



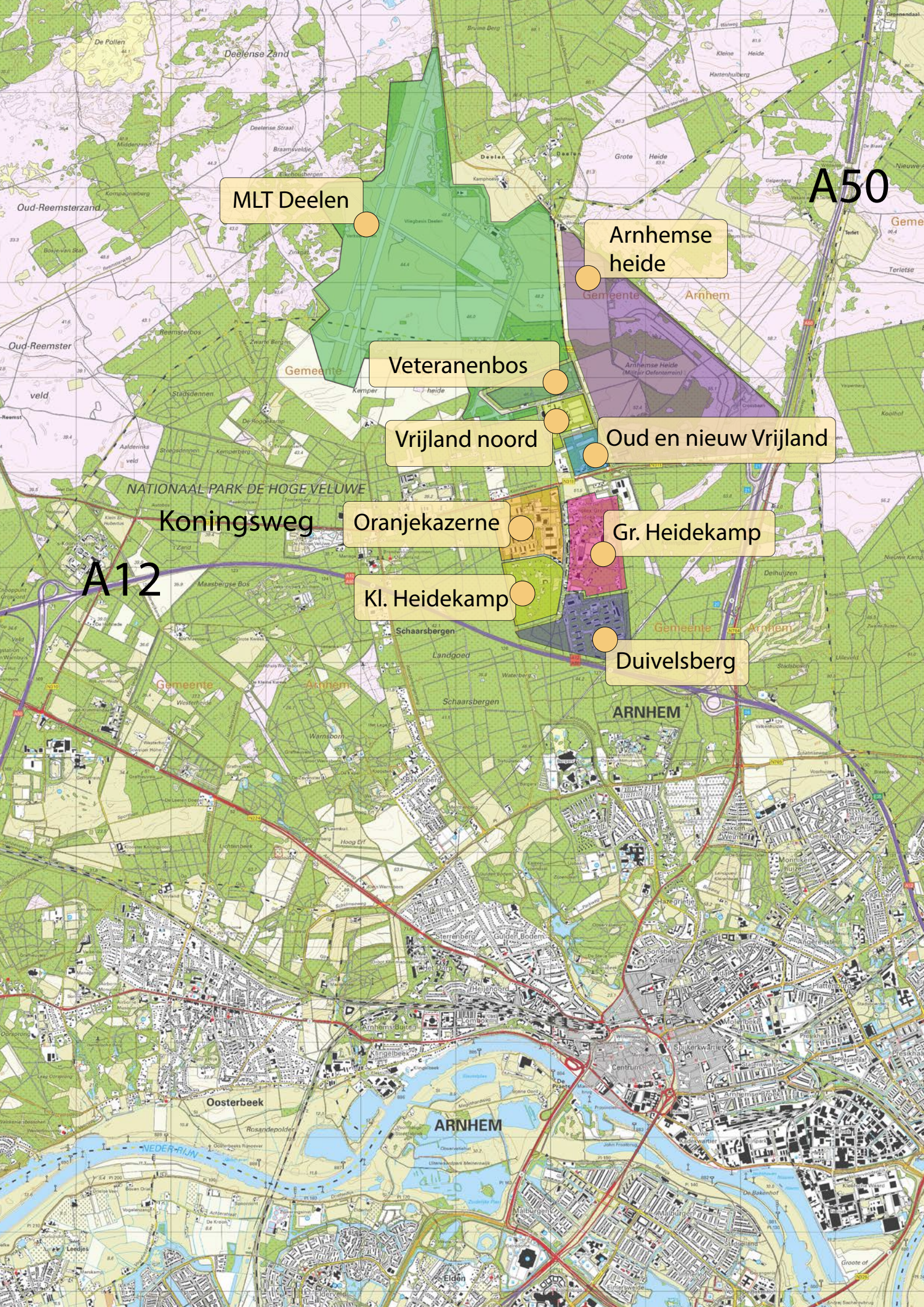
Gebiedsgenese Schaarsbergen

V08



Inhoud

1. Waarom dit rapport?	5
2. Wat is een gebiedsgenese?	7
3. Wat heb je aan een genese?	9
4. Hoe ziet de gebiedsgenese Schaarsbergen uit?	11
5. Welke klimaateffecten spelen hier?	19
6. Wat zijn de ontwikkelprincipes voor Schaarsbergen?	21
7. Wat is de expertversie?	23
8. Hoe heeft het gebied zich ontwikkeld?	27



MLT Deelen

A50

Arnhemse heide

Veteranenbos

Vrijland noord

Oud en nieuw Vrijland

Koningsweg

Oranjekazerne

Gr. Heidekamp

A12

Kl. Heidekamp

Duivelsberg

NATIONAAL PARK DE HOGE VELUWE

ARNHEM

ARNHEM

NEDER-RIJN

Oosterbeek

Centrum

Elden

Groote of

1. Waarom dit rapport?

Kazerneterrein Schaarsbergen is gelegen op de Veluwe ten noorden van de stad Arnhem. Ze ligt in de oksel van de A12 en de A50 en wordt doorsneden door de Koningsweg.

Ten zuiden van de Koningsweg zijn de meest bebouwde complexen gelegen: Oranjekazerne, Duivelsberg en Klein- en Groot Heidekamp. Ten noorden van de Koningsweg is het vliegveld Deelen gesitueerd, net als oefenterrein Arnhemse Heide, Vrijland Noord, het Veteranenbos én Oud en Nieuw Vrijland.

De ruimtelijke opzet van het geheel en de kwaliteit van veel bebouwingen voldoen niet meer aan de huidige eisen op het gebied van gebruik, duurzaamheid en aanzien.

SVP

In 2019 is door Defensie het Strategisch Vastgoed Plan vastgesteld. Onderdeel daarvan is het Revitaliseringsprogramma waarin de 27 belangrijkste clusters van Defensie in de komende 10-20 jaar worden gerevitaliseerd. Cluster Schaarsbergen zit in de eerste tranche en de voorbereiding is in 2020 gestart. Echter gaandeweg bleek dat door de aanwezigheid van relatief veel rijksmonumenten op het terrein de doelstellingen van het SVP niet optimaal kunnen worden ingevuld.

Daarom wordt op dit moment onderzocht of het mogelijk is om de complexen ten zuiden van de Koningsweg af te stoten, en de functies onder te brengen in een nieuwe kazerne ten noorden van de Koningsweg.

Gebiedsgenese

RVB wil het natuurlijke systeem van bodem, water en natuur als onderlegger van het planproces gebruiken. Een gebiedsgenese is hiervoor een hulpmiddel. Ze is een belangrijke tool in de AlliantieBenadering, een methode voor ruimtelijke systeemplanning (www.alliantiebenadering.nl).

laag 1: topografie

Tussenlaag: leeflaag
(niet in genese)

lagen 2 en 3: natuurlijke
landschappen en vegetaties

lagen 4 en 5: ondergrond tot
30 meter en grondwater/ kwel

Diepe ondergrond vanaf
30 meter (niet in genese)



2. Wat is een gebiedsgenese?

Het woord 'genese' betekent ontwikkeling. De genese wil laten zien hoe een stad of gebied zich vanaf historische tijden heeft ontwikkeld in haar relatie met het natuurlijke systeem.

Dit is in de praktijk niet gemakkelijk. De informatie over het natuurlijke systeem is immers verspreid over vele organisaties, websites, onderzoeken en rapporten. Met de gebiedsgenese wordt die informatie daarom samengevat en geïntegreerd voor gebruik op strategisch planniveau.

Gelaagdheid

We onderscheiden 5 lagen, waarvan er 3 in de genese zijn opgenomen. Voor deze uitleg maken we gebruik van de stadsgeneses van Harderwijk.

1. Topografie
2. Natuurlijke landschappen
3. Vegetaties
4. Ondergrond tot aan 30 meter,
5. Grondwater, kwel en infiltratie

De leeflaag en de diepe ondergrond worden niet in de genese opgenomen.

Projectie

De genese is een 'orthogonale projectie'. Dit betekent dat de bovengrond loodrecht wordt gevisualiseerd. Door middel van de diepteprofielen wordt de derde dimensie gesuggereerd. Voordeel hiervan is dat gewone kaarten 'op de genese kunnen worden geprojecteerd. Dit is heel handig bij kaartanalyses.

Twee versies

Strategische versie

In de strategische versie zijn de verschillende onderdelen van de genese vanwege de overdracht apart beschreven en indicatief gevisualiseerd.

Expertversie

Deze beschrijving doet te weinig recht aan de integraliteit en samenhang tussen deze onderdelen. In de expertversie is daarom een integrale beschrijving opgenomen, waarin de samenhang van de onderdelen is uitgewerkt.



genese bevordert samenwerking, impressie werksessie Schaarsbergen juni 2021

3. Wat heb je aan een genese?

De genese geeft inzicht in het natuurlijke systeem als geheel, en maakt het mogelijk dat dit systeeminzicht in planprocessen benut wordt.

Dit gebruik kent onder andere deze aspecten:

1. Rekening houden met de aard en kenmerken van de ondergrond ter plekke, bij bijvoorbeeld bouwen en klimaatadaptatie. Veel natuurbeleid is gebaseerd op de verbinding van bossen en natuurgebieden, de kansen van het onderliggende natuurlijk systeem spelen een ondergeschikte rol. Hierdoor vallen de feitelijke natuurwaarden vaak veel lager uit dan mogelijk. Wateroverlast door regenval kan op een zandgrond vaak bestreden worden door infiltratie in de ondergrond, in een veen- of kleigebied kan vaak beter worden ingezet op berging of afvoer.
2. Bevorderen van de dynamiek van het natuurlijk systeem, dat immers sterk afhankelijk is van het specifieke landschap. In het huidige kazerneterrein is bijvoorbeeld bebouwing aanwezig in een droogdal, waarmee de natuurlijke afvoer van water wordt gedwarsboomd. Met een genese kan dit soort keuzen anders uitvallen.
3. Benutten van kansen of oplossen van knelpunten in de omgeving. Wateroverlast in Arnhem kan verminderd worden door het water bovenstrooms te bergen. Op zandverstuivingen is geen vegetatie aanwezig, ze kunnen gebruikt worden als bufferzone met droge bosgebieden die een hoog risico hebben op natuurbrand.
4. Koppelen van ruimtelijke opgaven, het natuurlijk systeem vormt een logische onderlegger om doelen te verbinden. Een voorbeeld is het koppelen van gezondheid aan beleving en beeldkwaliteit. Fietspaden op de flanken van de Veluwe nodigen uit tot bewegen. Op uitzichtpunten heb je uitzicht en extra beleving, dit kan leiden tot gesprekken en ontmoetingen.
5. Ook bij het situeren van bebouwingen kan een genese bepalend zijn, ze kunnen een natuurlijk systeem frustreren als ze op een 'zenuwbaan' van een natuurlijk systeem worden gerealiseerd. Een voorbeeld zijn enkele gebouwen op Schaarsbergen, die in een droog dal zijn gebouwd. Hierdoor verhinderen ze de natuurlijke afstroom van water.

Een genese heeft een indicatief en agenderend karakter, deels gebaseerd op nationale datasets en modelberekeningen. Bij een concreet project is altijd detailonderzoek noodzakelijk! De expertversie voor Schaarsbergen is hiervoor een voorbeeld.

Topografie



4. Hoe ziet de gebiedsgenese Schaarsbergen uit?

In dit hoofdstuk wordt de strategische gebiedsgenese van Schaarsbergen toegelicht. De laag 3 met vegetaties kan beter worden begrepen, nadat inzicht is gegeven in ondergrond en grondwater. Daarom wordt deze laag als laatste beschreven.

Laag 1: Topografie

De gebiedsgenese van Arnhem betreft het gebied vanaf vliegveld Deelen tot aan de Nederrijn. In dit hoofdstuk wordt de gebiedsgenese uitgelegd aan de hand van enkele elkaar opvolgende tekeningen.

Schaal

Op de eerste kaart is een topografische kaart opgenomen, ter herkenning van het gekozen gebied. Aan de zuidzijde heeft het gebied een breedte van ca 6 kilometer.

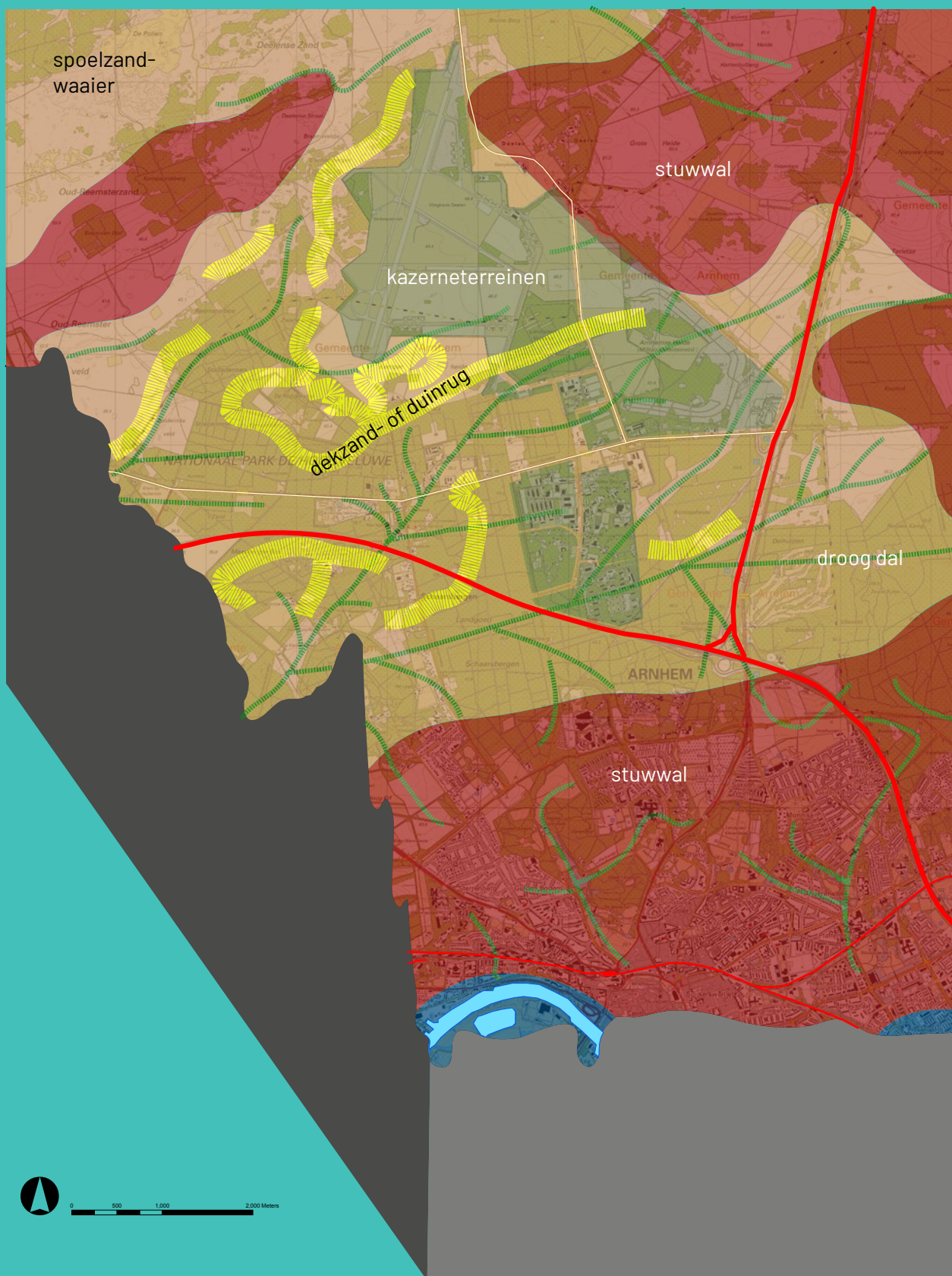
De ondergrond is met grijze vlakken aangeduid. De diepte is sterk vergroot weergegeven, en varieert van 25 tot 80 meter.

Foto's

Via deze link vindt u een google earth ondergrond, met een groot aantal terreinfoto's.

<https://earth.google.com/earth/d/1tvIKeo5bYD514b-qrug-8yJnsTNK1urzv?usp=sharing>

Natuurlijke landschappen



Laag 2: Natuurlijke landschappen

Kazerneterrein Schaarsbergen ligt op de Veluwe in het landschapstype 'stuwwal'. Aan de zuidzijde van de genese is nog net een deel van het Riviereengebied te zien.

De tweede tekening toont de vier belangrijkste eenheden binnen het stuwwallandschap:

Stuwwal

De stuwwal manifesteert zich als hoger gelegen gebieden aan de randen van het gebied, ze reiken tot ca. 100 m +NAP hoog. De bodem bestaat uit droge zandgronden, met klei- en leemlagen erin.

Ontstaan: Het stuwwallandschap Zuid-Veluwe heeft zijn vorm gekregen vanaf de voorlaatste ijstijd. Onder het gewicht van vanuit het noorden oprukkende landijstongen werd de ondergrond in verschillende richtingen opgedrukt.

Spoelzandwaaier

Het gebied ligt grotendeels in de spoelzandwaaier, een komvormige laagte in de Zuid- Veluwe. De bodem bestaat uit arm en droog grof zand. Klei en leemlagen ontbreken hier. De waaier loopt van oost naar west af met ongeveer 2 meter per kilometer

Ontstaan: Water stroomde tijdens het afsmelten van het landijs in grote hoeveelheden over de hellingen van de stuwwallen naar de gletsjerrivier voor het ijsfront. De kracht van het water erodeerde de stuwwallen en het verspoelde materiaal verzamelde zich in waaier van zand en grind voor het landijsfront.

Droogdalen

Als lange linten liggen droogdalen in spoelzandwaaier en stuwwal. Droogdalen op de sandr zijn breed en ondiep (3-5m). Ze hebben dezelfde bodemsamenstelling als de omgeving. Op de zuidflank van de zuidelijke Veluwezoom hebben de droogdalen een meer uitgesproken karakter. Deze dalen zijn diep ingesneden (10-15m), en later door de mens verder ingegraven voor de aanleg van sprengen.

Ontstaan: de droogdalen zijn het gevolg van erosie door sneeuwsmeltwater en kleine 'aardverschuivingen' op de stuwwalhelling.

Dekzand- of duinrug

Lage ruggen van dekzand en stuifzandduinen doorkruisen het gebied. De stuifzandduinen stuiven lokaal nog steeds.

Ontstaan: In de laatste ijstijd is van west naar oost een dunne deken van dekzand over de spoelzandwaaier afgezet en is dekzand opgestoven tot lage duinen. Stuifzandduinen zijn vanaf de middeleeuwen ontstaan door overbegrazing van de heide met schapen en maar ook intensief transport over de Veluwe met karren (karrensporen) lijkt hierop van invloed te zijn.



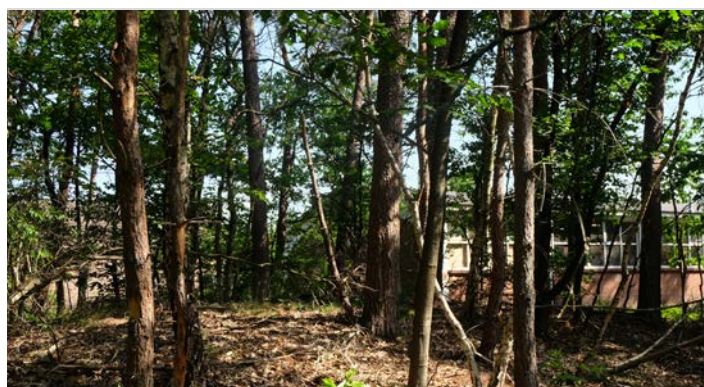
stuwwal met droge dalen (omgeving)



spoelzandwaaier, herkenbaar in de Oranjekazerne als grof zand met grind

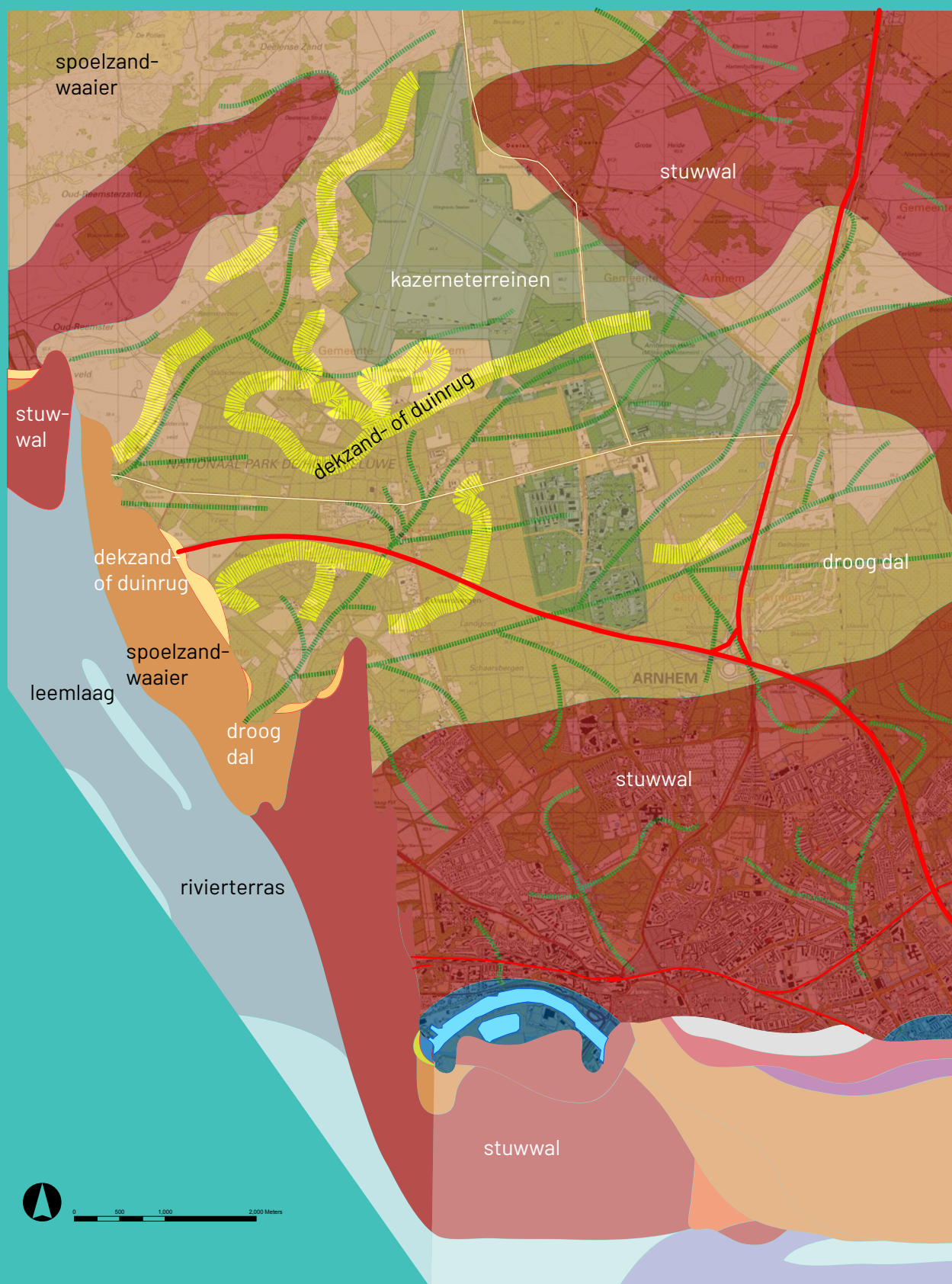


droogdal, herkenbaar als lage zone in kazerneterrein



dekzand/ duinrug

Ondergrond tot 30 meter



Laag 4: Ondergrond tot 30 meter

De eenheden van het stuwwallandschap liggen niet alleen aan de oppervlakte, maar ook in de ondergrond. Deze zijn weergegeven op de derde tekening.

Stuwwal

De zanden van de stuwwal liggen als een dik pakket onder de oppervlakte van de stuwwal. Ze bestaan grotendeels uit afwisselend fijn- en grof zand.

Spoelzandwaaier

De ondergrond van de spoelzandwaaier ligt als een halve maan onder de oppervlakte. De doorsnede laat mooi zien dat dit oorspronkelijk gevuld was met ijs, de onderzijde is de stroom- en smeltvlakte. Ze bestaat uit arm en droog zand met een relatief grove korrelgrootte.

Droogdalen

Droogdalen hebben dezelfde bodemsamenstelling als de omgeving.

Dekzand- of stuifduinen

De ondergrond van de ruggen van dekzand en stuifzand hebben een beperkte diepte, ze liggen echt als ruggen over de spoelzandwaaier heen.

Leemlagen

In de diepere ondergrond zijn klei- en leemlagen aanwezig. Ze liggen in de stuwwal, of in het nog dieper gelegen rivierterras.

Grondwater



Laag 5: grondwater

Water vormt een cruciaal onderdeel van het natuurlijke systeem.

Infiltratie

Regenwater kan goed infiltreren in de zandgronden van het stuwwallandschap. Op steile stuwwalellingen en droge dalen kan bij piekbuien wateroverlast optreden. Stuwwalellingen met löss hebben een verhoogd risico op bodemerrosie.

Grondwater

Het grondwater ligt in vrijwel het gehele genesegebied dieper dan 10 meter beneden maaiveld. In de droogdalen in de stuwwal, de bovenloop van het Renkumse beekdal en op de overgang naar het rivierenlandschap komt het grondwater dicht aan maaiveld. De grondwaterstand is door waterwinning lager dan de natuurlijke situatie.

De stuwwalgronden kunnen vanwege de aanwezige leemlagen het vocht beter vasthouden dan bodems in de spoelzandwaaiers en de dekszandruggen. De droge dalen in de stuwwal zijn daardoor ook vochtiger. Aan de zuidzijde van de Veluwerand zijn ze zelfs watervoerend, ze snijden leemlagen aan met stagnerend grondwater. In de spoelzandwaaiers stroomt neerslag via de bodem naar de ondergrond.

Kwelstromen

Grondwater stroomt vanuit de Veluwe naar het rivierengebied. Ook is er een kleine kwelstroom in de richting van het dal van de Renkumse beek in de sandr.

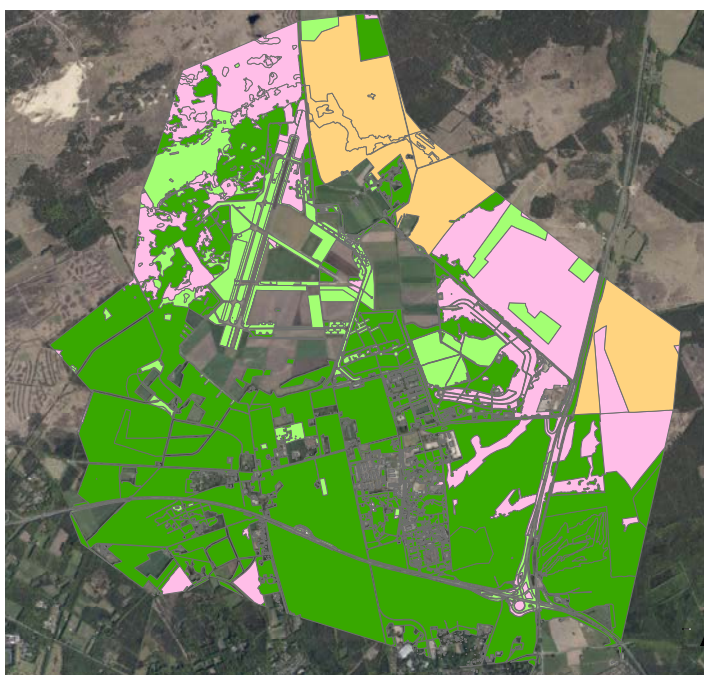
Laag 3: Natuurlijke vegetaties

Het kazerneterrein Schaarsbergen vormt een onderdeel van de Veluwe, een voor Nederland groot en belangrijk natuurgebied.

De Veluwe als systeem is een grote voedselarme, waterdoorlatende zandophoging in de Rijndelta. Door de millennia heen en tot op heden is de mens in hoge mate bepalend voor de aanwezige vegetatie en fauna. De gehele Veluwe moet worden beschouwd als een, grotendeels, historisch cultuurlandschap met specifieke ecologische waarden die direct verbonden zijn met het gebruik door de mens (historische overexploitatie, herbebossing en intensief gebruik). Tegenwoordig worden de stuifzanden op Europese schaal erg hoog gewaardeerd.

Het natuurlijke landschap (zonder menselijke invloed) zou geheel bestaan uit loofbos met langs de flanken van de stuwwallen meer of minder beboste veengebieden. Het regenwater infiltreert in de bodem en stroomt af naar de flanken van het gebied. Daar stroomt het water via beken, via moerassige laagten of door de ondergrond af naar de omgeving. Op lage plekken met ondoorlatende bodems (leem, ijzer, humus) zijn vennen ontstaan. Het natuurlijke systeem van infiltratie en kwel langs de flanken is de sleutelfactor voor de natuurkwaliteit langs de randen van de Veluwe. Het ecosysteem kent in de huidige situatie dan ook een niet natuurlijke verschijningsvorm (langs infrastructuurlijke lijnen en verdroogt).

Het systeem in de nabijheid van de kazerne wordt dan ook gekenmerkt door droge typen natuur zoals droge bossen (naaldbossen) en graslanden, heiden en zandverstuivingen en wordt overwegend gevoed door hangwater (lokaal infiltrerend regenwater).



- Bossen
- Graslanden
- Grootschalige, dynamische natuur
- Heiden en venen
- Water

natuurtypen in en rond het kazerneterrein (bron: ...)



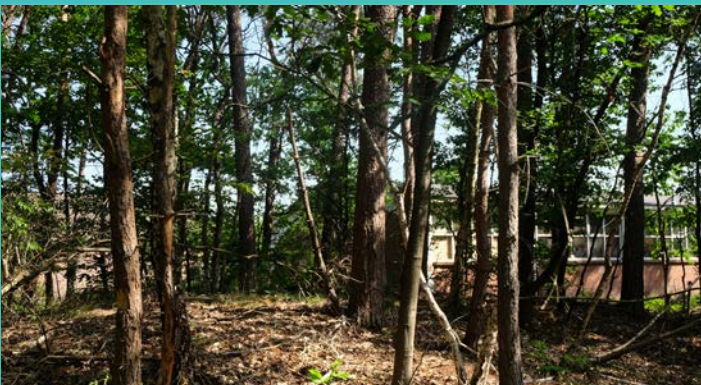
hittestress bij bijeenkomsten (en wateroverlast bij regenval)



afname biodiversiteit



verdroging groen



risico natuurbrand nabij gebouwen

5. Welke klimaateffecten spelen hier?

Het natuurlijke systeem is mede gevormd door klimaatveranderingen in het verleden, enkele voorbeelden:

- Stuwwallen zijn gevormd door ijslobben in de ijstijd
- Rivierterrassen zijn gevormd door insnijdingen van rivieren
- Veen is gaan groeien door het warmer en natter worden van het klimaat

Ook de nu optredende en toekomstige klimaatveranderingen zullen het natuurlijke systeem veranderen. De intensieve occupatie en verstedelijking van tegenwoordig veroorzaakt veel problemen en 'uitdagingen', omdat veelal met dat natuurlijke systeem geen rekening is gehouden.

De klimaatveranderingen gaan ook op Schaarsbergen en haar omgeving invloed hebben. Met de 'handreiking klimaatbestendig vastgoed' van RVB is inzicht gegenereerd in de belangrijkste lokale klimaateffecten.

Het schema toont aan dat met name 4 effecten aandacht behoeven:

1. Risico natuurbrand, met hogere risico's op de droge bossen en heidevelden van de Veluwe
2. Hittestress, in de bebouwde omgeving. Het betreft bebouwingen en wegen, aparte aandacht vragen de grote parkeerterreinen en verharde pleinen.
3. De koelbehoefte van gebouwen neemt sterk toe, groen en water op gevels en in buitenruimten reduceren deze behoefte
4. Biodiversiteit staat onder sterke druk

Geselecteerde effecten	Impact scenario WH 2050 zonder project	Impact scenario WH 2050 na projectrealisatie*
1. <i>Natuurbrand</i>		
2. <i>Hittestress</i>		
3. <i>Koelbehoefte gebouwen</i>		
4. <i>Biodiversiteit</i>		
5. <i>Erosie</i>		
6. <i>Grondwateroverlast</i>		

6

Natuur als basis voor ontwikkelprincipes



6. Wat zijn de ontwikkelprincipes voor Schaarsbergen?

Een ontwikkelprincipe koppelt de optimalisatie van het natuurlijke systeem aan een maatschappelijke opgave.

Bij het maken van deze rapportage zijn de opgaven nog niet bekend, daarom kunnen nog geen ontwikkelprincipes worden bepaald. We kunnen wel mogelijkheden voor optimalisatie van het natuurlijke systeem belichten, vanuit de gemaakte analyses en visualisaties. Als voorbeeld worden ze indicatief gekoppeld aan 2 mogelijke opgaven: militair oefenterrein en doorgaande fiets- en wandelpaden.

Bij de optimalisatie van het natuurlijke systeem hanteren we 4 algemene uitgangspunten:

1. **SCHAAL:** Realiseren voldoende schaal en maat, verminderen versnippering: streven naar grote aaneengesloten leefgebieden, concentreren van bebouwing, kritische grenzen niet overschrijden.
2. **VERBINDING:** Bevorderen samenhang extern (met omgeving) en intern in gebied/ kazerneterrein: ecologisch vormen het kazerneterrein, de Veluwe en het Renkumse beekdal, een samenhangend netwerk van natuurgebieden. Goede ecologische verbindingen tussen de leefgebieden en opheffen of verminderen van barrières door wegen en rasters.
3. **DYNAMIEK:** Bevorderen natuurlijke dynamiek, benutten natuurlijke gradiënten: herstel van natuurlijke processen zoals bijvoorbeeld de grondwaterdynamiek voor nattere natuur in (droge) dalen op de stuwwal, of bevorderen van verstuiving van zand in stuifduinen. Ook het benutten van gradiënten in het natuurlijk systeem van stuwwal en spoelzandwaaier (hoog-laag en vochtig- droog) vergroten de natuurlijke diversiteit van het gebied
4. **KWALITEIT:** weren van gebiedsvreemde stoffen, dieren en ingrepen in het natuurlijk systeem (stikstof, invasieve soorten, verdroging door onttrekking grondwater), verminderen verstoring door mens, beheer afstemmen op de natuurlijke biodiversiteit (extensief, half natuurlijk, intensief)

Ontwikkelpincipe 'Verstuiving door oefenen'

Optimalisatie van natuurlijk systeem

Schaarsbergen ligt op de Veluwe. Verstuiving van zand op oude dekzandruggen en stuifzand bevordert de natuurlijke dynamiek en heeft bovendien een cultuurhistorische betekenis. Kans op natuurbranden op droge bossen en heidevelden neemt toe door klimaatveranderingen.

Gebruiksdoel

Oefenen met groot militair materieel.

Ontwikkelpincipe

Verstuiving op stuifzandduinen activeren door te gebruiken als militair oefengebied. Ze gebruiken als beschermingszone tussen bebouwing en gebieden met brandgevaar.

Ontwikkelpincipe 'Droge dalen groene structuurdrager'

Optimalisatie van natuurlijk systeem

Droge dalen vangen in het stuwwallenlandschap water op door hun lagere ligging, en voeren deze af naar de lager gelegen omgeving. Deze natuurlijke afstroom wordt op veel plekken verstoord door wegen of bebouwing. Benedenstreams is sprake van wateroverlast, dit wordt mede veroorzaakt doordat water uit de Veluwe snel naar beneden kan strimen. Het is gewenst om deze blokkades op te heffen.

Gebruiksdoel

Er is behoefte aan meer doorgaande fiets- en wandelpaden, waarmee gezondheid en ontmoetingen tussen militairen en omwonenden bevorderd kunnen worden.

Ontwikkelpincipe

Droge dalen vrij maken van blokkades, en daarmee hun continuïteit bevorderen. Ze worden beter geschikt gemaakt om water op te vangen, ook vanuit stedelijk gebied. In de dalen worden opvangbekkens gemaakt, hier kan water worden bewaard en gebruikt als bluswater bij natuurbranden. De dalen worden waar mogelijk gecombineerd met vrijliggende wandelroutes en ontmoetingsplekken tussen militairen en omwonenden.



verstuiving door oefenen

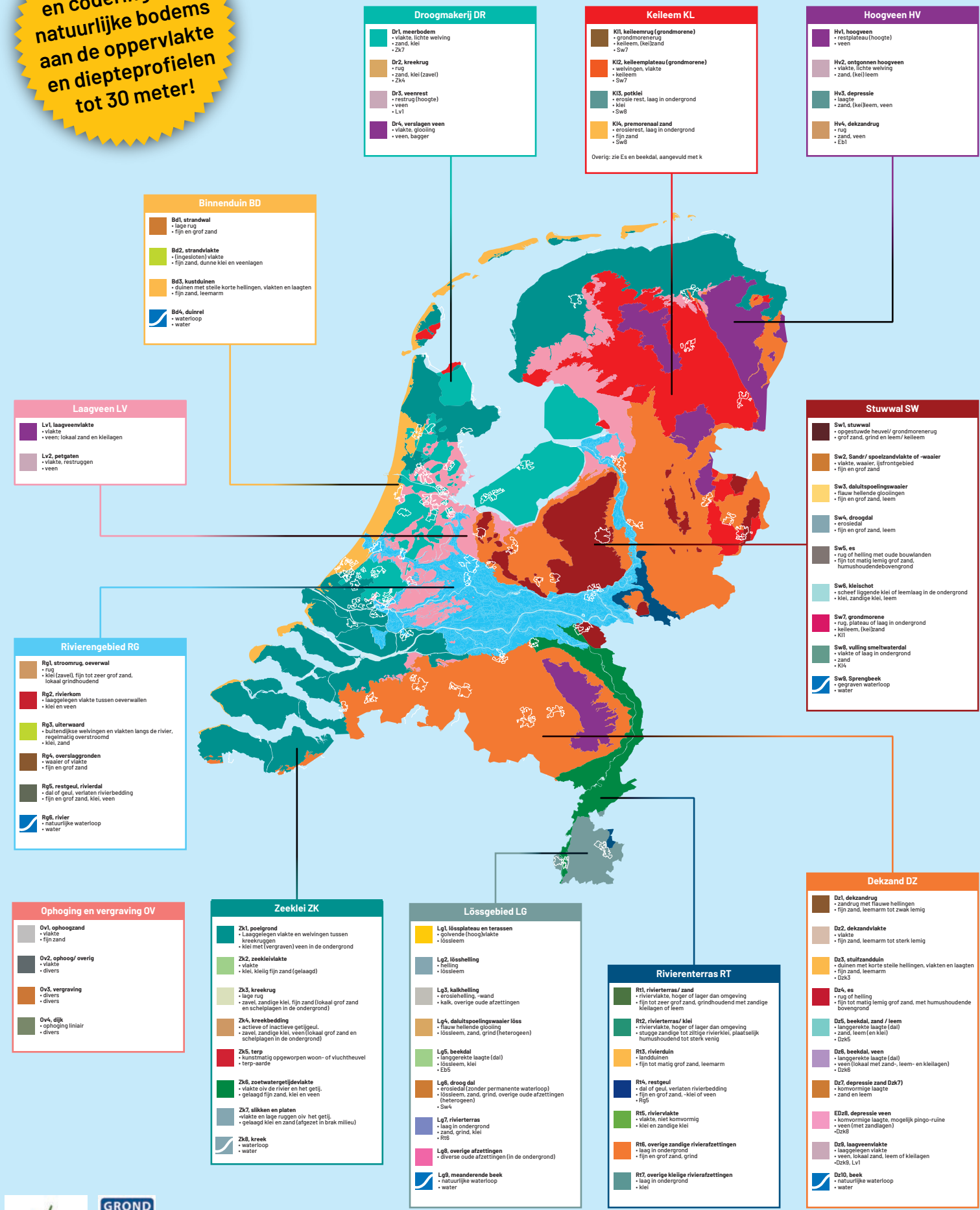


droge dalen groene structuurdrager

Basiskaart natuurlijk systeem Nederland

© G. Maas, V. Grond, 2020

één indeling en codering voor natuurlijke bodems aan de oppervlakte en diepteprofielen tot 30 meter!



Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze kaart - is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding (G. Maas en V.Grond, 2020) - en is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin. Maas en Grond accepteren geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit gebruik van deze kaart.

7. Wat is de expertversie?

De gepresenteerde gebiedsgenese is bedoeld voor toepassing op het strategische niveau. Voor uitwerkingen en inrichtingen is de kennis te globaal. De expertversie is wel geschikt daarvoor. Dit komt terug in de complexiteit en integraliteit van afbeeldingen en toelichtingen.

Bij het samenstellen van deze expertversie is gebruik gemaakt van de Basiskaart Natuurlijk Systeem Nederland (BKNSN). Deze kaart combineert verschillende bronbestanden, zoals de geomorfologische kaart, de bodemkaart, de plantengeografische districten en de geologische formaties. Hierdoor is een vereenvoudigde en eenduidige indeling voor het natuurlijke landschap aan de oppervlakte van Nederland ontstaan, die ook toepasbaar is voor de ondiepe ondergrond tot 30 meter diepte.

De kaart wordt momenteel doorontwikkeld en gedocumenteerd, onder andere in opdracht van RVB.

Geomorfologie en ontstaan

Stuwwal

Kazernerterrein Schaarbergen is gesitueerd op een spoelzandwaaier (Sw2) met smeltwaterdalen (Sw3), door stuwwallen (Sw1) omgeven. Het geheel maakt deel uit van het stuwwallandschap Zuid- Veluwe.

Sw1: Stuwwal

De stuwwallen van de oost- en zuidelijke Veluwezoom zijn ca. 100 m +NAP hoog. De stuwwallen ten noorden (Oud Reemst) en ten westen (Wageningen-Ede; buiten de genese) van de spoelzandwaaier reiken tot een hoogte van 50-60 m +NAP. Onder druk van het landijs is de ondergrond tot ca 25 -NAP vervormd (Sw1). Rivierzand, -klei en -leemlagen in de ondergrond (Rt6) zijn daarbij in de stuwwal scheef gesteld (Sw6) en hellen in de richting van de voormalige ijslob, de glaciële bekkens van de Gelderse Vallei en het IJssel-/Rijndal, het huidige rivierengebied.

Sw2: Spoelzandwaaier

De spoelzandwaaier (Sw2) of sandr is gevormd door smeltwater. De top van de spoelzandwaaier ligt ter hoogte van Schaarsbergen op ca 35-40 m +NAP. De basis van het pakket ligt ongeveer op 0 m +NAP. De spoelzandwaaier loopt van oost naar west af met ongeveer 2 meter per kilometer. De 'monding' van de spoelzandwaaier ligt bij Renkum tussen de Noordberg en de Wageningse berg op ca. 20 + NAP (buiten de genese).

Sw3: Daluitspoelingswaaier

Tussen de stuwwal en het rivierengebied ligt nog een smalle strook met erosiemateriaal afkomstig van de droogdalen en hellingen van de stuwwal. Op deze zogenaamde daluitspoelingswaaiers zijn de oude kernen van Arnhem en Velp gevestigd.

Sw4: Droogdalen

De dalen in zowel de sandr als de stuwwal dateren uit de laatste ijstijd. Ze zijn het gevolg van erosie door sneeuwsmeltwater en kleine 'aardverschuivingen' op de stuwwalhelling. Voor zover er geen actuele waterloop door het dal stroomt rekenen we ze tot de 'droge dalen' (Sw4). Dit geldt voor alle dalen op de spoelzandwaaier in het studiegebied. Droogdalen op de sandr zijn breed en ondiep (3-5m).

Van de droogdalen op de stuwwal liggen de meest uitgesproken dalen op de zuidflank van de zuidelijke Veluwezoom. Deze dalen zijn, in tegenstelling tot de dalen op de sandr, zo diep ingesneden (10-15m), en later door de mens verder ingegraven, dat grondwater, stagnerend op klei- en leemlagen, in sprengen uittreedt, zoals de Jansbeek in Arnhem en de Klarenbeek in Rozendaal-Velp. Een uitzondering op dit naar het zuiden gerichte patroon vormen de bronbeken van Warnsborn-Vijverberg waaronder de Lichtenbeek. Deze stromen naar het noorden in de richting van de spoelzandwaaier. Leemlagen in de stuwwal leiden ertoe dat ook buiten de droogdalen lokaal bronmilieus kunnen voorkomen, zoals bijvoorbeeld bij Waterberg. Dalen in de andere stuwwallen binnen het studiegebied zijn echte 'droge dalen'

Rivierengebied

De Veluwezoom gaat vrij scherp over in het rivierenlandschap. Vlechtende riviersystemen, voorlopers van de Rijn en Maas hebben gedurende de ijstijden de stuwwal en spoelzandwaaier geërodeerd en ondergraven. Het materiaal dat daarbij vrijkwam is afgevoerd naar het Noordzebekken. Wat restte was een rivierterras (Rt1), een brede zandbedding van verschillende ondiepe en verzandde rivierlopen.

Rg2: Komafzetting

Dit terras is bedekt met rivierklei en -zand, oeverwal (Rg1) en komafzettingen (Rg2) uit het stroomgebied van de Rijn. In de meest natte delen van het riviergebied is laagveen gevormd (Lv1).

Dekzand

Dz1: Dekzandduinen

In de laatste ijstijd is van west naar oost een dunne deken van dekzand over de spoelzandwaaier afgezet en is dekzand opgestoven tot lage duinen (Dz1). De zuidflank van de stuwwal is aan de rivierzijde een laag löss afgezet. In de luwte van de dalen kan de lösslagering wel 1 á 2 dik zijn. Deze laag is niet apart weergegeven in de genese, maar is een onderdeel van de stuwwal.

Dz3: Zandverstuiving

De dekzandduinen zijn opnieuw verstoven en stuiven lokaal nog steeds, zoals de verstuiving op het Rozendaalse veld. Veel zandverstuivingen (Dz3) zijn vanaf de middeleeuwen ontstaan door overbegrazing van de heide met schapen en maar ook intensief transport over de Veluwe met karren (karrensporen) lijkt hierop van invloed te zijn.



Dz5: Beekdalen

Ten westen van het studiegebied worden de dalen op de sandr watervoerend en vormen zich de beekdalen van de Heelsumse - en de Renkumse beek (Dz5).

Bodems aan de oppervlakte

Stuwwal

De bodems van het stuwvallandschap rekenen we tot de arme, regenwater afhankelijk zandgronden.

Sw2: Spoelzandwaaier

De bodems van de spoelzandwaaier (Sw2) en de droge dalen daarin (Sw4) bestaan uit slecht gesorteerd, horizontaal gelaagd, uiterst grof- tot matig fijn zand en grind. Het bevat niet of nauwelijks leem. De bodems hebben een lage zuurgraad (pH) en de natuurlijke bodemvruchtbaarheid is laag.

De zandige bodems hebben een hoge capaciteit voor de infiltratie van neerslag waardoor de kans op wateroverlast gering is. Dit geldt ook voor de droogdalen. Anderzijds zijn deze gronden zeer droogtegevoelig, door de geringe dikte van de humeuze bovengrond, de geringe capaciteit van het zand om vocht vast te houden maar vooral ook door de grote diepte waarop het grondwater, 10 meter beneden maaiveld, zich bevindt. Het grove zand is weinig gevoelig voor erosie door afstromend oppervlaktewater bij piekbuien.

Sw1, Sw4: Stuwwal en droge dalen

Ook de bodems van de stuwwal en de droge dalen daarbinnen rekenen we net als de spoelzandwaaier tot arme regenwaterafhankelijke zandgronden. Toch zijn er verschillen: de bodems bestaan uit gelaagde zandige, soms grindhoudende of kleiige rivierafzettingen scheefgedrukt door het landijs, waardoor aan het maaiveld stroken met sterk wisselende textuur kunnen voorkomen.

Daarnaast ligt op de zuidflank van de stuwwal een laag lössleem. In deze mineralogisch rijkere stuwwalgronden hebben zich bodems ontwikkeld, die minder verweerd, van nature vruchtbaarder en minder zuur zijn. Door hun hoge positie in het landschap liggen de gronden in principe buiten de invloed van het grondwater (> 10m - maaiveld).

Maar door stagnatie van grondwater op klei- en leemlagen komen schijnspiegels voor en is grondwater in droogdalen en bronmilieus lokaal, al dan niet permanent beschikbaar. Daarnaast houden lemige bodems de neerslag beter en langer vast waardoor de vegetatie bij langdurig droogte minder snel last heeft van vochttekorten. De kans op hittestress en natuurbrand is op de lemige stuwwalbodems daardoor minder groot. De infiltratiecapaciteit van de stuwwalbodems is beperkt en in combinatie met de steilte van de helling kan met name in de droge dalen (Sw4) bij piekbuien wateroverlast optreden. Op steile stuwwalhellingen met löss is een verhoogd risico op bodemerrosie.

Sw5: Essen

Aan de voet van de zuidhelling van de stuwwal en op de daluitspoelingswaaiers liggen oude bouwlanden of 'essen' op verspoelde leemhoudende fijne zandgronden. De gronden hebben een humushoudende bruine bovengrond van 0,5 tot 1 meter. Door de aanrijking met plaggenmest is de bodemvruchtbaarheid relatief hoog en door de open structuur is de doorlatendheid redelijk goed. Neerslag wordt vastgehouden in de humeuze bovengrond, waardoor deze gronden minder gevoelig zijn voor droogte. Daarnaast ligt een deel van deze gronden in de grondwaterfluctuatietoezone (kwelzone) waardoor bij hoge grondwaterstanden aan het begin van het groeiseizoen het grondwater tot aan de wortelzone reikt. Op de steilste delen van de helling zijn deze gronden als er geen gewas op staat gevoelig voor bodemerrosie. Het natuurbrandrisico is hier klein.

Dekzand

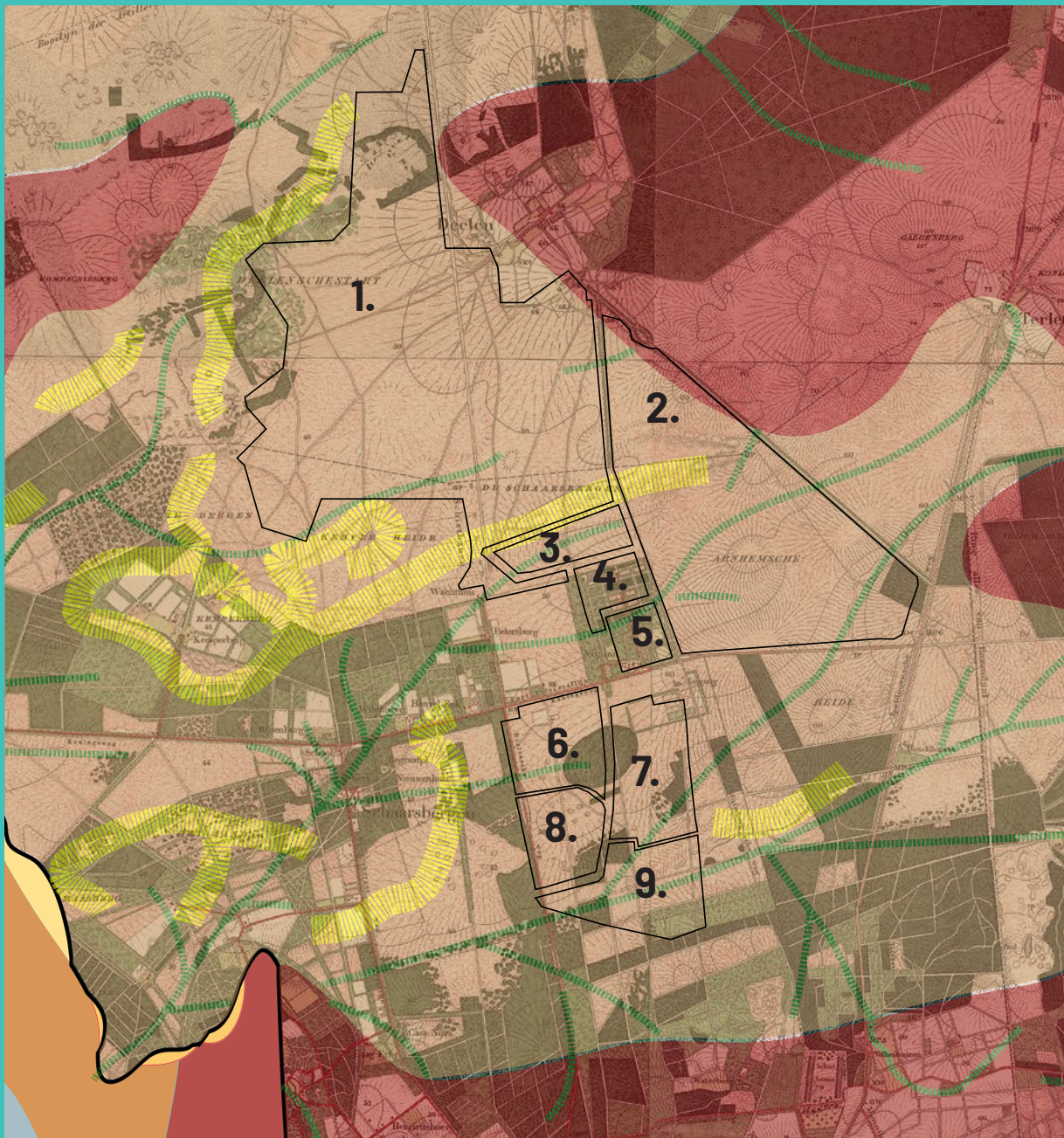
Dz1 en Dz3: Dekzandgronden en stuifzanden

De dekzandgronden en stuifzanden worden ook tot de arme zandgronden gerekend en hebben vergelijkbare bodemeigenschappen wat betreft bodemvruchtbaarheid en droogtegevoeligheid met de sandr. Doordat het zand wat fijner en beter gesorteerd is het gevoelig voor verstuiwing. In stuifzandgebieden komen naast de stuifduinen ook stuifvlakten voor waar het zand is uitgestoven tot op het grofzandige sandrmateriaal. De doorlatendheid van de dekzandbodems is in vergelijking met het sandrmateriaal wat minder groot. In laagten en depressies kunnen door bodemvorming slecht doorlatende lagen zijn gevormd waarop neerslag stagneert en vennen zijn ontstaan met een venige of moerige bodem. Dekzand en stuifzandgronden zijn door het vochttekort in de bodem en geringe verdamping van de vegetatie vormen bij extreme droogtegevoelig voor hittestress en natuurbranden.

Rivierengebied

Rg2: Komgronden

De bodems binnen het rivierengebied rekenen we tot de komgronden (Rg2), zware kleigronden, met lokaal laagveen (Lv1) in de ondergrond. De gronden liggen in de kwelzone van het Veluwemassief. Het grondwater beweegt hier afhankelijk van het seizoen en de hoogteligging tussen maaiveld en ca. 1 á 1.5 m -mv. De gronden hebben een hoge natuurlijke bodemvruchtbaarheid en zijn weinig gevoelig voor verdroging. Door een geringe doorlatendheid kan bij langdurige neerslag wateroverlast optreden (plassen). Er zijn geen risico's voor natuurbrand.



1. MLT Deelen
2. Arnhemse Heide
3. Veteranenbos
4. Vrijland Noord
5. Oud en nieuwe Vrijland
6. Oranjekazerne
7. Groot Heidekamp
8. Klein Heidekamp
9. Duivelsberg

8. Hoe heeft het gebied zich ontwikkeld?

1900

Mens en maatschappij

De bode

Bebouwing en infrastructuur

De bod

Natuurlijk systeem

De bo



1. MLT Deelen
2. Arnhemse Heide
3. Veteranenbos
4. Vrijland Noord
5. Oud en nieuwe Vrijland
6. Oranjekazerne
7. Groot Heidekamp
8. Klein Heidekamp
9. Duivelsberg

1945

Mens en maatschappij

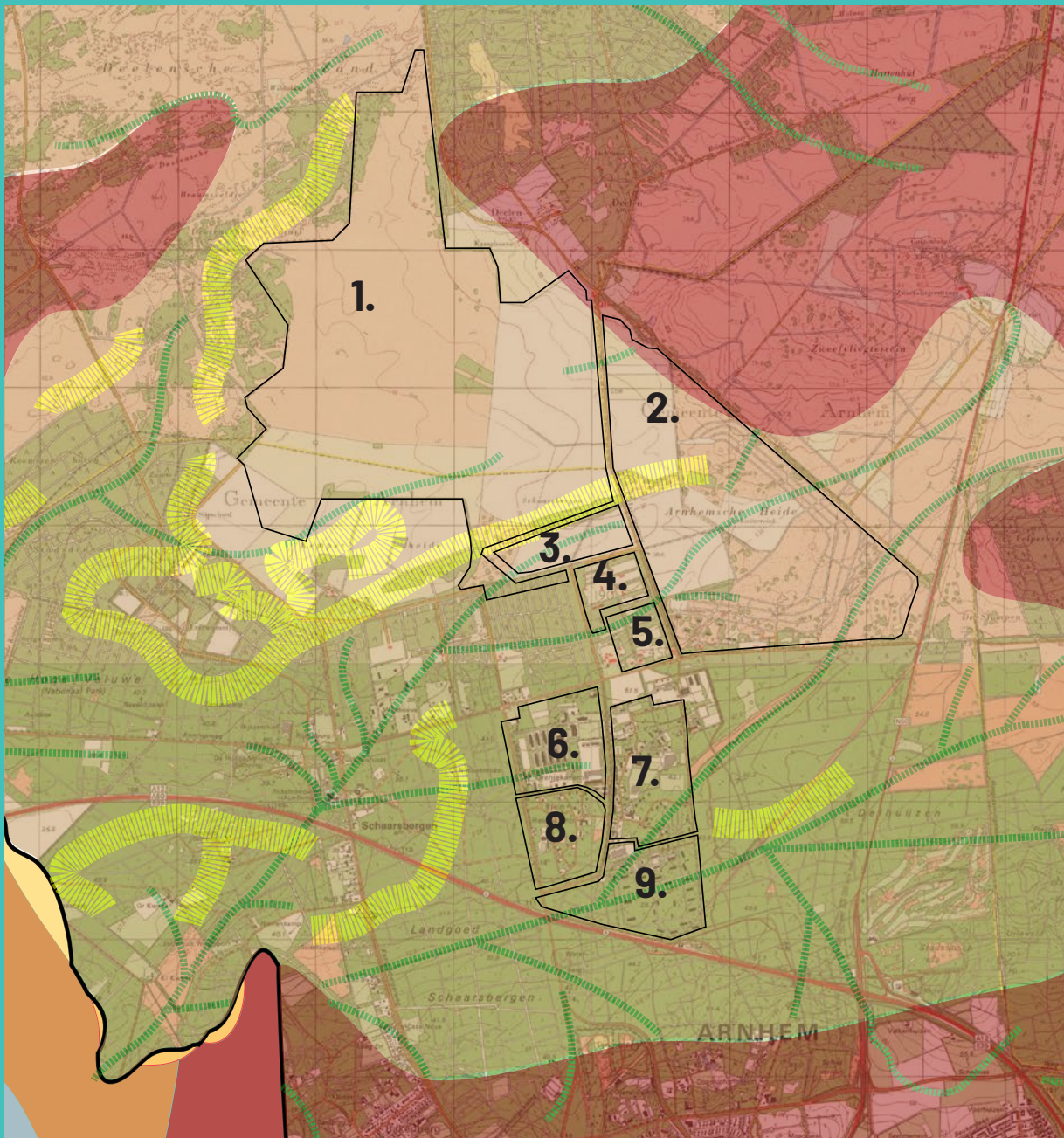
De bo

Bebouwing en infrastructuur

De bo

Natuurlijk systeem

De bo



1. MLT Deelen
2. Arnhemse Heide
3. Veteranenbos
4. Vrijland Noord
5. Oud en nieuwe Vrijland
6. Oranjekazerne
7. Groot Heidekamp
8. Klein Heidekamp
9. Duivelsberg

1985

Mens en maatschappij

De bod

Bebouwing en infrastructuur

De b

Natuurlijk systeem

De bo



1. MLT Deelen
2. Arnhemse Heide
3. Veteranenbos
4. Vrijland Noord
5. Oud en nieuwe Vrijland
6. Oranjekazerne
7. Groot Heidekamp
8. Klein Heidekamp
9. Duivelsberg

2018

Mens en maatschappij

De bo

Bebouwing en infrastructuur

De bo

Natuurlijk systeem

De bod

Colofon

15 augustus 2021

Auteurs:

Gilbert Maas (Geo-Inspiratie)

Vincent Grond (GrondRR)

Tom Schippers (RVB)