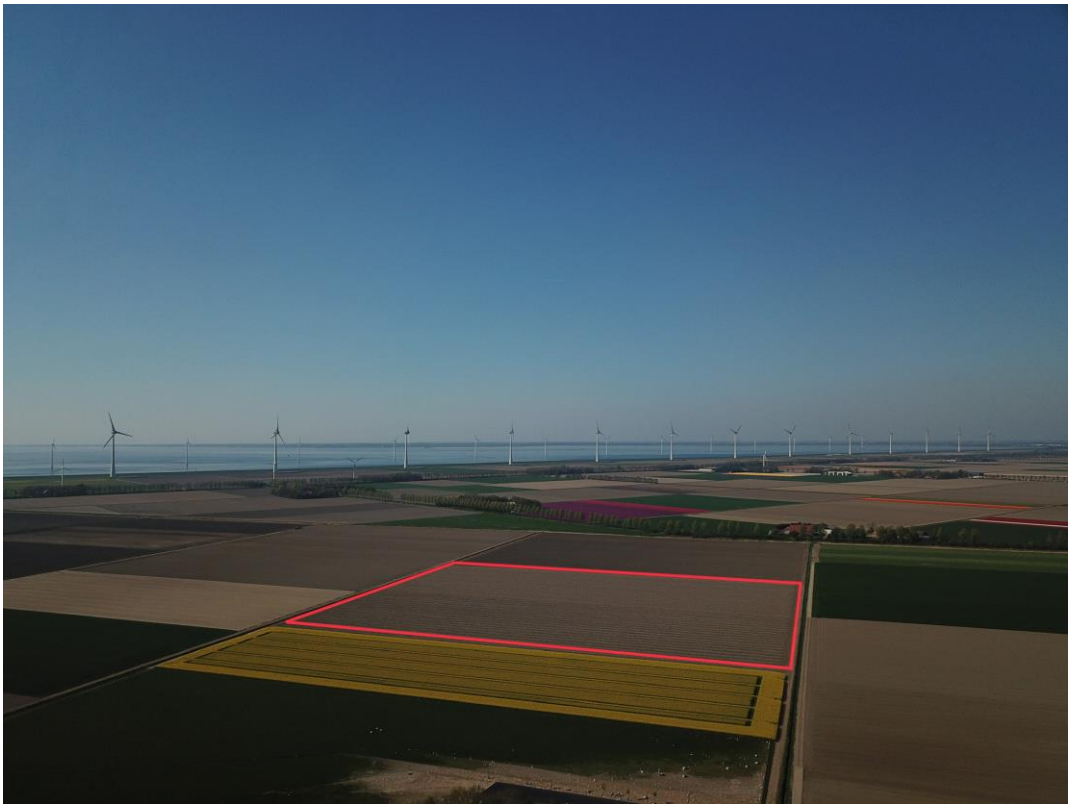


PERCEEL INZICHTELIJK ALS BASIS VOOR PRECISIE

Afstudeerwerkstuk

Erik van der Wekken

Perceel inzichtelijk als basis voor precisie

AFSTUDEERWERKSTUK

Student:	Erik van der Wekken
Onderwijsinstelling:	Aeres Hogeschool Dronten
Opleiding:	Tuin-Akkerbouw en Ondernemerschap
Plaats:	Dronten
Datum:	06-06-2020
Afstudeerdocent:	K. Pepers
In samenwerking met:	Hadderingh Agrosupport
In opdracht van:	Aeres Hogeschool Dronten

DISCLAIMER
Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerwerkstuk, met het onderwerp ‘Het perceel inzichtelijk als basis voor precisie teelt’. Ik heb dit afstudeerwerkstuk geschreven als afsluiting van mijn vierjarige opleiding Tuin-Akkerbouw en Ondernemerschap aan de Aeres Hogeschool Dronten.

Voor mijn minor AGGW ben ik in contact gekomen met Hadderingh Agro Support. Hij heeft laten zien wat de mogelijkheden en de kansen, maar vooral ook wat de beperkingen zijn in de huidige precisielandbouw. Ik heb mij nu verdiept in dit onderwerp om hier later mijn voordeel mee te behalen in mijn vakgebied en dit later te kunnen toepassen op mijn thuisbedrijf.

Ik wil graag iedereen bedanken die met mij heeft geholpen met het tot stand brengen van mijn onderzoek. Ik wil speciaal Arjan Hadderingh bedanken, voor het beschikbaar stellen van zijn tijd en zijn apparatuur waarmee ik mijn onderzoek heb uitgevoerd. Als laatste wil ik graag Karin Pepers bedanken voor de begeleiding en feedback die zij heeft gegeven tijdens het schrijven van mijn onderzoek.

Ik wens u veel leesplezier.

Erik van der Wekken

Creil, 6 Juni 2020

Inhoud

Samenvatting 2
Summary 3
1. Inleiding 4
1.1 Precisielandbouw levert wat op 5
1.2 Waar de overheid op aanstuurt 6
1.3 Winst uit precisietoepassingen 6
1.4 Percelen in kaart brengen 7
1.5 Verband zuurgraad, organische stof percentage en de hoogte van het perceel 8
1.6 Doel van het onderzoek 9
2. Materiaal en methode 10
2.1 Steekmonstergrootte 12
2.2 Organische stof bepaling 13
2.3 Zuurgraad bepaling (pH) 14
3. Resultaten 15
3.1 Correlatie hoogteligging perceel en het organische stof gehalte van de bovengrond 15
3.2 Correlatie hoogteligging perceel en de zuurgraad van de bovengrond 18
3.3 De managementklassen 21
3.3.1 Managementklassen op basis van hoogte en organische stof van de bovengrond 21
3.3.2 Managementklassen op basis van hoogte en pH 23
3.3.3 Managementklassen op basis van hoogte, organische stof en pH 23
3.3.4 Managementklassen op basis van Organische stof en pH 25
4. Discussie 27
4.1 Hoogteligging perceel en organische stof verloop in de bovengrond 27
4.2 Hoogteligging perceel en pH verloop in de bovengrond 28
4.3 Managementklassen 28
5. Conclusie en aanbevelingen 30
Bibliografie 32
Bijlage I Overzicht kaarten 35

Samenvatting

De Nederlandse landbouw staat onder druk door afname van beschikbare landbouwgrond en gestelde regels vanuit de overheid. Dit vraagt om nog efficiënter gebruik van nutriënten en het reduceren van emissie naar de omgeving. Precisielandbouw kan bijdragen aan de verduurzaming van de landbouw door nutriënten op de juiste plaats toe te dienen. Door gerichte toediening kan er bespaard worden in het gebruik van grondstoffen, is er minder emissie naar de omgeving en blijft de bodem toch in goede conditie.

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van bodemeigenschappen op zandgrond (managementklassenkaarten), zodat dit kan dienen als basis voor een beslissing op het gebied van precisielandbouw. Dit leidt tot de hoofdvraag: *Hoe kan een perceelsindeling op zandgrond met managementklassen inzichtelijk worden gemaakt, zodat die kan dienen als basis voor precisie-toepassingen?*

Het is dus van belang op welke manier er bodemeigenschappen in kaart gebracht kunnen worden en welke bodemeigenschappen relevant zijn. Voorafgaand aan het onderzoek is geconcludeerd dat de hoogteligging van een perceel een relatie heeft met het organische stof gehalte en de zuurgraad (pH). Als deze variabelen correleren met de hoogte, zou de hoogteligging alleen voldoende moeten zijn om een managementklassenkaart te maken.

Er zijn twee percelen onderzocht op basis van hoogteligging (hoogtekaart), organische stof gehalte en zuurgraad. Dit is gedaan door 50 monsters te steken per perceel en de monsters te analyseren in het laboratorium op organische stof en zuurgraad. De hoogte is per monsterpunt gemeten met een GPS-loopset. De correlatie is berekend tussen hoogteligging en organische stof gehalte van de bovengrond en hoogteligging en de zuurgraad van de bovengrond. Hieruit bleek dat er bij het ene perceel correlatie lijkt te zijn tussen de hoogteligging en organische stof en bij het andere perceel niet. Er is geen correlatie gevonden tussen de zuurgraad van de bovengrond en de hoogteligging van het perceel.

De managementklassen zijn gevormd door de gegevens per monsterpunt te interpoleren door middel van de Kriging methode en dan klassen te maken door dezelfde waarden van bijvoorbeeld organische stof gehalte te groeperen. Er zijn vier typen managementklassenkaarten gemaakt en de combinatie tussen het organische stof gehalte en zuurgraad van de bovengrond blijkt de meest bruikbare kaart.

Het is mogelijk om een managementklassenkaart te maken op basis van bodemeigenschappen, door een perceel eerst te onderzoeken op hoogte, organische stof gehalte en zuurgraad en die gegevens te verwerken tot een duidelijke kaart. Het is wenselijk verder onderzoek te doen naar welke methodes er zijn om een perceel in kaart te brengen en hoe bruikbaar die in de praktijk zijn.

Summary

Agriculture in the Netherlands is under pressure by a declining availability of agricultural lands and governmental laws. This situation is asking for an even more efficient use of nutrients and the reduction of agricultural emission to the environment. Precision farming can help by making agriculture more sustainable by implementing nutrients at the right places. By targeting specific areas of interest, the use of resources can be minimalized. Furthermore, it will reduce emissions to the environment and the soil will remain in a good condition.

The goal of this research is mapping specific characteristics of sandy soil areas (management class map) in order for it to help making decisions in the area of precision farming. This leads to the following main research question: *How can parcelling sandy soils with management classes be made visible, in order to help as a framework for precision applications?*

It is important to distinguish between approaches to map soil characteristics and also decide which soil characteristics are relevant. In prior research it has been concluded that the altitude of a parcel is related to the organic matter and the acidity level (pH). If these variables correlate with altitude, altitude by itself should be enough to create a management class map.

Two parcels have been researched based on altitude (altitude map), organic matter and acidity level. Research has been done by collecting 50 samples per parcel and analysing the samples in the laboratory on both organic matter and acidity level. The altitude of each sampling point is measured with a GPS walking system. The correlation between both altitude and the organic matter of the upper soil, and altitude and the acidity level of the upper soil have been calculated. The results showed that at one parcel there was a correlation between altitude and organic matter. Neither of the parcels showed a correlation between altitude and the acidity level.

The management classes are constructed by interpolating the data per sampling point. The Kriging method was used to do this. Categories were established by grouping similar values of for example the organic matter. Four management classes were created, from which the combination of organic matter and acidity level of the upper soil was the most useful map.

It is possible to create a management class map based on soil characteristics, by first researching parcels on altitude, organic matter and acidity levels and then using this data to create a clear map. It is desirable to do further research on methods of mapping parcels and how useful these methods are in the field.

1. Inleiding

De Nederlandse landbouw staat onder druk, onder andere door de stikstofcrisis (Smit, 2020), milieuverandering, afname van biodiversiteit en de afname van beschikbare landbouwgrond door bijvoorbeeld woningbouw en de bouw van zonneparken (Nonhebel, 2005). De boeren moeten het uiterste halen uit hun productie om het hoofd financieel boven water te kunnen houden. Dit vraagt om efficiënter gebruik van bodem en grondstoffen en een reductie van emissies naar de omgeving.

Oud-minister Mansholt heeft in zijn tijd als minister (1945-1958) aangestuurd op ruilverkaveling en vaste prijsgarantie voor producten. Dit heeft toen geleid tot schaalvergroting en de mogelijkheid om meer te mechaniseren (grote machines, minder arbeid). Dit heeft geleid tot een enorme efficiëntieslag waardoor de voedselproductie goedkoper werd. Mansholt was Minister van Landbouw en Voedselvoorziening in de jaren na de oorlog. Met de hongerwinter nog vers in het geheugen wilde hij als minister nooit meer honger, betaalbaar voedsel voor iedereen en een goed bestaan voor boer en loonwerker (Mulder, 2014).

Het doel was toen een zo hoog mogelijke opbrengst. De monocultuur ging, ten gevolge daarvan, overheersen in de landbouw. In de jaren ‘60 kwam het gebruik van kunstmest en de chemische gewasbescherming op, met als gevolg dat de opbrengsten hoger werden. Ook door veredeling van gewassen werd de gewasopbrengst steeds hoger. De voedselzekerheid steeg en het eten was betaalbaar. ‘Nooit meer honger’, de visie van Mansholt, werd werkelijkheid (Groot, 2020).

Maar dit landbouwsucces had ook een keerzijde. De overheersende monocultuur zorgde voor een vermindering van diversiteit en de gewassen werden ziek. Er kwamen meer ziektes in de gewassen en daardoor moest er meer ingegrepen worden met chemie. Door de jaren heen wordt het steeds duidelijker dat er duurzamer geteeld moet worden.

Het huidige beleid van minister Schouten geeft aan dat de landbouw in 2030 omgeschakeld moet zijn naar kringlooplandbouw. De definitie volgens het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van kringlooplandbouw is als volgt: Het is een omschakeling van voortdurende verlaging van de kostprijs van producten naar voortdurende verlaging van het verbruik van grondstoffen en een zorgvuldig beheer van bodem, water en natuur (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2019). Het gebruik van nieuwe technieken zoals precisielandbouw wordt door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit gestimuleerd (Figuur 1 In het realisatieplan van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, omschakeling naar kringlooplandbouw, wordt een duidelijk nadruk gelegd op het gebruik van nieuwe technieken De Nederlandse akkerbouw heeft ook vooral zelf voordeel bij het gebruik van precisielandbouw.



Figuur 1 In het realisatieplan van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, omschakeling naar kringlooplandbouw, wordt een duidelijk nadruk gelegd op het gebruik van nieuwe technieken

Om te begrijpen wat de mogelijkheden zijn voor precisielandbouw in de akkerbouw in Nederland en waarom precisielandbouw goed past in kringlooplandbouw, is het goed om te weten wat de beginselen zijn van precisielandbouw en wat precisielandbouw precies inhoudt. Hoofdstuk 1.1 begint met uitleg over hoe precisielandbouw is ontstaan en wat de beginselen zijn van precisielandbouw, daarna volgt een uitleg over de toepasbaarheid van precisielandbouw op het akkerbouwbedrijf.

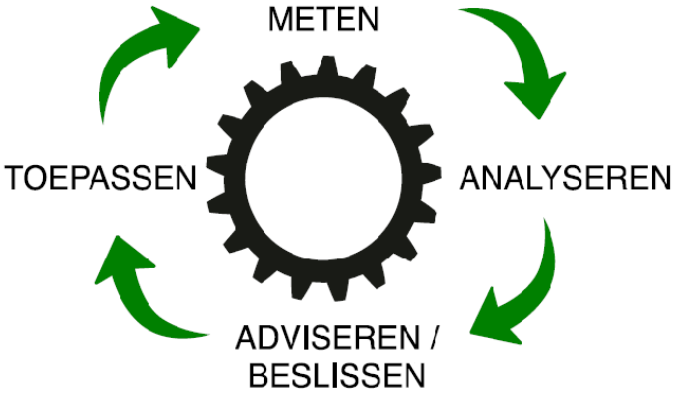
1.1 Precisielandbouw levert wat op

In de jaren ‘80 van de vorige eeuw onderzochten onderzoekers van de Universiteit van Minnesota al de mogelijkheden van precisielandbouw. Ze toonden aan dat sensoren bodemeigenschappen en gewasgroei konden meten. Met deze gegevens konden kaarten gemaakt worden. Ze toonden aan dat via deze kaarten de inzet van meststoffen geoptimaliseerd konden worden. Het doel van de onderzoekers was besparing van kosten op bemesting, een hogere opbrengst en een lagere emissie naar het milieu toe (Kempenaar & Kocks, 2013).

Bij de introductie van precisielandbouw in Nederland is de nadruk gelegd op de relatie tussen precisielandbouw en verduurzaming (Bouma, Brouwer, Verhagen, & Booltink, 1995). Precisielandbouw kan bijdragen aan duurzame landbouw (Bongiovanni & Lowenberg-Deboer, 2004), maar al snel bleek dat precisielandbouw meer werd gezien als een ‘hightech’ westerse manier van landbouwbedrijven en niet zozeer een duurzame manier van telen. De nadruk werd dus ook in begin jaren 2000 gelegd op nieuwe technieken. Dit vond men interessant om vooral het werk gemakkelijker te maken, maar de term ‘hightech’ schrikt ook af. Dit zorgde voor een langzame acceptatie van precisielandbouw (Janssens & Smit, 1999). Tegenwoordig blijkt dat de technieken van verschillende fabrikanten niet goed kunnen samenwerken, en dat dat het grootste probleem is waardoor de precisielandbouw vertraagd wordt (Sturm, 2020).

Maar wat is precisielandbouw precies? Een definitie van precisielandbouw is: ‘precision farming is doing the right thing, in the right place, at the right time, in the right way’ (Blackmore, Stout, Wang, & Runov, 2005). Precisielandbouw is een breed begrip, van het recht rijden met een trekker via GPS tot aan het ‘selective harvesting’, het selectief oogsten van planten. De machine oogst dan alleen de rijpe planten en laat de andere planten verder doorgroeien (Whelan, 2013). De basis van precisielandbouw is goed

samengevat in Figuur 2. Het draait bij precisielandbouw om het sturen op wat je meet en het analyseren van deze meetresultaten, zodat op basis daarvan goede beslissingen genomen kunnen worden.



Figuur 2 Precisiemanagementcirkel, de kapstok van precisielandbouw

1.2 Waar de overheid op aanstuurt

Binnen de visie van de kringlooplandbouw van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit blijkt dat precisielandbouw een middel is om kringlooplandbouw mogelijk te maken, door te reduceren in chemiegebruik en daarmee de emissie te verlagen van chemische middelen en nutriënten. Ook het bewust omgaan met hulpstoffen in de landbouw draagt bij aan de kringlooplandbouw (Schouten, 2018). Daarnaast kunnen andere natuur inclusieve teeltsystemen mogelijk worden door het gebruik van 'agrobots' die aangestuurd worden door GPS-systemen (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2019).

Als het gaat om gewenste verlaging van emissies dan speelt de precisielandbouw daar een grote rol in (Boerenbusiness.nl, 2018). Een voorbeeld van verlaging van emissies door precisielandbouw is het plaatsspecifiek aanpakken van onkruidplekken. Dit levert een reductie op van 50-70% van het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen (van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017). Een andere mogelijkheid is rijden op vaste rijpaden. Dit voorkomt bodemverdichting op de plekken waar planten moeten groeien. Het zorgt dat de grond luchtig blijft, waardoor de plant tot 15% meer nutriënten opneemt. Ook is er minder emissie van het broeikasgas lachgas (N_2O) en methaan (CH_4) (Vermeulen, Mosquera, van der Wel, van der Klooster, & Steenhuizen, 2007). Het laatste voordeel van vaste rijpaden is dat de waterberging beter wordt, door meer poriën in de bodem (Tullberg, Yule, & McGarry, 2007).

1.3 Winst uit precisietoepassingen

Een akkerbouwbedrijf kan door het toepassen van precisielandbouw besparen op kosten, maar kan tegelijkertijd ook de opbrengsten optimaliseren. Kosten besparen kan door chemische middelen en kunstmest in te zetten op de plekken waar ze het meest efficiënt worden benut. Het inzetten van herbicide op de juiste plek kan een middelen besparing opleveren van gemiddeld 57% (Timmermann, Gerhards, & Kühbauch, 2003).

Opbrengst optimaliseren kan ook goed op heterogene bodems. Dit kan door een variabele zaai- of pootafstand. Door van een perceel van de bovengrond het organische stof gehalte en de zuurgraad (pH) in kaart te brengen door middel van een bodemscan en opbrengstmeting, kan de opbrengstpotentie

plaatsspecifiek bepaald worden. Door met poten of zaaien op plekken met een lagere opbrengstpotentie de zaai- of pootafstand groter te maken, krijgen de planten meer ruimte en meer opbrengst per plant. Dit kan voor een hoger netto-inkomen zorgen van 7% (Figuur 3) (van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017).



Figuur 3 Variabel poten kan 7% opbrengst verhogen (Groenkennisnet, 2020).

Elk gewas kent een optimum voor bemesting. Dit is het punt waarop extra bemesten meer kost dan dat het opbrengt. Voor elke teelt is dit anders. In een perceel kan de optimale bemesting plaatsspecifiek variëren, afhankelijk van bodemvoorraad. Maatregelen kunnen dan bijvoorbeeld zijn: variabel compost strooien op de plekken waar de bodemvoorraad het laagst is of op basis van een organische stof kaart, of variabel kalk bemesten op basis van een pH-kaart (van der Wal, Vullings, Zaneveld-Reijnders, & Bink, 2017).

Op basis van het organische stof percentage (OS) van de bovengrond kan daarnaast bodemherbicide variabel worden toegepast. Er is bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar wat de werking is van het middel Frontier (Dimethenamid-P) bij een bepaald organische stof gehalte. Hieruit blijkt dat het organische stof gehalte invloed heeft op de werking. De formule voor de maximale werking van Frontier bij een bepaald organische stof gehalte is: Frontier (l/ha) = 0.105 x % OS + 0.08 (Tielen, 2010). Met deze formule kan op basis van een organische stof kaart variabel Frontier worden toegepast en kan een ondernemer besparen op Frontier en zorgen dat er minimaal Frontier uitspoelt.

1.4 Percelen in kaart brengen

Om variabel te bemesten, variabel te poten, of te reduceren in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, is het belangrijk om de perceelshistorie en -eigenschappen in kaart te brengen. Op basis van deze gegevens kan een taakkaart gemaakt worden. De taakkaart is een kaart waardoor een computer van bijvoorbeeld een variabele pootmachine weet wat de ideale pootafstand is op een specifieke plek waar de machine zich op dat moment bevindt (van Boheemen, 2019). Het is dus belangrijk om de gegevens van een perceel goed in kaart te brengen. Er kunnen verschillende typen gegevens verzameld worden:

1. Gewasgroei van voorgaande seizoenen;
2. Gewasopbrengst (opbrengstkaarten) van voorgaande seizoenen;
3. Bodemeigenschappen (bijvoorbeeld organsiche stof of de zuurgraad).

1. Door satellieten, drones en sensoren op trekkers kan de hoeveelheid blad gemeten worden. Dit geeft een maat aan voor de gewasgroei (Ros & Bussink, 2012). De hoeveelheid blad wordt ook wel aangeduid met de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), dat is de een maat voor de hoeveelheid blad (eos.com/ndvi, 2020).

2. De gewasopbrengst kan tijdens het oogsten gemeten worden door tijdens het oogsten continu het gewicht van het product te wegen op de rooi- of oogstmachine. Dit wordt dan gekoppeld aan de GPS-locatie van de machine (Reindsen, 2019). De gemeten gewasopbrengst geeft een deel van de opbrengst potentie aan van het perceel. 70% van de opbrengst potentie wordt in kaart gebracht door het meten van de opbrengst (Meirvenne van, Monirul, Semdt de, & Meerschman, 2013).

3. Sommige eigenschappen van de bodem kunnen door middel van een scan in kaart gebracht worden, bijvoorbeeld met de Verisscan of de EM38. De Verisscan van Agrometius meet de electrische geleidbaarheid (Ec) op een diepte van 0-30 cm en van 0-90 cm. Daarnaast kan de sensor op zandgrond ook pH en organische stof meten. De pH wordt gemeten door twee electroden die door de grond gaan en de organische stof wordt op zandgrond bepaald met behulp van NIR (Near infrared) (Vantage-Agrometius, 2020).

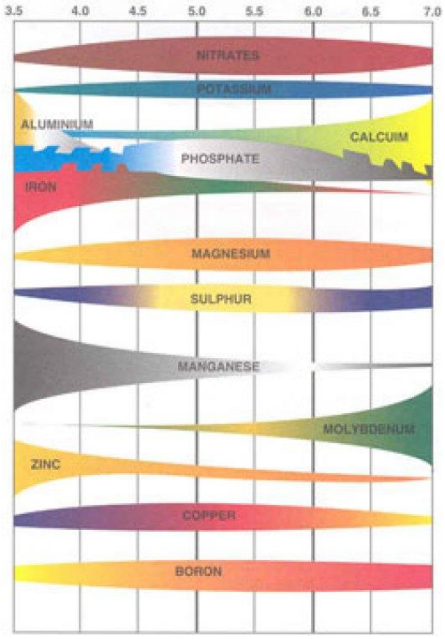
De EM38 van Geonics meet alleen elektrische geleidbaarheid (Ec) op de dieptes 0-50 cm, 0-100 cm en 0-150 cm. De kaarten worden aangevuld met hoogtekaarten en een conventionele analyse van een grondmonster per Ec-klasse. Op basis van de Ec-waarde en de hoogteligging worden vervolgens een organische stof- en een textuurkaart gemaakt. Deze berekeningen zijn niet openbaar (Nysten & Kempenaar, 2019).

Nadelen van het scannen zijn de kosten (175 euro per hectare) (van der Boom, 2017) en dat de scans niet transparant zijn voor een ondernemer. De ondernemer kan niet duidelijk nagaan hoe een scan tot stand is gekomen; met welke formules en aannames.

1.5 Verband zuurgraad, organische stof percentage en de hoogte van het perceel

De zuurgraad (pH) is een belangrijke factor in de bodem en wordt weergegeven als een getal tussen de pH 0 en de pH 14, waarbij pH 7 neutraal is. De pH heeft onder andere effect op de activiteit van het

bodemleven en op de beschikbaarheid van bepaalde nutriënten (Figuur 4). Het optimum van de pH voor nutriënten-opname door planten ligt vaak tussen de 6 en de 7 (Boskma, 1967).



Figuur 4 Het belang van de juiste pH voor een optimale beschikbaarheid van nutriënten voor de plant (Handboek bodem en bemesting, 2020)

Organische stof heeft belangrijke functies in de bodem (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & van der Burgt, 2013), namelijk:

- Het is voedsel voor bodemleven
- Het heeft een hoog waterbergend vermogen
- Het kan de bodemstructuur verbeteren en/of stabiliseren
- Het verhoogt de Clay exchanche capicity (CEC) in de bodem

Er is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de gewasopbrengst (gemeten tijdens het oogsten van een graangewas) en de Ec, pH, organische stof percentage en de hoogte binnen een perceel. Hieruit blijkt dat de Ec, de pH en de hoogte voor een deel verklarend zijn voor de potentiële opbrengst. Uit dit onderzoek blijkt ook dat het organische stof gehalte sterk gecorreleerd is aan de hoogte (Vitharana, Meirvenne van, Dimpson, Cockx, & Baerdemaeker de, 2008) (Meirvenne van, Monirul, Semdt de, & Meerschman, 2013).

De variatie van pH en organische stof gehaltes wordt op zandgrond mede veroorzaakt door podzolisatie. Op hoogste delen in een perceel is er sprake van meer verzuring als gevolg van een neergaande waterbeweging, die op hoge delen groter is dan op lagere plekken in het perceel. Podzolisatie houdt in dat de mineralen en organische stof uitspoelen uit de ene laag en inspoelt in de laag daaronder. Door deze uitspoeling wordt de uitspoelingslaag zuurder (Runhaar, Jansen, Timmermans, Sival, & Knol, 2003).

Bij het organische stof percentage speelt ook nog mee dat organische stof in de bodem op de lage plekken, waar minder zuurstof aanwezig is, minder snel afbreekt dan op hoge plekken, waar meer zuurstof is en minder water (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & van der Burgt, 2013). Van de variatie binnen een perceel is bekend dat lage plekken in het perceel vaak natte plekken zijn. Op zandgrond wordt dus de variatie in het organisch stof percentage en de pH in sterke mate bepaald door het hoogteverschil in een perceel.

1.6 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om een bodemeigenschappenkaart te maken met managementklasses; dit is een kaart van een perceel, met inzichtelijke managementzones waarin een zone een plek is op het perceel met dezelfde waarde van bijvoorbeeld hoogteligging, organische stof gehalte of pH. Het onderzoek is een verkennend onderzoek naar mogelijkheden hiervoor. De managementzones hebben een bepaalde combinatie van organische stof gehalte, pH en hoogteligging. Aangezien organische stof gehalte en pH nauw gecorreleerd zijn aan de hoogteligging, is de vraag of de hoogtekaart volstaat om de managementzones te definiëren.

De hoofdvraag van dit onderzoek is dan ook:

Hoe kan een perceelsindeling op zandgrond met managementklassen inzichtelijk worden gemaakt, zodat die kan dienen als basis voor precisie-toepassingen?

De deelvragen zijn:

- Hoe correleert de hoogteligging van het perceel met het organische stof gehalte van de bovengrond?
- Hoe correleert de hoogteligging van het perceel met de zuurgraad van de bovengrond?
- Wat zijn op dit perceel de mogelijk toepasbare managementklassen?

Dit onderzoek richt zich specifiek op zand-/dalgrond in Drenthe. Het is een verkennend onderzoek. Het is belangrijk om aan te geven dat dit onderzoek zich niet richt op vlakke percelen en op andere grondsoorten dan zandgrond.

2. Materiaal en methode

De hoofdvraag in dit onderzoek is: **Hoe kan een perceelsindeling op zandgrond met managementklassen inzichtelijk worden gemaakt, zodat die kan dienen als basis voor precisie-toepassingen?** Hierbij is onderzocht of de zuurgraad (pH) waarden en het organische stof gehalte in de grond correleert met de hoogte. Op basis hiervan is het mogelijk om op een inzichtelijke manier een perceel in te delen in klassen.

Er is gekozen om dit op een zandgrond te onderzoeken omdat, naar aanleiding van het vooronderzoek, de verwachting is dat er een relatie is tussen het organische stof gehalte, de pH en de hoogte. De proefpercelen zijn twee percelen op zandgrond in Drenthe, in de plaats Gasselte. Beide percelen zijn van ondernemer Hadderingh In figuur 5 staan de geselecteerde percelen om te onderzoeken. De geselecteerde percelen van zijn verder in dit verslag genoemd perceel 1 (groen) en perceel 2 (paars)



Figuur 5 Geselecteerde percelen van Hadderingh, perceel 1 is het groene perceel en perceel 2 is het paarse perceel (Arcmap/basemap, 2019)

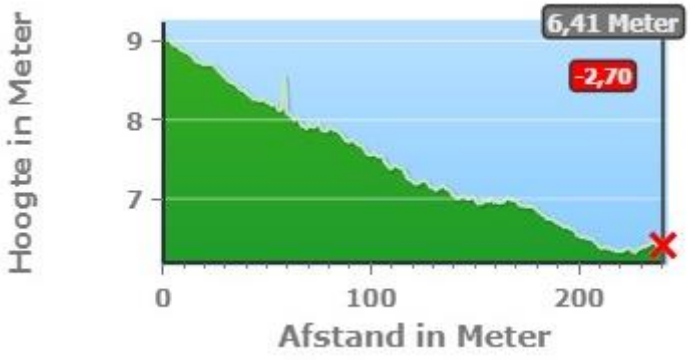
In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is een profielopbouw te zien van een boring uit 2013 dat gedaan is op een perceel ten zuidwesten van perceel 1 (BIS, 2013). De ondergrond bestaat van laag naar hoog uit een pakket dekzand vermengd met smeltwaterafzettingen, daarop een pakket rivierzand, met als deklaag een humeuze laag bestaand uit veraard veen. De bovengrond is vermengd met veen, waarschijnlijk doordat de veenpakketten in deze omgeving zijn afgegraven.

Tabel 1 Profiel opbouw boring in de buurt van de 2 percelen (BIS, 2013)

Laag nummer	boven-grens	Onder-grens	Horizont code	Geo- informatie	Veen soort	Organische stof
1	0	28	Ap	Antropogeen	Veraard veen	25

2	28	50	Cu	Fluviatiel		2
3	50	65	Ce	Fluviatiel		0,8
4	65	80	Cer	Eolisch en Fluvio-perglaciaal		0,8
5	80	150	Cr	Eolisch en Fluvio-perglaciaal		0,8

Het hoogteverloop van perceel 1 en perceel 2 is weergegeven in Figuur 6 en Figuur 7 **Het hoogte verloop van perceel 2**, afkomstig van de algemene hoogte kaart Nederland 2 (AHN 2). Het verloop in perceel 1 is van 9,1 meter boven Normaal Amsterdams Peil (NAP) naar 6,4 meter boven NAP. Dat betekent dat er binnen het perceel een hoogteverschil is van 2,7 meter.



Figuur 6 Het hoogte verloop van perceel 1 (Actueel hoogtebestand Nederland, 2020)

Perceel 2 varieert minder in hoogte dan perceel 1. Het hoogste punt in dit perceel is 6,4 meter boven NAP en het laagste punt in het perceel is 5,9 meter boven NAP. Het hoogteverschil is hier 0,5 meter.



Figuur 7 Het hoogte verloop van perceel 2 (Actueel hoogtebestand Nederland, 2020)

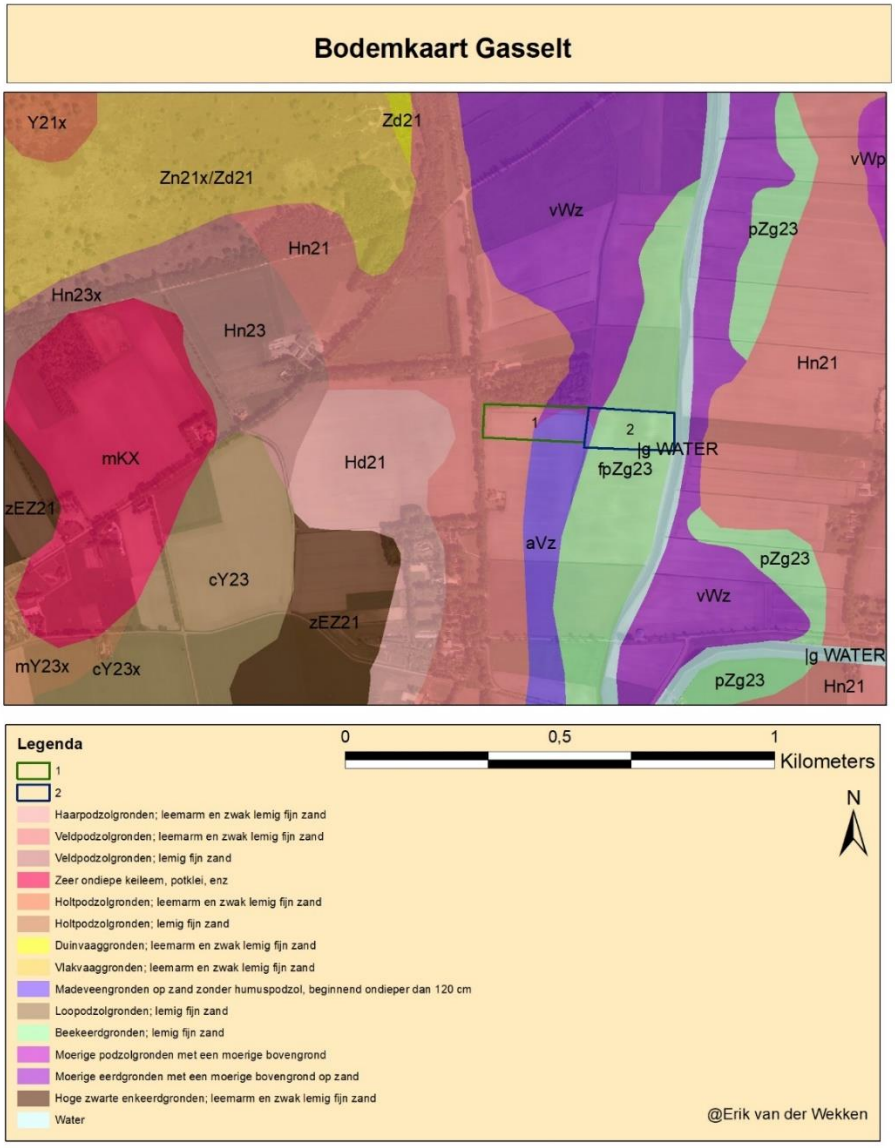
In Bijlage I Overzicht kaarten staat een overzichtskaart van de omgeving met daarin het hoogteverloop volgens AHN 3. In deze kaart is goed te zien dat het perceel aan de voet van de Hondsrug ligt.

In Figuur 8 is de bodemkaart van het perceel weergeven met de bijbehorende bodemcodes. De x in de bodemcodes Hn23x, mKX en Zn21x geeft aan dat er keileem in de ondergrond aanwezig is, ondieper dan 1.20 m onder maaiveld. Onder het perceel bevindt zich geen keileem ondieper dan 1.20 m.

Ter plekke van het westelijke deel van perceel 1 is volgens de bodemkaart een Hn21 aanwezig. De bodemcode Hn21 betekent een veldpodzol met leemarm en zwak lemig fijn zand. De hoogte van het perceel loopt af naar het oosten. Op de lagere plekken is in het verleden veen afgezet. De bodemcode vWz is een moerige eerdgrond, een bodem met een organische stoflaag dikker dan 40 centimeter. De

bodemcode aVz is een madeveengrond. Het verschil met een moerige eerdgrond is dat Madeveengrond een dikkere organische laag heeft dan moerige eerdgrond. Perceel 2 is vlakker en het bodemtype is een beekeerdgrond met lemig fijn zand.

Doordat er binnen beide percelen verschillende bodemtypes zijn, met verschillende eigenschappen, is de verwachting dat er variatie zal zijn in het organische stof gehalte en de pH. Dit betekent dat deze percelen geschikt zijn voor dit onderzoek.



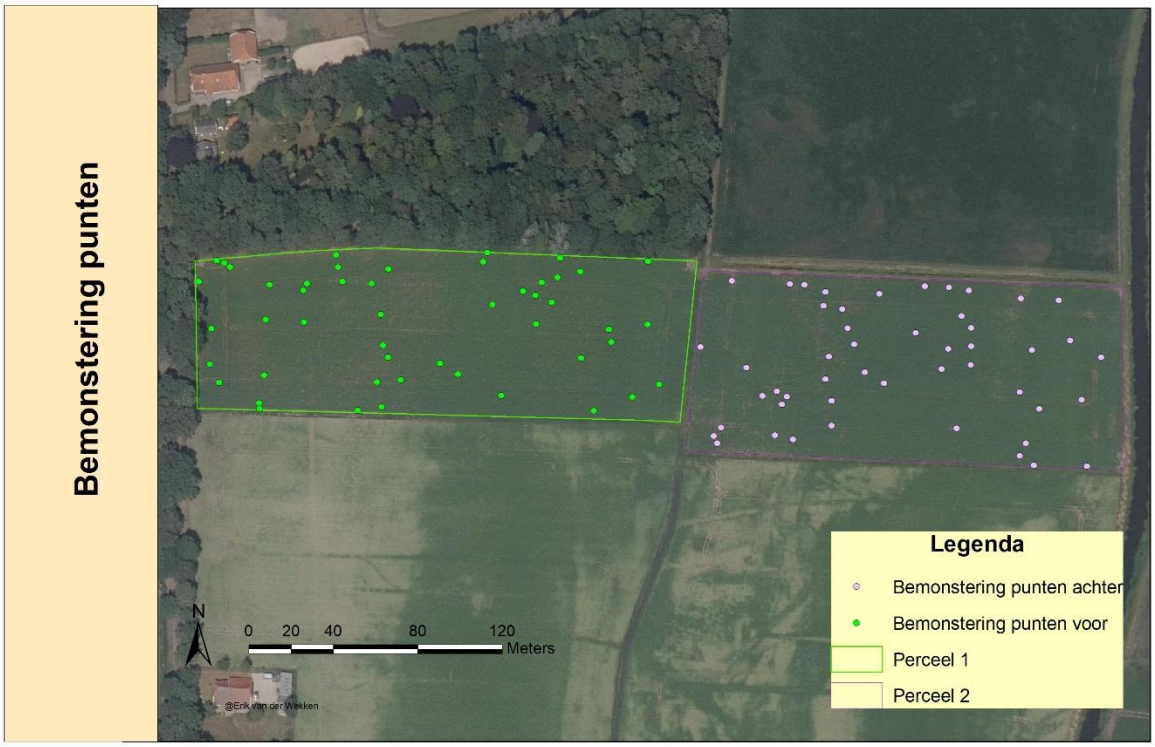
Figuur 8 Bodemkaart omgeving perceel (Gasselte) (ArcGis Online, 2019)

2.1 Steekmonstergrootte

De hoeveelheid organische stof en de zuurgraad (pH) van het perceel zijn in kaart gebracht door het nemen van grondmonsters. De grondmonsters zijn geanalyseerd op organische stof en pH. De steekmonstergrootte is van belang om de juiste precisie te bepalen voor het onderzoek. Het is belangrijk om werkelijke verschillen van de organische stof en de pH weer te geven en daarmee de juiste conclusies te kunnen trekken ten aanzien van de correlatie tussen het hoogteverloop en het verloop van de pH.

Uit onderzoek blijkt dat een gebied ter grootte van 2400 hectare in kaart gebracht kan worden op organische stof gehalte en pH op basis van 100 puntmonsters (Brus & Heuvelink, 2006). De percelen zijn 1,75 en 1,8 hectare groot, dus zijn 50 bemonsteringsplekken meer dan genoeg om een betrouwbare kaart te maken.

De locaties van de bemonsteringsplekken zijn als volgt bepaald: door 40 punten over de kaart random te verdelen (via random sampling in Arcmap) en de punten 41 tot en met 50 handmandmatig te verdelen om ervoor te zorgen dat alle delen van het perceel in kaart gebracht zijn. Dit resulteert in het grid te zien in Figuur 9.



Figuur 9 Bemonsteringspunten (Arcmap/basemap, 2019)

Van de geanalyseerde gegevens is een kaart gemaakt van het organische stof gehalte en pH door deze te interpoleren met het programma Arcmap.

2.2 Organische stof bepaling

Het perceel is een zandgrond. Op zandgronden is de gloeivliesmethode de gebruikelijke manier om organische stof te bepalen. Het principe van de gloeivliesmethode is dat door het verbranden van al het organisch materiaal het anorganisch materiaal overblijft: de minerale delen. Het verbrande materiaal is dus de organische stof.

De bepaling van de organische stof begint door het inwegen van een gedroogd en gemalen grondmonster in een porseleinen potje. Dit porseleinen potje met het monster staat twee uur in de zogeheten moffeloven bij 600°C. Na twee uur is al het organisch materiaal opgebrand en het anorganisch materiaal is overgebleven. Het verschil tussen het ingewogen monster en het verbrande monster is de organische stof.

Omdat er nauwelijks kalk en lutum in de grond zitten, is het niet nodig om het organische stof te corrigeren. De formule om het organische stof gehalte te bepalen is:

$$OS = \left\{\frac{(A - D)}{A}\right\} \times 100\%$$

A = hoeveelheid ingewogen, luchtdroge grond (in g);

D = restant in grammen na gloeien (in g).

Figuur 10 Bepaling organische stofpercentage (Kocks-Winterswijk, Organische stof gehalte van luchtdroge grond (OS)/Gloeiverliesmethode, 2020)

2.3 Zuurgraad bepaling (pH)

De pH in de grond kan op twee manieren bepaald worden: met de pH H_20 methode en de pH-KCL-methode. De pH H_2O betekent dat alleen de H+ ionen die opgelost zijn in water worden gemeten door een pH meter. Deze pH meter 'vangt' met electroden de H+ ionen uit de oplossing en rekent het gehalte H+ om in het pH getal. Een beperking van deze methode is dat de H+ ionen die aan de kleiplaatjes en aan de organische stof deeltjes gebonden zitten niet meegenomen worden. Daarvoor is de pH-KCL-methode. Daarbij wordt eerst de grond opgelost in oplossing van KCL en komen alle H+ ionen los van de organische stof en de kleiplaatjes.

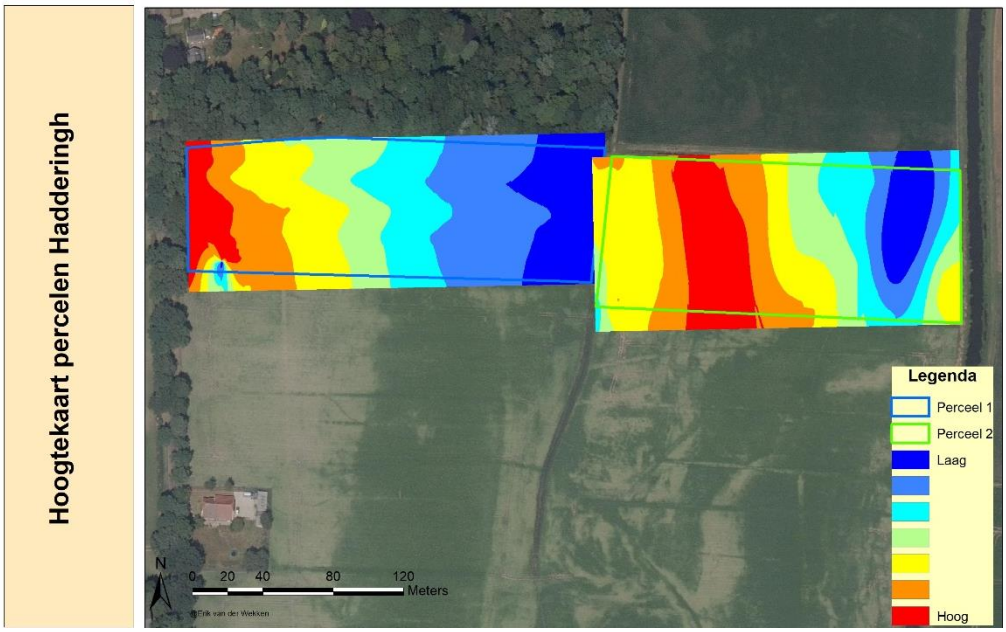
Omdat bij dit onderzoek de zandgrond organische stof bevat, is voor de methode pH-KCL gekozen. De oplossing is 70 ml kaliumchloride-oplossing 1,0 M en een schepje van 14 ml grond, volgens de gebruikelijke voorschriften voor deze methode. Na twee uur schudden wordt de pH gemeten met een pH meter (Kocks-Winterswijk, pH Analyse grond, 2020).

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het uitgevoerde onderzoek. Per deelvraag is een data-analyse uitgevoerd en uitgewerkt.

3.1 Correlatie hoogteligging perceel en het organische stof gehalte van de bovengrond

Het perceel van Hadderingh vertoont een duidelijk verloop in hoogteligging. Tijdens het steken van de grondmonsters is met een Global position systeem (GPS)-loopset de hoogte ingemeten per vooraf bepaald monsterpunt. Deze hoogtemeting is door middel van de Kriging methode geïnterpoleerd en dit resulteert in de hoogtekaart (Figuur 11).



Figuur 11 Hoogteverloop perceel Hadderingh 1 en 2, ingemeten met GPS-loopset (relatieve hoogtes)

Op perceel 1 is het hoogteverloop relatief groot. Het perceel is aan de westkant het hoogst en wordt lager naarmate je meer naar het oosten gaat. Er is een totaal hoogteverschil van 2,7 meter. Perceel 2 heeft minder hoogteverschil, namelijk 0,5 meter. Het hoogste punt bevindt zich op 30 meter vanaf het midden, het laagst punt op 20 meter vanaf de oostelijke kopakker.

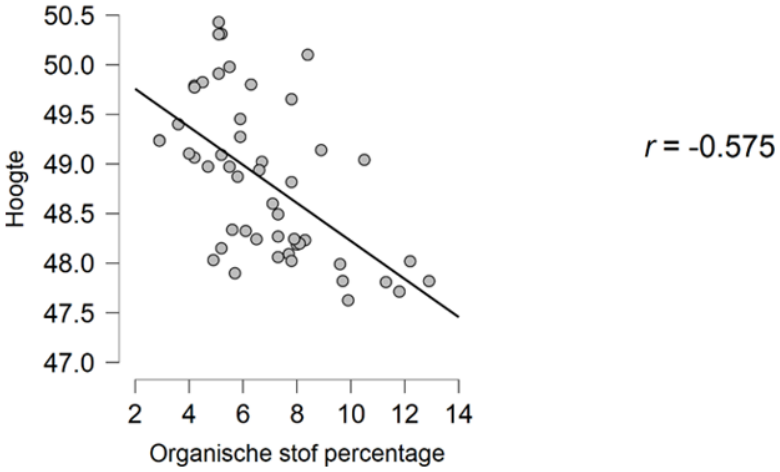
Het organische stof gehalte van de monsters, bepaald in het laboratorium (zie paragraaf 2.2 Organische stof bepaling), is gekoppeld aan de monsterpunten en geïnterpoleerd door middel van de Kriging methode. Voor het interpoleren van punten is Kriging een gangbare methode. De resultaten hiervan zijn te vinden in Figuur 12 voor perceel 1 en in Figuur 14 voor perceel 2.



Figuur 12 Verloop organische stof gehalte perceel 1

Het organische stof gehalte van perceel 1 stijgt van 4-6% aan de westkant naar 12-14% aan de zuidoostkant van het perceel.

De correlatie tussen het verschil in hoogte en het verloop van het organische stof gehalte is getoetst door middel van de regressietoets. De gemeten hoogte per monsterpunt is vergeleken met de uitkomsten van het organische stof gehalte van de monsterpunten. Dat resulteert in een spreidingswolk en de bijhorende regressielijn. Voor perceel 1 is de berekende regressiecoëfficiënt -0.575 (57,5%) (Figuur 13). De correlatie tussen het verloop van de hoogte en het organische stof gehalte van de boven grond is significant te noemen.



Pearson's Correlations

		n	Pearson's r	p	Lower 95% CI	Upper 95% CI
Hoogte	- Organische stof percentage	50	-0.575***	< .001	-0.736	-0.353

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

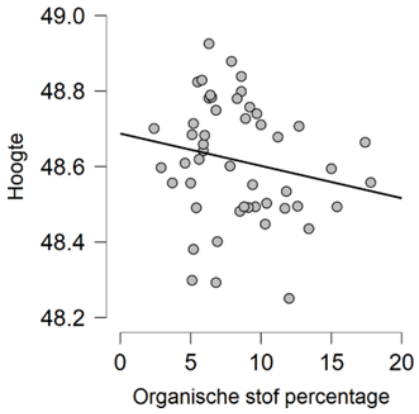
Figuur 13 Spreidingswolk hoogte en organische stof, met bijbehorende regressielijn perceel 1

De onbetrouwbaarheid van de berekende regressiecoëfficiënt is de p. Voor perceel 1 is de onbetrouwbaarheid (p) <0.001. Dat betekent dat met 99.9% zekerheid gezegd kan worden dat de regressiecoëfficiënt juist berekend is.

Het organische stof gehalte van perceel 2 is weergegeven in Figuur 14, met als laagste percentage 2-4% aan de zuidwestkant van het perceel en het hoogste organische stof percentage in het midden van perceel 2, tussen de 12 en 14%. Voor perceel 2 is de regressiecoëfficiënt -0.191 (19%), berekend in Figuur 15. De onbetrouwbaarheid van de regressiecoëfficiënt, de p, is 0.183. Dat betekent een betrouwbaarheid van minder dan 95%.



Figuur 14 Verloop organische stof gehalte perceel 2



r = -0.191

Pearson's Correlations

		n	Pearson's r	p	Lower 95% CI	Upper 95% CI
Organische stof percentage	- Hoogte	50	-0.191	0.183	-0.446	0.092

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Figuur 15 Spreidingswolk hoogte en organische stof, met bijbehorende regressielijn perceel 2

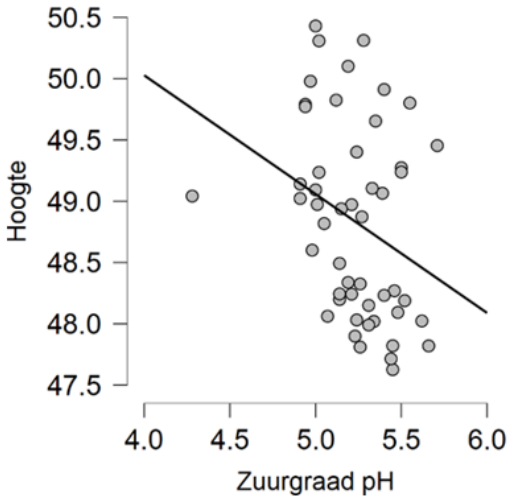
3.2 Correlatie hoogteligging perceel en de zuurgraad van de bovengrond

De gestoken grondmonsters zijn in het lab geanalyseerd op pH en de uitkomsten daarvan zijn door middel van de Kriging methode geïnterpoleerd tot de kaart in Figuur 16. De pH verschilt op het perceel zoals te zien is in figuur 16. De hoogste pH is gemeten aan de oostkant van het perceel.



Figuur 16 pH-kaart perceel 1

De waarde van de gemeten hoogte met de GPS-loopset uit Figuur 11 is in Figuur 17 vergeleken met de uitkomsten van de pH bepaling van de monsterpunten. De correlatie tussen de hoogte en de pH is berekend door middel van de regressietoets. De regressiecoëfficiënt is hier -0.304 (30,4%), de onbetrouwbaarheid van de regressiecoëfficiënt (p) is 0.032. Dit betekent dat met 95% zekerheid gezegd kan worden dat de regressiecoëfficiënt juist is. Maar optisch gekeken naar de puntenwolk is te zien dat de regressielijn niet helemaal door de puntenwolk heen loopt, de punten liggen ver van de lijn af, dus is de vraag of daadwerkelijk de correlatie bestaat. In de grafiek is te zien dat één punt ver van de puntenwolk afligt, een zogenaamde outlier. Als dit punt buiten beschouwing wordt gelaten, is er een correlatie van -0.340, dit betekent dat er zonder dit punt ook nog steeds een zwakke correlatie is.



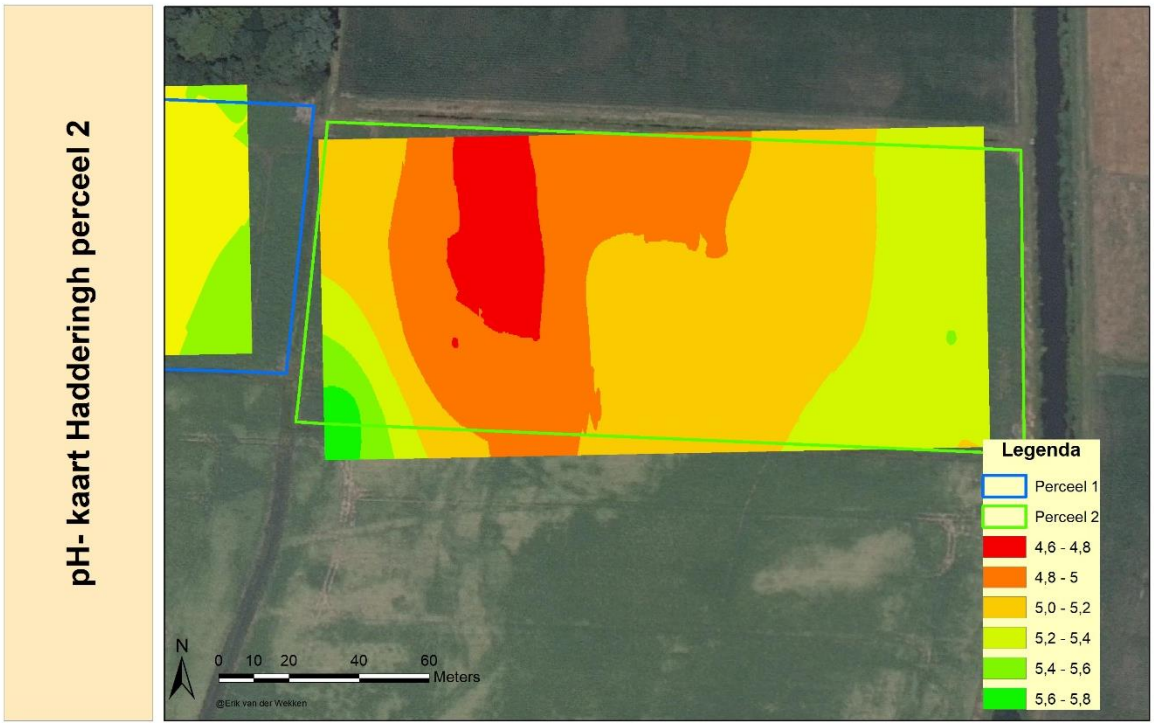
Pearson's Correlations

		n	Pearson's r	p	Lower 95% CI	Upper 95% CI
Zuurgraad pH	- Hoogte	50	-0.304 *	0.032	-0.537	-0.029

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

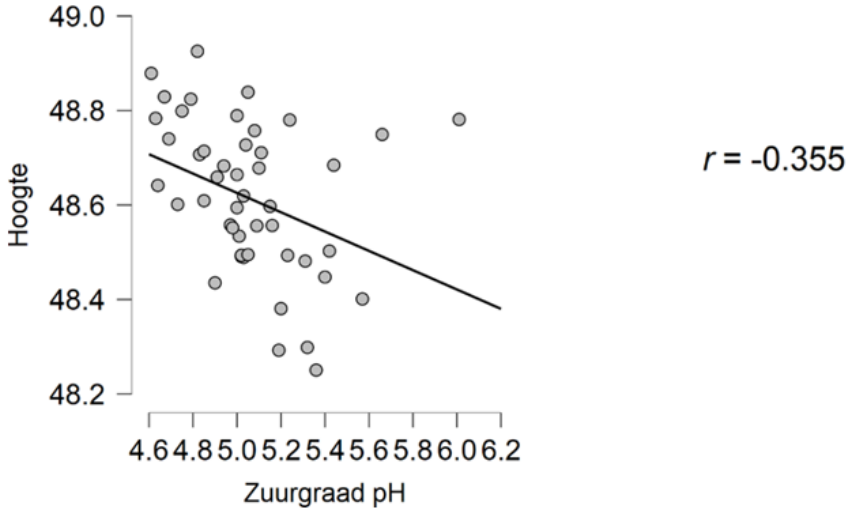
Figuur 17 Spreidingswolk hoogte en pH, met bijbehorende regressielijn perceel 1

In Figuur 18 is de pH-kaart van perceel 2 weergegeven. Het zuurste gedeelte van het perceel ligt 20 meter vanaf de westkant van het perceel en het minst zure deel van het perceel ligt in het zuidwesten.



Figuur 18 pH-kaart perceel 2

De correlatie, berekend door middel van de regressietoets, is weergegeven in Figuur 19. De regressiecoëfficiënt is -0.355 (35,5%), met een betrouwbaarheid van 99% (p is 0.012). Net als bij perceel 1 is het zo dat de puntenwolk verspreid is om de lijn heen, waarbij verschillende punten ver van de lijn af liggen. Het is net als bij perceel 1 de vraag of er daadwerkelijk correlatie is tussen de pH en de hoogteligging van het perceel.



Pearson's Correlations

		n	Pearson's r	p	Lower 95% CI	Upper 95% CI
Zuurgraad pH	- Hoogte	49	-0.355 *	0.012	-0.579	-0.082

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Figuur 19 Spreidingswolk hoogte en pH, met bijbehorende regressielijn perceel 2

3.3 De managementklassen

De verschillende kaarten kunnen gebruikt worden om managementklassen te maken. Als de klassen van hoogte, de organische stof en de pH overeenkomen, is het mogelijk om één type kaart te maken. Omdat de hoogte niet correleert met de organische stof en de pH is dit niet mogelijk. Om managementklassen te maken is het nodig om alle hoogte-, organische stof gehalte- en pH-kaarten te combineren tot een managementklassenkaart. Een managementklasse is gebaseerd op de geïnterpoleerde kaarten uit het hoofdstuk hiervoor. Een managementklasse is een klasse met één waarde voor hoogte, één waarde voor organische stof en één waarde voor pH. Een managementklasse kan dus wezen; hoogte 3 meter boven NAP, organische stof 5% en een pH van 5. De geïnterpoleerde kaarten zijn verdeeld in zones die gebruikt worden voor de managementklassen. De hoogte en pH zijn in vier klassen verdeeld en de organische stof in vijf. Dit zou in het uiterste geval kunnen resulteren in 80 verschillende klassen (4 x 4 x 5= 80). Ook van de pH en organische stof is samen een managementklassenkaart gemaakt.

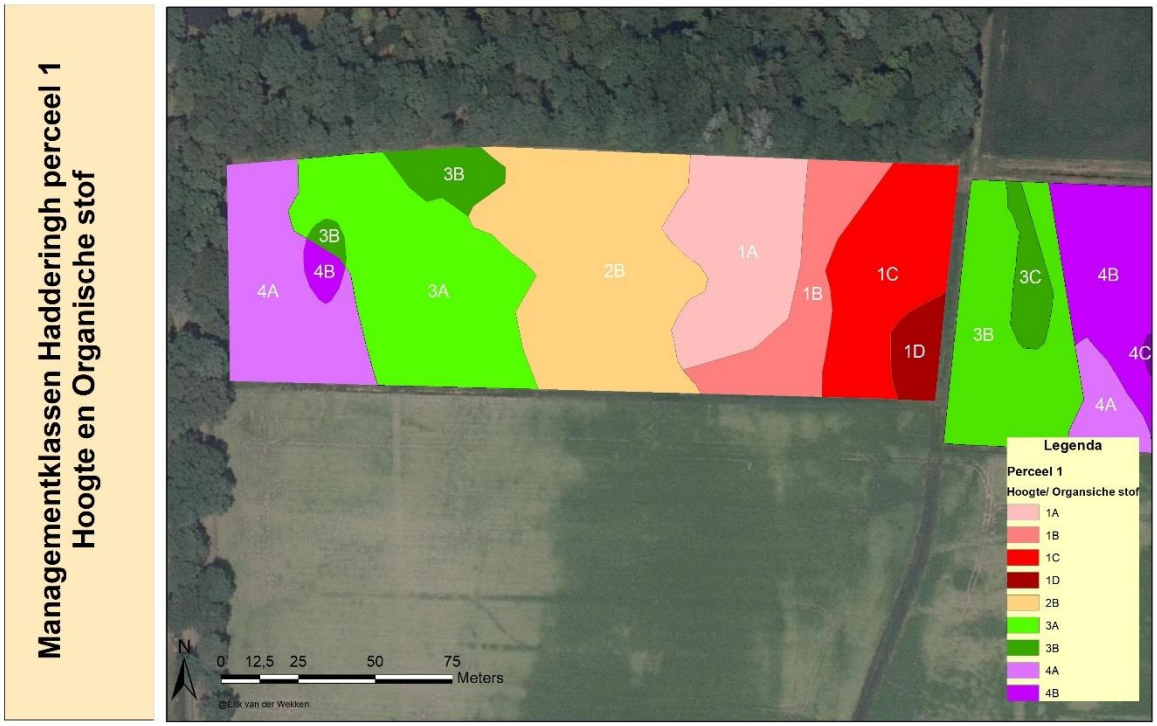
3.3.1 Managementklassen op basis van hoogte en organische stof van de bovengrond

De basis van deze kaart is de hoogtekaart. Het organische stof percentage is verdeeld in vijf klassen. Klasse A is de klasse met het laagste percentage en klasse E is de klasse met het hoogste percentage organische stof (Tabel 2). De code op de kaart per klasse bestaat uit een cijfer van 1 tot 4 voor de hoogte en letter A tot E voor organische stof. Code 1A betekent dan klasse 1 van de hoogte en een organische stof percentage tussen de 4-6%. De hoofdkleuren geven de hoogte aan en kleurintensiteit het verschil in organische stof gehalte. Een lichte kleur betekent weinig organische stof en een donkere kleur veel.

Tabel 2 klasse indeling organische stof

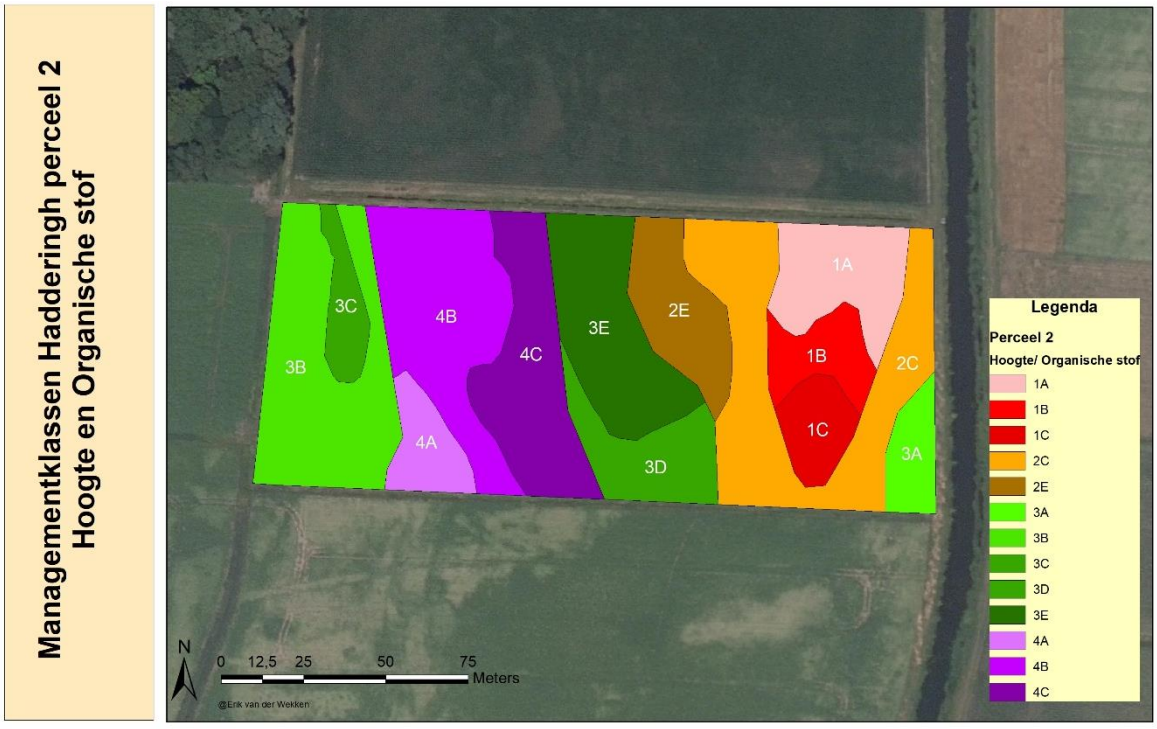
Klasse	Organische stof percentage
A	4-6%
B	6-8%
C	8-10%
D	10-12%
E	12-14%

Perceel 1 is weergeven in Figuur 20 Managementklassen perceel 1 op basis van hoogte en organische stof gehalteFiguur 20. Het perceel is verdeeld in 9 klassen en 10 zones.



Figuur 20 Managementklassen perceel 1 op basis van hoogte en organische stof gehalte

Perceel 2 is weergeven in Figuur 21. Het perceel bestaat uit 13 klassen en 13 zones. Er zijn geen zones met de overlappende klassen.Figuur 20



Figuur 21 Managementklassen perceel 2 op basis van hoogte en organische stof

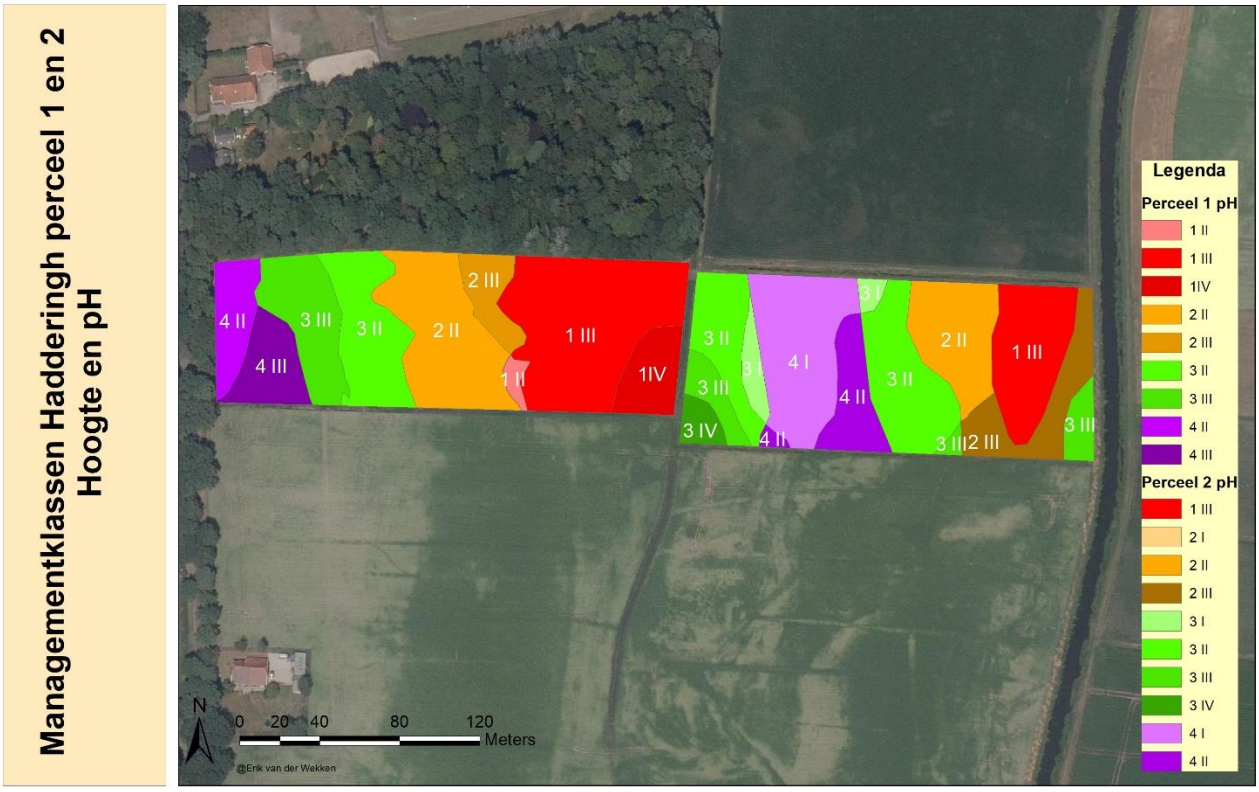
3.3.2 Managementklassen op basis van hoogte en pH

Voor het genereren van de managementklassen is een kaart gemaakt. De basis van deze kaart is de hoogtekaart. De hoogtekaart is gecombineerd met de pH-klassenkaart. De laagste klasse is 1 (in hoogte) en 4 is de hoogste klasse (in hoogte). De pH is verdeeld in vier klassen aangegeven met I als laagste pH tot en met IV als hoogste pH (Tabel 3).

Tabel 3 klasse verdeling pH

Klasse	pH
I	4.8-5.0
II	5.0-5.2
III	5.2-5.4
IV	5.4-5.6

Figuur 22 geeft de managementklassenkaart van beide percelen weer. Perceel 1 heeft daarbij 9 klassen, deze zijn verdeeld over 9 zones. Perceel 2 heeft 10 klassen verdeeld over 14 zones.

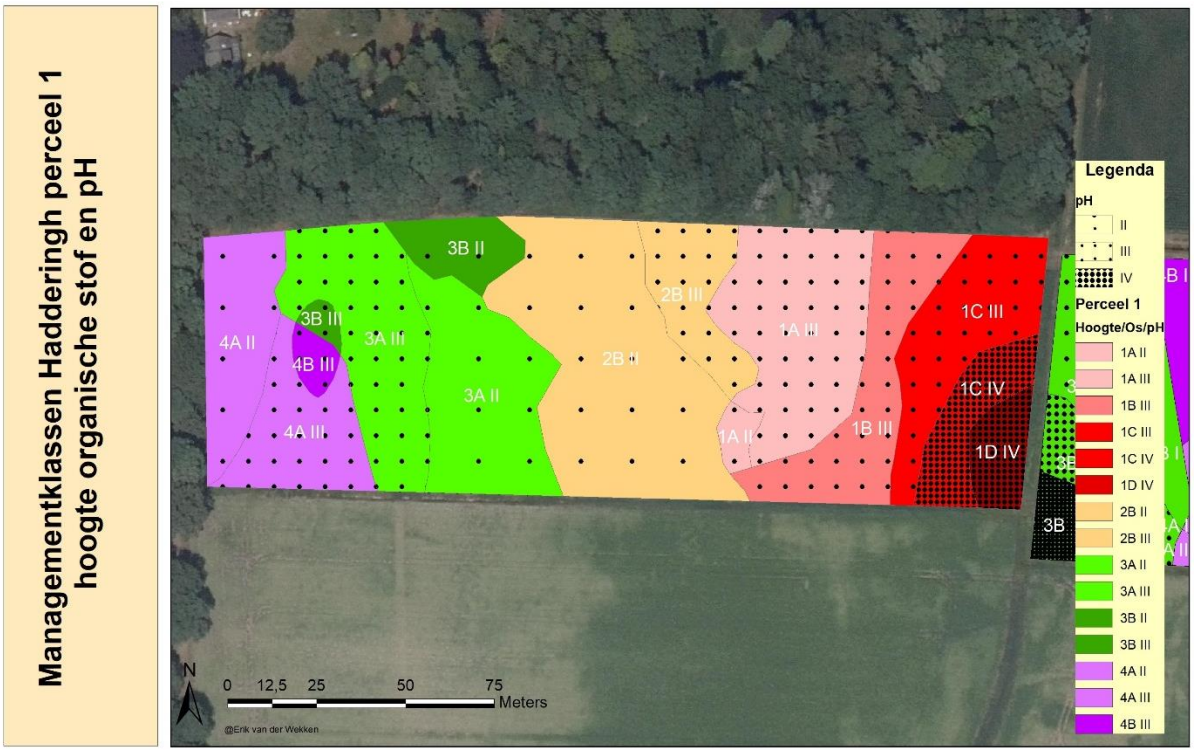


Figuur 22 Managementklassen op basis van hoogte en pH

3.3.3 Managementklassen op basis van hoogte, organische stof en pH

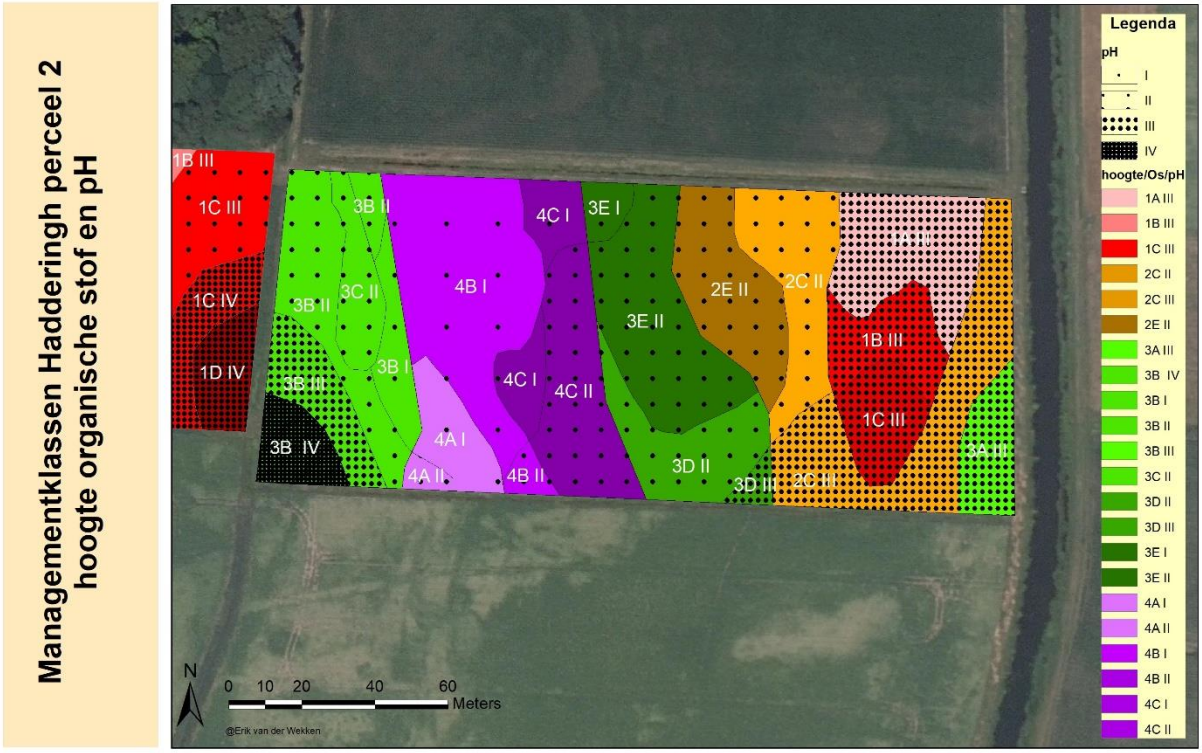
Als laatste zijn de twee percelen ingedeeld op basis van hoogte, organische stof en pH. Deze kaart is gemaakt door de organische stof kaart en de pH-kaart boven op de hoogtekaart te leggen en dan het perceel verdelen in zones. De klassen zijn verdeeld door de originele klassen uit de hoogte-, organische stof- en de pH kaart te nemen. De coderingen zijn samengevoegd en de kleursamenstelling is hetzelfde als van de hoogte- en organische stof kaart. De codering per klasse is bijvoorbeeld 1A IV, dit betekent hoogte klasse laag (1), organische stof 4-6% (A) en een pH van 5.4 tot 5.6 (IV). De pH wordt weergeven met stippen op de kaart. Hoe meer stippen hoe hoger de pH.

Perceel 1 is weergeven in Figuur 23.



Figuur 23 Managementklassen op basis van hoogte, organische stof en pH

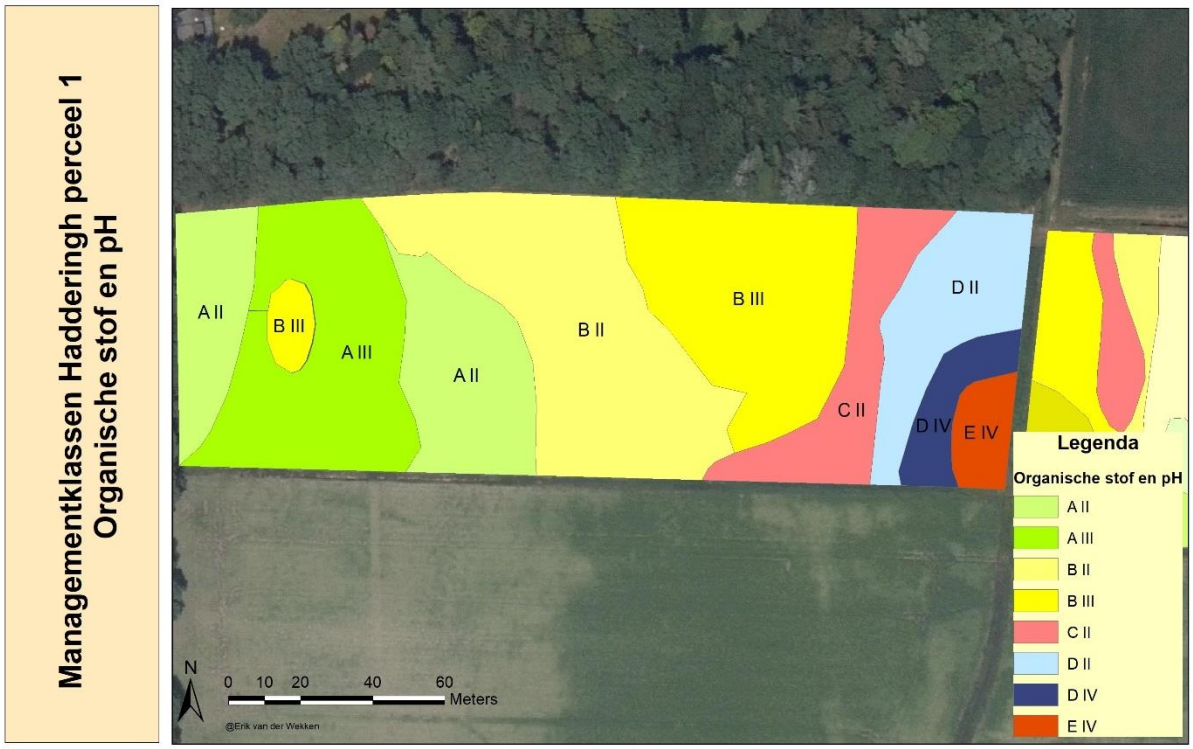
Perceel 2 is weergegeven in Figuur 24. Het perceel bestaat uit 22 klassen en 22 zones.



Figuur 24 Managementklassen op basis van hoogte, organische stof en pH

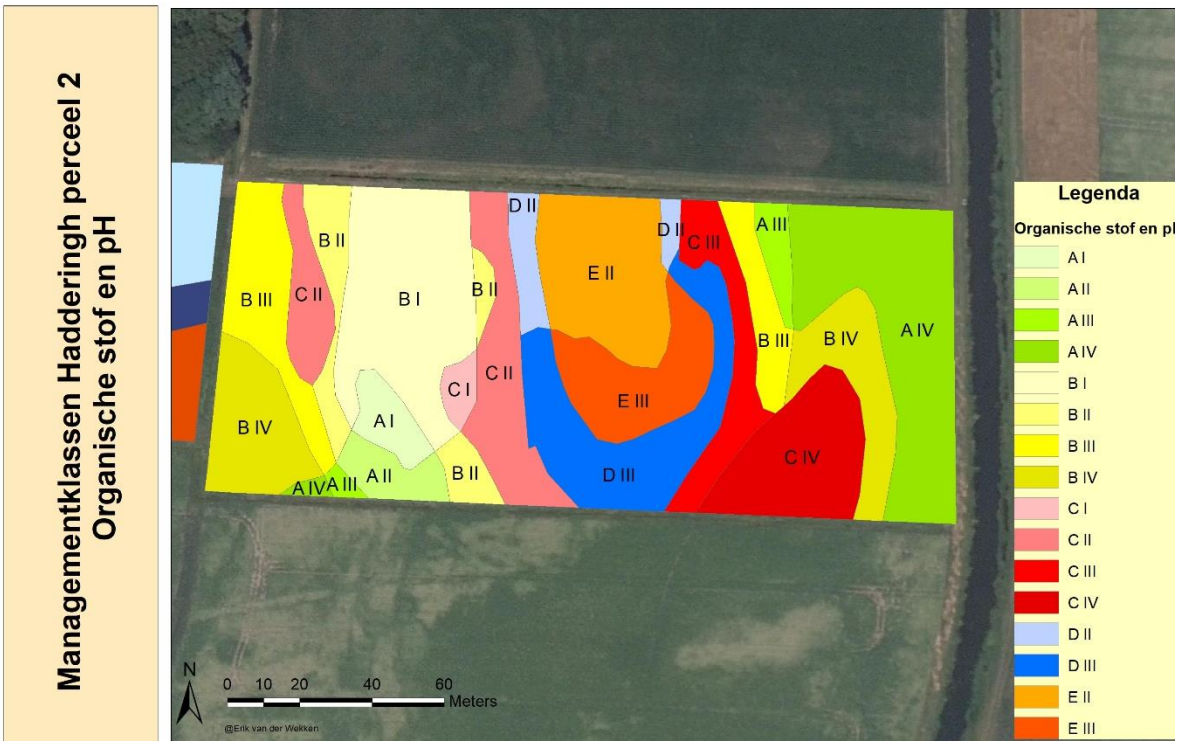
3.3.4 Managementklassen op basis van Organische stof en pH

Doordat er geen correlatie gevonden is tussen de hoogte, de organische stof en de pH is de hoogteligging misschien niet relevant in de managementklassenkaart. Daarom is voor de laatste kaart gekozen om de organische stof en de pH te verwerken tot één managementkaart. Perceel 1 (Figuur 25) heeft 10 zones en 8 managementklassen. De basiskleur is gebaseerd op het organische stof gehalte (kleuren groen, geel, rood, blauw en oranje). De kleurtint bepaalt de pH. Hoe donkerder de kleurtint hoe hoger de pH.



Figuur 25 Managementklassen op basis van organische stof en pH perceel 1

Figuur 26 is de managementklassenkaart van perceel 2 op basis van organische stof en pH. Dit perceel kent meer zones en meer managementklassen dan perceel 1. Het perceel heeft in deze kaart 24 zones en 16 managementklassen.



Figuur 26 Managementklassen op basis van organische stof en pH perceel 2

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten vergeleken met de verwachting en wordt het onderzoek kritisch nabeschouwd. Van tevoren was de verwachting dat de hoogteligging van het perceel en het organische stof gehalte met elkaar zou correleren, naar aanleiding van de gevonden resultaten in de literatuur (Meirvenne van, Monirul, Semdt de, & Meerschman, 2013). Op hoge plekken is het organische stof gehalte vaak lager dan op lage plekken binnen een perceel (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & van der Burgt, 2013). Ook was van tevoren de verwachting dat de pH een correlatie heeft met de hoogte (Runhaar, Jansen, Timmermans, Sival, & Knol, 2003).

Het analyseren van de pH en het organische stof gehalte is goed verlopen, de gekozen methodiek bleek daarbij goed genoeg voor het bepalen van managementklassen. De monsterpunten zijn random verdeeld over het perceel, zoals gebruikelijk is bij dit soort onderzoek. Voor een optimaal antwoord op de hoofdvraag zou een groter aantal bemonsteringspunten meer informatie op kunnen leveren.

Vervolgonderzoek is wenselijk om betrouwbaardere uitspraken te kunnen doen. Zo zijn er maar twee percelen onderzocht voor dit onderzoek, die naast elkaar lagen. Extra percelen zou aan te raden zijn. Het zou daarbij aan te raden zijn om deze percelen in verschillende zandgebieden te onderzoeken, bijvoorbeeld zandgrond in Brabant en bollengebied.

4.1 Hoogteligging perceel en organische stof verloop in de bovengrond

Doordat beide percelen hoogteverschil binnen het perceel vertonen, kunnen de verschillen tussen het organische stof kaart en de hoogtekaart worden vergeleken. Op beide kaartjes kan visueel al meteen een verloop worden gezien. Het organische stof gehalte verloopt op perceel 1 (Figuur 12) zoals verwacht van een laag organische stof gehalte op de hoge plekken van het perceel naar een hoog organische stof gehalte op de lage plekken van het perceel. Het is echter wel zo dat het organische stof gehalte niet lineair over het perceel stijgt, waar het hoogteverschil wel lineair zakt. Zo is het hoogste organische stof gehalte in de zuidoosthoek van het perceel een veel minder grote zone als de laagste hoogte zone van het perceel (een zone is een plek op het perceel met dezelfde waarde bijvoorbeeld hoogteligging, organische stof gehalte en pH). Ook zitten er binnen het perceel op de hogere plekken, zones met hogere organische stof gehaltes. Het verloop organische stof gehalte is grilliger als de hoogte op een de hoogtekaart, het is nog niet duidelijk waardoor dit komt.

De resultaten uit dit onderzoek zijn als volgt: de correlatie berekend met de regressietoets is -0.575 (57,5%) met een betrouwbaarheid van 99,9% (bij een regressiecoëfficiënt van 1 zou er 100% correlatie zijn tussen de hoogte en de organische stof, bij een regressiecoëfficiënt van 0 is er geen correlatie tussen hoogte en organische stof). Voor dit perceel is er redelijke correlatie tussen het verschil in hoogte van het perceel en het organische stof gehalte verloop van het perceel, wel opvallend is dat de punten in de puntenwolk ver uit elkaar liggen en dat dit effect heeft op de betrouwbaarheid van de correlatie. 57,5% van het verloop van het organische stof gehalte word dus op dit perceel bepaald door de hoogte, 42,5% van het verloop wordt bepaald door andere factoren. Om welke factoren het hierbij gaat zou meegenomen moeten worden in vervolgonderzoek.

Op perceel 2 (Figuur 14) heeft de organische stof kaart op het oog geen overeenkomsten met de hoogtekaart van dit perceel. De plek met het hoogste organische stof gehalte ligt in het midden van het perceel. Het laagste punt op de hoogtekaart van het perceel ligt juist aan de oostkant van perceel 2. Ook ligt het hoogste punt van het perceel niet op dezelfde plek als het gedeelte waar het laagste organische

stof gehalte zich bevindt. Dit bevindt zicht namelijk aan de oostkant van het perceel waar het perceel ook het laagst is. De berekende correlatie, berekend met behulp van de regressietoets, komt overeen met de visuele beoordeling. De regressiecoëfficiënt is -0.191 (19%), dit betekent dat er op perceel 2 nauwelijks verband is tussen het hoogteverschil en het organische stof verloop. Hier komt bij dat de onbetrouwbaarheid (p) 0.183 is en dat de regressie dan ook minder betrouwbaar is. Op het perceel was waar te nemen dat er in het midden van het perceel veel ijzeroxidatie (duidt op wateroverlast, mogelijk in het verleden) had plaats gevonden. Dat zou een verklaring kunnen zijn voor de het hoge organische stof gehalte op deze plek. Het zou door kwel veroorzaakt kunnen zijn, hiervoor is nader onderzoek nodig.

4.2 Hoogteligging perceel en pH verloop in de bovengrond

De verwachting was dat er een correlatie zou zijn tussen de hoogtekaart en de pH kaart. De visuele verschillen tussen de pH-kaart en de hoogtekaart op beide percelen zijn groot. Op perceel 1 (Figuur 16) verloopt de hoogte, zoals gezegd, lineair naar beneden vanaf het hoogste punt aan de westkant naar het laagste punt aan de oostkant. De pH wisselt tussen pH 4,8 tot 5,2 over heel het perceel en niet lineair zoals de hoogte. Op het laagste punt is de pH wel het minst zuur, maar dit is de enige overeenkomst met de hoogtekaart.

Op perceel 2 (Figuur 18) komt de zuurste plek van het perceel overeen met de hoogste plek van het perceel, hier is de pH 4.6- 4.8. Daarna wordt het perceel in banen minder zuur zoals te zien in Figuur 18. Maar afgezien van de hoge plek in het perceel waar het zuur is, is er geen relatie tussen de pH zones op dit perceel en de zones op hoogtekaart.

De berekende correlatie (regressietoets) en de regressiecoëfficiënt is -0.304 met een betrouwbaarheid van 95% voor perceel 1. Voor perceel 2 is de regressiecoëfficiënt -0.355 met een betrouwbaarheid van 99%. Er is dus een minimale correlatie tussen de pH en het hoogteverloop binnen een perceel. Net als bij de correlatie tussen de hoogteligging en het organische stof verloop liggen de punten in de punten wolk uit elkaar, dit heeft invloed op de betrouwbaarheid van de regressie.

Kanttekening bij de resultaten is dat de pH niet veel verschilt. De meettechniek heeft altijd een bepaalde afwijking, het zou dus kunnen dat de kleine verschillen binnen het perceel worden veroorzaakt door de meetmethode. Ook was er een uitschieter van een pH van 4,2 in perceel 1, de oorzaak voor deze uitschieter is lastig te achterhalen, maar een fout in het meten zou een mogelijkheid kunnen zijn.

4.3 Managementklassen

Van de twee percelen zijn vier typen managementklassenkaarten gemaakt (zie paragraaf 3.3 De managementklassen). Het eerst type is gemaakt door de hoogtekaart op de organische stof kaart te leggen en deze te combineren. Het tweede type is gemaakt op basis van een combinatie van hoogtekaart pH-kaart te leggen. Het derde type is een combinatie van de hoogtekaart, organische stof kaart en de pH-kaart. Het vierde type kaart is de combinatie tussen de organische stof kaart en de pH-kaart.

De eerste kaart, de combinatie tussen hoogte en organische stof gehalte van de bovengrond. Deze kaart heeft een beperkt aantal klassen. Door de eenvoud van de kaart kunnen op basis van deze kaart simpel en snel beslissingen worden genomen, dit zal nog onderzocht moeten worden of een ondernemer ook vindt dat dit simpel en snel is. De kaart is bijvoorbeeld goed te gebruiken voor het precisie bemesten waarbij het wenselijk is om te bepalen waar de meststoffen het efficiëntst gebruikt kunnen worden. Zo kan bijvoorbeeld organische mest misschien beter ingezet worden op een middelhoge plek met weinig organische stof dan op een hoge plek met weinig organische stof, omdat dan de meststoffen minder snel uitspoelen en de organische stof minder snel afbreekt. Wel wordt op deze manier het hoge deel nooit hoger in organische stof en zal deze kop gaan verschralen. Hier zal vervolgonderzoek naar gedaan moeten

worden om te onderzoeken of dit echt zo is en wat de voordelen en de nadelen zijn van een perceel op deze manier bemesten.

De tweede kaart is een combinatie tussen de hoogte en de zuurgraad (pH). De kaart is overzichtelijk omdat de hoogte en de pH maar vier klassen hebben. Deze kaart is goed te gebruiken om plaatsspecifiek te bekalken. De vraag is echter of de hoogte hierbij een rol speelt. Misschien kan juist op de hogere delen van het perceel meer bekalkt worden dan op de lagere plekken omdat de hoge plekken sneller verzuren, maar uit dit onderzoekt blijkt dat er weinig correlatie is tussen de hoogte en de zuurgraad. Ook dit vraagt om nader onderzoek. Daaruit zou kunnen blijken dat alleen een pH-kaart zonder hoogte voldoende zou kunnen zijn. Een beperking van de pH is dat de pH snel verandert in de bovengrond en dat van een perceel elk jaar dus een nieuwe kaart gemaakt moet worden. De kosten om de pH in kaart te brengen op basis van 50 monster punten zijn waarschijnlijk te hoog, daarom is de link tussen hoogte en pH interessant. Een eventuele bodemscan zou dus een uitkomst kunnen zijn, mits de nauwkeurigheid van een eventuele scan hoog genoeg is.

Een combinatie van alle kaarten waarbij alle genoemde factoren meegenomen zijn resulteert in kaarttype drie: de combinatie tussen hoogte, organische stof en pH. De verschillende lagen maken de kaart minder eenvoudig dan de eerste drie typen. Van deze kaart is wel mogelijk om de afzonderlijke aspecten hoogte, organische stof en pH te onderscheiden, maar er is mogelijk wat uitleg nodig om de kaart te begrijpen.

Als laatste type kaart is de combinatie tussen het organische stof verloop in de bovengrond en de pH van de bovengrond gemaakt. De kaarten zijn gecombineerd en dit resulteert voor perceel 1 in een kaart met maar 8 managementklassen en 10 zones, wat ervoor zorgt dat de kaart niet complex is. Perceel 2 daarentegen heeft veel meer zones, namelijk 24. Het verschil met de andere typen kaarten is dat deze 16 managementklassen heeft. De kaart heeft dus veel meer overlappende zones in eenzelfde managementklassen. Van deze kaart kunnen zowel beslissingen over organische stof als over pH genomen worden. Aangezien de hoogte weinig correlatie vertoont met de organische stof en de pH is deze kaart bruikbaar en bevat geen overbodige informatie, zoals de hoogte. Een beperking van deze kaart is dat de organische stof en de pH in kaart moeten worden gebracht om deze kaart te maken, maar het is waarschijnlijk te duur om een perceel zo intensief te bemonsteren. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen wat de beste manier is om een perceel in kaart te brengen op organische stof en pH, eventueel met een bodemscan, mits deze aantoonbaar betrouwbaar en precies is.

5. Conclusie en aanbevelingen

Om met precisielandbouw verder te komen, is het belangrijk dat een ondernemer zijn bodemeigenschappen in kaart heeft. Met eigenschappen van de bovengrond kan een ondernemer bijvoorbeeld variabel poten of variabel bekalken. Doel van het onderzoek is het in kaart brengen van bodemeigenschappen van de bovengrond en daarmee managementklassen te maken. Managementklassen hebben een bepaalde hoogteligging, een bepaalde organische stof gehalte en een bepaalde zuurgraad. Omdat het organische stofgehalte en de zuurgraad van de bovengrond volgens het literatuuronderzoek nauw gecorreleerd zijn aan de hoogteligging van het perceel op zandgrond, is het de vraag of alleen de hoogtekaart volstaat om managementklassen de maken.

De hoofvraag luidt dan: Hoe kan een perceelsindeling op zandgrond met managementklassen inzichtelijk worden gemaakt, zodat die kan dienen als basis voor precisie-toepassingen? De deelvragen zijn:

- Hoe correleert de hoogteligging van het perceel met de organische stof gehalte van de bovengrond?
- Hoe correleert de hoogteligging van het perceel met de zuurgraad van de bovengrond?
- Wat zijn op dit perceel de mogelijk toepasbare managementklassen?

De hoogteligging van het perceel en het organische stofgehalte van de bovengrond correleert in sommige gevallen. Bij het ene perceel was een correlatie te vinden van 57% maar het andere perceel had nog geen 20% correlatie. Omdat er maar twee percelen zijn onderzocht mag niet geconcludeerd worden dat er helemaal geen sprake is van correlatie en dus dat de hoogtekaart alleen kan volstaan om daar managementklassen van te maken. Maar er lijkt dus geen correlatie te zijn.

De hoogteligging van het perceel en de zuurgraad van de bovengrond hebben nauwelijks correlatie. Voor beide percelen ligt de correlatie rond de 30%. Dit betekent dat van de factoren die de zuurgraad bepalen voor 30% wordt veroorzaakt door de hoogteligging van het perceel. Ook voor deze conclusie geldt dat er maar twee percelen zijn onderzocht. Maar op deze percelen is nauwelijks correlatie en dus volstaat de hoogteligging van het perceel niet om op basis daarvan managementklassen te maken.

Er zijn op de percelen, op basis van de hoogteligging, het organische stof gehalte en de zuurgraad van de bovengrond, managementklassen gemaakt. Omdat de hoogteligging en het organische stof gehalte en zuurgraad niet correleren, zijn er vier typen kaarten (1. hoogte en organische stof, 2. hoogte en pH, 3. hoogte, organische stof en pH en 4. organische stof en pH) gemaakt en daarom is de combinatie tussen organische stof en pH ook de beste kaart. Deze kaart geeft geen overbodige informatie weer. De kaart is goed te begrijpen en kan door een ondernemer simpel en snel gebruikt worden is de verwachting, dit zal nog wel getest moeten worden in de praktijk.

Hoe kan een perceelsindeling op zandgrond met managementklassen inzichtelijk worden gemaakt, zodat die kan dienen als basis voor precisie-toepassingen? Dit kan door een perceel eerst in kaart te brengen op basis van hoogteligging, organische stofgehalte van de bovengrond en de zuurgraad van de bovengrond. De organische stof en de pH kunnen dan dienen als basis voor een precisie-toepassing. Zo kan een akkerbouwer samen met experts beslissingen nemen over bijvoorbeeld variabel poten of bekalken.

Het is dus mogelijk om een managementklassenkaart te maken, maar wat dit gaat kosten is niet duidelijk. Waarschijnlijk kunnen in de praktijk de eigenschappen van een perceel niet zo precies in kaart worden gebracht als in dit onderzoek, omdat dit te veel kost voor een akkerbouwer.

De vervolgvraag is hoe een akkerbouwer zijn perceel goedkoop en efficiënt in kaart kan brengen. Als dit kan met de juiste nauwkeurigheid, dan kan met de organische stof kaart en pH-kaart een managementklassenkaart gemaakt worden en kan de akkerbouwer verder met precisie landbouw.

Bibliografie

Actueel hoogtebestand Nederland. (2020, 3 10). *ahn.arcgisonline.nl*. Opgehaald van https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/

ArcGis Online. (2019, 10 4). *Bodemkaart Nederland*. Opgehaald van Esri Nederland.

Arcmap/basemap. (2019).

BIS. (2013). *maps.bodemdata.nl*. Opgehaald van http://maps.bodemdata.nl/bodemdatanl/index.jsp

Blackmore, S., Stout, B., Wang, M., & Runov, B. (2005). *Robotic agriculture – the future of agricultural mechanisation?* Wageningen: KVL.

Boerenbusiness.nl. (2018, November 8). Opgehaald van https://www.boerenbusiness.nl/rss/algemeen/artikel/10880455/landbouw-hoe-ontwikkelt-duurzaamheid-zich

Bongiovanni, R., & Lowenberg-Deboer, J. (2004). Precision Agriculture and Sustainability. *Precisielandbouw*, 359-387.

Boskma, K. (1967). De invloed van het gehalte afslibbare delen en ander factoren op de optimale pH van kleigronden. *pudoe*.

Bouma, J., Brouwer, J., Verhagen, A., & Booltink, H. (1995). Site specific managment on field level: high and low tech approaches. *Eco regional approaches for sustainable land use and food productions*, 453-475.

Brus, D., & Heuvelink, G. (2006). Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. *Soil Science Centre*, 86-95.

eos.com/ndvi. (2020). Opgehaald van https://eos.com/ndvi/

Groenkennisnet. (2020, 01 01). *precisielandbouw.groenkennisnet.nl*. Opgehaald van https://precisielandbouw.groenkennisnet.nl/display/OT/Variabel+poten

Groot, W. (2020). *Hoe ontwikkeld de landbouw zich?* Opgehaald van NPOfocus.nl: https://npofocus.nl/artikel/7692/hoe-ontwikkelt-de-landbouw-zich

Handboek bodem en bemesting. (2020). *pH en bekalking.* Brancheorganisatie Akkerbouw.

Janssens, S., & Smit, A. (1999). *Heeft precisielandbouw (de) toekomst?* LEI.

Kempenaar, C., & Kocks, C. (2013). *Van precisielandbouw naar Smart Farming technology.* Dronten: Kenniscentrum Agrofood en ondernemen,.

Kocks-Winterswijk, E. (2020). *Organische stof gehalte van luchtdroge grond (OS)/Gloeiverliesmethode.* Dronten.

Kocks-Winterswijk, E. (2020). *pH Analyse grond.* Dronten.

Meirvenne van, M., Monirul, M., Semdt de, P., & Meerschman, E. (2013). Key variables for the identification of soil management classes in the aeolian landscapes of north–west Europe. *Geoderma*, 99-105.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2019). *Realisatieplan Visie LNV Op weg met nieuw perspectief.* Den Haag: LNV.

Mulder, M. (2014, feb 17). *Archined*. Opgehaald van https://www.archined.nl/2014/02/de-storm-sicco-mansholt-en-het-nederlandse-boerenlandschap/

Nonhebel, S. (2005). Renewable energy and food supply: will there be enough land? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 191-201.

Nysten, S., & Kempenaar, C. (2019). *Toepassing van Bodemscans voor Smart Farming.* Dronten.

Reindsen, H. (2019, Maart 26). Betere inschatting opbrengst pootaardappelen. *NieuweOogs*.

Ros, G., & Bussink, D. (2012). *Ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen voor het bijmesten van gewassen.* Wageningen: nutriënten management instituut nmi bv.

Runhaar, J., Jansen, P., Timmermans, H., Sival, F., & Knol, W. (2003). *Historische waterheishouding en historisch grondgebruik in het waterschap Regge en Dinkel.* Wageningen: Alterra.

Schouten, C. (2018, september). *platform kringlooplandbouw.* Opgehaald van ministerie van landbouw, natuur en Voedselkwaliteit: https://www.platformkringlooplandbouw.nl/

Smit, P. (2020, Januari 30). Is de stikstofcrisis voorbij nu de veehouderij onder het Europese plafond blijft? *De volkskrant*.

Sturm, M. (2020, 2 27). Interview stand precisicielandbouw.

Tielen, J. (2010). *The influence of organic matter on the efficacy of soil-applied herbicides.* Wageningen: Wageningen University and Research Centre.

Timmermann, C., Gerhards, R., & Kühbauch, W. (2003). The Economic Impact of Site-Specific Weed Control. . *Precision Agriculture '04*, 249-260.

Tullberg, J., Yule, D., & McGarry, D. (2007). Controlled traffic farming—From research to adoption in Australia. *Soil and Tillage Research*, 272-281.

Van Boheemen, K. (2019, Maart 20). *Hoe maak ik een goede taakkaart?* Opgehaald van proeftuinprecisielandbouw.nl: https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/hoe-maak-je-een-goede-taakkaart/

Van der Boom, N. (2017, 11 7). *Zelfscanner voor bodem van akkerbouwer*. Opgehaald van Boerenbusiness.nl: https://www.boerenbusiness.nl/tech/artikel/10876468/zelfscanner-voor-bodem-van-akkerbouwer

Van der Wal, t., Vullings, L., Zaneveld-Reijnders, J., & Bink, R. (2017). *Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland.* Wageningen: Wageningen Environmental Research.

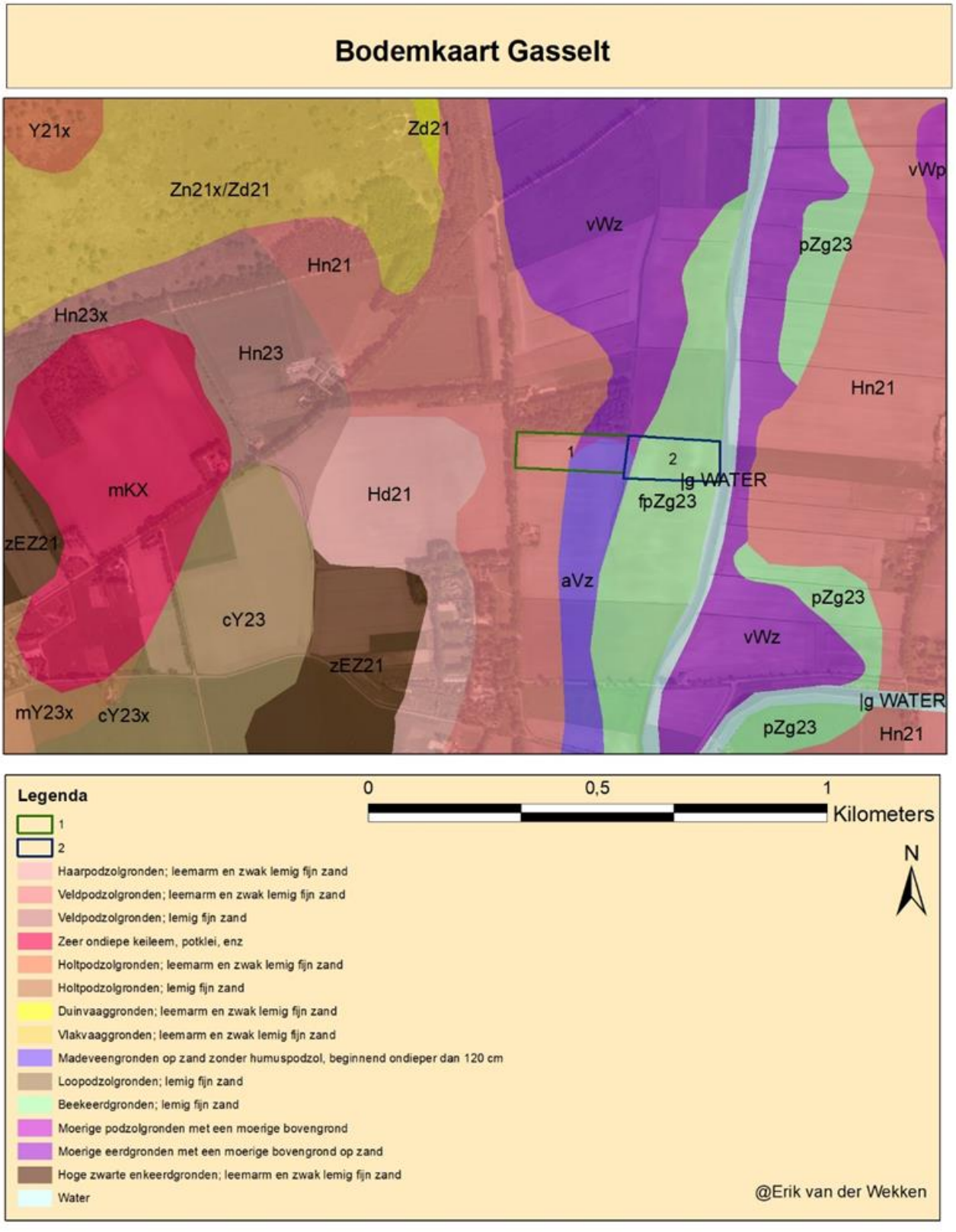
Vantage-Agrometius. (2020). *vantage-agrometius.nl*. Opgehaald van https://www.vantage-agrometius.nl/product/veris-msp3-bodemscanner/

Vermeulen, G., Mosquera, J., van der Wel, C., van der Klooster, A., & Steenhuizen, J. (2007). Potential of controlled traffic farming with automatic guidance on an organic farm in the Netherlands. *Precision agriculture '07*, 473-481.

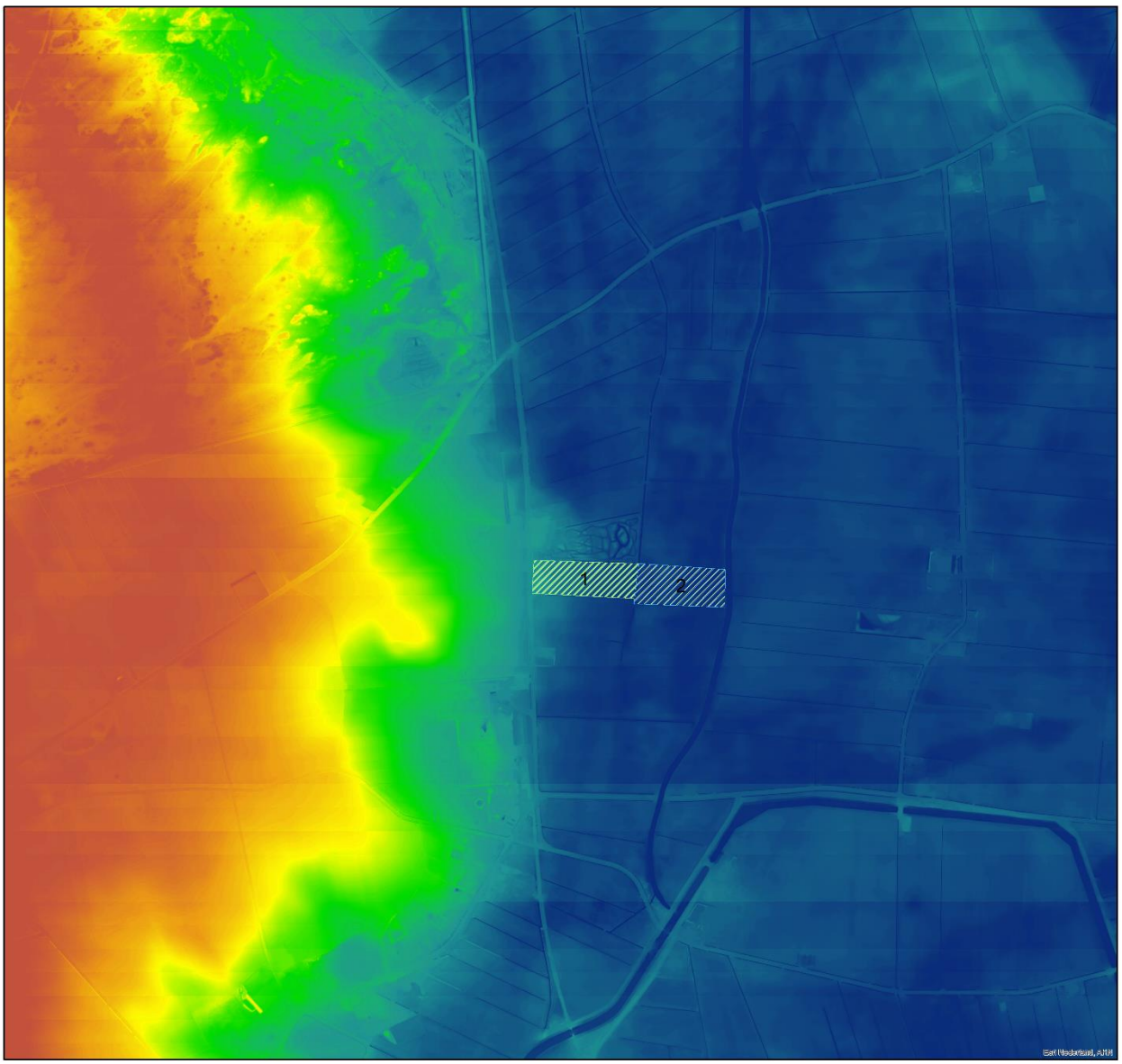
Vitharana, U., Meirvenne van, M., Dimpson, D., Cockx, L., & Baerdemaeker de, J. (2008). Key soil topographic properties to delineate potential management classes for precision agriculture in European loess area. *Geoderma*, 206-215.

Whelan, B. T. (2013). *Precision agriculture for grain production systems.* Australia: CSIRO Publishing.

Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., & van der Burgt, G. (2013). Tien vragen en antwoorden over organische stof. *Kennisakker*, 2.


Bodemkaart Gasselt
Y21x
Zd21
Zn21x/Zd21
vWz
vWp
pZg23
Hn21
Hn23x
Hn23
Hn21
1
2
lg WATER
fpZg23
mKX
Hd21
zEZ21
aVz
pZg23
cY23
vWz
zEZ21
lg WATER
mY23x
cY23x
pZg23
Hn21
Legenda
1
2
Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Veldpodzolgronden; lemig fijn zand
Zeer ondiepe keileem, potklei, enz
Holtpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Holtpodzolgronden; lemig fijn zand
Duinvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Madeveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm
Loopodzolgronden; lemig fijn zand
Beekeerdgronden; lemig fijn zand
Moerige podzolgronden met een moerige bovengrond
Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand
Hoge zwarte enkeerdgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand
Water
0
0,5
1
Kilometers
N
@Erik van der Wekken

Bodemkaart Gasselt



Legenda

1

2

AHN3 50cm maaiveld

Hoog

Middel hoog

Laag

0 0,5 1 Kilometers

N

@Erik van der Wekken

Checklist Schriftelijk Rapporteren 2018

Naam: Erik van der Wekken

Klas: 4 TAO

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik
- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd*
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl*
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief *
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)*
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/ mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons' *
- ☐ Is doelgroepgericht*
- ☐ Heeft een uniforme stijl*

2. De ordening
- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag
- ☐ Is vrij van plagiaat*
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag
- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

5. De titelpagina/het titelblad
- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

6. Het voorwoord:
- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

7. De inhoudsopgave:
- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk/gestructureerd
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

8. **De samenvatting:**
- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek
- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. **De inleiding**
- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding*
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie*
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

10. **Materiaal en methode**
- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. **De (opmaak van de) kern**
- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie
- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen
- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

14. **De bronvermelding**
- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen*
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen*

15. De bijlagen
- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse

Zijn overzichtelijk weergege

AERES HOGESCHOOL