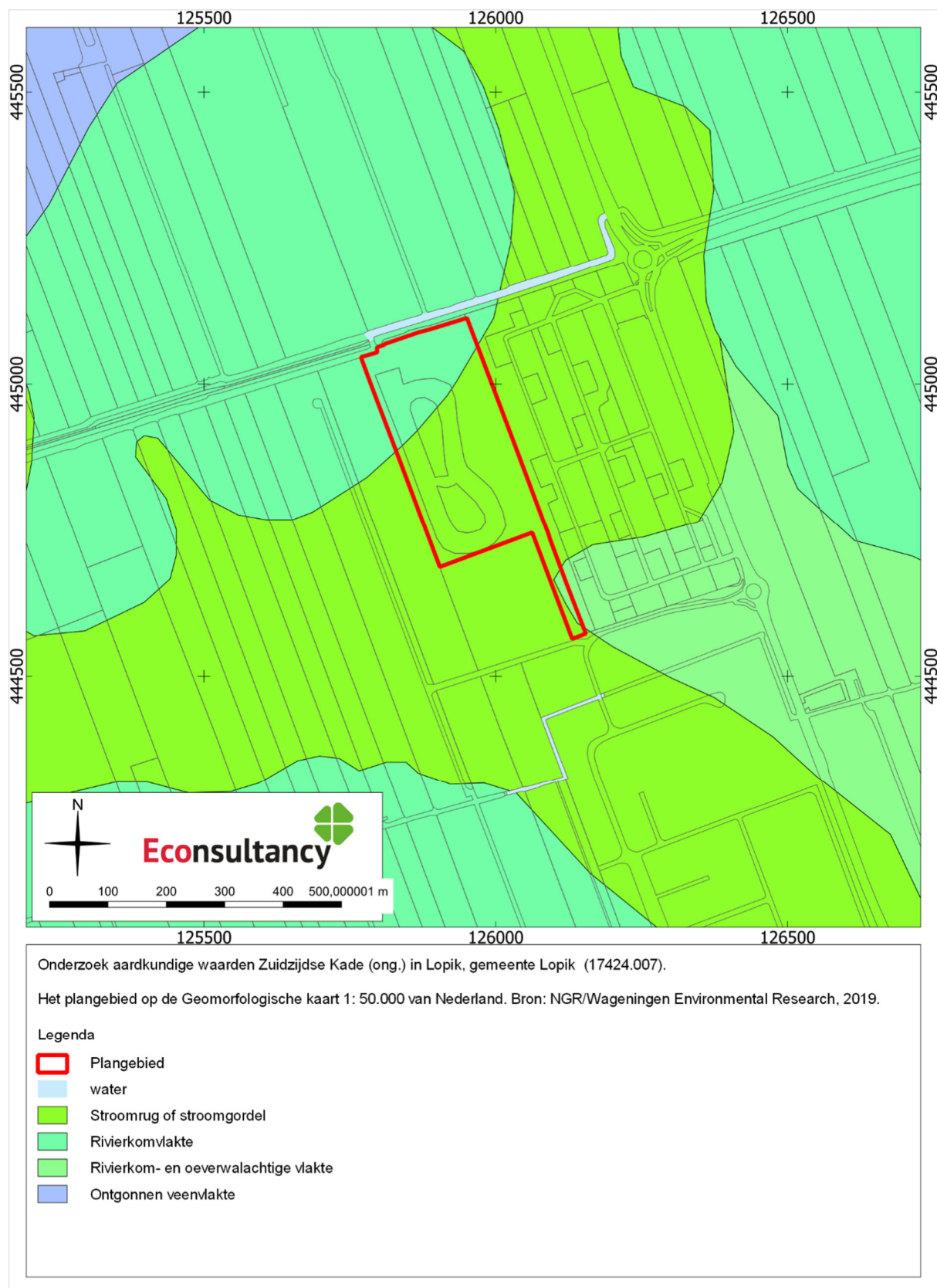
Kaart 4. Het plangebied op de aardkundige waardenkaart van de provincie



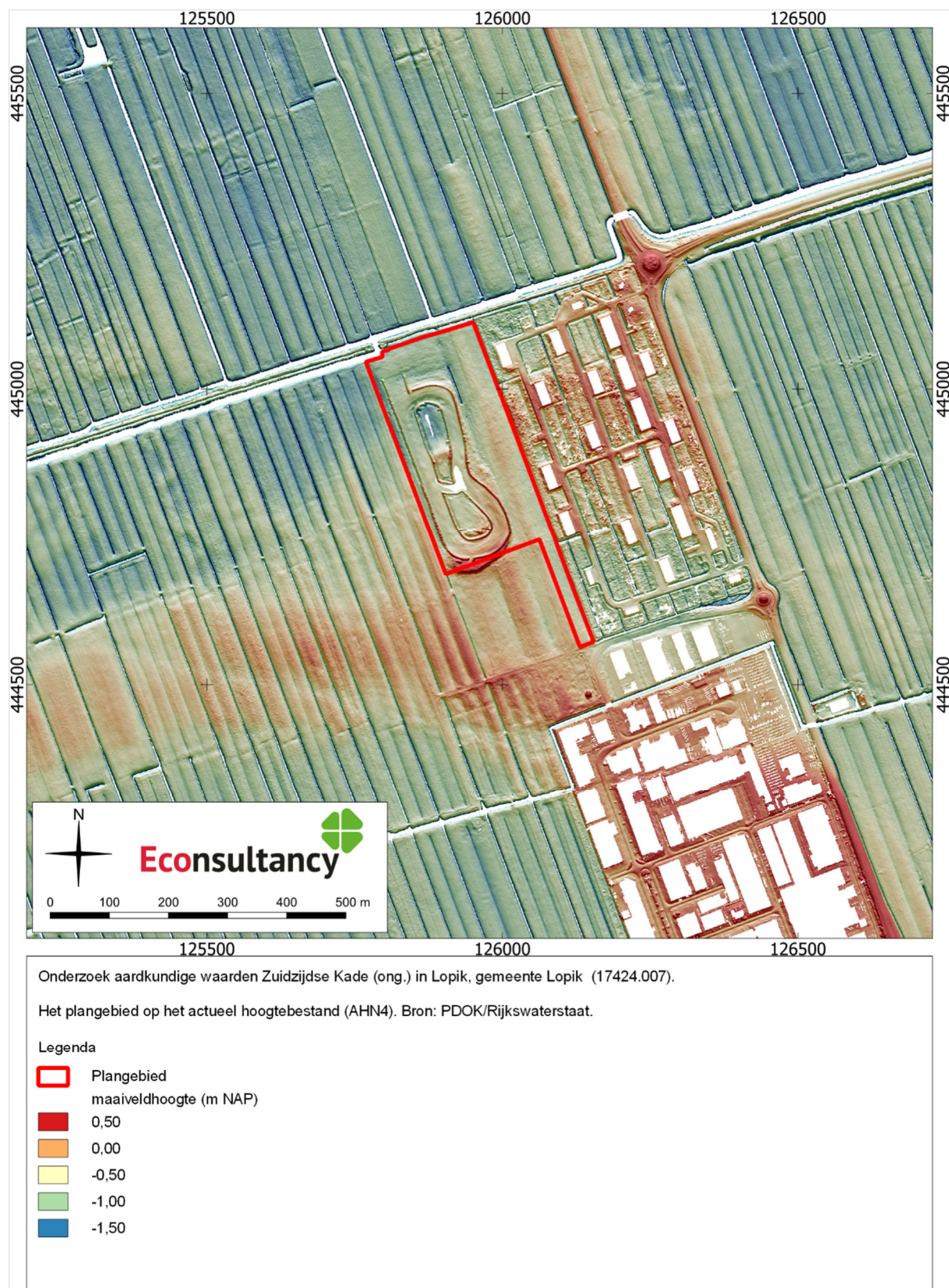
Kaart 5. Het plangebied op de beddinggordelkaart van de Rijn-Maasdelta



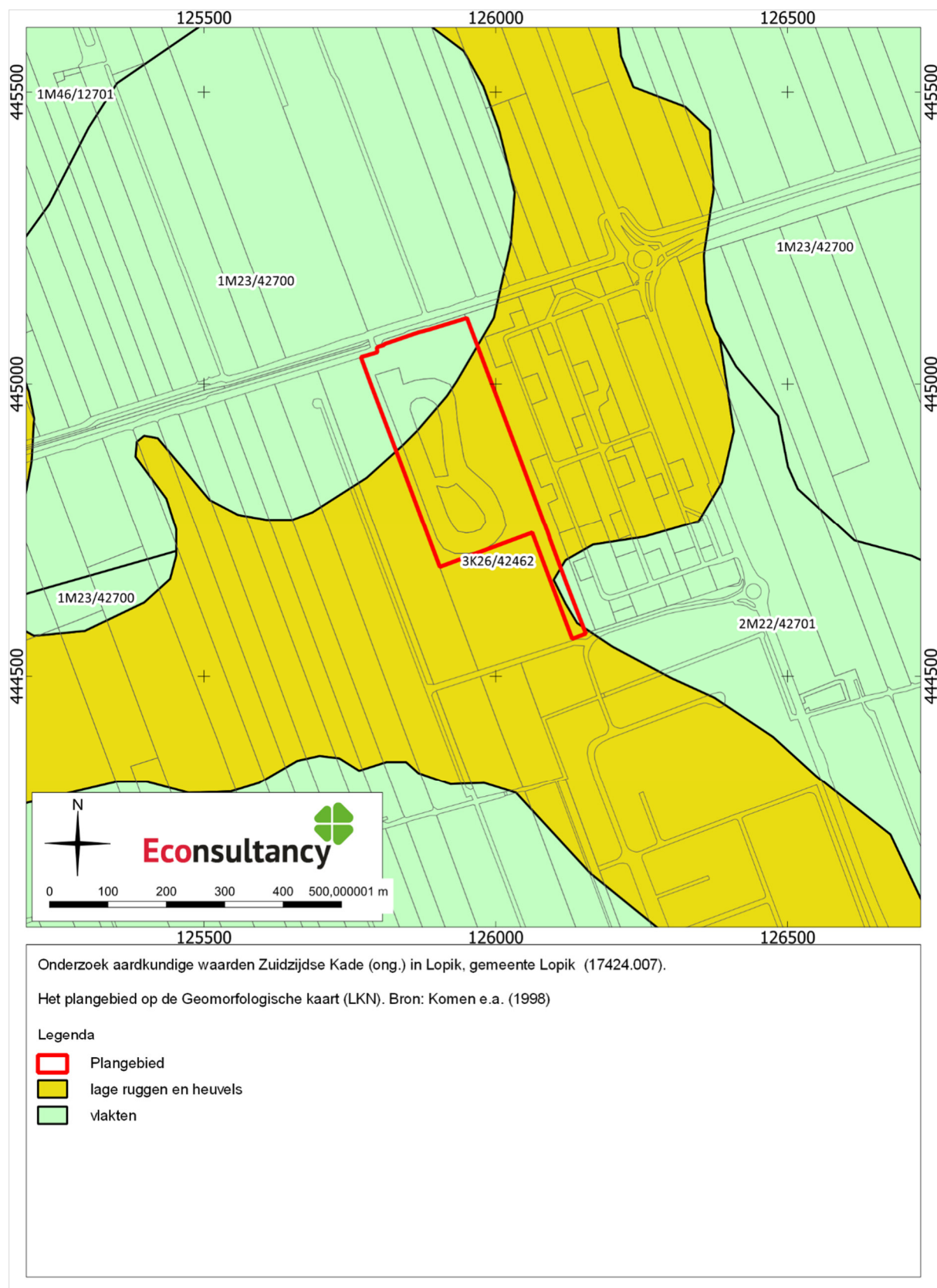
Kaart 6. Het plangebied op geomorfologische kaart (BRO)



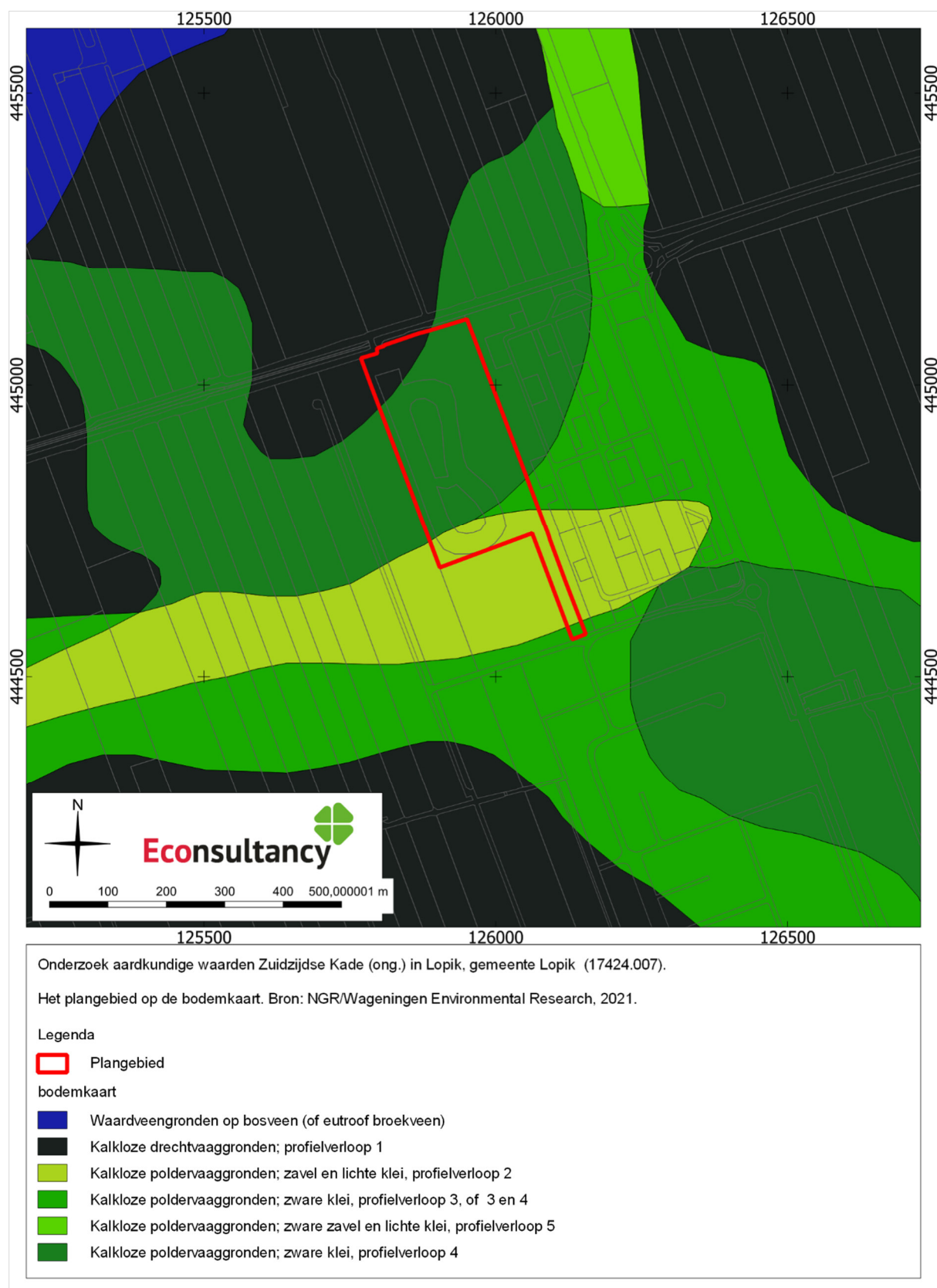
Kaart 7. Het plangebied op het AHN



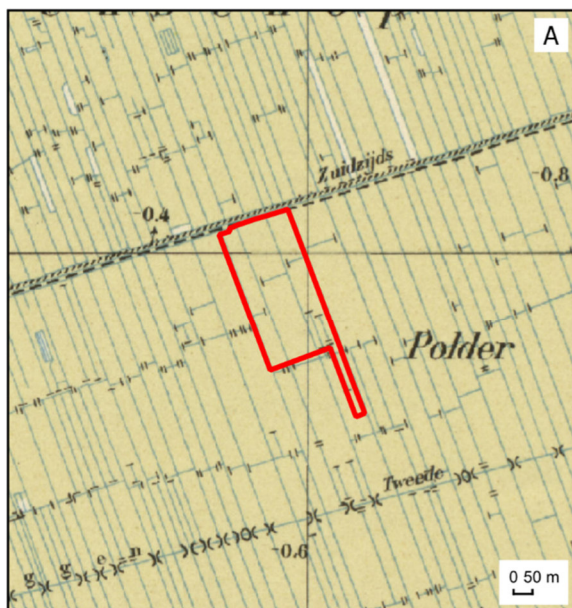
Kaart 8. Het plangebied op de geomorfologische kaart (LKN)



Kaart 9. Het plangebied op de bodemkaart



Kaart 10. Het plangebied op historische kaarten



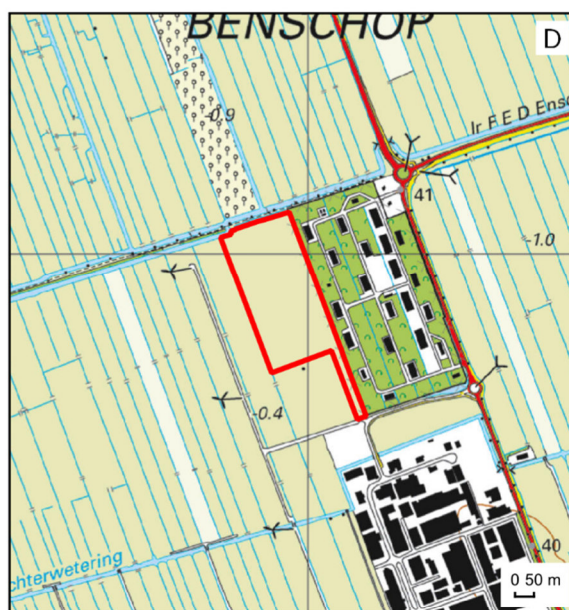
Situatie circa 1955. Bron: Topotijdreis.



Situatie circa 1970. Bron: Topotijdreis.



Situatie circa 1990. Bron: Topotijdreis.



Situatie circa 2010. Bron: Topotijdreis.

Onderzoek aardkundige waarden Zuidzijdse Kade (ong.) in Lopik, gemeente Lopik (17424.007).

Legenda

Plangebied

BIJLAGEN

Bijlage 1. Overzicht geologische en archeologische tijdvakken

Ouderdom in jaren	Chronostratigrafie					MIS	Lithostratigrafie					
11.755 12.745 13.675 14.025 15.700 29.000 50.000 75.000 115.000 130.000 370.000 410.000 475.000 850.000 2 600 000	Kwartair	Laat	Holoceen					1	Formaties: Naaldwijk (marien), Nieuwkoop (veen), Echteld (fluviaal)			Formatie van Beegden
			Weichselien (ijstijd)	Laat-Weichselien (Laat-Glaciaal)	Late Dryas (koud)	2	Formatie van Kreftenheye					
					Allerød (warm)							
					Vroege Dryas (koud)							
					Bølling (warm)							
					Laat-Pleniglaciaal							
				Midden-Weichselien (Pleniglaciaal)	Midden-Pleniglaciaal	3						
					Vroeg-Pleniglaciaal	4						
					Vroeg-Weichselien (Vroeg-Glaciaal)					5a		
						5b						
						5c						
					5d							
		Eemien (warme periode)		5e	Eem Formatie							
						Formatie van Drente						
		Midden	Midden	Saalien (ijstijd)					6	Formatie van Urk		
				Holsteinien (warme periode)								
				Elsterien (ijstijd)								
				Cromerien (warme periode)						Formatie van Sterksel		
				Pre-Cromerien								
				Vroeg	Vroeg							

Cal. jaren v/n Chr.	¹⁴ C jaren	Chronostratigrafie		Pollen zones	Vegetatie	Archeologische perioden	
1950	0	Laat	Subatlanticum koeler vochtiger	Vb2	Loofbos eik en hazelaar overheersen haagbeuk veel cultuurplanten rogge, boekweit, korenbloem	Nieuwe tijd	
1500				Vb1		Middeleeuwen	
450				Va		Romeinse tijd	
0	12					IJzertijd	
800	815	Holoceen	Subboreaal koeler droger	IVb	Loofbos eik en hazelaar overheersen beuk>1% invloed landbouw (granen)	Bronstijd	
2000	2650			IVa			
3755	5000					Neolithicum	
4900		Midden	Atlanticum warm vochtig	III	Loofbos eik, els en hazelaar overheersen in zuiden speelt linde een grote rol		
5300							
7020	8000						
8240	9000	Vroeg	Boreaal warmer	II	den overheerst hazelaar, eik, iep, linde, es	Mesolithicum	
8800			Preboreaal warmer	I	eerst berk en later den overheersend		
11.755	10.150	Laat-Pleistoceen Weichselien (ijstijd)	Laat-Weichselien (Laat-Glaciaal)	Late Dryas	LW III	parklandschap	
12.745	10.800			Allerød	LW II		dennen- en berkenbossen
13.675	11.800			Vroege Dryas	LW I		open parklandschap
14.025	12.000			Bølling			open vegetatie met kruiden en berkenbomen
15.700	13.000		Midden-Weichselien (Pleniglaciaal)			perioden met een poolwoestijn en perioden met een toendra	
35.000							
75.000			Vroeg-Weichselien (Vroeg-Glaciaal)			perioden met bos en perioden met een subarctisch open landschap	
115.000							
130.000		Eemien (warme periode)			loofbos	Midden-Paleolithicum	
300.000		Midden-Pleistoceen	Saalien (ijstijd)				
						Vroeg-Paleolithicum	

Chronostratigrafie voor Noordwest-Europa volgens Zagwijn (1974), Vandenberghe (1985) en De Mulder *et al.* (2003). Lithostratigrafie volgens De Mulder *et al.* (2003). Mariene isotoop stadium (MIS) volgens Bassinot *et al.* (1994). Atmosferische data volgens Stuiver *et al.* (1998). Zuurstofisotoop calibratie (OxCal) versie 3.9 Bronk Ramsey (2003), toegepast op het Laat-Weichselien en het Holoceen. Archeologische periode-indeling en ouderdom volgens de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB). Vegetatie bewerkt volgens Berendsen (2000). Pollenzones volgens P. Vos & P. Kiden (2005).

Bijlage 2. Morfocomplexen en morfopatronen in Nederland



Ligging van de morfopatronen (nummers) en morfocomplexen (kleuren) in Nederland. Bron: Maas en Wolfert (1997)

Lijst met alle morfocomplexen en bijbehorende morfopatronen van Nederland

1. Morfocomplex Waddengebied

- 1.1. Kustduinen
- 1.2. Waddenzee
- 1.3. Stuwwal

2. Morfocomplex IJsselmeergebied

- 2.1. Polder
- 2.2. Buitendijkse gronden

3. Morfocomplex Fries-Gronings zeekleigebied

- 3.1. Kwelderwallen
- 3.2. Zeeboezems
- 3.3. Getijdenvlakte

4. Morfocomplex Kop van Noord-Holland

- 4.1. Stuwwal
- 4.2. Strandwallen
- 4.3. Kreekkruggen
- 4.4. Getijdenvlakte
- 4.5. Kustoverslagwaaier
- 4.6. Kustduinen

5. Morfocomplex Zuidwest-Nederland

- 5.1. Dekzandvlakte met ruggen en kreken
- 5.2. Kustduinen met vlakten en laagten
- 5.3. Getijdenvlakte met enig reliëf en kreekkruggen (Oudland)
- 5.4. Getijdenvlakte al dan niet met kreken (Nieuwland)
- 5.5. Getijdenvlakte met getijde rivieren en oeverwallen en kreekkruggen
- 5.6. Buitendijkse gronden (incl. zoetwaterbinnendelta)
- 5.7. Strandvlakte

6. Morfocomplex Noord-Nederlands veengebied

- 6.1. Veengebied
- 6.2. Veenpoldergebied

7. Morfocomplex West-Nederlands laagveenlandschap

- 7.1. Droogmakerijen
- 7.2. Veengebied
- 7.3. Rivierengebied
- 7.4. Strandwallen
- 7.5. Kustduinen
- 7.6. Getijdenvlakten met enig reliëf en kreekkruggen

8. Morfocomplex Grote rivierengebied

- 8.1. Terrasvlakte met rivierduinen
- 8.2. Rivieroeverwal- en kommen
- 8.3. Uiterwaarden
- 8.4. Rivierdelta

9. Morfocomplex Fries-Drents plateau en Gaasterland

- 9.1. Stuwwallen
- 9.2. Hondsrug
- 9.3. Grondmorene- en dekzandvlakte
- 9.4. Veengebied

10. Morfocomplex Gooi, Utrechtse Heuvelrug, Veluwe, Rijk van Nijmegen, en Montferland

- 10.1. Stuwwallen
- 10.2. Smeltwaterwaaiergebied
- 10.3. Smeltwaterterras
- 10.4. Sneeuwsmeltwatervlakte
- 10.5. Gordeldekzand- en stuifzandgebied

11. Morfocomplex Sallands-Twents heuvelland

- 11.1. Stuwwallen oost
- 11.2. Stuwwallen west
- 11.3. Grondmorenevlakte met stuwwallen en dekzanden
- 11.4. Laagte van Goor
- 11.5. Bekken van Hengelo
- 11.6. Bekken van Dinkel
- 11.7. Veenvlakte

12. Morfocomplex Winterswijk plateau

- 12.1. Terrasresten
- 12.2. Vereffeningsvlakte
- 12.3. Daldekzandvlakte

13. Morfocomplex Veenkoloniaal gebied en Westerwolde

- 13.1. Stuwwallen
- 13.2. Dekzandgebied
- 13.3. Veenontginningsgebied
- 13.4. Veengebied

14. Morfocomplex IJsselvallei en Vecht-oerstroombdal

- 14.1. Dekzandruggengebied
- 14.2. Dekzandkoppengebied
- 14.3. Dekzandvlakte
- 14.4. Rivierdalvlakte
- 14.5. Veenvlakte

15. Morfocomplex Gelderse Vallei

- 15.1. Dekzandvlakte, -welingen met lage ruggen
- 15.2. Dekzandvlakte met lage ruggen en dalen
- 15.3. Dekzandvlakte met langgerekte ruggen
- 15.4. Dekzandvlakte met lage en hoge ruggen
- 15.5. Overspoelde veenvlakte

16. Morfocomplex West-Brabant

- 16.1. Terrasrestwelvingen met terrasrestheuvels
- 16.2. Terraswelvingen met dekzandplateaus
- 16.3. Terraswelvingen met dekzandruggen
- 16.4. Dekzandwelvingen
- 16.5. Hoge terrasrestheuvels
- 16.6. Stuifzandgebied

17. Morfocomplex Midden-Brabant

- 17.1. Dekzandwelvingen met vlakten
- 17.2. Dekzandvlakten met welvingen en ruggen
- 17.3. Dekzandwelvingen
- 17.4. Dekzandwelvingen met ruggen en vlakten
- 17.5. Dekzandvlakte met veen
- 17.6. Dekzandruggen met vlakten en welvingen
- 17.7. Dekzandvlakten met welvingen

18. Morfocomplex Oost-Brabant

- 18.1. Horstplateau
- 18.2. Horstplateau met dekzand
- 18.3. Dekzandvlakte met veen

19. Morfocomplex Noord- en Midden-Limburg

- 19.1. Terrasvlakte met verwilderd rivierpatroon
- 19.2. Terrassen
- 19.3. Plateauterrassen

20. Morfocomplex Zuid-Limburg

- 20.1. Schiervlakterest
- 20.2. Eiland van Ubach
- 20.3. Eiland van Nieuwhagen
- 20.4. Bekken van Heerlen
- 20.5. Terrassen Oost-Maas
- 20.6. Terrassen West-Maas
- 20.7. Terrassen Maas (jong)

Bijlage 3. Klassenindeling selectiecriteria en aardkundig eindoordeel

Criterium geogenetische kenmerkendheid

Het criterium geogenetische kenmerkendheid is gebaseerd op de oorsprong en het oppervlak dat een morfo-element inneemt binnen het morfopatroom. Een morfo-element met een antropogene oorsprong (bijvoorbeeld groeves of opgespoten terreinen) worden als niet geogenetische kenmerkend geclassificeerd. Morfo-elementen met een natuurlijke oorsprong zijn geogenetisch kenmerkend als ze < 25% van het oppervlak van het morfopatroom innemen of geogenetisch zeer kenmerkend als ze een oppervlak innemen dat $\geq 25\%$ van het oppervlak van het morfopatroom (tabel 1).

Tabel 1. Klassenindeling criterium geogenetische kenmerkendheid

Oorsprong en oppervlak (%) morfo-element binnen morfopatroom	Klasse	Waardering
Antropogene oorsprong, oppervlak n.v.t.	Niet geogenetische kenmerkend	0
Natuurlijke oorsprong, oppervlak < 25%	Geogenetisch kenmerkend	1
Natuurlijke oorsprong, oppervlak $\geq 25\%$	Geogenetisch zeer kenmerkend	2

Criterium zeldzaamheid

De zeldzaamheid van een morfo-element wordt bepaald door het oppervlak dat het inneemt binnen het morfopatroom. Morfo-elementen die een oppervlak innemen > 5% van het morfopatroom worden geclassificeerd als niet zeldzaam. Morfo-elementen die 1-5 % van het oppervlak van het morfopatroom innemen worden geclassificeerd als zeldzaam en morfo-elementen die < 1% van het oppervlak van het morfopatroom innemen worden geclassificeerd als zeer zeldzaam (tabel 2).

Tabel 2. Klassenindeling criterium zeldzaamheid

Oppervlak morfo-element binnen morfopatroom (%)	Klasse	Waardering
> 5	Niet zeldzaam	0
1 - 5	Zeldzaam	1
< 1	Zeer zeldzaam	2

Criterium gaafheid

De gaafheid van een morfo-element wordt bepaald op basis van de verzamelde gegevens tijdens het bureauonderzoek (AHN, historisch en recent landgebruik) en de veldverkenning. Hierin worden drie klassen onderscheiden (tabel 3).

Tabel 3. **Klassenindeling criterium gaafheid**

<i>Klasse</i>	<i>Waardering</i>
Ernstig aangetast	0
Tamelijk gaaf	1
Gaaf	2

Criterium aanwezigheid actieve processen

De waardering op basis van het criterium ‘aanwezigheid actieve processen’ is gebaseerd op het voorkomen en de oorsprong van actieve processen. Een morfo-element waarin geen actieve processen aanwezig zijn of waarbinnen processen aanwezig zijn die (recentelijk) door de mens bewust of onbewust in gang zijn gezet, worden krijgen waardering 0. Een actief proces dat door de mens in het verleden in gang is gezet en al heeft bijgedragen aan de vorming van het morfo-element krijg waardering 1. Een morfo-element waarbinnen een actief proces aanwezig is met een natuurlijke oorsprong krijgt waardering 2.

Tabel 4. **Klassenindeling criterium aanwezigheid actieve processen**

<i>Klasse</i>	<i>Waardering</i>
Geen actieve processen aanwezig of actief proces dat (recentelijk) (on)bewust door de mens in gang is gezet	0
Actief proces dat in het verleden door de mens onbewust in gang is gezet	1
Actief proces dat een natuurlijke oorsprong heeft	2

Criterium samenhang met andere morfo-elementen

Het criterium ‘samenhang met andere morfo-elementen’ is gebaseerd op het aantal verschillende geogenetisch (zeer) kenmerkende morfo-elementen dat binnen het plangebied aanwezig is (Tabel 5). Hoe meer verschillende geogenetisch (zeer) kenmerkende morfo-elementen er binnen het plangebied aanwezig zijn, hoe meer informatie het gebied geeft over de geogenese van het morfopatroom.

Tabel 5. **Klassenindeling criterium samenhang**

<i>Klasse</i>	<i>Waardering</i>
Binnen het plangebied bevinden zich 1 of 2 geogenetisch (zeer) kenmerkende morfo-elementen	0
Binnen het plangebied bevinden zich 3 geogenetisch (zeer) kenmerkende morfo-elementen.	1
Binnen het plangebied bevinden zich 4 of meer geogenetisch (zeer) kenmerkende morfo-elementen.	2

Aardkundig waardeoordeel

Het aardkundig waardeoordeel wordt gevormd door de sommatie van de waarderingen op basis van de afzonderlijke criteria. De eindwaardering en het bijbehorende aardkundige waardeoordeel wordt gegeven in tabel 6.

Tabel 6. aardkundige waardeoordeel

<i>Eindwaardering</i>	<i>Aardkundig waardeoordeel</i>
0	Niet waardevol
1-3	Weinig waardevol
4-5	Matig waardevol
6-7	Waardevol
8-9	Zeer waardevol

