

**AGROHYDROLOGISCHE
ENGBERTSDIJKSVENEN**

BESCHOUWING

AGROHYDROLOGISCHE BESCHOUWING ENGBERTSDIJKSVENEN

Uitgebracht aan: LTO Noord
De heer H. Bos
Zwartewaterallee 14
9031 DX Zwolle

Uitgebracht door: Aequator Groen & Ruimte bv
Postbus 1171
3840 BD Harderwijk

Contactpersoon: Wouter Rozendaal
Telefoonnummer 06 – 265 18 693

Auteur(s): Wouter Rozendaal, Jan van Berkum, Wiebe Harder, Susan van der Salm
en Joost Iwema

Versie: Definitief

Datum: 21-12-2017

Gecontroleerd door: Wouter Rozendaal

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel onderzoek	1
1.3	Invloedsgebied en afbakening	2
2	AANPAK	4
3	RESULTATEN	6
3.1	Huidige bodemopbouw	6
3.2	Grondwatertrappen	15
3.3	Beoordeling van de bodemgeschiktheid	18
3.4	Opbrengstdepressies voor grasland en bouwland ten opzichte van 'ideaal'	23
4	BIJLAGEN	26

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In de provincie Overijssel werken de gezamenlijke overheden en betrokken partners aan de realisatie van gebiedsopgaven op het vlak van waterveiligheid, Kaderrichtlijn Water, regionale economie en natuur. Deze brede samenwerking vindt plaats vanuit “Samen werkt Beter (SWB)” en is gericht op een toekomstbestendige koers voor de economie en ecologie van Overijssel. Eén van de speerpunten uit de Uitvoeringsagenda van SBW is de (gezamenlijke) realisatie van de ontwikkelopgave EHS / Natura 2000. Eén van de gebieden waarin deze ontwikkelopgave speelt is het Natura 2000-gebied ‘Engbertsdijkswenen’. Het ministerie van Economische Zaken heeft medio mei 2016 het Natura 2000-beheerplan voor Engbertsdijkswenen vastgesteld.

De verantwoordelijkheid voor het daadwerkelijk realiseren van de ontwikkelopgave via uitvoering van gebiedsgerichte maatregelen ligt bij de provincie Overijssel. Daarvoor wordt een gefaseerde aanpak gehanteerd. Na afronding van de verkenning (fase 1) is in maart 2017 gestart met de planuitwerking (fase 2). Uiterlijk op 31 maart 2018 dient dit te resulteren in een inrichtingsplan waarin de hoofdlijnen van de maatregelen uit het beheerplan nader zijn geconcretiseerd binnen de kaders van de gebiedsanalyse uit het beheerplan. Het streven is erop gericht dat het uiteindelijke maatregelenpakket zo min mogelijk impact heeft op de sociale, economische en maatschappelijke ontwikkeling van het gebied.

LTO Noord fungeert in opdracht van de provincie Overijssel als trekker van de planuitwerking en heeft daarvoor een projectteam opgericht dat werkt vanuit het Integraal Project Management-model (IPM). Aangezien de maatregelen uit het beheerplan en de gebiedsanalyse niet onomstreden zijn, richt het team zich eerst op verificatie en nadere uitwerking. Het gaat daarbij niet om het ter discussie stellen van de gehele gebiedsanalyse, maar wel om een aantal belangrijke keuzes nader te bespreken.

Probleemstelling

Voor de uitwerking van de gebiedsanalyse moeten de beschreven maatregelen nog worden doorgerekend op de effecten binnen en buiten de Natura 2000-begrenzing. Hiervoor zal tenminste een regionaal hydrologisch model moeten worden ontwikkeld. In overleg met het waterschap is duidelijk geworden dat het bestaande regionale hydrologisch model te weinig draagvlak kent om het te kunnen gebruiken. Voor het ontwikkelen van een nieuw hydrologisch model met herkenbare resultaten en effecten was het nodig om detailinzicht te verkrijgen in de opbouw van de bovenste bodemlaag (deklaag) rondom het natuurgebied. Deze inzichten waren nog niet beschikbaar. De bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie in de bovenste meters onder maaiveld bepaalt grotendeels de gebruiksmogelijkheden voor de landbouw. De bodemopbouw en zijn waterdoorlatendheid heeft grote invloed op het ‘gedrag’ en de invloed van regen- en grondwater.

1.2 Doel onderzoek

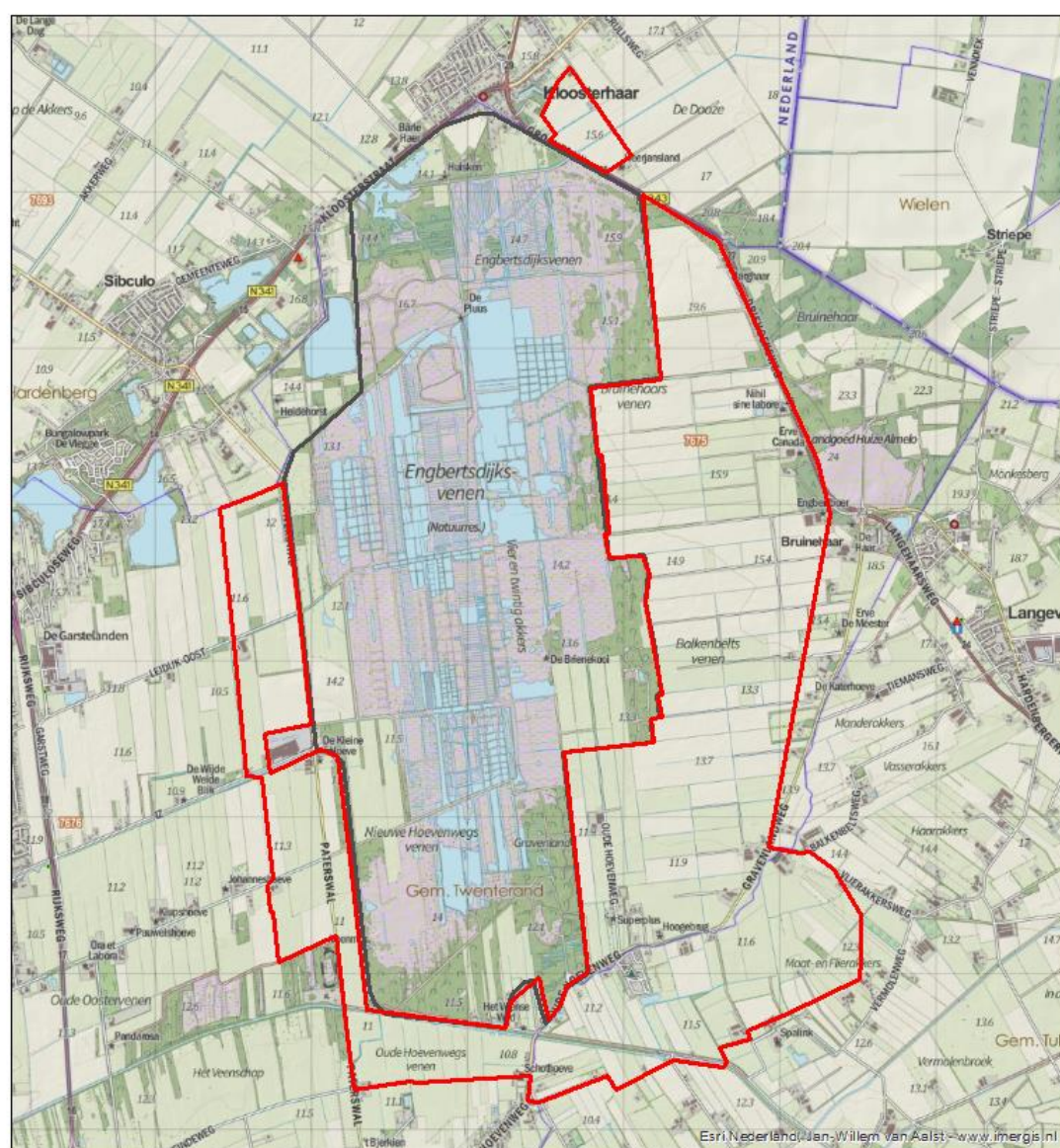
De agro-hydrologische beschouwing had tot doel om de benodigde inzichten te verkrijgen, waarbij het concreet gaat om:

- Gedeeld inzicht in de bodemopbouw (en dus weerstand van de deklaag) van de landbouwgronden in de directe omgeving (circa 1.000 hectare).
- Gedeeld inzicht in de GXG (de grondwaterfluctuaties in het seizoen) van de landbouwgronden in de directe omgeving.
- Gedeeld inzicht in de huidige landbouwkundige bruikbaarheid van de gronden.

1.3 Invloedsgebied en afbakening

Het te karteren gebied bestaat uit de landbouwpercelen rondom het Natura 2000-gebied Engbertsdijkerven. De initiële afbakening is bepaald op basis van verwachte effecten van hydrologische maatregelen in en rondom Engbertsdijkerven. Op basis van tussentijdse waarnemingen gedurende het veldonderzoek en gesprekken met landeigenaren is het te karteren gebied uitgebreid. De definitieve begrenzing van het onderzochte gebied is in figuur 1 weergegeven.

Alleen op percelen van eigenaren die hun medewerking aan LTO Noord hebben toegezegd is veldonderzoek verricht. Dit houdt in dat niet op alle percelen binnen het gebied boringen zijn verricht. Enkele eigenaren hebben geen medewerking verleend aan het onderzoek, daarnaast zijn een aantal eigenaren van slechts hele kleine oppervlakten agrarische grond niet benaderd. In totaal beslaan de onderzochte percelen 750 hectare. Op deze percelen zijn 480 boringen verricht, zo goed mogelijk verdeeld over het gebied. Op deze manier is het mogelijk om de bodem en grondwatersituatie te interpreteren op niet-bezochte kleine percelen, wanneer deze omringd zijn door percelen die wel zijn bezocht. Bij het plaatsen van de boringen is bijvoorbeeld in de gebieden met 'witte vlekken' aan de randen van de percelen met toestemming geboord.



Legenda:

- Projectbegrenzing
- Begrenzing natuurgebied

AEQUATOR
groen & ruimte

Titel: Projectgebied Engbertsdijkswen
 Project: Agrohydrologische schouw Engbertsdijkswen
 Opdrachtg: LTO Noord
 Bronnen:
 Datum: 23 oktober 2017
 Maker: Susan van der Salm

0 0,75 1,5 km



Figuur 1 Gebiedsbegrenzing karteringsgebied rondom Natura 2000-gebied Engbertsdijkswen.

2 AANPAK

Het onderzoek is uitgevoerd volgens onderstaande stappen:

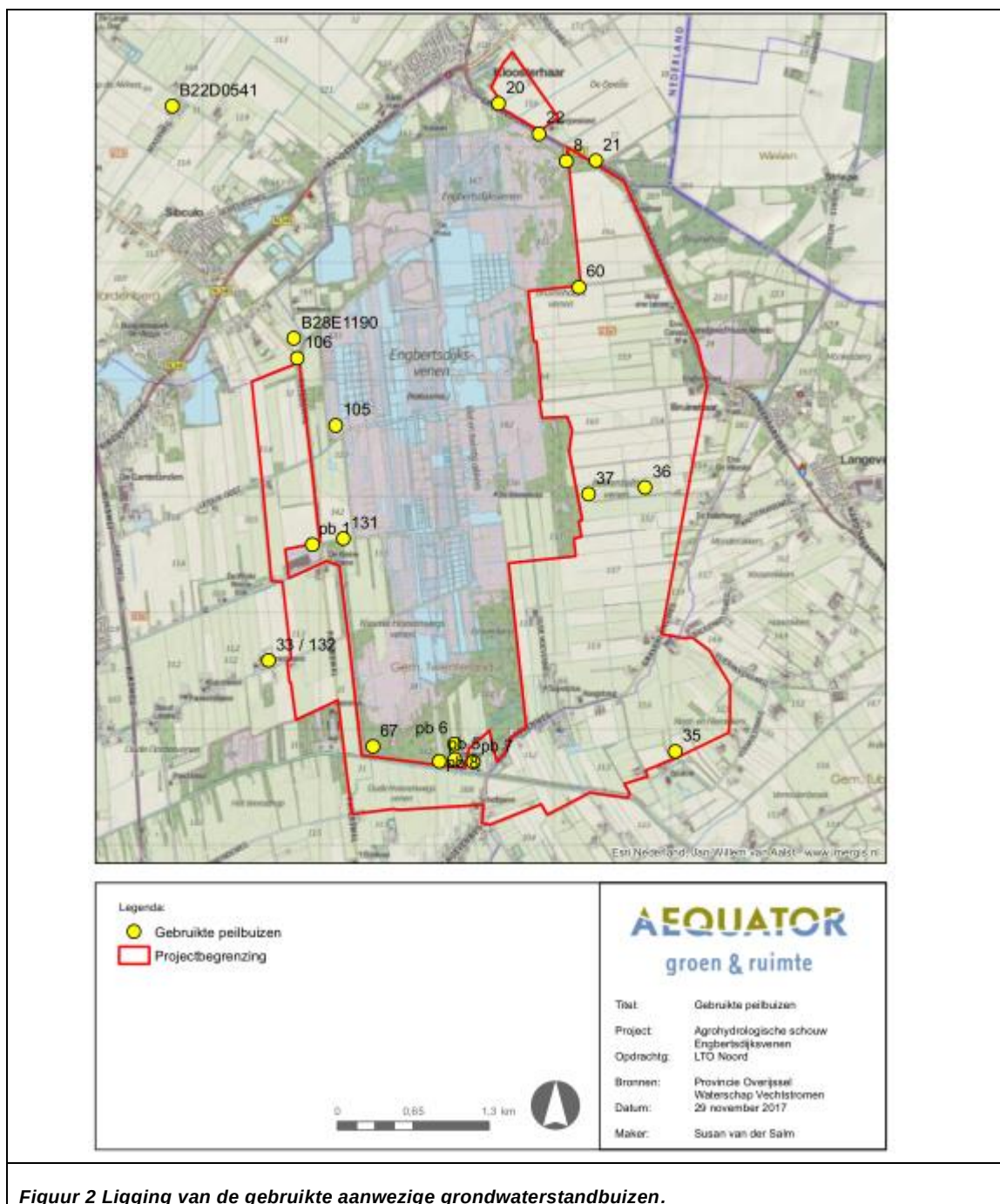
- Voorbereiding/inlezen, veldverkenning, bestuderen grondwatergegevens
- Uitvoeren van veldwerk t.b.v. bodem- en grondwaterkartering en gesprekken met eigenaren
- Verwerken veldgegevens, maken gedetailleerde bodem/GT-kaart, boorpunten digitaliseren
- Maken bodemgeschiktheidskaart en een voortbrengend vermogen-kaart voor de huidige situatie grasland en akkerbouw met behulp van de WIBC methodiek en de HELP-methodiek

In bijlage A en B wordt verder technisch ingegaan op de gehanteerde aanpak voor de uitgevoerde agro-hydrologische beschouwing, zie ook ref. 1, 2 en 3. Hier, in dit hoofdstuk, stippen wij alleen de minder technische aspecten van de gehanteerde methoden en enkele kenmerkende onderdelen aan.

Het veldwerk is uitgevoerd in de periode september-november 2017. Als start van het veldwerk hebben wij gesprekken gevoerd met grondgebruikers. Deze waren geïnteresseerd in onze toelichting en wilden ook graag zelf vertellen over hun ervaringen. Deze gesprekken hebben ons extra zicht gegeven in de ruimtelijke variatie van de bodem. Landgebruikers weten vaak waar zich natte en droge plekken bevinden en waar bepaalde bodemlagen wel of niet voorkomen. Zij kennen veelal zowel het historisch als huidige landgebruik en het lokale waterbeheer. Deze kennis en hun ervaringen hebben ons geholpen bij het karteren, bijvoorbeeld bij het bepalen van de boorpuntlocaties

Op basis van de hoogtekartaar (bijlage C), eigen waarnemingen in het veld zoals gewassen, watergangen, drainage en de gesprekken met grondeigenaren zijn door ons boorpuntlocaties gekozen. In totaal zijn er door Aequator Groen & Ruimte 480 beschreven boringen uitgevoerd. Er is tussen 1 m tot 2.20 m geboord met een Edelman-boor. Hier en daar komt een dikke laag veen voor en daar is een gutsboor gebruikt. De boordiepte werd nogal eens beperkt door snel toestromend grondwater, waardoor het zand uit de boor spoelde.

Op basis van bodemkenmerken (hydromorfe verschijnselen) en grondwaterstandsmetingen hebben wij de grondwaterfluctuatie in het seizoen geschat en uitgedrukt in de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Op basis van deze schattingen hebben wij vervolgens de grondwatertrappen bepaald. De hydromorfe verschijnselen zijn in zandgrond en sterk verwerkte grond niet zo duidelijk te zien. Daarom hebben wij ter ondersteuning zoveel mogelijk grondwaterstandsmetingen uitgevoerd in de boorgaten. Deze zijn vergeleken met de beschikbare peilbuisgegevens die een indruk geven van de grondwaterfluctuatie. In en rondom Engbertsdijksveenen zijn gegevens van peilbuizen bruikbaar voor ons onderzoek (zie figuur 2). In het DINO-loket staan gegevens van peilbuizen, waterschap Vechtstromen heeft ons aanvullend gegevens van vijf peilbuizen geholpen die dichtbij het onderzoeksgebied staan. In de periode vóór 2007 zien we onregelmatigheden in de grondwaterstandsmetingen. Om die reden is door ons alleen data vanaf 2007 gebruikt, ook omdat het verloop in de afgelopen 10 jaar voldoende is om daaruit de huidige fluctuatie af te kunnen leiden.



3 RESULTATEN

3.1 Huidige bodemopbouw

3.1.1 Bodemtypes in Engbertsdijkerven

De ruimtelijke variatie in bodemopbouw in het onderzoeksgebied rondom Engbertsdijkerven bepaalt in grote mate het hydrologisch 'gedrag' van het freatisch (het 'bovenste') grondwater. Dit komt vooral door grote verschillen in waterdoorlatendheid van verschillende bodemlagen, zoals een veenkoloniale bovengrond, veen, giede of leemlagen en vrij grof zand. Om deze reden is de agrohydrologische schouw gecombineerd met een bodemkartering. De bodem ten oosten van de Engbertsdijkerven was in 1920 nog moeras- en veengebied (o.a. de Bruinehaarsvenen). Ten oosten en ten zuiden van de Gravenlandseweg ligt een kleinschaliger en ouder cultuurlandschap. Het was in 1920 gedeeltelijk ontgonnen, met 'blokjes' van landbouwgronden in een heide- en veengebied (ref 4). Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van de bodemkaart 1:50.000 namelijk het kaartblad 28 oost Almelo 29 (gedeeltelijk) Denekamp (figuur 3). Het volgende fragment van deze kaart bevat bodemkundige en hydrologische gegevens uit de jaren 80. De grens tussen de jonge (na 1920) ontgonnen gronden en de wat oudere gronden is op deze kaart aangegeven met een zwarte band.



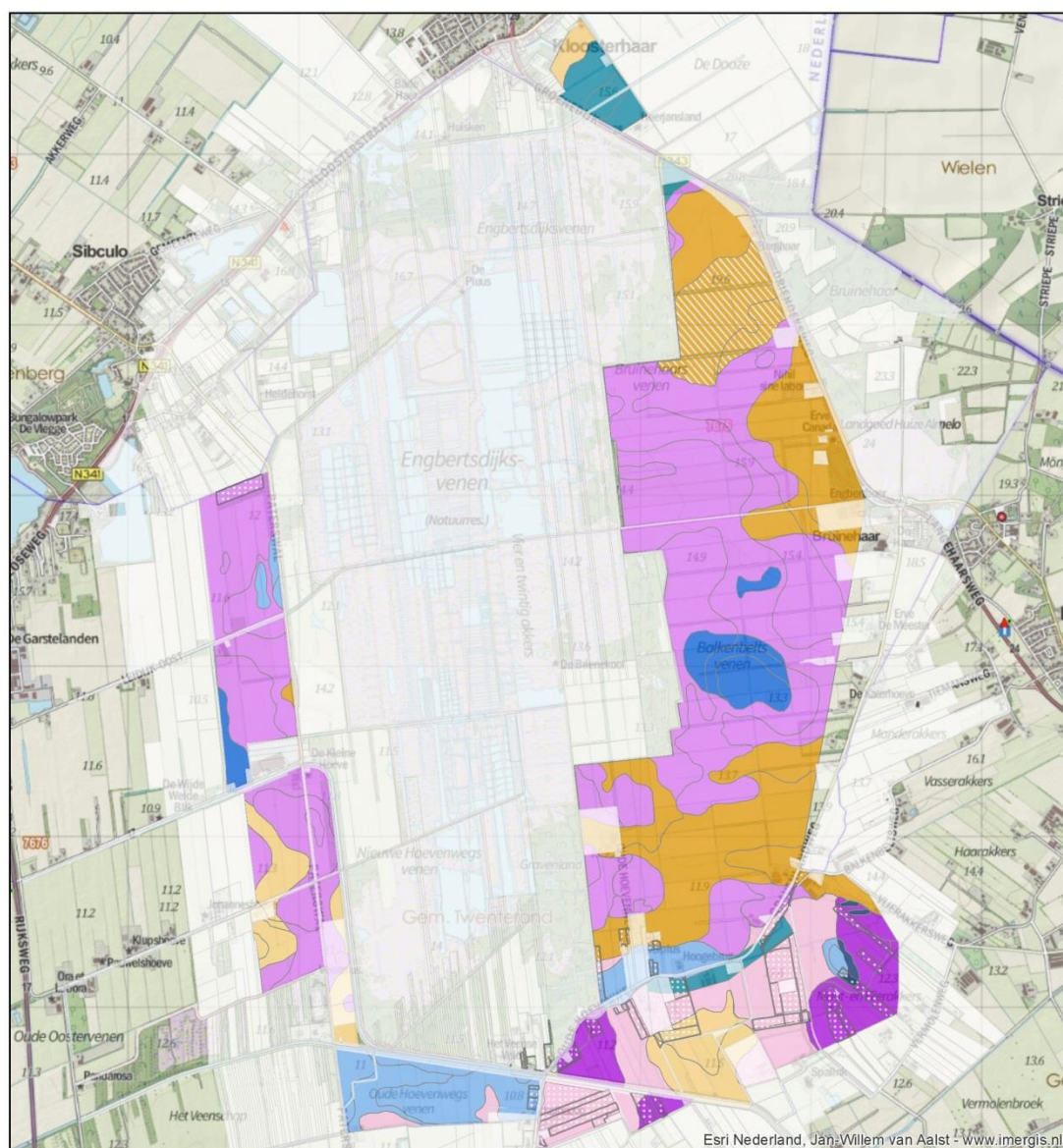
Figuur 3 Uitsnede bodemkaart 1:50.000 gebied Engbertsdijkerven.

Links van de band liggen de jonge ontgonnen gronden, rechts de wat oudere. De 'leeftijd' van de ontginning heeft invloed op de bodemvorming; een oudere grond is meer verweerd of veraard en ge-

draagt zich anders dan een jonge, relatief pas gemengde grond. Rond de Engbertsdijkswenen hebben we dus vooral te maken met heel jonge (bewerkte) gronden.

Aan de oostkant van het onderzoeksgebied komen zandgronden voor. In het Engbertsdijkswenen liggen vooral veengronden. Veengronden zijn gedefinieerd als gronden met meer dan 40 cm moerig/venig materiaal. Zogenaamde moerige gronden vormen de overgang van veengrond naar zandgrond; ze hebben tussen 0 en 80 cm diepte minder dan 40 cm moerig materiaal.

Bij deze kartering is bij de indeling in bodemtypes de codes voor grootschalige bodemkaarten gebruikt, zie ref. 2. In figuur 4 en bijlage D is de door ons opgestelde bodemkaart weergegeven.



Legenda:

Bodemkaart

Bodemcode

■ pz5Vc	■ pz5Wz; pz5Wp
■ iVc; iVp	■ iWp
■ z3Vp; pz3Vc; pz3Vz	■ z3Wp; pz3Wp; pz3Wz; zWp
■ taVc; taVz	■ Hn33
	■ Hn53
	■ Hn53x

De witte stippen-arcering geeft percelen weer waarop niet is geboord.



AEQUATOR
groen & ruimte

Titel: Bodemkaart
Project: Agrohydrologische schouw Engbertsdijkswenen
Opdrachtg: LTO Noord
Bronnen:
Datum: 30 november 2017
Maker: Susan van der Salm

Figuur 4 Bodemkaart agro-hydrologische beschouwing Engbertsdijkswenen.

Wij hebben de volgende bodemtypes aangetroffen tijdens de karteringen:

Tabel 1 Overzicht van de aangetroffen bodemtypes tijdens de karteringen.

Bodemtype	Kleur	Code
Moerpodzolgronden	W	pz5Wz, pz5Wp, iWp, z3Wp, pz3Wp, pz3Wz, zWp
Veldpodzolgrond	Hn	Hn33, Hn53, Hn53x
Veengronden	V	pz5Vc, iVc, iVp, z3Vp, pz3Vc, pz3Vz, taVc, taVz

Een bodemcode bestaat uit meerdere delen (letters en cijfers). De hoofdletter geeft het bodemtype aan (W voor moerig, V voor veen en Hn voor veldpodzol). Het voorvoegsel beschrijft de bovengrond (vooral relevant voor moerige en veengronden). De ondergrond wordt beschreven door het achtervoegsel. Eerst worden de cijfers verder uitgelegd. Daarna worden de drie bodemtypes samen met hun voor- en achtervoegsel verder uitgewerkt.

Textuur aanduidingen op de bodemkaart (de cijfers)

Met de textuur wordt de samenstelling van het minerale gedeelte van de bodem bedoeld, het gaat hier dus over (zand)korrelgrootte en leemgehalten. De textuur van de zandgronden (dat zijn hier de veldpodzolgronden aangegeven met de code Hn..) bestaat hoofdzakelijk uit matig fijn, zwak lemig zand. De geschatte M50 (maat voor de korrelgrootte) van het zand is vaak 150-155 µm (matig fijn zand) en het leemgehalte is 10-15 % (zwak lemig). Op de bodemkaart is de zandgrofheid weergegeven als achtervoegsel in het eerste cijfer van de bodemcode Hn. Het cijfer "5" staat voor matig fijn zand (M50 tussen 150 en 210 µm). Aan de westkant en aan de zuidkant is het dekzand wat fijner (140-150 µm). Dit zand noemen we zeer fijn zand en is in de bodemcode aangeduid met het cijfer "3". Het tweede cijfer in de bodemcode geeft het leemgehalte aan; "3" voor zwak lemig zand (10 – 17,5% leem) en "5" voor sterk lemig zand (17,5 – 32,5% leem).

Deze aanduiding voor het leemgehalte is ook als *voorvoegsel* gebruikt bij de oudere (niet-veenkoloniale) veengronden of moerige gronden in de zuidkant van het onderzoeksgebied (ten zuiden van de Gravelandweg, Oude Hoevenweg en het Geesters Stroomkanaal)

Aan de noordoostkant (in de kavel van Driehoeksweg 21) komt keileem onder het dekzand van de veldpodzolgrond voor. De bovenkant van het keileem zit in het bodemvlak Hn53x (met het achtervoegsel x van keileem) vaak tussen 70 en 120 cm, maar op kleine plekken zit het nog hoger in het profiel (bronnen: ervaring gebruiker, eigen boringen en Veendiktekaart van de Heidemij uit 1962). In het hele gebied is vaak grind aangetroffen in de bovengrond. Grind en grof zand komen ook voor in de ondergrond in laagjes met grover zand dan de aangegeven fractie 150-155 µm. Deze laagjes komen vooral aan de oostkant voor en zitten meestal op een diepte van 1 à 1.50 m.

Moerpodzolgronden W

De grootste oppervlakte wordt ingenomen door de moerpodzolgronden met een veenkoloniaal dek (bovengrond, voorvoegsel i) en soms ook een moerige tussenlaag. Op de bodemkaart is dit aangeduid met de code iWp of iWz. Voor de zandige ondergrond is het achtervoegsel z of p gebruikt, al naargelang er niet of juist wel een humuspodzol onder of in de bewerkte ondergrond voor komt. In de uitleg over veldpodzolgronden op de volgende bladzijde wordt het begrip 'podzol' uitgelegd.

Deze moerpodzolgronden zijn gediëpploegd, gewoeld of diep verwerkt met een kraan. De diepte van de bewerking varieert van 60 cm tot ruim 2 m. Bij deze diepe bewerkingen is zand naar boven gewerkt. Door de diepe bewerking wordt onder de bouwvoor behalve zand ook kleine of grote brokken veen en gliede gevonden. Gliede-lagen komen voor op de overgang van veen naar het zand en zijn

vaak slecht waterdoorlatende "schoenpoetslagen" bestaande uit leem en heel fijne organische stof. Omdat de begindiepte van de zandige ondergrond varieert en meer of minder bedekt is met een gliedelaag, varieert ook de gemengde grond sterk op korte afstand. In het veenkoloniale dek (de bovengrond) loopt het humusgehalte uiteen van 10 tot 25 %.

Tabel 2 Overzicht samenstelling van bodemcode voor moerige gronden.

Bovengrond Bodemtype z3Wp Leemgehalte bovengrond Ondergrond	Bovengrond		Leemgehalte		Ondergrond	
	Code	Betekenis	Cijfer	Betekenis	Code	Betekenis
	pz	Minerale eerdlaag	3	10 – 17,5% leem	z	Zand
	z	Zand	5	17,5 – 32,5% leem	p	Zand met humuspodzol
	i	Veenkoloniaal dek				

Veldpodzolgronden Hn

Veldpodzolgronden met de aanduiding Hn.. komen op de bodemkaart met name voor in de hogere delen als 'grote vlakken' aan de oostkant en in het zuidwesten. Aan de westkant liggen enkele smallere banen. Deze gronden kenmerken zich door een duidelijk herkenbare bruine inspoelingslaag (podzol-B). Bodemvorming vindt voor een belangrijk deel plaats onder invloed van grondwaterstromen. In een klimaat met een jaarlijks neerslagoverschot infiltreert regenwater in de bodem en zakt langzaam weg naar diepere lagen. Hierbij lossen humuszuren en mineralen op in het infiltrerende regenwater, waarmee het dan naar de ondergrond verplaatst. De bovengrond wordt hierdoor langzaam uitgeloozd en er ontstaat een grijze uitspoelingslaag. Op een bepaald moment raakt het grondwater verzadigd met humuszuren en dan slaat dit neer in een zogenoemde inspoelingslaag. Deze laag is als een koffiebruine laag onder de grijze uitspoelingslaag zichtbaar. De inspoelings- en uitspoelingslagen variëren sterk in dikte en intensiteit en tijdens de ontginning is de uitspoelingslaag en een deel van de inspoelingslaag vaak door de bovengrond geploegd. Het proces van uitspoeling en inspoeling wordt podzoliatie genoemd. Behalve de moerige gronden zijn ook veel veldpodzolgronden meer of minder gemengd en verwerkt. De veldpodzolgronden in dit gebied zijn van de moerpodzolgronden onderscheiden door de afwezigheid van herkenbare veenresten en gliede. De bovengrond van de veldpodzolgronden is minder humusrijk dan de moerpodzolgronden, veelal minder dan 10 % organische stof.

Tabel 3 Overzicht samenstelling van bodemcode voor veldpodzolen in dit project.

Bodemtype Hn Leemgehalte 53 Korrelgrote x	Korrelgrote		Leemgehalte		Achtervoegsel	
	Code	Betekenis	Cijfer	Betekenis	Code	Betekenis
	3	105 – 150 mμ	3	10 – 17,5% leem	x	Keileem
	5	150 – 210 mμ	5	17,5 – 32,5% leem		

Veengronden V

Waar meer dan 40 cm moerig/venig materiaal in het profiel voor komt spreekt men van een veengrond. Veengronden met een veraarde moerige bovengrond heten madeveengronden, aangeduid met de code aV... In de zogenaamde meerveengronden pzV.. is sprake van een minerale eerdlaag. In de meerveengronden zV.. is de bovengrond zandiger en heeft de humeuze bovengrond geen minerale eerdlaag. Voorvoegsel t... betekent een bovengrond tot 30 cm dik. Achter de V.. staat een achtervoegsel c in geval de ondergrond uit broekveen of zeggeveen bestaat. Wanneer binnen 120 cm zand in de ondergrond voor komt, is niet de veenaanduiding gebruikt. Voor een zandige ondergrond is het achtervoegsel z of p gebruikt, al naargelang er niet of juist wel een humuspodzol onder het veen voorkomt.

Tabel 4 Overzicht samenstelling van bodemcode voor veengronden.

Bovengrond z3 Bodemtype Vp Leemgehalte bovengrond Ondergrond	Bovengrond		Leemgehalte		Ondergrond	
	Code	Betekenis	Cijfer	Betekenis	Code	Betekenis
	pz	Minerale eerdlaag	3	10 – 17,5% leem	z	Zand
	z	Zand	5	17,5 – 32,5% leem	p	Zand met podzol
	a	Veraard moerig			c	Veen
	t	Tot 30 cm dik				
	i	Veenkoloni- aal dek				

Waterdoorlatendheid

De zwak lemige zandgronden met een M50 van > 150 mu zijn goed waterdoorlatend. Daar waar grof zand en/of grind in de ondergrond voor komt is de ondergrond zeer goed doorlatend. Deze grofzandige lagen spelen een grote rol in de grondwaterfluctuatie omdat water zich makkelijk verplaatst door dit zand.

De veenkoloniale grond (iWp en iVc) en de wat oudere moerige gronden zijn op korte afstanden nogal wisselend van samenstelling. Het grootste oppervlakte van deze gronden (90%) bevat voldoende van dit grove zand (vermengd vanuit de ondergrond), waardoor de doorlatendheid niet zo'n probleem is. Het overige deel van deze gronden is gemengd met relatief veel moerig of lemig materiaal (gliede) en kan dan minder en heel plaatselijk weinig neerslag bergen. Dit komt doordat het water minder snel kan wegzakken naar de ondergrond omdat moerig/lemig materiaal de doorstroom van water belemmert. De bovengrond raakt dus sneller verzadigd. Deze ongunstige plekken komen over het hele oppervlakte van de veenkoloniale en moerige gronden verspreid voor.

Een verzadigde bovengrond verliest zijn structuur en draagkracht en wordt dus snel een "zachte plek". Voor veldpodzolgronden met (kei)leem ondiep in het bodemprofiel kan dit probleem ook lokaal optreden. Hier treedt de leemlaag op als remmende laag voor de waterafvoer/berging. Zachte plekken komen heel plaatselijk en zeer onregelmatig voor. Door het grillige voorkomen zijn deze plekken niet uit te karteren en dus niet specifiek in beeld te brengen. Tijdens het onderzoek waren ze ook niet allemaal zichtbaar aan het maaiveld, op de volgende bladzijde staan foto's van een aantal van wel zichtbare plekken.

Foto's van 'kleine' natte
plekken in najaar 2017



Opvallend bij de kartering van de (gemengde) veen- en moerige gronden is dat het veen vaak nog bruin is. Dit veen is nog vrijwel zuurstofloos en is nauwelijks verweerd of veraard, ook al ligt het boven het grondwater. Dit maakt duidelijk dat de gemengde grond boven het grondwater vaak sterk vochthoudend is. Dit komt voor in de veenkoloniale gronden (iW.. en iV..) en ook in de wat oudere veen- en moerige gronden aan de zuidkant van het onderzoeksgebied (ook deze gronden zijn veelal verwerkt). De sterk vochtvasthoudende eigenschappen worden veroorzaakt door (jonge) organisch stof, veen en leem (zit in gliede). Deze 'bestanddelen' zijn meer of minder gemengd en vaak zeer heterogeen. Brokken en ook kleinere gronddeeltjes liggen als het ware los van elkaar in het bodemprofiel. Elk losliggend gronddeeltje vormt voor watertransport meer of minder een barrière. Hierdoor is de bovengrond lokaal kwetsbaar voor structuurbederf bij beweiden of berijden en zal daardoor plaatselijk natter zijn dan op basis van het grondwaterniveau (Gt) zou worden verwacht. Het gaat om de moerige gronden en de veengronden. Het optreden van deze 'zachte plekken' hangt namelijk ook af van het gewas. Suikerbieten bijvoorbeeld zorgen door hun beworteling voor een poreuze grond. Maïs en lilies bewortelen oppervlakkig en vrij ondiep, de gronden zijn dan kwetsbaarder onder natte omstandigheden. De kwetsbaarheid neemt toe en de waterdoorlatendheid neemt af naarmate de grond natter is. Het is dus een glijdende schaal naarmate de ontwatering en de afwatering minder goed 'geregeld' is. Dit fenomeen treedt snel op bij een Gt II en III, maar het kan hier en daar ook bij een Gt IV optreden en treedt soms ook bij drogere Gt's op. Heel lokale kwetsbare plekken kunnen ook optreden in de veldpodzolgronden Hn53 met leem in de ondergrond. Deze gronden zijn veelal ook verwerkt en de bovenkant van het leem ligt heel grillig onder het zand. De drainage-sleuven in deze gronden zijn vaak opgevuld met grof materiaal om de doorlatendheid te verbeteren.

We stellen dat de term schijnspiegel of schijngrondwaterspiegel hier de lading onvoldoende goed dekt. Een schijnspiegel is *“een freatisch vlak op een slecht doorlatende laag, waaronder weer een onverzadigde zone voorkomt”* ref. 7. Het suggereert een vaststaande situatie (met een slecht doorlatende laag), in dit gebied is geen sprake van een blijvend slecht doorlatende grond. Er is in de zachte plekken sprake van een tijdelijke, vrijwel verzadigde bodem. Dit beperkt de waterdoorlatendheid. Door het hoge organische stofgehalte van de grond kan de grond veelal snel opdrogen. Als de grond opdroogt is, neemt ook de waterdoorlatendheid van het hele profiel weer vrij snel toe.

3.2 Grondwatertrappen

Het belangrijkste doel van het onderzoek was het vaststellen van de huidige situatie voor de grondwaterfluctuatie in het freatisch water (het bovenste grondwater). Het grondwater bepaalt in grote mate hoe een bodem zich gedraagt en hoe hij zich leent voor verschillende gebruiksdoeleinden. Een (te) hoge grondwaterstand kan zorgen voor opbrengstdepressies en problemen met de bewerk- en berijdbaarheid van de grond. Diepe grondwaterstanden kunnen in de zomer voor droogteschade in een gewas zorgen. Wanneer de fluctuaties tussen de hoogste en laagste grondwaterstand groot is kunnen al deze problemen tot uiting komen, bijvoorbeeld in het voorjaar is het perceel te nat voor bemesting en in de zomer heeft het gewas last van droogte door te diep grondwater. De fluctuatie is weergegeven d.m.v. een grondwatertrappenkaart, Gt-kaart (figuur 5). De grondwaterfluctuatie van een bodemprofiel wordt uitgedrukt in de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand). De combinatie van de GHG en de GLG levert de grondwatertrap (Gt) op.

Tabel 5 Bepaling grondwatertrappen (Gt) op basis van gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

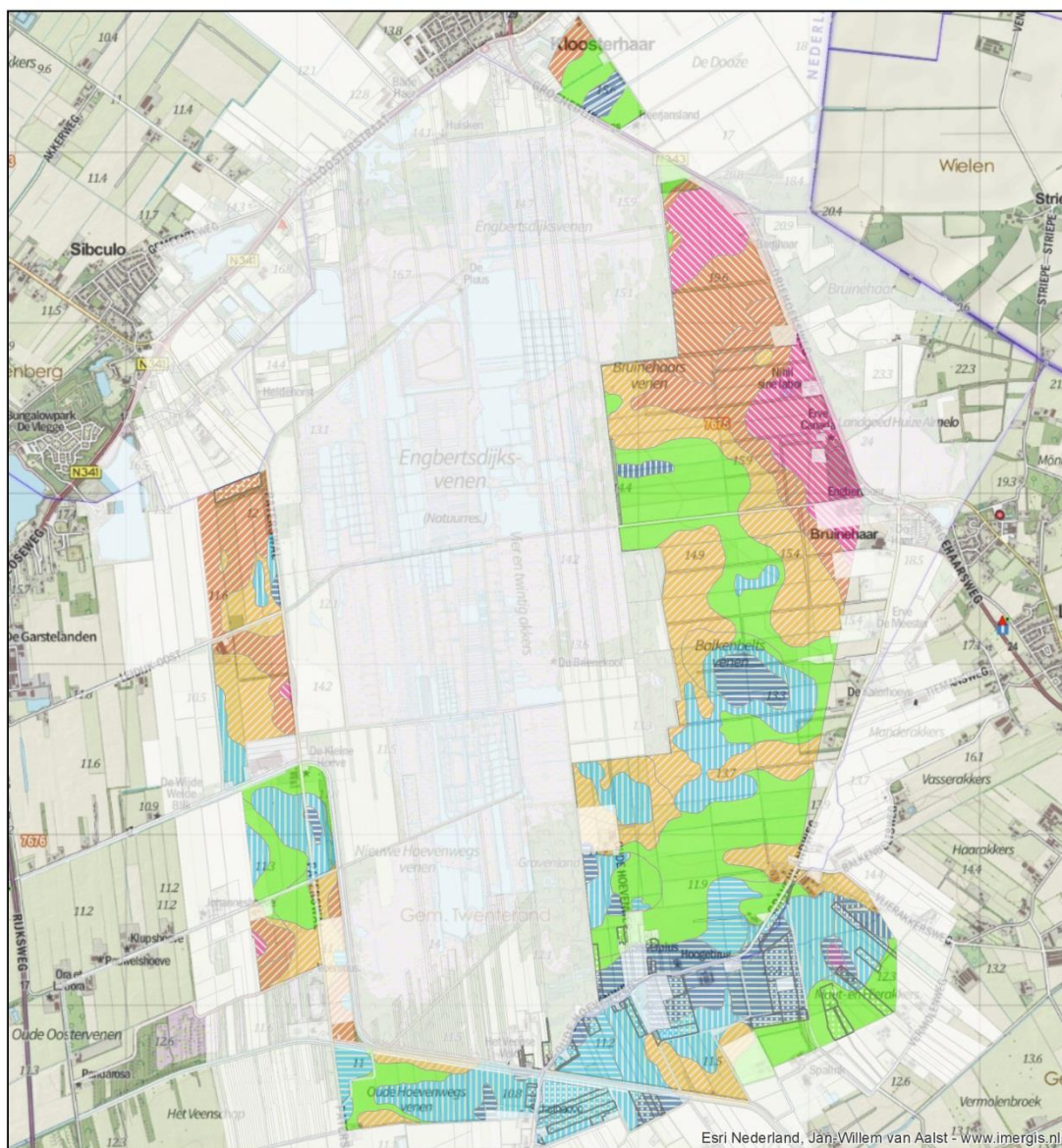
Gt	GHG	GLG
Ia	< 25	< 50
IIa	< 25	50 - 80
IIb	25 - 40	50 - 80
IIc	> 40	50 - 80
IIIa	< 25	80 - 120
IIIb	25 – 40	80 - 120
IV	40 – 80	80 - 120
IVu	40 – 80	80 - 120
Va	< 25	120 - 180
Vb	25 – 40	120 - 180
Vlo	40 – 80	120 - 180
Vld	40 – 80	> 180
VIIo	80 – 140	120 - 180
VIIId	80 – 140	> 180
VIIIo	> 140	120 - 180
VIIIId	> 140	> 180

De bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie hebben een relatie met de hoogteligging, bijlage C en ref. 5. In de Gebiedsanalyse Engbertsdijksvenen PAS (ref. 6) staat vermeld: *“Het plangebied helt af in zuidwestelijke richting van circa 25 tot ongeveer 11 m +NAP. Het hoogteverschil bedraagt circa 14 m over een afstand van 7 km...”*. Door deze hoogteverschillen in combinatie met een ondergrond die op veel plekken binnen 1,5 m grofzandig is en waar plaatselijk ook keileem voorkomt binnen 1 m, ontstaat een bont pallet aan Gt's op relatief korte afstand. In dit gebied komen bijna alle mogelijke grondwatertrappen voor. Natte Gt's Ia en IIa komen voor in veengronden met (veel) kwelwater en in ingesloten laagtes in de moerige gronden. In de noordoosthoek komt Gt IIc voor met een grondwaterfluctuatie van slechts 20 tot 30 cm.

De grondwatertrappen Gt IIIa en IIIb komen verspreidt voor in het gebied. In deze 'Gt-vlakken' met veen- en moerige gronden kunnen 'zachte plekken' ontstaan na veel regen.

Er is in de zachte plekken (zie kopje “Waterdoorlatendheid”) in dit gebied sprake van een tijdelijke, vrijwel verzadigde bodem. Dit beperkt de waterdoorlatendheid. Door het hoge organische stofgehalte van de grond kan de grond veelal snel opdrogen. Als de grond opgedroogd is, neemt ook de waterdoorlatendheid van het hele profiel weer vrij snel toe.

De grondwatertrap IVu heeft een geringere grondwaterfluctuatie dan de Gt III. Het gaat in dit gebied om een fluctuatie van 30 tot 55 cm aan de oostkant en aan de westkant van Engbertsdijksvenen. Een grondwatertrap Vlo is een iets drogere grondwatersituatie in dit gebied. Ook bij Gt Vlo is in het onderzochte landbouwgebied de fluctuatie vaak vergelijkbaar gering. Aan de zuidkant is de fluctuatie bij Gt IV en VI 65 tot 85 cm. Bij de drogere Gt's VII en VIII is de fluctuatie vergelijkbaar (50-80 cm). In de veldpodzolgronden met leem in de ondergrond Hn53x kan het grondwater meer fluctueren tot 1 m of meer. In leem is in vergelijking met veen veel minder ruimte voor water.



Figuur 5 GT kaart agro-hydrologische beschouwing Engbertsdijksvenen.

3.3 Beoordeling van de bodemgeschiktheid

De bodemgeschiktheid is bepaald met de WIB-C (Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten C) systematiek. De geschiktheid komt tot stand door verschillende beoordelingsfactoren tegen elkaar af te wegen. Deze verschillen per type landgebruik (tabel 6). De beoordelingsfactoren zijn o.a. ontwatering en vochtleverend vermogen, de bewerkbaarheid en slemp. Een uitgebreide methode beschrijving staat in bijlage B.

Een bodemgeschiktheidsbeoordeling geeft een waardering van de gronden op basis van de beoordelingsfactoren in termen van gebruiksmogelijkheden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in gronden met ruime mogelijkheden, gronden met beperkte mogelijkheden en gronden met weinig mogelijkheden voor de specifieke vorm van landgebruik.

In tabel 6 staat weergegeven welke beoordelingsfactoren meewegen in de uiteindelijke bodemgeschiktheid.

De waardering van een beoordelingsfactor is een cijfer en wordt gradatie genoemd. De beoordeling van de bodemgeschiktheid gebeurt met een sleutel, waarmee met een combinatie van gradaties van verschillende beoordelingsfactoren de bodemgeschiktheid kan worden afgeleid. Om tot een beoordeling te komen wordt dus gebruik gemaakt van beoordelingsfactoren, die voor ieder type van landgebruik kunnen verschillen. Er zijn twee verschillende bodemgeschiktheidsscenario's berekend: grasland (weidebouw) en akkerbouw (geldt voor suikerbieten, maïs, aardappels en ook lilies).

Tabel 6 De beoordelingsfactoren en het bodemgebruik waarvoor zij worden toegepast bij de geschiktheidsbeoordeling van de gronden (uit: TD19D, ref. 8).

Beoordelingsfactor	Bodemgebruik	
	Akkerbouw	Weidebouw
Ontwateringstoestand	X	X
Vochtleverend vermogen	X	X
Stevigheid van de bovengrond	X	X
Verkruimelbaarheid	X	
Slempgevoeligheid	X	

In tabel 7 (akkerbouw) en tabel 8 (grasland) staat een korte omschrijving van wat de verschillende geschiktheidsklassen inhouden. In figuur 6 en 7 staan de kaarten met daarin de resultaten van de berekeningen.

Rondom Engbertsdijkerven komt geen kleigrond voor, hierdoor komen in de akkerbouwkaart klasse 1.1 en 1.2 niet voor. Klasse 1.3 en 1.4 zijn de beste klassen voor akkerbouw.

De bodemgeschiktheid wordt vervolgens ingedeeld (zie tabel 7 en tabel 8) in *bodemgeschiktheidsklassen*. In volgorde worden drie hoofdklassen met afnemende geschiktheid aangegeven, te weten: grond met ruime gebruiksmogelijkheden, gronden met beperkte gebruiksmogelijkheden en gronden met weinig gebruiksmogelijkheden. Binnen de hoofdklassen worden subklassen onderscheiden, maar deze zijn niet in afnemende geschiktheid gerangschikt. De subklassen geven aan op welke gradaties de gronden minder goed, of juist goed scoren. In onderstaande figuur is de bodemgeschiktheidsklasse voor akkerbouw en weidebouw weergegeven.

Tabel 7 Bodemgeschiktheidsklassen voor akkerbouw. Gebaseerd op: Handleiding bodemgeografisch onderzoek, deel D (Ten Cate et. al., 1995).

	Productie	Teeltrisico	Oorzaak	
1	Gronden met ruimte mogelijkheden			1
1.1	Klei, hoog	Weinig	Goed berijd en bewerkbaar	1.1
1.2	Klei, matig tot hoog	Enig	Beperkt berijdbaar, goed bewerkbaar	1.2
1.3	Zand, hoog	Weinig	Goed berijd en bewerkbaar	1.3
1.4	Zand, matig tot hoog	Enig	Beperkt berijdbaar, goed bewerkbaar	1.4
2	Gronden met beperkte mogelijkheden			2
2.1	Hoog	Vrij groot	Veelal beperkt berijdbaar	2.1
2.2	Matig, in droge jaren	Vrij groot	Beperkt berijdbaar	2.2
2.3	Matig, in droge jaren	Vrij groot	Vochttekort	2.3
3	Gronden met weinig mogelijkheden			3
3.1	Matig tot hoog	Zeër groot	Zeër beperkt berijdbaar of bewerkbaar	3.1
3.2	Laag tot matig	Zeër groot	Groot vochttekort	3.2
3.3		Zeër groot	overstromingsgevaar	3.3
	Productie	Teeltrisico	Oorzaak	

Tabel 8 Bodemgeschiktheidsklassen voor grasland. Gebaseerd op: Handleiding bodemgeografisch onderzoek, deel D (Ten Cate et. al., 1995).

	Productie	Beweidingsverliezen	Berijdbaarheid	
1	Gronden met ruimte mogelijkheden			1
1.1	Hoog	Weinig	Goed	1.1
1.2	Hoog	Weinig	Enigszins beperkt	1.2
1.3	Hoog, behalve in droge jaren	Weinig	Goed	1.3
1.4	Hoog, behalve in droge jaren	Weinig, behalve in natte jaren	Enigszins beperkt	1.4
2	Gronden met beperkte mogelijkheden			2
2.1	Hoog	Matig	Beperkt	2.1
2.2	Matig, in droge jaren	Weinig	Goed	2.2
2.3	Matig, in droge jaren	Matig, in natte jaren	Beperkt, in natte jaren	2.3
3	Gronden met weinig mogelijkheden			3
3.1	Matig tot hoog	Groot	Zeër beperkt	3.1
3.2	Laag tot matig	Weinig	Goed	3.2
	Productie	Beweidingsverliezen	Berijdbaarheid	

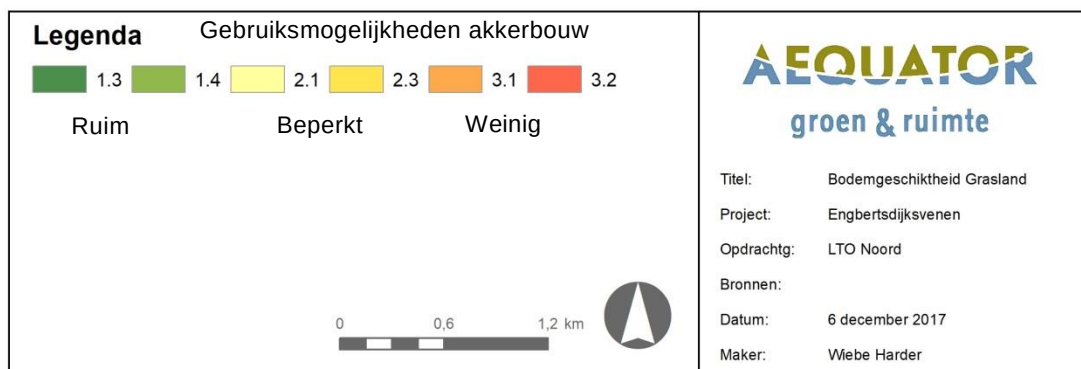
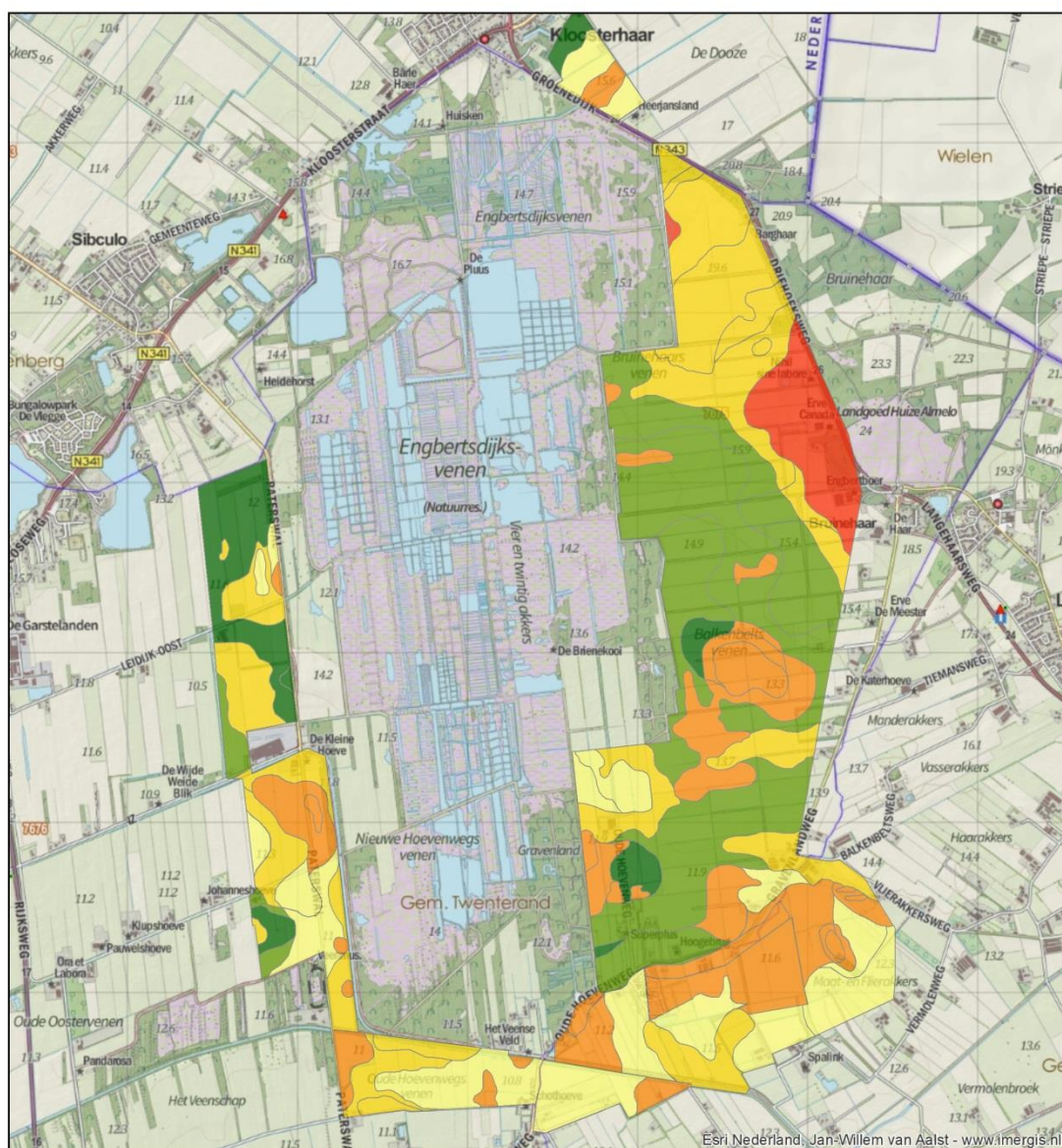
Conclusies bodemgeschiktheid voor grasland en akkerbouw

De bodemgeschiktheid voor grasland en akkerbouw volgen in grote lijnen hetzelfde patroon. Dit patroon is vooral afhankelijk van de ontwateringstoestand van het land.

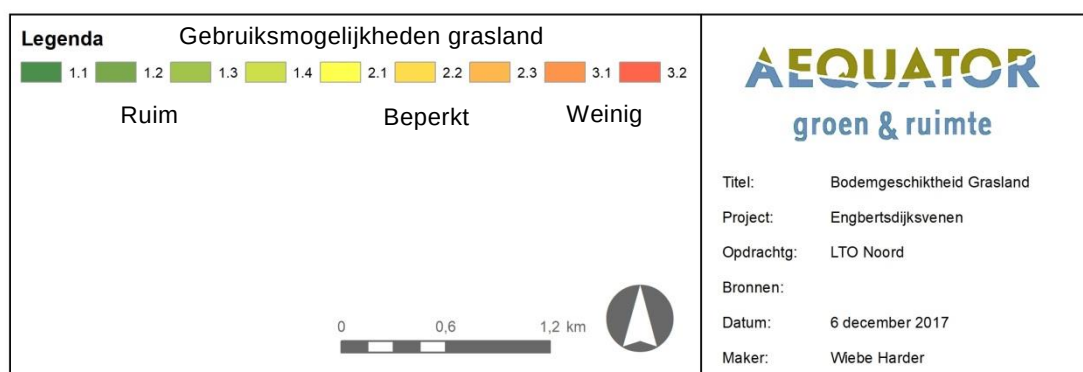
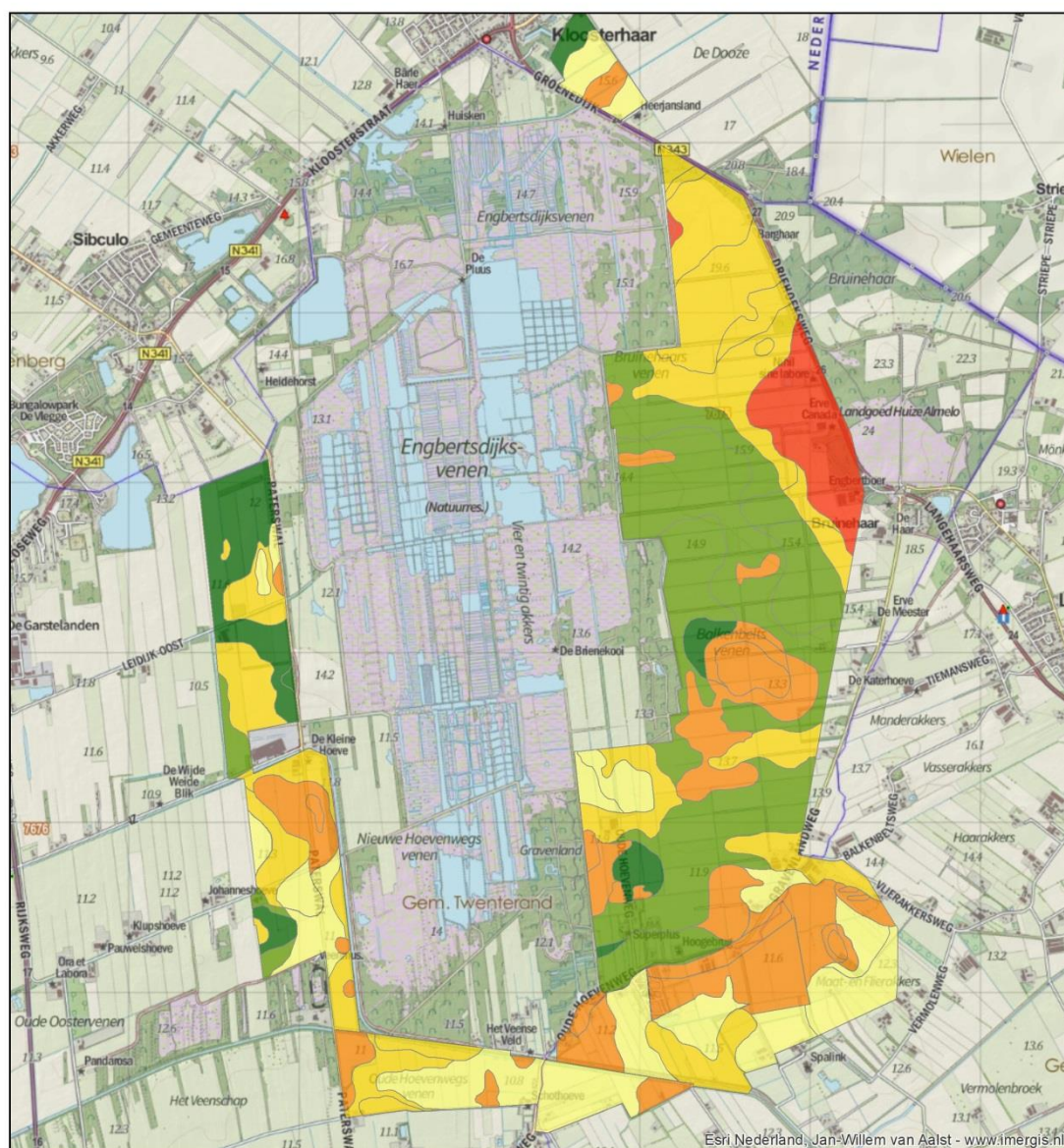
Opvallend is de lage klasse van het noordwestelijke deel van het onderzoeksgebied. Door diepere grondwaterstanden is de kans op vochttekort in het groeiseizoen hier een groter risicofactor. Dit zorgt voor een lagere productie.

De gronden in het zuiden van het gebied hebben beperkte mogelijkheden voor akkerbouw (klasse 2), dit komt voornamelijk door problemen met de berijd- en bewerkbaarheid. Voor grasland zijn deze problemen minder in dit deel van het gebied.

De ingesloten veenlaagte ten oosten van het natuurgebied geeft voor gras en akkerbouw problemen met de draagkracht.



Figuur 6 Bodemgeschiktheid voor akkerbouw.



Figuur 7 Bodemgeschiktheid voor grasland.

3.4 Opbrengstdepressies voor grasland en bouwland ten opzichte van 'ideaal'

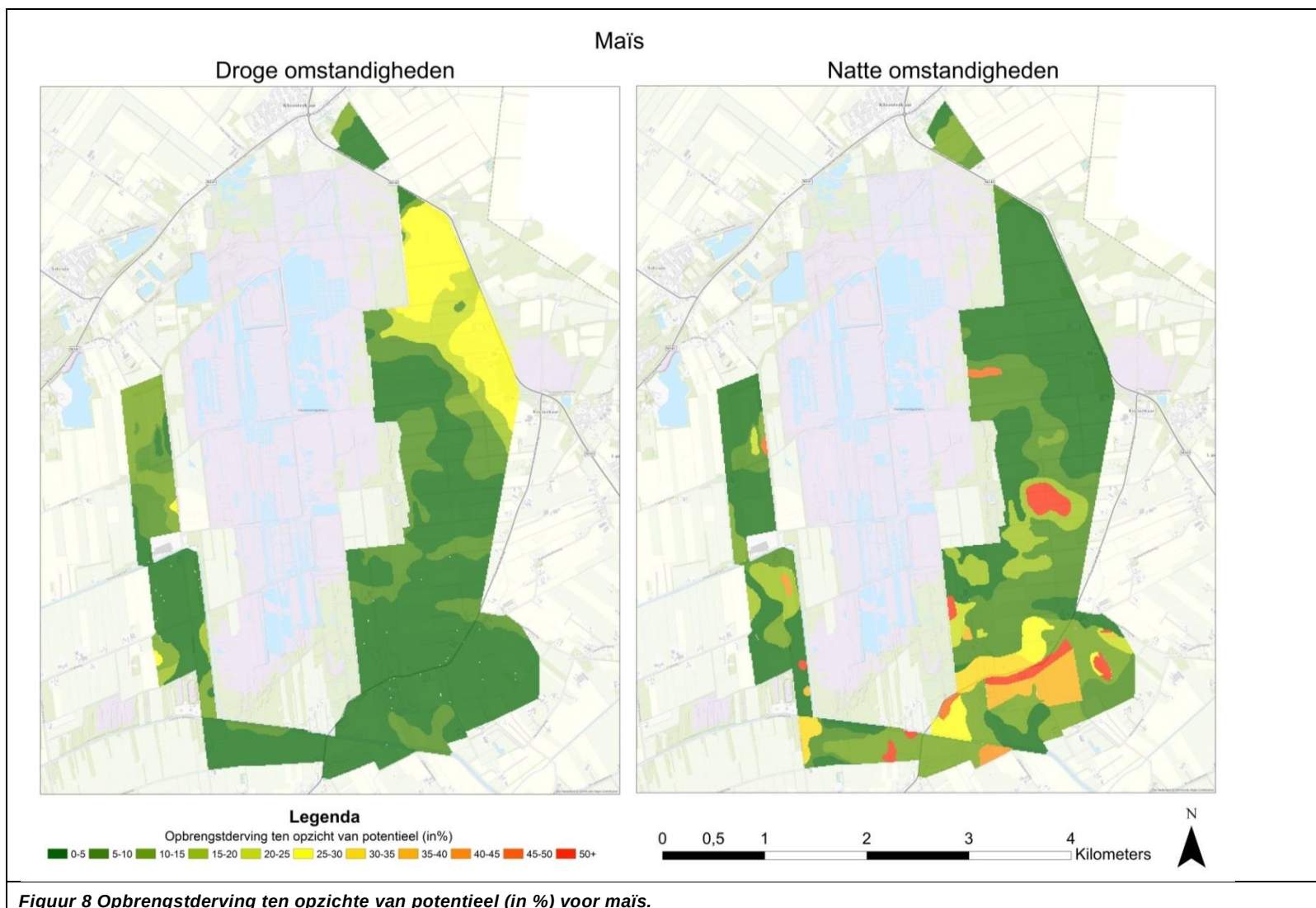
Ingrepen in de waterhuishouding hebben invloed op gewasopbrengsten doordat de groeiomstandigheden veranderen. Om effecten van nog uit te voeren (toekomstige) waterhuishoudkundige maatregelen op gewasopbrengsten te kunnen berekenen en te kunnen vergelijken met de huidige situatie zijn zogenaamde HELP-tabellen beschikbaar. Deze methode met HELP-tabellen is hier nu op de huidige situatie toegepast. Ze geven een beeld van het voortbrengend vermogen van de grond in de huidige situatie t.o.v. een ideale situatie met optimale groeiomstandigheden (het potentieel van de bodem). Deze resultaten kunnen gebruikt worden als referentie wanneer nieuwe (hydrologische) scenario's worden doorgerekend. Voor een uitgebreidere beschrijving van de methodiek wordt verwezen naar bijlage E.

De berekeningen zijn voor vijf verschillende gewassen uitgevoerd: gras, maïs, aardappels, (suiker)bieten en (lelie)bollen. Voor ieder gewas is een kaart gemaakt met daarop de opbrengstdepressie (in %) als gevolg van te droge en te natte omstandigheden ten opzichte van het potentieel. In figuur 8 staan de resultaten voor snijmaïs. De resultaten voor de andere vier gewassen staan in bijlage E. Voor alle gewassen zijn er dezelfde patronen te zien in de droog/nat kaarten. Enkel de absolute opbrengstdepressie verschilt tussen de gewassen.

De hoger gelegen gronden in de noord-oost hoek van het gebied hebben het meeste last van opbrengstdepressie door droogte. Voor lelies is deze depressie het hoogst (35-40%) en voor bieten het laagst (20-25%).

De opbrengstdepressies als gevolg van wateroverlast concentreren zich vooral in de laagte rondom de Gravenland weg in het zuidoosten van het gebied. Een opvallende uitzondering ligt aan de oostkant van het natuurgebied. Dit is een ingesloten (veen)laagte. De natte grondwatertrappen in combinatie met een veenbodem zorgen hier voor hoge opbrengstdepressie als gevolg van te natte omstandigheden.

Zoals logischerwijs te verwachten is, toont gras de minste opbrengstdepressies in zowel de droogte als nat berekeningen. Lelies zijn het gevoeligst voor watergebrek en een teveel aan water, dit blijkt ook uit de berekeningen met Waternood.



Referenties

1. Bakker, H. de en J. Schelling, Systeem van Bodemclassificatie van Nederland, De hogere niveaus, Stichting voor Bodemkartering/Pudoc, Wageningen, 1989
2. Ten Cate, J.A.M. et al., Handleiding bodemgeografisch onderzoek, Richtlijnen en voorschriften, Deel A Bodem, Technisch Document 19A, DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995
3. Gebruikershandleiding en programmatuur Waternood, Rapport 19, Stowa, Utrecht, 2007
4. Ebbers, G en H van het Loo, Bodemkaart van Nederland 1:50.000 Toelichting bij kaartblad 28 oost Almelo en 29 (gedeeltelijk) Denekamp
5. <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
6. Staatsbosbeheer en Dienst Landelijk Gebeid, Gebiedsanalyse Engbertsdijkerven PAS, Zwolle, 2015
7. Commissie voor hydrologisch onderzoek TNO, Verklarende hydrologische woordenlijst, Gespreksgroep Hydrologische Terminologie, rapporten en nota's no. 16, 's Gravenhage, 1986
8. Ten Cate, J.A.M. et al., Handleiding bodemgeografisch onderzoek, Richtlijnen en voorschriften, Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik, Technisch Document 19d, DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995
9. HELP-2005, Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het Waternood-instrumentarium, rapport 16, Stowa, Utrecht, 2005

4 BIJLAGEN

Bijlage A: Methode bepaling bodemgesteldheid / bodemopbouw

De bodemgesteldheid wordt bepaald door het beschrijven van een bodemprofiel volgens “*Het systeem van Bodemclassificatie, de onderste niveaus*” van Bakker en Schelling (1989). Dit wordt gedaan aan de hand van grondboringen. Bij dit systeem worden bodemlagen onderscheiden in horizonten met ieder een kenmerkende eigenschap op basis van textuur (grondsoort, leem/lutumgehalte, enz.) of bodemvorming (pedogenese). Het ontstaan van de bodem en de bodemvorming heeft een sterke verwantschap met de grondwaterstanden. Dit komt tot uiting in hydromorfe kenmerken, maar ook textuurverschillen en grondsoort worden beïnvloed en beïnvloeden de hydrologische omstandigheden. Of een bodem nat of droog (droogtegevoelig) is, wordt enerzijds bepaald door de diepte van de grondwaterstand, maar ook door de profielopbouw van een bodem. Verschillen in bodemopbouw gaan vaak samen met verschillen in hydrologie en daarom worden bij het vaststellen van de eigenschappen van de grond de bodemopbouw en grondwaterstand als eenheid vastgelegd.

De grondwatersituatie

Een heel belangrijke factor die de gebruiksmogelijkheden van grond bepaalt, is de grondwaterstand. De hydrologie van een bodemprofiel wordt uitgedrukt in de **GHG** (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en de **GLG** (gemiddeld laagste grondwaterstand). De combinatie van de GHG en de GLG levert de **grondwatertrap** (Gt Tabel B1) op. Bij een bodemkartering wordt aan de hand van **bodemprofielkenmerken** de Gt geschat, denk hierbij aan roestverschijnselen in het bodemprofiel (ook wel hydromorfe verschijnselen genoemd).

Daarnaast wordt gebruikt gemaakt van bestaande informatie over grondwaterstanden, zoals peilbuisen, hoogtekaarten en uitkomsten van grondwatermodellen. Deze laatste geven echter niet altijd een juiste indicatie van het freatisch grondwater, door het voor komen van bijvoorbeeld storende lagen hoog in het bodemprofiel. Tevens bevelen we aan om tijdens een GHG en/of GLG moment een gerichte opname te doen, zoals beschreven in de offertebrief.

Tabel B1: Bepaling grondwatertrappen (Gt) op basis van gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG).

Gt	GHG	GLG
Ia	< 25	< 50
IIa	< 25	50 - 80
IIb	25 - 40	50 - 80
IIc	> 40	50 - 80
IIIa	< 25	80 - 120
IIIb	25 - 40	80 - 120
IV	40 - 80	80 - 120
IVu	40 - 80	80 - 120
Va	< 25	120 - 180
Vb	25 - 40	120 - 180
VIo	40 - 80	120 - 180
VIId	40 - 80	> 180
VIIo	80 - 140	120 - 180
VIIId	80 - 140	> 180
VIIIo	> 140	120 - 180
VIIIId	> 140	> 180

De bodem- en grondwatertrappenkaart op perceelsschaal

Op een bodemkaart wordt de bodemgesteldheid in kaartvlakken weergegeven. Een kaartvlak geeft informatie over de bodemopbouw en de hydrologische omstandigheden in een begrensde eenheid. De karteerder begrenst een kaartvlak op basis van profielbeschrijvingen relatieve hoogteligging, topografie en vegetatie. Landschappelijke veranderingen gaan vaak samen met veranderingen in de bodemopbouw. Het Algemeen Hoogte Bestand Nederland (AHN) is daarom een belangrijke hulpbron bij het begrenzen van kaartvlakken. Ook veranderingen in vegetatie, (grassenbestand, bomensoort, enz.) topografie (slootdichtheid, ligging van de wegen, enz.) kunnen iets vertellen over de variatie in de bodemgesteldheid. Dit zijn de zogenaamde **veldkenmerken**.

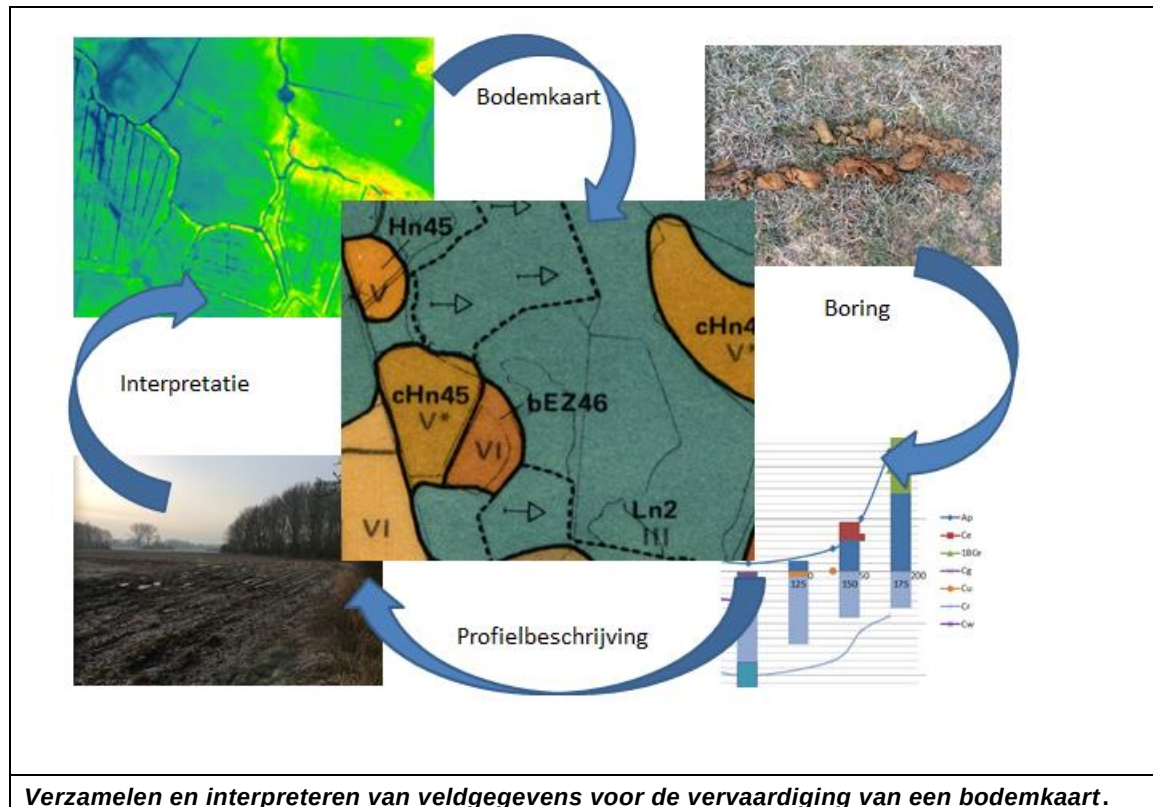
Van een kaartvlak wordt de bodemgesteldheid beschreven volgens een kaarteenheden. Deze kaarteenheden zegt iets over de bodemopbouw en de grondwaterstanden binnen de kaart en geeft daarmee een zo goed mogelijk beeld van de bodemgesteldheid binnen dat kaartvlak.

Hoewel een kaartvlak op de bodemkaart als eenheid wordt beschouwd, kan ook binnen een kaartvlak variatie voor komen. De variatie binnen een kaartvlak is grotendeels afhankelijk van de **kaartschaal** (bij een grote schaal kunnen kleinere vlakken worden onderscheiden), van het aantal boringen (hoe meer boringen, hoe meer inzicht in de variatie in de bodemopbouw) en in hoeverre natuurlijke landschappelijke elementen nog zichtbaar zijn (in sterk verwerkte/geëgaliseerde gebieden is de relatie landschap – bodemgesteldheid verstoord).

Om op perceel niveau een uitspraak te kunnen doen over de bodemgeschiktheid, is een bodemkaart vereist waar op ieder perceel een boring is gedaan met een dichtheid van, afhankelijk van de variatie, circa 1 boring per hectare. Met deze aanpak kan een bodemkaart vervaardigd worden waarop eenheden van tenminste 1 ha kunnen worden onderscheiden (zogenaamde schaal 1:10.000). Deze kaartschaal is gangbaar in bijvoorbeeld ruilverkavelingen of herinrichtingen, waarbij schattingskaarten of ruiklassenkaarten worden gemaakt voor ruiling van gronden.

Algemene uitgangsprincipes beschrijving bodemopbouw:

- Er wordt geclassificeerd conform het Nederlandse classificatiesysteem van De Bakker & Schelling).
- De bodemprofielen worden beschreven conform Ten Cate et al., 1995. De bodemcodes die gebruikt worden zijn volgens de 1:10.000 kartering, ook bij meer gedetailleerde kaartschalen.
- Elk profiel wordt geografisch ingemeten (X,Y coördinaten) met een handheld GNSS-apparaat.
- De boorbeschrijvingen worden opgeleverd in een excel document waarbij op 1 tabblad de horizont beschrijvingen zijn opgenomen en in een ander tabblad de gegevens per boring zoals GHG, GLG, waargenomen grondwaterstand, bewortelingsdiepte, en dergelijke.
- De bodemkaart wordt opgeleverd in een GIS-bestand (bodemplakkenkaart), met daarbij de boorpuntgegevens (boorpuntenkaart).



Verzamelen en interpreteren van veldgegevens voor de vervaardiging van een bodemkaart.

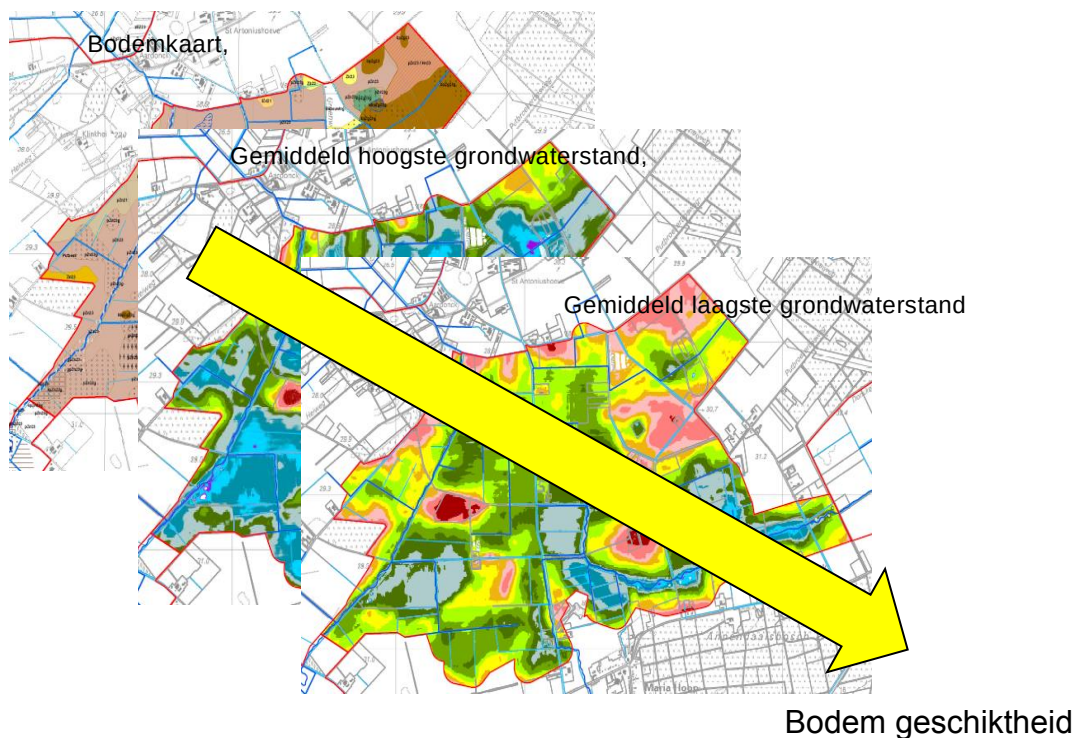
Bijlage B: Beoordeling van de bodemgeschiktheid en het voortbrengend vermogen

De bodemgeschiktheid

We bepalen de bodemgeschiktheid met de zogenaamde WIBC methode. (Werkgroep Interpretatie Bodemkaarten C). De methodiek is uitvoerig beschreven door Ten Cate et al., 1995, Deel D (richtlijnen en -voorschriften Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik). De methode werkt met zogenaamde beoordelingsfactoren. De *beoordelingsfactoren* kunnen voor iedere vorm van landgebruik verschillend zijn (zie Tabel C1) of een andere weging hebben. De methodiek is grafisch weergegeven in figuur 3.

Tabel C1: Beoordelingsfactoren en het grondgebruik die worden toegepast bij de geschiktheidsbeoordeling van de gronden.

Beoordelingsfactor	Bodemgebruik		
	akkerbouw	weidebouw	bosbouw
Ontwateringstoestand	X	X	X
Vochtleverendvermogen	X	X	X
Stevigheid van de bovengrond	X	X	
Verkruijmelbaarheid/bewerkbaarheid	X		
Slempgevoeligheid	X		
Stuifgevoeligheid	X		
Voedingstoestand			X
Zuurgraad			X



Figuur C1: Methodiek om te komen tot bodemgeschiktheid.

Een beoordelingsfactor berust op een combinatie van bodemeigenschappen, bv. textuurorganische stofgehalte, GHG en GLG. De waarde die aan een beoordelingsfactor wordt toegekend wordt gradatie genoemd. Een gradatie is een waarderingscijfer van een bepaald aspect van de bodem voor een specifiek type grondgebruik. Een gradatie wordt aangeduid met de cijfers 1 t/m 5, waarbij een laag cijfer een gunstige omstandigheid aangeeft en een hoog cijfer een ongunstige omstandigheid.

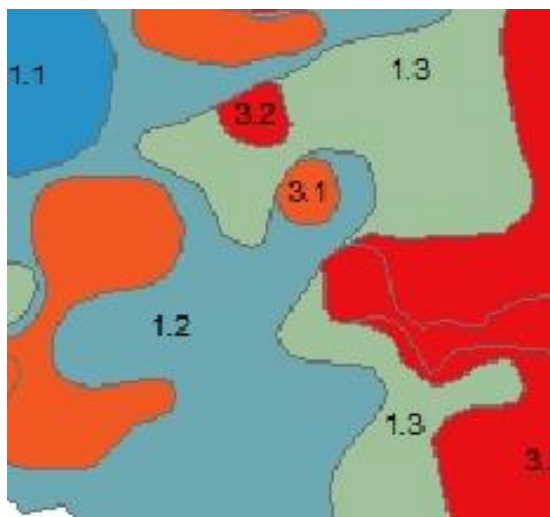
Tabel D-34 Sleutel voor de vaststelling van hoofdklassen en klassen van de bodemgeschiktheid voor weidebouw

Ontwaterings- toestand	Vochtleverend vermogen	Stevigheid van de bovengrond		
		1	2	3
1 of 2	1	1.1	1.2	2.1
	2	1.3	1.4	
	3	2.2	2.3	
	4 of 5	3.2		
3	1	1.1	1.2	3.1
	2	1.3	1.4	
	3	2.2	2.3	
	4 of 5	3.2		
4	1	1.2	2.1	3.1
	2	1.3		
	3	2.2	2.3	
	4 of 5	3.2		
5	1, 2 of 3	2.1		3.1
	4 of 5	3.2		

Figuur C2: Sleutel voor de vaststelling van hoofdklassen en klassen van de bodemgeschiktheid voor weidebouw (Ten Cate et al., 1995).

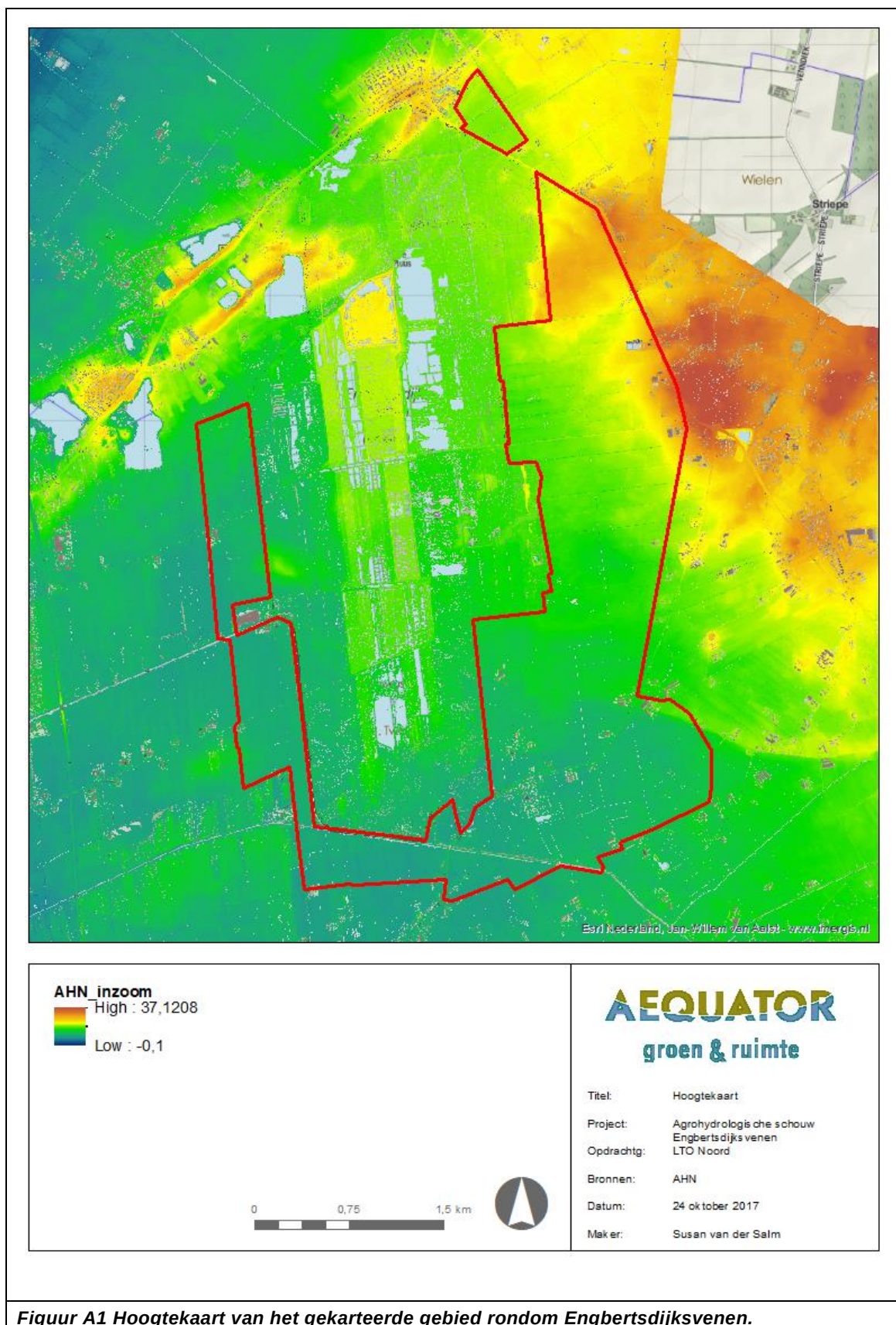
Om tot een beoordeling te komen voor de bodemgeschiktheid worden de gronden geclassificeerd op basis van de beoordelingsfactoren voor een specifiek type landgebruik. De toekenning van een geschiktheidsklasse aan kaartenheden gebeurt met een *sleutel*. De sleutel is een combinatie van beoordelingsfactoren en de daarop toegekende gradatie die leidt tot een geschiktheidsbeoordeling (een voorbeeld is weergegeven voor weidebouw in figuur 4).

Aan iedere kaartenheid wordt een bodemgeschiktheid toegekend, zodat er een vlakdekkend beeld ontstaat van de gebruiksmogelijkheden in het gebied (voorbeeld in figuur C3). Deze methode wordt normaal ook gebruikt in ruilverkavelingen om ruiklassen op te stellen of de waarde van de grond te bepalen.



Figuur C3: Fragment van een vlak dekkende geschiktheidsbeoordelingskaart.

Bijlage C: Hoogtekaart



Figuur A1 Hoogtekaart van het gekarteerde gebied rondom Engbertsdijkerven.

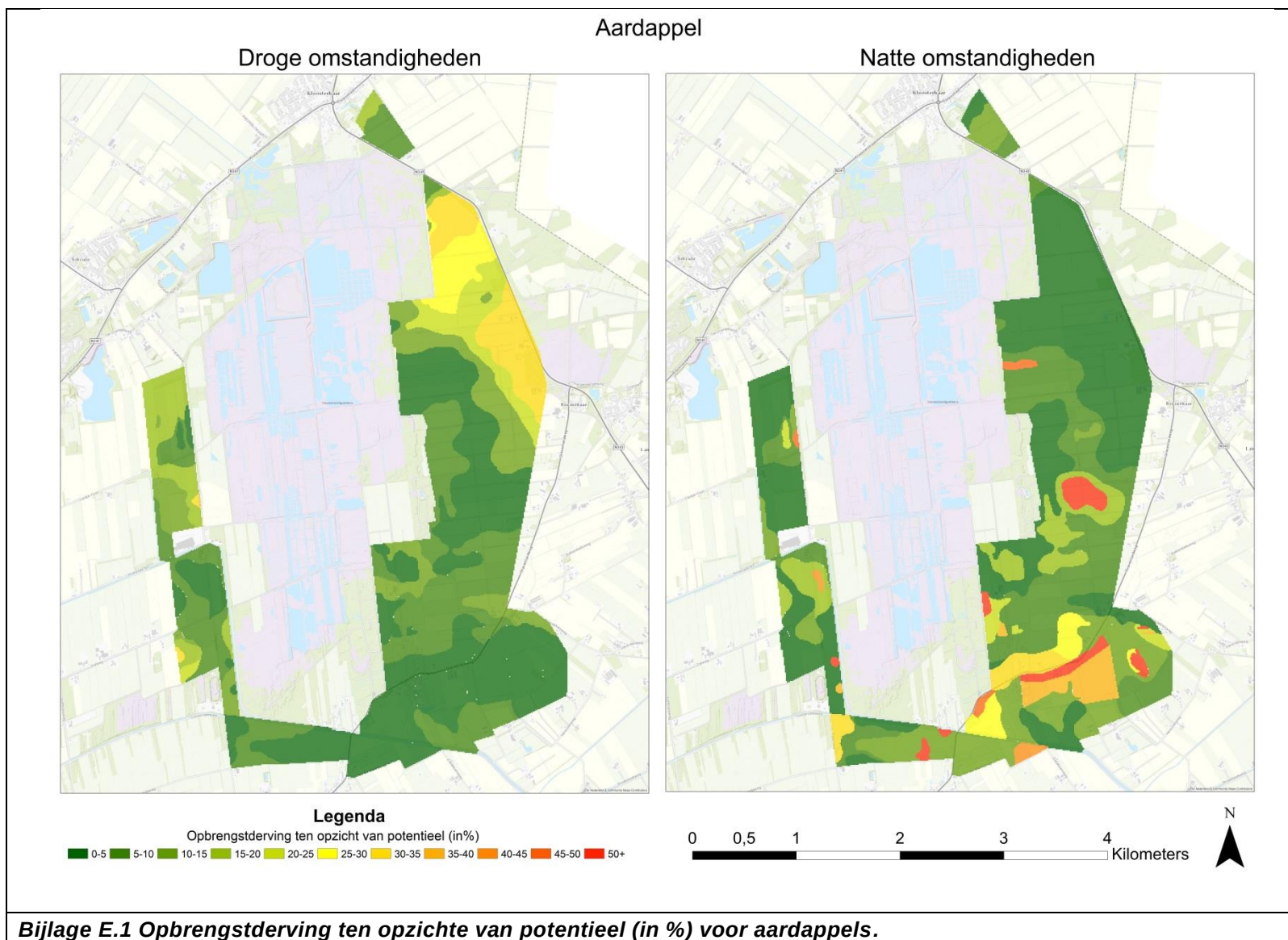
Bijlage D Bodemkaart en Gt kaart agrohydrologische beschouwing Engbertsdijsvenen

Bijgevoegd als Aequator_Bodemkaart_GT_A0.pdf

Bijlage E Waternood methodiek en kaarten

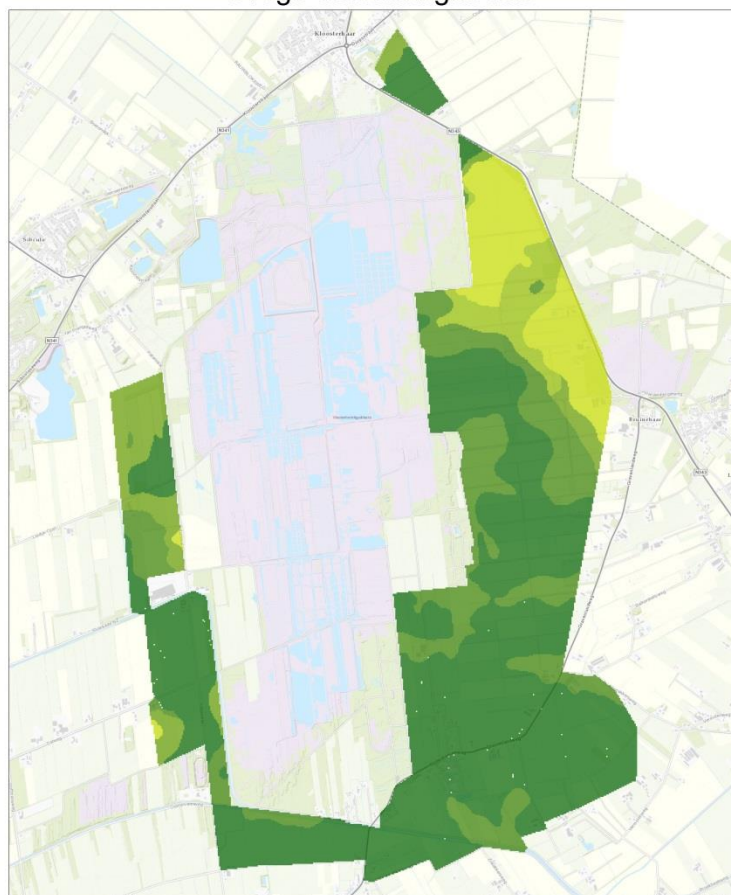
Berekenen voortbrengend vermogen (HELP-systematiek)

Voor het berekenen van de effecten van waterhuishoudkundige maatregelen op landbouwkundige opbrengsten worden de HELP-tabellen gebruikt. De resultaten worden gepresenteerd als langjarige gemiddelde opbrengstderving als functie van het bodemtype en de GHG en GLG. De rekenprocedure is geautomatiseerd in de zogenaamde Waternoodsystematiek software. De nat- en droogteschade wordt berekend aan de hand van het bodemtype, de GHG en GLG ten opzichte van ideale productie omstandigheden. Veelal komt dit in de praktijk niet voor, aangezien er bijvoorbeeld niet optimaal be- regend wordt. De opbrengstderving wordt weergegeven als percentage ten opzichte van de maximaal haalbare opbrengst en kan eventueel ook uitgedrukt worden in geld. Het dervings-percentage is ge- baseerd op veldonderzoek, praktijkervaring en modelberekeningen. Voordeel van deze methode is dat een geringe verandering in de hydrologische situatie direct tot uiting komt in een verandering van de opbrengstderving, terwijl bij de bodemgeschiktheidsbeoordeling de verandering klasse overstij- gend moet zijn om de verandering in gebruiksmogelijkheid te zien. Het gebruik van de (oude) HELP- tabellen staat onder discussie en men is inmiddels bezig met een verbeterde methode onder de naam “Waterwijzer”. Omdat deze toepassing nog niet beschikbaar is hebben wij gebruik gemaakt van de verbeterde HELP-tabellen uit 2005.

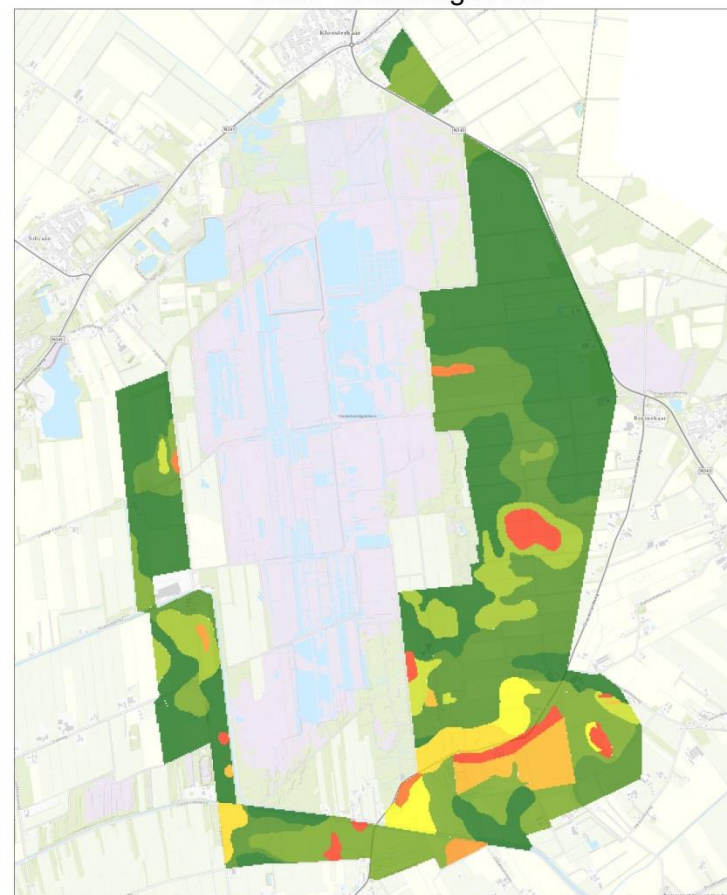


Bieten

Droge omstandigheden



Natte omstandigheden



Legenda

Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in%)

0-5 5-10 10-15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 45-50 50+

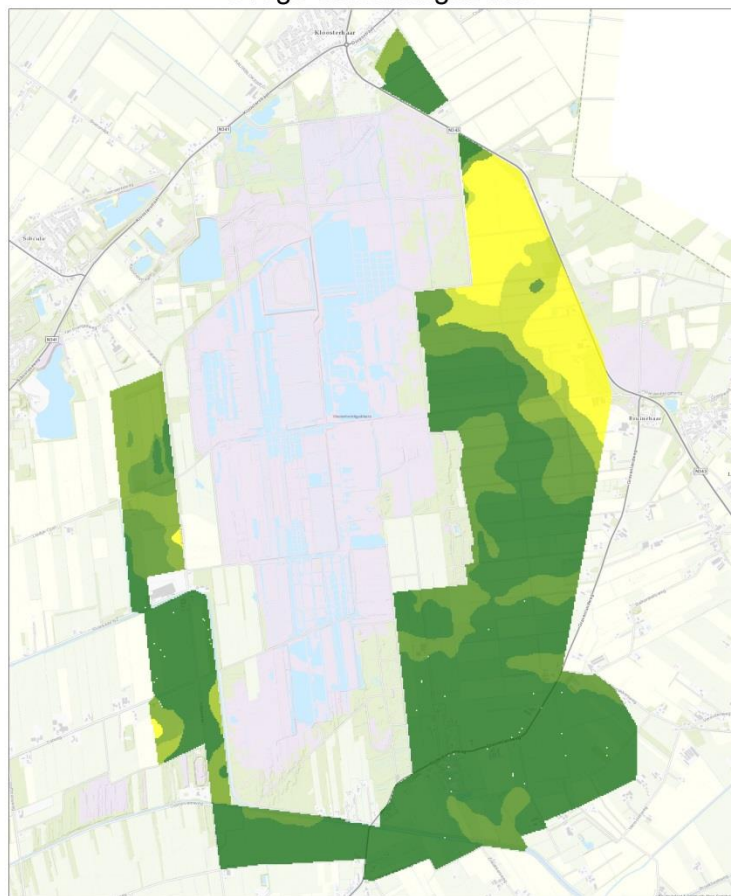
0 0,5 1 2 3 4 Kilometers



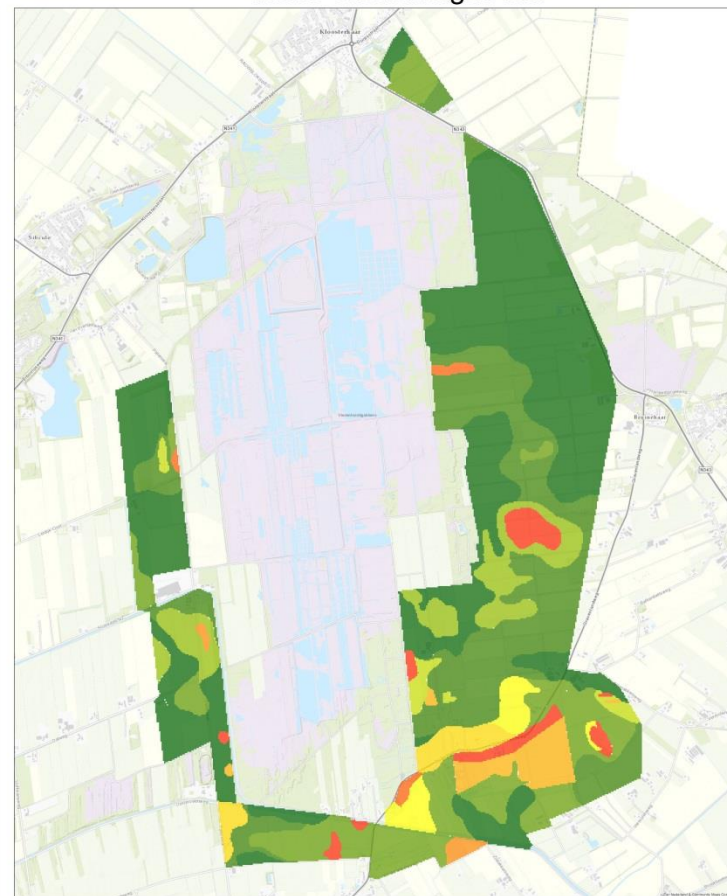
Bijlage E.2 Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in %) voor (suiker)bieten.

Maïs

Droge omstandigheden



Natte omstandigheden



Legenda

Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in%)

0-5 5-10 10-15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 45-50 50+

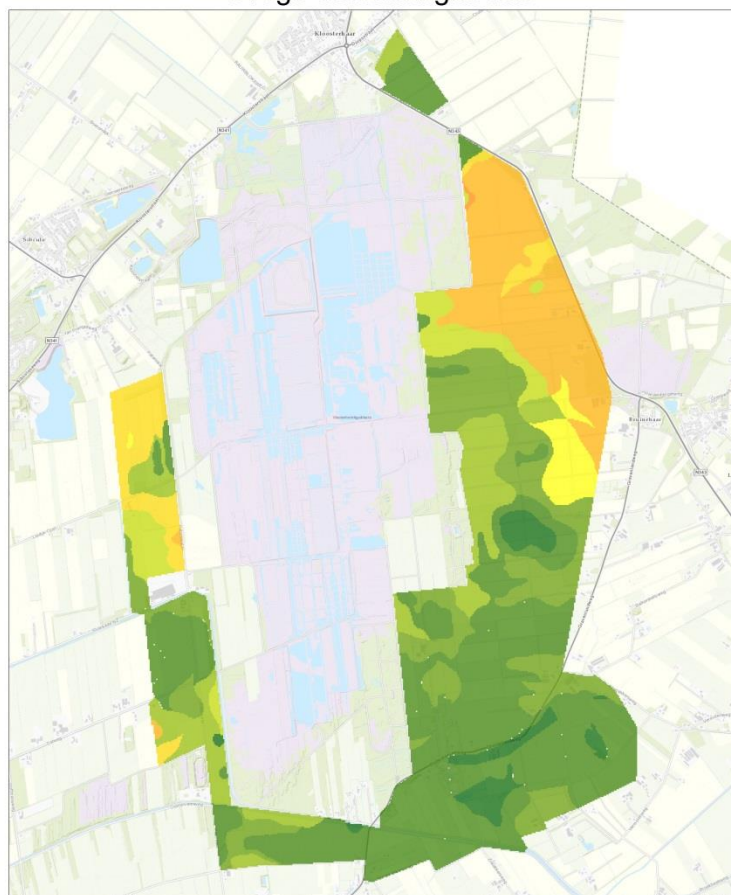
0 0,5 1 2 3 4 Kilometers



Bijlage E.3 Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in %) voor maïs.

Lelies

Droge omstandigheden



Natte omstandigheden



Legenda

Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in%)

0-5 5-10 10-15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40 40-45 45-50 50+

0 0,5 1 2 3 4 Kilometers



Bijlage E.4 Opbrengstderving ten opzichte van potentieel (in %) voor lilies.

