



Verisscanonderzoek



Auteur: Jan Aart Straver

Verisscanonderzoek

Onderzoek naar de relatie tussen de elektrische geleidbaarheid en het percentage lutum van de bodem.



Auteur: Jan Aart Straver

Opleiding: Agrarische Ondernemerschap Tuin- en Akkerbouw

Begeleidend docent: Sylvan Nysten

Plaats: Dronten

Datum: 1 maart 2015

Voorwoord

In het afstudeerjaar van Agrarische Ondernemerschap Tuin- en Akkerbouw aan de Christelijke Agrarische Hogeschool te Dronten is een afstudeerwerkstuk noodzakelijk. Dit afstudeerwerkstuk is een verlengstuk van de afstudeerstage. Deze afstudeerstage heb ik gelopen bij Agrifirm Plant te Apeldoorn. Agrifirm Plant is een bedrijf in de akkerbouw- en tuinbouwsector en levert kennis en advies in combinatie met een pakket meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, zaaizaden en bedrijfsartikelen. Thuis hebben wij een akkerbouwbedrijf, hierdoor kende ik het bedrijf. Via onze teeltadviseurs Erik Nagelhoud en Ton Buter kwam ik in contact met Niels Maris, kenniscoördinator R&D Agrifirm Plant. Tijdens de gesprekken met Niels Maris heb ik aangegeven dat precisielandbouw mijn interesse heeft. Zo kwamen wij op de verisscan. De verisscan is een innovatief en duurzaam product van Agrifirm en Agrometius. Tijdens mijn afstudeerstage is er een onderzoek uitgevoerd m.b.t. de verisscan. Uit gesprekken met agrarische ondernemers uit mijn eigen omgeving, heb ik geconstateerd dat vele van hen met de verisscan, niet of nauwelijks bekend zijn. Een extra uitdaging voor mij om de verisscan meer naamsbekendheid te geven.

Door de begeleiding en informatie verschaffing tijdens mijn afstudeerstage bij Agrifirm is dit afstudeerwerkstuk tot stand gekomen. Daarom wil ik de volgende bedrijven/mensen bedanken:

- De agrarische ondernemers voor het ter beschikking stellen van de percelen tijdens het onderzoek.
- ALTIC B.V. voor de bemonstering van de grondmonsters en de prettige samenwerking.
- Niels Maris, kenniscoördinator R&D Agrifirm Plant. Niels heeft mij geholpen met het opzetten van het onderzoek en was tevens mijn stagebegeleider.
- Martijn Berns: Medewerker R&D, Martijn wil ik bedanken voor de prettige samenwerking en de verwerking van de verschillende percelen in Farmworks.
- Gijs van Kessel: Statisticus Agrifirm Feed, Gijs heeft mij geholpen met toelichting en uitwerking van de statistiek van het onderzoek.
- Jan Nammen Jukema(Agrometius): Voor het ter beschikking stellen van GPS apparatuur en de begeleiding hiervan.
- Sylvan Nysten: Voor de begeleiding gedurende de afronding van dit afstudeerwerkstuk.

Dronten, Januari 2015

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting.....	6
Summary	7
Verklarende woordenlijst	8
Inleiding	9
1. Relevantie.....	11
1.1 Doelgroep	11
1.1 Relevantie	11
2. Probleemstelling en doelstelling	12
2.1 Knowledge gap	12
2.2 Probleemstelling	12
2.3 Doelstelling	13
3. Methoden die worden toegepast om de bodem te scannen	14
3.1 Methoden en werkingsprincipes:	14
3.1.1. Werkingsprincipe elektrische en elektromagnetische straling	14
3.1.2. Werkingsprincipe Gammastraling	14
3.1.3. Optisch en radiometrisch	15
3.1.4 Mechanisch.....	15
3.2 Verschillende bodemscans:	15
3.1.1: Verisscan.....	15
3.2.2 EM-38	17
3.3.3 TerraSen/TDR	18
3.3.4 De Mol	18
3.3.5 RhoC	19
3.3.6 Soilsan	19
3.3.7 'Weerstand meten'	19
3.3 Overzicht bodemscans.	20
4. Verband elektrische geleidbaarheid en percentage lutum	22
4.1 Materiaal en methoden.....	22
4.1.1 Objecten/onderzoekseenheden.....	22
4.1.2 Afbakening onderzoek.....	22
4.1.3 Proefopzet	23
4.1.4 SPSS/keuze paired sample T-test SPSS:	24
4.2 Resultaten.....	26

4.2.1	Resultaten perceel van Os:.....	26
4.2.2	Resultaten Perceel Vrolijk:	29
4.2.3	Resultaten perceel Straver:	32
4.3	Discussie	35
4.3.1	Eigen waarnemingen	36
4.4	Conclusie	37
5.	Factoren die invloed hebben op de elektrische geleidbaarheid van de bodem	38
5.1	De factoren	38
5.1.1	Vochtgehalte:	38
5.1.2	Zoutgehalte:	38
5.1.3	Tempratuur:	39
5.1.4	Textuur	40
5.1.5	Porositeit	40
5.1.6	Organische stof.....	40
5.2	Conclusie/discussie	41
6.	Mogelijkheden CEC-kaart doormiddel van verisscan.....	42
6.1	Wat is CEC	42
6.2	Bepaling CEC	42
6.3	Conclusie/discussie CEC-Kaart.....	43
7.	Praktische/toekomstige toepasbaarheid van de verisscan	44
7.1	Beschikbare advieskaarten	44
7.2	(taak)Kaarten in ontwikkeling	45
7.3	Praktische/toekomstige toepasbaarheden m.b.t. de lutum-kaart.....	46
8.	Conclusie	48
9.	Bronvermelding.....	49
10.	Bijlage	52
	Bijlage 1: Overzicht bodemscans.	52
	Bijlage 2: Nummering perceel van Os	54
	Bijlage 3: Nummering perceel Vrolijk.....	55
	Bijlage 4 Nummering perceel Straver	56
	Bijlage 5: Omrekeningsfactoren bepaling van het zoutgehalte voor de verschillende bodemtypes.	57
	Bijlage 6. Tempratuurcorrectiefactoren en bijbehordende bodemtemperaturen.	58
	Bijlage 7: Optimale bezettingsgraad CEC.	59

Samenvatting

Akkerbouwers/tuinders zijn gebaad bij informatie over de bodem, om zo te werken tot de optimale bodemvruchtbaarheid. In Nederland zijn er verschillende manieren om de bodem in beeld te brengen. Zo hebben we de verisscan deze meet organische stof, elektrische geleidbaarheid(EC) op 30 en 90cm diepte, pH en de hoogte. De verisscan is een dienst van Agrometius en Agrifirm. Agrometius komt de scan afnemen, en Agrifirm levert het landbouwkundige advies. Vergeleken met andere bodemscans is de verisscan, de scan die op dit moment de meeste informatie geeft van de bodem. De verisscan heeft voor de gemeten variabele organische stof en pH een hoog betrouwbaarheidsinterval. Maar wat hebben telers hier aan?

Momenteel wordt de scan vooral gebruikt op zand- en dalgronden. Op deze gronden kan de pH enorm variëren. Waardoor er mogelijk niet het maximale uit de grond wordt gehaald. Agrifirm heeft voor dit probleem een oplossing, namelijk de bekalkingskaart. Hierbij wordt gericht kalk gestrooid op plekken in het perceel waar dit nodig is. Agrometius en Agrifirm willen de scan voor meerdere doeleinden gaan gebruiken. Om de toepasbaarheid van de verisscan uit te breiden, is Agrifirm op zoek naar meer variabelen, die afgeleid kunnen worden van de gemeten variabelen. Om te beginnen wil Agrifirm de mogelijkheid bekijken om een lutum-kaart te maken. Daarom is er een onderzoek uitgevoerd. Een onderzoek naar de relatie van de elektrische geleidbaarheid en het percentage lutum van de bodem. Volgens de gedachte van Agrifirm kan het lutum percentage bepaald worden als de elektrische geleidbaarheid bekend is. Echter wordt de elektrische geleidbaarheid van de bodem beïnvloedt door een aantal factoren. De volgende factoren hebben invloed op de elektrische geleidbaarheid: vocht-, zoutgehalte, temperatuur, textuur, porositeit en organische stof. Hoe groot zijn de invloeden van deze factoren? Doordat de factoren invloed hebben op elkaar is dit een complex geheel.

Er is een onderzoek uitgevoerd in hoeverre het lutum gehalte bepaald met behulp van de verisscan, overeen komt met het werkelijke lutum gehalte van de grond. Dit onderzoek is uitgevoerd op 3 percelen in Nederland. Deze percelen zijn gemeten door de verisscan. In totaal worden 80 grondmonsters gestoken. Doormiddel van RTK GPS worden de monster locaties vastgelegd. De 80 grondmonsters worden vergeleken met de lutum-waardes van de verisscan.

De wens van Agrifirm is om met behulp van de lutum-kaart een CEC-kaart te maken. De CEC wordt bepaald door de pH, het organische stof en het percentage lutum. Deze drie factoren zijn bepaald door de verisscan. Theoretische kan er dus een CEC-kaart gemaakt worden.

Maar wat hebben akkerbouwers/tuinders aan een lutum-kaart? Met betrekking tot het lutum-gehalte zijn er theoretisch een aantal mogelijkheden: variabel compost strooien, variabel spuiten van bodemherbiciden, variabele plantafstand met name bij aardappelen, een variabele hoeveelheid vocht bij het beregenen en een kaart waarbij het aaltjes-risico in beeld wordt gebracht.

Summary

Information about the condition of the soil is very important for farmers/gardeners. With access to this information it becomes possible to work towards optimal soil fertility, which in turn leads to a better yield. In the Netherlands there are different methods of surveying the soil. One of these methods is the verisscan which measures organic matter, electrical conductivity (EC) at 30 and 90cm depth, pH value and height. The verisscan is a service offered by Agrometius en Agrifirm. Agrometius will conduct the scan and Agrifirm will give the agricultural advice. Compared to other soil surveys, the verisscan is the scan that currently delivers the most information about the soil. The verisscan has a high confidence interval for measured variable organic matter and pH. But how can growers properly apply this information?

Currently this scan is mainly used on sand soil. In these types of soils the pH value can differ immensely, which likely means that more could potentially be gained from this type of soil. Agrifirm has a solution for this problem, which is the cabling map. This method employs the use of directed lime scattering at the necessary locations on the parcel. Agrometius and Agrifirm want to start using the scan for multiple goals. To enhance the applicability of the verisscan, Agrifirm is looking for more variables that can be derived from the measured variables. For starters, Agrifirm wants to explore the possibility of making a clay map. For this reason, research has been done to the relation between electrical current and the clay percentage of the soil. According to Agrifirm the percentage of clay can be determined if the electrical current is known. However, the electrical current of the soil is influenced by several variables. The following variables have an influence on the electrical current of soil: moisture, salinity, temperature, texture, porosity and organic matter. How big are the influences of these variables? Because the variables influence each other, this is a complex whole.

Research has been done as to in which extend the amount of clay determined by the verisscan matches the actual amount of clay in the soil. This research has been done on 3 parcels in The Netherlands. These parcels were measured by the verisscan. A total of 30 soil samples were taken. The location of the soil samples is determined by use of RTK GPS. The 80 soil samples will be compared to the clay values of the verisscan.

It is Agrifirm's wish to make a CEC map by means of the clay map. The CEC is determined by the pH, the organic matter and the percentage of clay. These 3 variables are determined by the verisscan. Therefore, in theory it is possible to make a CEC map.

But what use is a clay map for farmers/gardeners? With regard to the clay content there are a few theoretical applications: variable scattering of compost, variable scattering of soil herbicides, variable distance of planting (in particular with potatoes), administering a variable amount of moisture and a map which shows the nematodes risk.

Verklarende woordenlijst

Bulkdichtheid:	De bulkdichtheid van de bodem is een maat voor de water- en luchthuishouding en mogelijkheden voor beworteling. Een hoge bulkdichtheid is een aanwijzing van een gestoorde doorlatendheid voor water en lucht en problemen bij de wortelontwikkeling.
Correlatiecoëfficiënt	De correlatiecoëfficiënt is een getal dat de mate van correlatie tussen twee grootheden of variabelen aangeeft. Dit getal wordt aangeduid met de letter R en ligt tussen -1 en +1. In de grensgevallen $R = -1$ en $R = +1$ is er sprake van volledige correlatie. Bij $R = -1$ is dat volledige negatieve correlatie en bij $R = +1$ volledige positieve correlatie. Als er geen sprake is van enige correlatie, dan geldt $R = 0$.
Diëlektrische constante	Een fysische grootheid die beschrijft hoe een elektrisch veld een medium beïnvloedt en erdoor beïnvloed wordt.
EC	Electrical conductivity (elektrische geleidbaarheid).
Equivalent	Gelijkwaardig.
GNSS-positie	(Global Navigation Satellite System) Positiebepaling met behulp van satellieten.
Kationen	Positief geladen ionen.
NW	Neutraliserende waarde van kalkmeststoffen. Deze wordt aangeduid met neutraliserende waarde nw (vroeger ook wel zuurbindende waarde genoemd). Het is de mate waarin een kalkmeststof de pH van de grond verhoogt ofwel de zuurgraad van de grond neutraliseert. Hoe hoger de neutraliserende waarde, des te lager is de benodigde hoeveelheid kalk voor hetzelfde effect op de pH.
Taakkaart	Een taakkaart kan via de Virtual terminal van de trekker of de werktuigcomputer ingelezen worden. Waarbij het werktuig door middel van GNSS-positie wordt aangestuurd.
Textuur	De korrelgrootteverdeling van de vaste bodemdeeltjes.

Inleiding

De aanleiding tot schrijven van dit afstudeerwerkstuk is een onderzoek dat zich richt op de relatie elektrische geleidbaarheid gemeten door de verisscan en het percentage lutum van de bodem. De opdrachtgever(s) voor dit onderzoek zijn Agrifirm Plant en Agrometius. Bij Agrifirm Plant heb ik mijn afstudeerstage gelopen waardoor ik in contact ben gekomen met dit onderwerp.

Agrifirm plant en Agrometius werken samen op het gebied van de verisscan. De verisscan is een bodemscan en meet de volgende variabelen:

- Organische stof
- pH
- Elektrische geleidbaarheid (EC) 0-30cm
- Elektrische geleidbaarheid(EC) 0-90cm
- Hoogte

Agrometius voert de scan uit en Agrifirm levert het landbouwkundige advies. Om de toepasbaarheid van de verisscan uit te breiden, en zo mogelijk de klantenkring te vergroten. Is Agrifirm op zoek naar meerdere variabelen, die afgeleid kunnen worden van de gemeten variabelen. Om te beginnen wil Agrifirm de mogelijkheden bekijken om lutum-kaarten te maken. Om in de toekomst mogelijk een CEC-kaart te kunnen maken.

De aanleiding vanuit Agrifirm is dat de verisscan vooral gebruikt wordt op zandgronden/kalkarme gronden en weinig op kalkrijke kleigronden. Op zandgronden/kalkarme gronden kan de pH variëren. Momenteel worden er van de pH in combinatie met het organische stof betrouwbare bekalkingskaarten gemaakt. Zo wordt er gericht kalk gestrooid op de plekken waar dit nodig is. Op plekken waar de pH te laag is zal meer kalk gestrooid worden en waar de pH op peil is zal geen kalk worden gestrooid. Zonder deze kaarten wordt er over het gehele perceel dezelfde hoeveelheid kalk gestrooid wat niet erg duurzaam en efficiënt is. Met een bekalkingskaart wordt er efficiënter omgegaan met de kalk. Hierdoor kan de gewasopbrengst of bodemkwaliteit toenemen. Wat voor akkerbouwers/tuinders resulteert in een beter financieel resultaat.

Als de toepasbaarheid van de Verisscan uitgebreid kan worden, kan dit voor landbouwers dus tot een beter resultaat leiden. Om de toepasbaarheid van de Verisscan uit te breiden richten we ons op kleigronden. Om de toepasbaarheid op kleigronden uit te breiden is er volgens de gedachte van Agrifirm belang bij een CEC-kaart. Maar hiervoor moet eerst de slag gemaakt worden naar een goede en betrouwbare lutum-kaart.

Het doel van het onderzoek is om te testen in hoeverre het gemeten lutum van de verisscan overeen komt met het lutum gehalte van de grond. Agrifirm leidt het lutum percentage af van de elektrische geleidbaarheid(EC) die wordt gemeten door de verisscan. Maar in hoeverre is dit betrouwbaar? Het onderzoek wordt uitgevoerd op 3 kleigronden in Nederland. Deze percelen zijn gemeten door de verisscan. In totaal worden 80 grondmonsters gestoken. Doormiddel van RTK GPS worden de monster locaties vastgelegd. Zodat later vergeleken kan worden met de lutum-waardes van de verisscan. Het monster wordt verzameld in +/- 1m². De monsters worden op een diepte van 30 cm

gestoken waarbij in 20 steken, minimaal 500 gram grond wordt verzamelt. Het onderzoek is bedoeld voor akkerbouwers/tuinders/veehouders op de Nederlandse bodem.

Dit afstudeerwerkstuk zal naast het onderzoek ook informatie verschaffen over de verisscan en de verdere/toekomstige(bijv. CEC kaart) toepassingen hiervan, ook zal van andere bodemscans informatie gegeven worden en uiteindelijk zal er een vergelijking worden gemaakt(kwaliteit/betrouwbaarheid/prijs)(Hanegraaf MC, 2012).

Tijdens het eerder uitgevoerde onderzoek zijn er een aantal verbeterpunten naar voren gekomen hier zal verder op in worden gegaan in dit afstudeerwerkstuk(foutenanalyse).

1. Relevantie

In dit hoofdstuk wordt de doelgroep en de relevantie van dit afstudeerwerkstuk toegelicht. Er wordt een brug geslagen tussen de theorie en de praktijk.

1.1 Doelgroep

De doelgroep voor het afstudeerwerkstuk zijn verisscan gebruikers/ toekomstige gebruikers van de verisscan. Tot op heden hebben Agrometius en Agrifirm ongeveer 600 hectare gescand. De verisscan wordt door Agrometius en Agrifirm ingezet in Nederland. We gaan ons in dit afstudeerwerkstuk dan ook richten op de Nederlandse landbouw. Verisscan gebruikers hebben er belang bij dat de scan zo breed mogelijk informatie kan verschaffen. Zodat agrarisch ondernemers het maximale uit de grond kunnen halen wat leidt tot een beter financieel resultaat. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de bodemvruchtbaarheid, (kilogram)opbrengst en kwaliteit.

Hoofdzakelijk zal de doelgroep agrarisch ondernemers zijn, maar dit kunnen ook andere belanghebbenden uit de sector zijn. Hierbij is te denken aan vertegenwoordigers en adviseurs binnen de agrarische sector zodat deze aan de hand van de gegevens van de verisscan passend advies kunnen geven.

1.1 Relevantie

De relevantie van dit afstudeerwerkstuk voor de doelgroep is dat de verisscan mogelijk breder inzetbaar is, als blijkt dat het verband elektrische geleidbaarheid en lutum er is.

Als wordt aangetoond dat dit verband er is kan de verisscan mogelijk voor meer doeleinden gebruikt worden. Om zo nog meer efficiëntie bij de boeren te creëren. Ook kan het relevant zijn voor bijvoorbeeld mechanisatiebedrijven of vertegenwoordigers/handelaren van (kunst)mest.

Bijvoorbeeld als uit de scan blijkt dat er plaats specifiek bemest moet worden moet dit technisch uitgevoerd worden. Voor mechanisatiebedrijven(belanghebbenden) levert dit kansen op.

Mechanisatiebedrijven kunnen bijvoorbeeld machines gaan ontwikkelen/verkopen die over deze mogelijkheden beschikken.

2. Probleemstelling en doelstelling

2.1 Knowledge gap

Over de relatie elektrische geleidbaarheid en lutum is niet veel onderzoek gedaan. Wel is bekend dat de elektrische geleidbaarheid beïnvloedt wordt door meerdere variabelen (waaronder lutum). Ook is er kennis verzameld over de elektrische geleidbaarheid van de bodem op zich. En is er informatie/onderzoek gedaan naar de verisscan en de verdere toepassing hiervan. De belangrijkste punten (naast het zelf uitgevoerde onderzoek) zullen worden meegenomen in dit afstudeerwerkstuk.

Over de elektrische geleidbaarheid (EC) is informatie beschikbaar. Echter in welke mate lutum van de EC af te leiden is, is minder van bekend. Wanneer bekend is of het verband elektrische geleidbaarheid en lutum te maken is, is het probleem nog niet opgelost. Als het verband er blijkt te zijn, kan er een lutum-kaart gemaakt worden. Maar wat is de praktische toepassing hiervan? Kan er vervolgens een CEC kaart van gemaakt worden? Of is hier verder onderzoek voor nodig? Hier bevindt zich dan ook de 'knowledge gap'.

Om de CEC te bepalen heb je de volgende gegevens nodig: (BLGG AgroXpertus, 2013)

- Lutum %
- pH
- Organische stof

Theoretisch is het mogelijk om doormiddel van het uitvoeren van een verisscan een CEC-kaart te maken. Doordat uit eerdere onderzoeken blijkt dat de pH en het organische stof betrouwbaar gemeten worden (David van der Schans en Wim van den Berg, 2013) is er nog één factor waar dit van af hangt, en dat is het percentage lutum. Om in de toekomst een CEC kaart te maken moet met zekerheid gezegd kunnen worden dat het verband tussen de elektrische geleidbaarheid en lutum betrouwbaar is.

2.2 Probleemstelling

Het probleem dat moet worden opgelost is dat Agrifirm en Agrometius de verisscan breder in kunnen zetten. Dat er een juiste diagnose gesteld kan worden als de elektrische geleidbaarheid bekend is. Het doel van Agrifirm en Agrometius is om dit jaar 1000 hectare te scannen. Momenteel wordt de verisscan in de meeste gevallen alleen op zand/kalkarme gronden gebruikt. Vanwege de praktische toepassing die aan de pH vast zit, hier worden namelijk strooikaarten van gemaakt om de pH te verhogen. Om meer klanten te krijgen zijn Agrifirm en Agrometius op zoek naar een praktische toepassing op de kalkrijke klei gronden. Wanneer er een relatie blijkt te zijn tussen de elektrische geleidbaarheid en het percentage lutum, kunnen de data die verkregen worden door de verisscan, verwerkt worden tot betrouwbare lutum-kaarten van percelen grond. Zo zijn Agrifirm en Agrometius een stap dichterbij het uiteindelijke doel om een CEC kaart te kunnen maken. En mogelijk meer praktische toepassingen van de verisscan. Ik hoop met dit afstudeerwerkstuk hier een bijdrage aan te kunnen leveren.

2.3 Doelstelling

Het doel is om de praktische/toekomstige toepassingen van de verisscan met betrekking tot lutum in beeld te brengen. Hiervoor is/was onderzoek nodig over de relatie EC-lutum. Agrifirm en Agrometius willen in de toekomst meer praktische toepassingen leveren met de verisscan. Dit afstudeerwerkstuk kan daar aan bijdragen. Tevens is het doel om agrarische ondernemers en andere belanghebbende te informeren over de verschillende bodemscans, in het bijzonder de verisscan. Dit omdat het in Nederland een relatief nieuw/onbekend product is.

Door de deelvragen te beantwoorden hoop ik een goed antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag.

De hoofdvraag van het afstudeerwerkstuk luidt als volgt:

- *Wat is de praktische/toekomstige toepasbaarheid van de verisscan met betrekking tot het lutum gehalte van de bodem?*

De deelvragen luiden als volgt:

- *Welke verschillende methoden om de bodem te scannen worden er toegepast in de landbouw en wat zijn de onderlinge verschillen?*
- *Is er een verband tussen de elektrische geleidbaarheid gemeten door de verisscan en het percentage lutum in de bodem (onderzoek)?*
- *In hoeverre hebben de verschillende (eerder genoemde) factoren invloed op de EC-meting en in welke mate beïnvloedt dit de lutum?*
- *Wat zijn de mogelijkheden om met behulp van de verisscan een CEC kaart te maken?*

3. Methoden die worden toegepast om de bodem te scannen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de volgende deelvraag: Welke verschillende methoden om de bodem te scannen kunnen worden toegepast in de landbouw en wat zijn de onderlinge verschillen? Van de belangrijkste methoden zal informatie gegeven worden over de werking. Zijn de methoden al praktisch klaar of zit het nog in de onderzoeksfase? Uiteindelijk zal er een overzicht worden gegeven van de belangrijkste bodemscans.

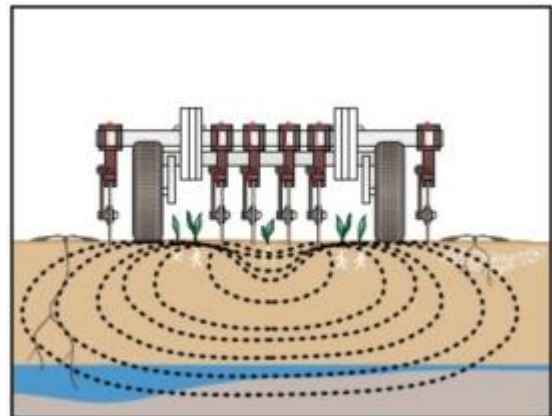
3.1 Methoden en werkingsprincipes:

In Nederland worden er 4 methoden gebruikt voor het bepalen van bodemeigenschappen:

- Elektrische en elektromagnetische straling
- Gammastraling
- Optisch en radiometrisch
- Mechanisch

3.1.1. Werkingsprincipe elektrische en elektromagnetische straling

Bodemscans/sensoren die op basis van elektrische en elektromagnetische straling werken zijn de EM38, de verisscan(elektrische geleidbaarheid en zuurgraad) en de Terrasen. De scans hebben het doel om verschillen in bodemkundige eigenschappen aan te tonen. Bodems beschikken over een bepaalde mate van elektrische geleidbaarheid. Door de hoeveelheid elektrische geleidbaarheid(EC) te meten kan er iets gezegd worden over de bodemeigenschappen. De apparaten die deze geleidbaarheid meten bestaan uit een zender en een ontvanger(twee spoelen). “De zendspoel wordt voorzien van een wisselende stroomsterkte, waardoor in een de tijd magnetisch veld in de grond ontstaat. Dit magnetisch veld veroorzaakt een stroom in de aarde en die wekt een tweede magnetisch veld op dat met de ontvanger gemeten wordt”(Anita Kikkert, 2009, p.7).



Figuur 1. Meten van de elektrische geleidbaarheid.
Bron: Groen kennisnet

3.1.2. Werkingsprincipe Gammastraling

De bodem zendt van nature gammastraling uit. In hele lage concentraties komen sporen van radioactieve stoffen voor in de bodem. “Deze natuurlijke radioactieve straling wordt veroorzaakt door de elementen Kalium (K), Uranium (U) en Thorium(Th)”(Anita Kikkert, 2009, p.11). Deze stoffen vormen qua stralingsbelasting geen gevaar voor de volksgezondheid. Door de gammastraling van deze lage concentraties te meten kunnen verschillende mineralen en bodemtypen worden onderscheiden. “Dit verschijnsel noemt men de ‘radiometrische vingerafdruk’ van een mineraal. Zo bevat klei bijvoorbeeld meer radioactieve sporen dan zand. De vingerafdruk kan worden gekoppeld aan verschillende eigenschappen van de grond (bijvoorbeeld de zware metaalconcentratie, de korrelgrootte, de textuur en de mineraalsamenstelling). Met behulp van de correlatie naar velddata

kunnen de radiometrische data omgezet worden in gegevens over de gewenste bodemeigenschap” (Hanegraaf MC, 2012, p.30). Voorbeelden van sensoren die volgens dit werkingsprincipe werken zijn de Mol van de Soil Company , de RhoC(dichtheidsmeter van Medusa) en de Soilsan.

3.1.3. Optisch en radiometrisch

“Optische methoden maken gebruik van de reflectie van licht wanneer dit op een oppervlakte valt. Hiertoe is de apparatuur uitgerust met specifieke dioden om verschillende fracties in een monster te meten. Eén van de mogelijke toepassingen is Near Infra Red Spectroscopy (NIRS). Deze techniek wordt in het grond- en gewasonderzoek steeds vaker gebruikt, onder andere voor de meting van koolstofverbindingen. Met NIRS kunnen verschillende bodem chemische parameters worden gemeten, zoals koolstof (C)-verbindingen en nutriëntengehalten” (Hanegraaf MC, 2012, p.30). De bodemscan die onder andere volgens dit principe werkt is de verisscan(organische stof).

3.1.4 Mechanisch

Mechanisch kan de dichtheid van de grond bepaald worden. Zo kan dit gerelateerd worden aan het lutum-gehalte van een bodem of aan eventuele storende lagen. Praktische voorbeelden zijn de trekkrachtregelingen en de penetrometer. Een praktische voorbeeld is, om druksensoren te plaatsen in de trekstangen van de trekker. Het signaal dat dan gemeten wordt kan gekoppeld worden aan een GNSS-positie. Zo kunnen storende lagen en lutum zones in kaart worden gebracht (Groen kennisnet, 2014).

3.2 Verschillende bodemscans:

In deze paragraaf worden de bodemsensoren/scans die gebruikt worden in Nederland behandeld namelijk: De verisscan, de EM-38, de TerraSen/TDR, de Mol, de RhoC, de Soilsan en de penetrologger/trekkrachtsensoren.

3.1.1: Verisscan.

De verisscan is een samenwerking tussen Agrometius en Agrifirm. Agrometius voert de scan uit en Agrifirm levert het landbouwkundige advies. Het doel van de Veris MSP3 bodemsensor is het in kaart brengen van de volgende variabelen:

- Organische stof
- pH
- Elektrische geleidbaarheid (EC) 0-30cm
- Elektrische geleidbaarheid(EC) 0-90cm
- Hoogte



Figuur 2 De verisscan met de verschillende sensoren: links: geleidbaarheid, midden: organische stof, rechts: pH. Bron: Groen kennisnet.

De verisscan doet dit met behulp van drie typen sensoren:

Organische stof:

Zoals in figuur 2 te zien is wordt de organische stof in het midden gemeten. Deze sensor wordt de OpticMapper genoemd. “Deze optische sensor meet de reflectie in twee elektromagnetische banden, rood en infra rood. De sensor is in een slof gemonteerd. De diepte waarop de slof door de grond gaat kan worden ingesteld tussen 2,5 cm en 7,5 cm. De sensor bevindt zich achter een raam van hard kristalglas”(David van der Schans, 2013, p.8). Het is bij de sensor belangrijk dat er een constante diepte wordt vastgehouden. Zo worden verkeerde metingen, veroorzaakt door bodemvocht voorkomen. De sensor moet diep genoeg door de grond getrokken worden, zodat zonlicht geen kans krijgt. Elke seconde wordt de reflectie in rood en infrarood gemeten en gecombineerd aan een GNSS-positie. Er worden per gescand perceel 3 bodemmonsters gestoken om waarden aan de gemeten resultaten te kunnen geven. “De gemeten waarde van de OpticMapper blijken dicht bij de gemeten waarden in het laboratorium te liggen”(Groenkennisnet, 2014). De correlatiecoëfficiënt ligt op $R^2=0,90$ en kunnen wij hoog noemen(Veris technologies, 2012, p.3).

Zuurgraad (pH):

In figuur 2 is afgebeeld waar het gedeelte zich bevindt om de zuurgraad te meten. “Het platform is uitgerust met een guts die door de bovengrond wordt getrokken waardoor deze zich met grond vult. Als de guts vol is wordt de grond tegen een pH elektrode van Sb (Stibium/Antimoon) gedrukt. De grond wordt 7 tot 25seconden gemeten(hangt af van de elektrode respons). De gemiddelde tijdsduur van de cyclus is 10 seconden. Bij de meting wordt de karakteristiek van het monster gemeten en leidt daaruit een pH-waarde af. Afhankelijk van de rijsnelheid wordt elke 20 tot 100 meter een bepaling gedaan”(David van der Schans, 2013, p.8). De meetdiepte kan ingesteld worden van 4 tot 15cm. Terwijl er een nieuw bodemmonster wordt genomen, wordt de kouter tijdens het heffen en zakken schoongemaakt met twee roterende sproeikoppen. Vandaar de tank op het Veris-platform hierin zit ongeveer 400 liter schoonwater. “Een externe elektronische controlemodule stuurt het bemonsteringproces aan, slaat de output van de ion-selectieve elektrodes op en verzendt deze informatie naar een geheugen (SD-kaart) en een gebruikers interface module. Het instrument vertaalt de voltage uitput van de elektrodes naar pH. De Veris kalibreert zichzelf doordat oplossingen worden gebruikt die refereren aan een pH van 4 en 7. Aanbevolen wordt om de elektrodes dagelijks in de kalibratievloeistof te dompelen. Elke meting wordt gekoppeld aan een GEO-locatie door gebruik van GNSS”(Groenkennisnet,2014). De pH metingen zijn vergeleken met de resultaten van een bodemlaboratorium. De correlatiecoëfficiënt ligt op $R^2=0,82$ (Veris technologies, 2012, p.4).

Elektrische geleidbaarheid:

De elektrische geleidbaarheid wordt gemeten door middel van 6 schijven (figuur 1 en 2). “Op het Veris platform wordt via schijven stroom van een bekend voltage (potentiaalverschil) in de grond gebracht. Andere schijven meten het verval van het potentiaalverschil. Dit geeft een indruk van textuur variatie binnen een perceel” (David van der Schans, 2013, p.8). Elke seconden wordt er een meting gedaan en gecombineerd aan een GNSS-positie. Metingen vinden op 2 dieptes plaats namelijk op 30cm en op 90cm. Een betrouwbaarheidsinterval is niet bekend maar het wordt regelmatig in de praktijk gebruikt.

Hoogte:

De hoogte wordt gemeten door middel van de aanwezige RTK gps op de trekker. Deze meet op 2cm nauwkeurig.

Kosten:

De kosten bedragen € 175,00 per hectare met minimale afname van 15 hectare. Bij afname van minder dan 15 hectare is de prijs altijd €2.500,00. Bij 25 hectare 5% korting, bij 50 hectare 10% korting, bij 100 hectare, korting in overleg. De tarieven gelden bij een gemiddelde perceelsgrootte van 5 hectare, bij percelen kleiner dan 3 hectare geldt een perceelstarief van € 600,00.

3.2.2 EM-38

De EM38 is een sensor die gevoelig is voor het vocht-, zout- en kleigehalte van de bodem. De EM38 brengt de elektrische geleidbaarheid in beeld. De sensor werkt volgens het werkingsprincipe van de elektrische en elektromagnetische straling (zoals beschreven in 3.1.1). De EM38 bestaat uit een zender en een ontvanger. Via de zender wordt een signaal de grond in gebracht en met de ontvanger wordt vervolgens de output van dit signaal gemeten. De EM38 meet de variatie in het perceel, achteraf moet er een monster genomen worden voor de bepaling van de verschillende bodemeigenschappen. “De techniek om dit te meten maakt gebruik van spoelen waarmee een elektromagnetisch veld wordt gecreëerd. Om de variatie in elektrische bodemweerstand toe te kunnen schrijven aan bodemeigenschappen is een kalibratie/validatie procedure in het veld nodig” (MC, Hanegraaf, 2012



Figuur 3 De EM-38. Bron: LoonwerkGPS

,p. 29). Er worden 8 metingen per seconden genomen. Wat overeenkomt met 600 metingen per hectare. Het scannen gebeurt verticaal op een diepte van 0-150cm. “De EM38 methode wordt in vele landen toegepast voor precisielandbouw doeleinden. De methode is over het algemeen betrouwbaar wel dient er rekening gehouden te worden met het volgende: De sterkte van het signaal neemt af bij grotere diepte. Dit betekent dat voor de verkregen informatie de betrouwbaarheid afneemt met de diepte. Daarnaast is het van groot belang dat de bepaling van de bodemprofielen zo kort mogelijk verricht wordt na het meten van de geleidbaarheid.” (Anita Kikkert, 2009, p.9). Een betrouwbaarheidsinterval is niet bekend. De kosten afhankelijk van de locatie en de omvang van het perceel liggen tussen de €75,00 en €95,00 per hectare. De bodemscan wordt momenteel in

Nederland door 2 bedrijven uitgevoerd: Medusa Explorations en LoonwerkGPS. Voorheen voerde The Soil Company de scan ook uit, wegens faillissement niet meer (Universiteit Gent, 2012, p. 7).

3.3.3 TerraSen/TDR

De TerraSen/Time Domain Reflectometry (TDR) is een sensor die de vochttoestand van de bodem weergeeft. De sensor werkt volgens het werkingsprincipe van de elektrische en elektromagnetische



Figuur 4 TerraSen sensor van Dacom
Bron: Dacom

straling (zoals beschreven in 3.1.1). “Een stroomstoot van zeer korte duur wordt door een medium (de bodem) gestuurd. De terugkaatsing (Reflectometry) wordt grafisch als functie van de tijd uitgezet (vandaar Time Domain). Op die wijze wordt de diëlektrische constante van de bodem gemeten. De gemeten diëlektrische constante wordt dan met behulp van een kalibratie curve omgerekend naar het volumetrisch vochtgehalte” (MC, Hanegraaf, 2012, p. 30). De TerraSen sensor meet met 5 sensoren het bodemvocht en de bodemtemperatuur. Het meetbereik is 50cm. Een Nederlands bedrijf die van deze techniek gebruik maakt is Dacom. Het TerraSen Station kost € 2.295,00 + jaarlijkse kosten (software en Dacom services) van € 775,00.

3.3.4 De Mol

De Mol is een scan die van de The Soil Company was. Wegens faillissement wordt de scan niet meer geleverd. Het was wel mogelijk om met ‘de Mol’ de bodem te scannen. De mol werkt doormiddel van gammastraling (beschreven in 3.1.2). De Mol meet tot een diepte van 30 cm. De metingen worden met een GPS ontvanger geregistreerd. “De sensor registreert elke seconde de aanwezige gammastraling. De trekker rijdt circa 5-6 km/uur wat betekent dat om de circa iedere 1,5 meter een ‘opname’ wordt gemaakt van de gammastraling. Om de gammastraling te kunnen vertalen naar bodemeigenschappen worden bodemmonsters genomen op die locaties die de ruimtelijke variatie het beste weergeven” (Anita Kikkert, 2009, p.12). Vervolgens worden de bodemmonsters gekoppeld aan de gemeten gammastraling en worden er verschillende bodemkaarten gemaakt. The Soil Company leverde de volgende bodemkaarten aan: Textuur, voedingstoffen (magnesium, PW gehalte en K-getal), organische stof, pH, CaCO_3 , bulkdichtheid, hoogte, risicokaarten voor aaltjes en risicokaart voor de slempgevoeligheid. Een betrouwbaarheidsinterval is niet bekend. “De betrouwbaarheid is afhankelijk van de volgende factoren: soort en grootte van het kristal dat de gammastraling meet, de tijdsduur van een meting op een bepaald punt, het aantal bodemmonsters dat wordt genomen ter referentie en de correlatie tussen meting en afgeleide waarde” (Anita Kikkert, 2009, p.13). De kosten waren bij de The Soil Company variërend tussen de €62,50 en €110 per hectare. Bij een minimale afname van 20 hectare. De scan wordt in Nederland niet meer uitgevoerd, Altic is bezig met het door ontwikkelen en praktisch klaarmaken van deze scan.



Figuur 5: de Mol voorheen van The Soil Company.
Bron: precisielandbouw.eu

3.3.5 RhoC

Met de RhoC meter kan ter plaatse de bulkdichtheid van de toplaag van de bodem worden gemeten. De RhoC meet doormiddel van gammastraling(beschreven in 3.1.2). Naast bodemdichtheid kan de dichtheidsmeter ook bodemsamenstelling en vochtgehalte meten. In de landbouw wordt de RhoC meter vooral gebruikt voor onderzoek naar de doordringbaarheid van de landbouwbodems. De RhoC wordt met de hand op de bodem geplaatst en voert vervolgens de meting uit. Het is dus niet dat er met de RhoC meter gehele bodemkaarten worden gemaakt. De RhoC meter is er om 'pleksgewijs' metingen uit te voeren. Met een handheld GPS-ontvanger is het wel mogelijk om kaarten van de bulkdichtheid van de toplaag te maken(MC, Hanegraaf, 2012 p.31). De correlatiecoëfficiënt van de bulkdichtheid verkregen door de RhoC en de traditionele laboratorium analyses bedraagt $R^2 = 0,77$ (W.Jacobs,2009, p.733). Medusa Explorations is een bedrijf die metingen met de RhoC uitvoert.



Figuur 6: RhoC meter van Medusa Explorations. Bron: Medusa Explorations

3.3.6 Soilsan

Zoals in 3.3.4. aangegeven is 'De Soilsan' de vervanger van 'de Mol'. De Mol was niet betrouwbaar genoeg(Groenkennisnet, 2014). Doordat er bij de Soilsan veel waardes geschraapt zijn (ten opzichte van de Mol) is hij betrouwbaarder. Er worden minder waardes afgeleid. Altic levert de volgende kaarten met behulp van de Soilsan: Lutum-, organische stof-, zandfractie-, watervasthoudend vermogen- en een hoogtekaart. Het werkingsprincipe blijft vergeleken met de Mol hetzelfde. De Soilsan werkt volgens het gammastraling principe en maakt enkel een scan van de bovengrond (0 – 30cm). "Door aan de lokale meting een GPS-coördinaat te verbinden wordt de basis verkregen voor het maken van een digitale bodemkaart op GIS grondslag. Om de uitkomsten te valideren, moet er een vertaalslag gemaakt worden naar een specifieke bodem of een specifiek veld. Daarom worden er bodemonsters genomen die de ruimtelijke variatie het beste weergeven. De uitkomsten van de meting worden geijkt met de monsteruitslagen. Het bodemonster worden gestoken op 25-30 cm diep en het gammaspectrum wordt op het laboratorium van ALTIC nogmaals gemeten."(Groenkennisnet,2014) Een meting wordt om de 2 seconden genomen, met een straal van 1,5 meter met een snelheid van ongeveer 5/6 km/u.



Figuur 7: Soilsan van Altic Bron: Altic

3.3.7 'Weerstand meten'

Weerstand meten is een mechanische manier op de bodem in beeld te brengen. Er zijn 2 manieren om dit te doen: met een (mechanische) penetrologger of doormiddel van het meten van de trekkracht die de trekker moet leveren tijdens het ploegen, woelen of cultivatoren. "Het doel van weerstand meten is het bepalen van de dichtheid van de grond, indringingsweerstand. Dit kan gerelateerd zijn aan het lutum-gehalte (zwaarte van de grond) of aan de compactheid van de bodem. De dichtheid is een mechanische eigenschap, die afhankelijk is van veranderlijke parameters als vochtgehalte, dichtheid en de sterkte van de binding tussen minerale deeltjes. Met de (mechanische)

penetrologger wordt de indringingsweerstand van de bodem gemeten. De indringingsweerstand bepaalt het draagvermogen en de doorwortelbaarheid van de grond” (ZLTO,2012, p.27). Het meten van de trekkracht wordt op 2 manieren gedaan. Er bestaan sensoren die de kracht op de pennen van de hefarmen/topstang registreren . En er zijn sensoren die aan de scharen of woelpoot bevestigd worden, die ondergronds de weerstand meten. Bij alle 3 de systemen kunnen de metingen gekoppeld worden aan een GNSS-positie systeem. Zo kan er vervolgens een desbetreffende kaart worden gemaakt.



Figuur 8: Mechanische penetrologger van Novifarm. Bron: ZLTO

3.3 Overzicht bodemscans.

Op pagina 18 is een schematisch overzicht van de behandelde bodemscans weergegeven.

Overzicht bodemscans	Verisscan	EM-38	TerraSen/TDR	De Mol	RhoC	Soilscan	Penetrologger / weerstand meten
Uitvoerende bedrijven	Samenwerking Agrometius/ Agrifirm	Medusa Explorations, LoonwerkGPS en The Soil Company.	Dacom	Voorheen The Soil Company momenteel niemand	Medusa Explorations	Altic	-
Werkingsprincipe	Optisch(o.s), elektrische en elektromagnetisch	Elektrische en elektromagnetisch	Elektrische en elektromagnetisch	Gammastraling	Gammastraling	Gammastraling	Mechanisch
Doel	Bodemeigenschappen in kaart brengen: o.s., pH, elektrische geleidbaarheid en hoogte	Het meten van de elektrische geleidbaarheid	Het meten van het bodemvocht	Bodemeigenschappen in kaart brengen vnl. :Textuur, voeding, fysische en bulkdichtheid	Bulkdichtheid en de bodemtextuur	Bodemeigenschappen in kaart brengen Lutum, o.s., zandfractie, hoogte en watervasthoudend vermogen.	Weerstand meten / indringingsweerstand.
Referentiemonster	Ja (voor pH niet)	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee
Montage apparaat	Achter trekker	Achter trekker of quad	Hand, vaste paal in het perceel	Achter trekker	Hand	Quad	Trekker/ploeg /culter/woelpoot
Metingen	o.s. : elke seconde pH: 10 seconden (om de 20-100m.) EC: elke seconde	8 metingen per seconden	5 sensoren op 1 TerraSen	Elke seconden 1 meting, snelheid 5/6 km/uur = elke 1,5m een meting	Pleksgewijs met de hand kaarten maken is mogelijk met een handheld computer	Elke 2 seconden meting, snelheid 5/6 km/uur = elke 3m een meting	Penetrologger elke meting. Sensoren meten constant
Weersafhankelijk	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee
Werkingsdiepte	o.s.: 2,5 – 7,5 cm pH : 4 – 15 cm EC: 30 en 90 cm	Tot +/- 1,5m	0 - 50cm	0 - 30cm	0 - 30cm	0 - 30 cm	Eigen inzicht
Praktijkrijpheid	Praktijkrijp	Praktijkrijp	Praktijkrijp	Te onbetrouwbaar	Praktijkrijp	Onderzoeksfase	Praktijkrijp
Betrouwbaarheidsinterval	Van de o.s. → $R^2 = 0,90$. pH → $R^2 = 0,82$. EC: zie EM38	Betrouwbaarheidsinterval niet bekend. Wordt regelmatig gebruikt in de landbouw	Onbekend	Onbekend, maar niet betrouwbaar(Malda,2014)	$R^2 = 0,77$ van de bulkdichtheid	Onbekend, maar betrouwbaarder als de 'de Mol' vanwege schrappen waardes.	Metingen zijn betrouwbaar.
Kosten	€ 175,00 per hectare minimaal 15 hectare	€ 75,00 - € 95,00 per hectare	€ 2.295,00 + jaarlijkse kosten van € 725,00	110 euro/ha. min. 20 ha. (min. 5 ha. Noordelijke provincies) 2008	-	- (Onderzoeksfase, maken geen reclame om volop scans uit te voeren)	-

4. Verband elektrische geleidbaarheid en percentage lutum

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de volgende deelvraag: Is er een verband tussen de elektrische geleidbaarheid gemeten door de verisscan en het percentage lutum in de bodem (onderzoek)? De werking van de verisscan is gegeven in het vorige hoofdstuk, in dit hoofdstuk zal het uitgevoerde onderzoek getoond worden. Aanleiding voor dit onderzoek is dat Agrometius en Agrifirm het lutum percentage af leiden van de elektrische geleidbaarheid(EC) die wordt gemeten door de verisscan. Maar in hoeverre is dit betrouwbaar? Uiteindelijk zal er een conclusie worden getrokken.

4.1 Materiaal en methoden

4.1.1 Objecten/onderzoekseenheden

Binnen de proef is er voor gekozen om het simpel en overzichtelijk te houden, maar voldoende herhalingen uit te voeren. Er zijn 3 percelen(van Os, Vrolijk en Straver) geselecteerd uit de beschikbare reeds gemeten percelen van Agrometius. Zowel bij van Os en bij Vrolijk zijn 20 metingen uitgevoerd op het perceel. Bij het perceel van Straver is er voor gekozen om 40 metingen uit te voeren. Er zijn op 2 manieren monsters genomen. Bij de percelen van Vrolijk en van Os is gekozen om gericht monsters te nemen op de afwijkingen binnen het perceel. De monsterpunten zijn exact op dezelfde locatie gezet als de meting van de verisscan. Op het perceel van Straver is er gekozen om de 40 metingen gelijkwaardig te verdelen over het gehele perceel. Dit perceel is later gescand door de verisscan.

4.1.2 Afbakening onderzoek

Het doel van het onderzoek is om te testen in hoeverre het gemeten lutum van de verisscan overeen komt met het lutum gehalte van de grond. Agrifirm leidt het lutum percentage af van de elektrische geleidbaarheid(EC) die wordt gemeten door de verisscan. De elektrische geleidbaarheid is echter van een aantal variabelen afhankelijk: (Kikkert, 2009,p.8).

- Lutum
- Zouten/mineralen
- Bodemvocht
- Porositeit
- Organische stof
- Tempratuur

In hoofdstuk 5 zal dieper op deze variabelen in worden gegaan.

Van elk monster dat wordt gestoken, wordt alleen het lutum-percentages bepaald. Gezien er in eerste instantie gekozen is om het onderzoek eenvoudig te houden, worden de overige variabelen niet gemeten. De monsters blijven bewaard voor eventueel verdere bepaling van mineralen. De structuur kan niet uit de monsters bepaald worden. Mocht de structuur nadien nog bepaald moeten worden, dan zal er later op de locatie terug gekomen moeten worden met een penetrologger. Tevens is vocht een factor die lastig bepaald kan worden, omdat onbekend is hoe de vochttoestand was tijdens de

uitvoering van de Verisscan. In eerste instantie wordt alleen het percentage lutum bepaald. De andere factoren worden bewaard voor de discussie. Doormiddel van RTK GPS wordt de juiste locatie gevonden waar de monsters gestoken moeten worden. Vervolgens wordt het monster verzameld in +/- 1m². De monsters worden op een diepte van 30 cm gestoken waarbij in 20 steken minimaal 500 gram grond wordt verzameld.

4.1.3 Proefopzet

In het onderzoek wordt er gebruikt gemaakt van bestaande lutum-kaarten die gemaakt zijn door Agrometius. Agrometius levert kaarten aan die interessant kunnen zijn om te onderzoeken. Wij maken een keuze in een drietal percelen die we willen gaan onderzoeken. Op deze percelen zullen grondmonsters genomen worden die met gps coördinaten (apparatuur van Agrometius wordt hiervoor gebruikt) vastgelegd worden. Zodra deze grondmonsters geanalyseerd zijn kunnen deze resultaten vergeleken worden met de lutum-percentages die uit de verisscan naar voren zijn gekomen.

Monstername:

De monsters worden zelf genomen. Vanuit Altic zijn instructies verkregen hoe deze monsters het beste genomen kunnen worden (30cm diepte). Op de GPS coördinaten wordt voldoende grond verzameld (500gram) om een bodemanalyse op uit te voeren. Belangrijk hierbij is dat op de coördinaten meerdere steken gedaan worden zodat er een betrouwbaar monster uit naar voren komt wel moeten deze steken dicht bij de coördinaten zijn namelijk binnen één meter. Er worden 20 steken gestoken zodat er voldoende grond wordt verzameld.

Bodemanalyses:

De verkregen grondmonsters worden geleverd aan ALTIC in Dronten, deze bepalen de lutum-percentage van de monsters.

Perceel1(Straver):

Op dit perceel worden verdeeld over het gehele perceel 40 monsters genomen die vastgelegd worden doormiddel van GPS coördinaten. Deze monsterpunten zullen later in een kaart verwerkt worden. Zodat het later vergeleken kan worden met de bestaande lutum-kaarten. Dit perceel is gekozen omdat van te voren was aangegeven dat hier voldoende variaties aanwezig waren.

Perceel 2 en 3(van Os en Vrolijk):

Op deze percelen worden aan de hand van de bestaande kaarten keuzes gemaakt waar de 20 monsters gestoken worden (uiterste waardes binnen een perceel). Ook deze monsterpunten zullen in een kaart verwerkt worden en vergeleken worden met de bestaande lutum-kaarten. Deze twee percelen zijn gekozen omdat hier variatie in aanwezig was. Bij vrolijk had dit nog een reden, namelijk een varkensstal die met de uitlaatluiken op het perceel gericht stond. Achter de stal leek op eerdere metingen van Agrometius een plek te zitten wat mogelijk interessant kon zijn.

Resultaten:

De resultaten zullen met elkaar vergeleken worden. De resultaten zullen verwerkt worden in het statistische programma SPSS. Hier zullen resultaten uit komen en uiteindelijk conclusies uit worden getrokken.

4.1.4 SPSS/keuze paired sample T-test SPSS:

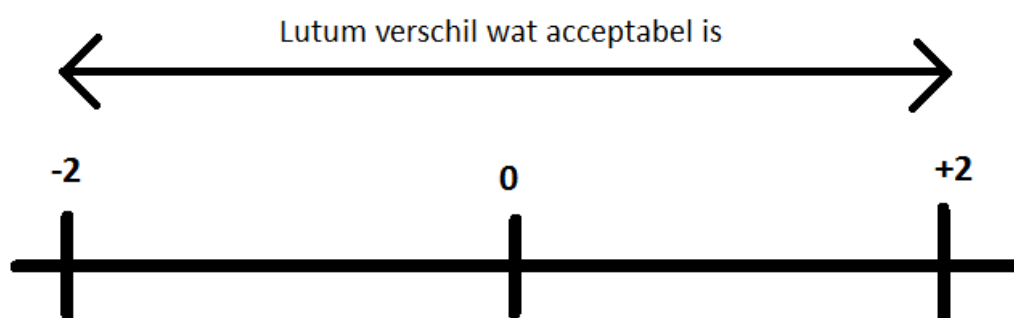
De resultaten worden verwerkt in het programma SPSS. Hierbij heb ik met hulp en op advies van Gijs van Kessel (statisticus bij Agrifirm) heb ik de paired sample T-test uitgevoerd. De T-test is een veel gebruikte test. Als je twee variabelen binnen een groep wilt vergelijken gebruik je de paired sample T-Test. Dit is het geval voor dit onderzoek van het lutum percentage hebben we twee variabelen en vallen in dezelfde groep (locatie).

Waarom equivalent?

Meestal worden statische toetsen gebruikt om te zoeken naar de verschillen. Maar in dit onderzoek willen we bewijzen dat twee variabelen gelijkwaardig zijn. Een uitkomst van een test met er is geen statistisch significant verschil is niet voldoende om te concluderen dat beide behandeling equivalent zijn. In de meeste experimentele situaties is je doel om te laten zien dat een behandeling beter is dan de andere. In deze situatie moeten we het tegenovergestelde bewijzen dat de twee variabelen gelijkwaardig zijn. Standaard statistische toetsen kunnen niet worden gebruikt om te testen of er gelijkwaardigheid is. De conclusie "geen statistisch significant verschil" tussen de variabelen, betekent dat je niet genoeg bewijs hebt dat de twee variabelen van elkaar verschillen. Dat is niet hetzelfde als zeggen dat beide uitkomsten gelijk zijn.

Er moet beslist worden hoe groot het verschil mag zijn wat acceptabel is. In het onderzoek wordt verwacht dat we wat verschil zien in de uitkomsten van de variabelen. Dus de vraag is niet of de twee variabelen leiden tot precies dezelfde uitkomst. Het is de vraag of de uitkomsten dicht genoeg bij elkaar liggen. Het antwoord hangt dus af van het onderzoek. Testen over gelijkwaardigheid worden met behulp van een betrouwbaarheidsinterval of P-waarde benadering gedaan. Een betrouwbaarheidsinterval van 90% wordt als standaard genomen.

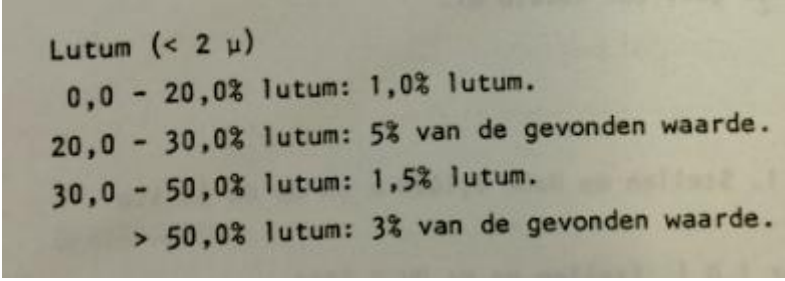
Bij de SPSS testen in dit onderzoek is rekening gehouden met figuur 9. Als de waarden hier binnen vallen wordt het perceel equivalent geacht.



Figuur 9: Lutum verschil wat acceptabel wordt geacht

De onder- en bovengrens van 2% lutum verschil is tot stand gekomen door overleg met verschillende experts en begeleiders. Daarnaast is de volgende literatuur hiervoor gebruikt: De standaardafwijking van lutum-bepalingen is bij het BLGG ruim 2,5% lutum. Terwijl bij het RIJP gewerkt wordt met een foutengrens van 1,5% lutum, bij een niveau 30,0-50,0% lutum. (RIJP, 1982, p7). In Figuur 10 is een afbeelding weergegeven van het maximaal toelaatbare verschil van de lutumbepalingen. Hierin is te zien dat er uitgegaan wordt van een relatief verschil. Omdat de percelen die bemonsterd zijn voor dit

onderzoek gemiddelden bedragen van ongeveer 20% lutum of lager (Os 9%, Vrolijk 25%, Straver 19%). Is in samenspraak met de stagebegeleider(s) besproken om te kiezen voor 1% lutum verschil. Dit betekent voor de monsters een verschil van 1% lutum en voor de waarde verkregen door de verisscan eveneens een verschil van 1%. Dit brengt het geheel op een onder- en bovengrens van 2% lutum.



Lutum (< 2 μ)	
0,0 - 20,0% lutum:	1,0% lutum.
20,0 - 30,0% lutum:	5% van de gevonden waarde.
30,0 - 50,0% lutum:	1,5% lutum.
> 50,0% lutum:	3% van de gevonden waarde.

Figuur 10: maximaal toelaatbaar verschil van de lutumbepalingen. Bron: RIJP

4.2 Resultaten

In deze paragraaf komen de resultaten van de uitvoering van het onderzoek terug. De resultaten worden getoetst op betrouwbaarheid met statistiek, hier worden conclusies uit getrokken.

4.2.1 Resultaten perceel van Os:

Tabel 1. Resultaten onderzoek perceel van Os.

Monste rnumm er	Lutum% Veris	Lutum% onderzo ek	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 2 is groen gekleurd)	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 3 is groen gekleurd)	Gemiddelde Lutum% van de veris op meerdere punten in nabije omgeving van het monsterpunt	Verschil lutum veris op meerdere punten en lutum onderzoek (minimale afwijking 2)
1,000	12,0	10,14	1,9	1,9	12,87	2,73
2,000	16,0	16,9	-0,9	-0,9	16,00	-0,90
3,000	16,0	14,5	1,5	1,5	16,00	1,50
4,000	14,0	9,57	4,4	4,4	12,98	3,41
5,000	10,0	8,14	1,9	1,9	9,18	1,04
6,000	8,0	7,8	0,2	0,2	7,53	-0,27
7,000	3,0	4,82	-1,8	-1,8	3,00	-1,82
8,000	3,0	5,23	-2,2	-2,2	3,00	-2,23
9,000	6,0	5,13	0,9	0,9	6,35	1,22
10,000	3,0	4,69	-1,7	-1,7	3,33	-1,37
11,000	7,0	6,07	0,9	0,9	6,07	0,00
12,000	9,0	5,96	3,0	3,0	8,40	2,44
13,000	11,0	5,57	5,4	5,4	10,07	4,50
14,000	4,0	6,43	-2,4	-2,4	6,07	-0,36
15,000	9,0	6,87	2,1	2,1	10,23	3,36
16,000	12,0	7,79	4,2	4,2	12,05	4,26
17,000	16,0	14,79	1,2	1,2	13,90	-0,89
18,000	16,0	15,2	0,8	0,8	14,85	-0,35
19,000	7,0	10,93	-3,9	-3,9	8,65	-2,28
20,000	12,0	11,27	0,7	0,7	12,35	1,08

Conclusie: 12 van de 20 monsters zitten binnen een marge van 2% lutum verschil vergeleken met het lutum-gehalte van de verisscan. Wordt de marge op 3% gelegd, dan voldoen 16 van de 20 monsters hieraan. Als er naar meerdere punten gemeten door de verisscan gekeken wordt, vallen 12 van de 20 monsters binnen een marge van 2%.

SPSS statistiek perceel van Os:

Er wordt gebruik gemaakt van de paired sample T-test met een betrouwbaarheidsinterval van 90%.
Er is gekozen dat de waardes die minder afwijken dan -2 en +2 acceptabel zijn.

De volgende hypothese is opgesteld:

H0: Er is geen verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

H1: Er is wel een verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	lutumveris	9,7000	20	4,55493	1,01851
	lutumonderzoek	8,8900	20	3,86958	,86526

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	lutumveris & lutumonderzoek	20	,843	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	90% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	lutumveris - lutumonderzoek	,81000	2,45228	,54835	-,13816	1,75816	1,477	19	,156

Figuur 11: Uitslagen SPSS, perceel van Os

Conclusies:

De 0 hypothese is waar.

Gemiddelde waarde van de lutum verisscan: 9.7

Gemiddelde waarde van de lutum onderzoek: 8.8

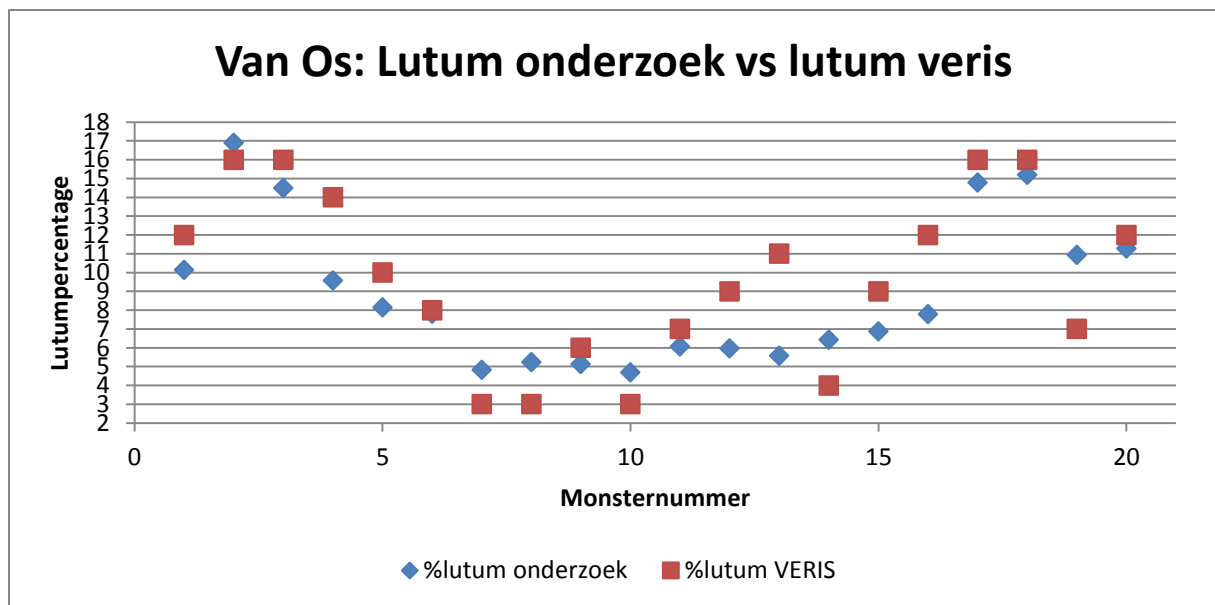
Aantal metingen: 20

Vershil van de gemiddeldes: 0,81

De waardes -2 en +2 zijn acceptabel, voor deze meting zit het hier binnen namelijk -0,14 en +1,76 deze uitkomt is equivalent.

Significant(2-tailed): Als dit getal significant is (standaard is kleiner dan 0.05), dan betekent het dat de twee groepen van elkaar verschillen. Als het getal hoger is dan 0.05 is er geen reden om aan te nemen dat de groepen van elkaar verschillen. Het getal is 0,156 dus er is geen reden om aan te nemen dat de groepen van elkaar verschillen.

Er kan met 90% zekerheid gezegd worden dat het verschil tussen de -0,14 en +1,76 ligt.



Figuur 12: Grafiek met de resultaten van het perceel van Os.

4.2.2 Resultaten Perceel Vrolijk:

Tabel 2. Resultaten onderzoek perceel Vrolijk

Monste rnumm er	Lutum% Veris	Lutum% onderzo ek	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 2 is groen gekleurd)	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 3 is groen gekleurd)	Gemiddelde Lutum% van de veris op meerdere punten in nabije omgeving van het monsterpunt	Verschil lutum veris op meerdere punten en lutum onderzoek (minimale afwijking 2)
1,000	33,0	22,84	10,16	10,16	29,78	6,94
2,000	27,0	24,99	2,01	2,01	27,77	2,78
3,000	28,0	23,98	4,02	4,02	28,03	4,05
4,000	29,0	23,85	5,15	5,15	28,68	4,83
5,000	23,0	28,07	-5,07	-5,07	24,71	-3,36
6,000	23,0	25,48	-2,48	-2,48	26,22	0,74
7,000	27,0	19,44	7,56	7,56	26,90	7,46
8,000	26,0	25,9	0,10	0,10	27,02	1,12
9,000	28,0	25,59	2,41	2,41	26,04	0,45
10,000	27,0	26,37	0,63	0,63	26,63	0,25
11,000	28,0	25,07	2,93	2,93	26,85	1,78
12,000	29,0	27,36	1,64	1,64	30,14	2,78
13,000	29,0	27,99	1,01	1,01	29,87	1,88
14,000	32,0	26,94	5,06	5,06	29,99	3,05
15,000	29,0	27,29	1,71	1,71	29,85	2,56
16,000	35,0	25,49	9,51	9,51	34,45	8,96
17,000	40,0	26,39	13,61	13,61	33,09	6,70
18,000	22,0	21,94	0,06	0,06	25,20	3,26
19,000	24,0	24,28	-0,28	-0,28	26,17	1,89
20,000	28,0	21,21	6,79	6,79	27,64	6,43

Conclusie: 8 van de 20 monsters zitten binnen een marge van 2% lutum verschil vergeleken met het lutum gehalte van de verisscan. Wanneer de marge op 3% gelegd wordt, voldoen 11 van de 20 monsters hieraan. Als er wordt gekeken naar meerdere punten gemeten door de verisscan vallen 8 van de 20 monsters binnen een marge van 2%.

SPSS statistiek perceel Vrolijk:

Er wordt gebruik gemaakt van de paired sample T-test met een betrouwbaarheidsinterval van 90%.
Er is gekozen dat de waardes die minder afwijken dan -2 en +2 acceptabel zijn.

De volgende hypothese is opgesteld:

H0: Er is geen verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

H1: Er is wel een verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	lutumveris	28,3500	20	4,25843	,95221
	lutumonderzoek	25,0235	20	2,30060	,51443

Paired Samples Correlations					
			N	Correlation	Sig.
Pair 1	lutumveris & lutumonderzoek		20	,157	,508

Paired Samples Test									
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	90% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	lutumveris - lutumonderzoek	3,32650	4,51046	1,00857	1,58255	5,07045	3,298	19	,004

Figuur 13: Uitslagen SPSS, perceel Vrolijk

Conclusies:

De alternatieve hypothese is waar er is wel een verschil tussen het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

Gemiddelde waarde van de lutum verisscan: 28,4

Gemiddelde waarde van de lutum onderzoek: 25,02

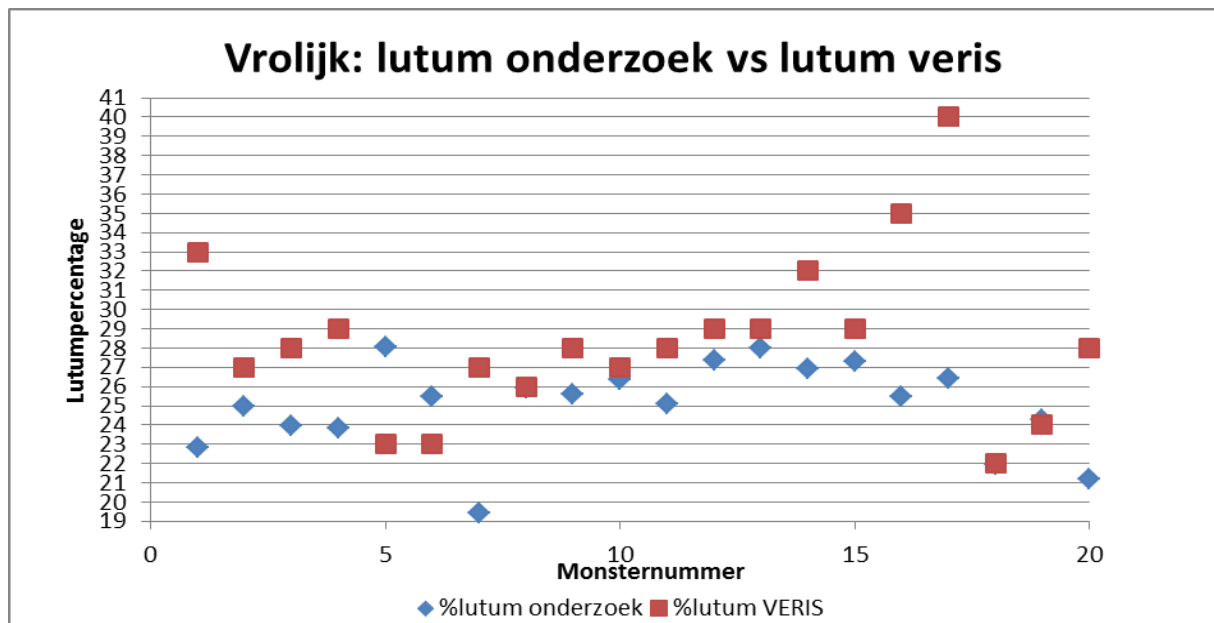
Aantal metingen: 20

Verskil van de gemiddeldes: 3,33

De waardes -2 en +2 zijn acceptabel. Voor dit perceel zit het hier niet binnen namelijk +1,58 en +5,07 en dit betekent dat het onderzoek niet equivalent is.

Significant(2-tailed): Als dit getal significant is (standaard is kleiner dan 0.05), dan betekent dit dat de twee groepen van elkaar verschillen. Als het getal hoger is dan 0.05 is er geen reden om aan te nemen dat de groepen van elkaar verschillen. Het getal is 0,004 dus dat betekent dat de twee groepen van elkaar verschillen.

Er kan niet gezegd worden dat dit perceel equivalent is omdat de waardes te veel verschillen.



Figuur 14: Grafiek met de resultaten van het perceel Vrolijk.

4.2.3 Resultaten perceel Straver:

Tabel 3. Resultaten onderzoek perceel Straver

Monste rnumm er	Lutum% Veris	Lutum% onderzo ek	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 2 is groen gekleurd)	Verschil lutum veris en onderzoek (afwijking minder dan 3 is groen gekleurd)	Gemiddelde Lutum% van de veris op meerdere punten in nabije omgeving van het monsterpunt	Verschil lutum veris op meerdere punten en lutum onderzoek (minimale afwijking 2)
36	20	22,38	-2,38	-2,38	21,87	-0,52
22	26	22,6	3,4	3,4	23,85	1,25
10	19	17,89	1,11	1,11	17,12	-0,77
28	19	17,43	1,57	1,57	18,92	1,49
35	19	23,78	-4,78	-4,78	17,03	-6,75
6	16	19,49	-3,49	-3,49	18,57	-0,92
34	20	21,8	-1,8	-1,8	22,37	0,57
5	17	17	0	0	17,86	0,86
13	18	16,54	1,46	1,46	18,84	2,30
33	16	20,95	-4,95	-4,95	17,87	-3,09
18	13	19,73	-6,73	-6,73	15,47	-4,26
4	19	16,62	2,38	2,38	18,10	1,48
14	23	17,54	5,46	5,46	21,75	4,21
32	15	18,95	-3,95	-3,95	14,34	-4,61
17	20	22,52	-2,52	-2,52	18,62	-3,90
15	23	19,79	3,21	3,21	22,55	2,76
8	14	13,45	0,55	0,55	15,62	2,17
9	12	12,61	-0,61	-0,61	13,34	0,73
23	23	21,87	1,13	1,13	20,46	-1,41
26	18	16,84	1,16	1,16	17,24	0,40
25	4	11,81	-7,81	-7,81	9,37	-2,44
24	21	20,02	0,98	0,98	19,46	-0,57
39	21	22,52	-1,52	-1,52	18,71	-3,82
40	14	19,86	-5,86	-5,86	18,49	-1,38
38	26	26,59	-0,59	-0,59	22,40	-4,20
37	19	23,22	-4,22	-4,22	19,80	-3,42
27	19	22,19	-3,19	-3,19	19,67	-2,52
21	24	22,39	1,61	1,61	20,23	-2,16
7	19	15,3	3,7	3,7	17,09	1,79
11	25	17,95	7,05	7,05	20,91	2,96
29	21	19,77	1,23	1,23	20,76	0,99
20	21	22,12	-1,12	-1,12	19,89	-2,23
12	21	17,75	3,25	3,25	19,60	1,85
30	21	23,64	-2,64	-2,64	22,40	-1,24
19	21	22,54	-1,54	-1,54	20,72	-1,82

31	19	22,56	-3,56	-3,56	18,63	-3,93
3	20	17,43	2,57	2,57	19,50	2,07
2	20	20,06	-0,06	-0,06	19,83	-0,23
16	18	18,76	-0,76	-0,76	19,92	1,16
1	18	22,12	-4,12	-4,12	20,75	-1,37

Conclusie: 19 van de 40 monsters zitten binnen een marge van 2% lutum verschil vergeleken met het lutum gehalte van de verisscan. Leggen we de marge op 3% voldoen 22 van de 40 monsters hieraan. Wordt er gekeken naar meerdere punten gemeten door de verisscan vallen 21 van de 40 monsters binnen een marge van 2%.

SPSS statistiek perceel Straver:

Er wordt gebruik gemaakt van de paired sample T-test met een betrouwbaarheidsinterval van 90%. Er is gekozen dat de waardes die minder afwijken dan -2 en +2 acceptabel zijn.

De volgende hypothese is opgesteld:

H0: Er is geen verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

H1: Er is wel een verschil in het lutum gehalte van de grondmonsters en de Verisscan.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 lutumveris	19,0500	40	4,05697	,64146
lutumonderzoek	19,7095	40	3,23586	,51163

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 lutumveris & lutumonderzoek	40	,599	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	90% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Iutumveris - Iutumonderzoek	-,65950	3,34809	,52938	-1,55144	,23244	-1,246	39	,220

Figuur 15: Uitslagen SPSS, perceel Straver

Conclusies:

De 0 hypothese is waar.

Gemiddelde waarde van de lutum verisscan: 19,05

Gemiddelde waarde van de lutum onderzoek: 19,70

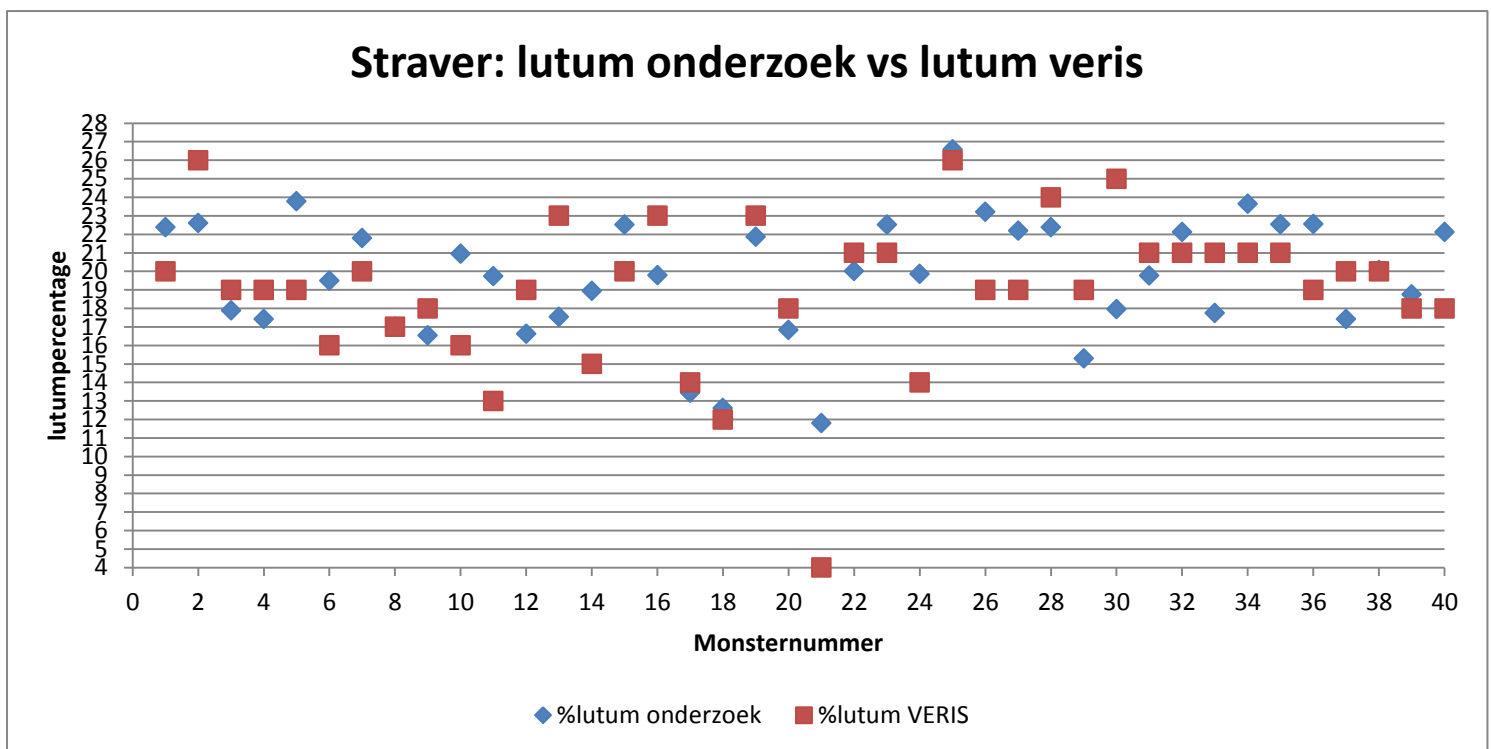
Aantal metingen: 40

Vershil van de gemiddeldes: -0,66

De waardes -2 en +2 zijn acceptabel Dit zit hier binnen namelijk -1,55 en +0,23 dus deze uitkomst is equivalent

Significant(2-tailed): Als dit getal significant is (standaard is kleiner dan 0.05), dan betekent dit dat de twee groepen van elkaar verschillen. Als het getal hoger is dan 0.05 heb je geen reden om aan te nemen dat de groepen van elkaar verschillen. Het getal is 0,220 dus er is geen reden om aan te nemen dat de groepen van elkaar verschillen.

Er kan met 90% zekerheid worden gezegd dat het verschil tussen de -1,55 en +0,23 ligt.



Figuur 16: Grafiek met de resultaten van het perceel Straver

4.3 Discussie

In het onderzoek zijn er verschillende punten ter discussie:

- Het perceel van Vrolijk is +/- 2 jaar geleden gescand met de verisscan terwijl Straver en van Os hetzelfde jaar van monster nemen zijn gescand.
- Op alle percelen was mest/kunstmest uitgereden voordat de monsters werden gestoken. Dit kan invloed hebben gehad op de resultaten. Hoe meer zouten aanwezig des te hoger de geleidbaarheid zie 4.2.1
- Bodemtemperatuurverschil wat invloed kan hebben op de geleidbaarheid. De geleidbaarheid neemt proportioneel circa 2 procent toe voor iedere graad stijging in bodemtemperatuur. Alle monsters zijn in het voorjaar gestoken. Het perceel van Straver is in het voorjaar gescand door de verisscan. Van de overige percelen is dit niet bekend.
- Vochttoestand van de bodem wat invloed kan hebben op de elektrische geleidbaarheid. De monsters zijn gestoken in het voorjaar onder droge omstandigheden. Perceel Straver is gescand in het voorjaar onder droge omstandigheden. Van de overige percelen is dit niet bekend. Het kan zijn dat bijvoorbeeld het perceel van Vrolijk onder natte omstandigheden is gescand, waardoor het moeilijk te vergelijken is.
- Punt 25 in het perceel van Straver moet misschien niet meegenomen worden omdat de Verisscan een waarde van 4% gemeten heeft terwijl in het gehele perceel het lutum-gehalte rond de 20 zit. De oorzaak is onbekend, gedacht kan worden aan een meetfout.

4.3.1 Eigen waarnemingen

Perceel Vrolijk:

Op dit perceel zijn er gericht monsters genomen. De zware en de lichte plekken binnen het perceel waren bekend. Tijdens het monsters steken was er van te voren bekend of er op een lichte of op een zware plek een monster genomen werd. Het perceel was al gepoot en gefreesd waardoor de structuur van de grond goed waar te nemen was. Tijdens het steken van de monsters kon worden gezien of het om zware of lichte grond ging. Dit was goed waar te nemen, de grond was fijner op de lichte plekken terwijl de grond op de zware plekken duidelijk grover lag. Tijdens het monsters steken had ik er veel vertrouwen in dat dit perceel wel zou kloppen omdat zodra ik op een zware plek kwam de grond duidelijk grover lag. De verwachting voor dit perceel was vanwege deze reden hoog. Echter voldoet dit als enige perceel niet aan de statistiek. Hieronder 2 afbeeldingen van mijn waarnemingen.



Figuur 17: Vrolijk punt 13: lutum-gehalte onderzoek 27,36, lutum-gehalte Veris 27,36



Figuur 18: Vrolijk punt 19: lutum-gehalte onderzoek 24,2, lutum-gehalte Veris 24,28

Perceel van Os:

Achterop dit perceel is mij opgevallen dat er in de perceel ook zandplekken aanwezig waren. Ook waren hier lutum percentages aanwezig van 3%. Ik kan me voorstellen dat dit voor de Verisscan moeilijk waar te nemen is, maar toch zaten de monsters en de Verisscan constant dicht bij elkaar op dit perceel.

Perceel Straver:

In dit perceel waren de afwijkingen niet heel groot, dit was ook te zien in de structuur van de grond. Op dit perceel waren aardappelen gepoot waardoor je de structuur goed kon waarnemen. Wel kon je zien dat plekken grover lagen als andere plekken, maar niet zulke grote verschillen dan bij Vrolijk. Verder denk ik zelf dat punt 25 moet komen te vervallen de Verisscan had een waarde van 4% gemeten terwijl in het gehele perceel het lutum-gehalte rond de 20% zit.

4.4 Conclusie

In het onderzoek is gezegd dat we -2 en +2 acceptabel vinden en het perceel dan equivalent is. Voor de percelen geldt het volgende:

Perceel van Os: Er kan met 90% zekerheid worden gezegd dat het verschil tussen de -0,14 en +1,76 ligt en het perceel dus equivalent is.

Perceel Vrolijk: Voor dit perceel zitten de waardes niet tussen de -2 en +2. De waardes zijn +1,58 en +5,07 en dit betekent dat het onderzoek niet equivalent is. Dit perceel is niet equivalent omdat de waardes te veel verschillen.

Perceel Straver: Er kan met 90% zekerheid worden gezegd dat het verschil tussen de -1,55 en +0,23 ligt en is dit perceel dus equivalent.

De deelvraag luidde als volgt: *'Is er een verband tussen de elektrische geleidbaarheid gemeten door de verisscan en het percentage lutum in de bodem (onderzoek)?'*

We kunnen zeggen dat er zeker een relatie is tussen de elektrische geleidbaarheid van de bodem en het % lutum. Bij twee van de drie percelen is er uitgekomen dat ze equivalent zijn. Eén perceel heeft teveel afwijkingen om hier statistisch iets over te kunnen zeggen, 5 van de 20 metingen verschillen meer dan 6% lutum. Geprobeerd is om drie percelen tegelijk in één test te importeren, maar in overleg met statisticus Gijs van Kessel bleek dit niet te kunnen in verband met de complexiteit, wat niet mogelijk is in SPSS. Gijs van Kessel heeft de percelen wel samengevoegd in het programma SAS, hier kwam uit dat de interactie tussen perceel (Straver, van Os en Vrolijk) en methode (Veris vs onderzoek) significant is. Dat wil zeggen dat het effect van methode afhangt van het perceel. Bij Vrolijk wordt er wel een effect gezien, dat wil zeggen dat er een verschil is in meten met de verisscan en het werkelijke lutum gehalte. Terwijl er bij Straver en van Os amper effect is, de verisscan komt overeen met het werkelijke lutum gehalte. Oftewel er kan geen 'overall' conclusie getrokken worden met betrekking tot de methode die algemeen geldt voor alle percelen. Dit houdt in dat er per perceel gekeken moet worden.

5. Factoren die invloed hebben op de elektrische geleidbaarheid van de bodem

In hoeverre hebben de verschillende (4.1.2) factoren invloed op de elektrische geleidbaarheid-meting en in welke mate beïnvloedt dit de lutum? In dit hoofdstuk zal op deze deelvraag een antwoord gezocht worden. Uit hoofdstuk 4 is gebleken dat er een sterke relatie van de elektrische geleidbaarheid en lutum is. Maar in hoeverre hebben de verschillende factoren hier invloed op?

5.1 De factoren

De geleiding van de elektriciteit in de bodem vindt plaats in de door met vocht gevulde poriën. Die poriën liggen tussen de individuele gronddeeltjes. Daarom wordt de elektrische geleidbaarheid (EC) van de bodem beïnvloed door de wisselwerking van de volgende variabelen: (van Sonsbeek, 2014)

- Vochtgehalte: een hoger vochtgehalte leidt tot een hogere elektrische geleidbaarheid.
- Zoutgehalte: het zoutgehalte of voedingstoffen in de bodem (oplossing), een hoger zoutgehalte geeft een betere geleiding.
- Temperatuur: hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de geleidbaarheid.
- Textuur: lutum-gehalte, zandfractie, korrelgrootte .
- Porositeit: de vorm en grootte van de poriën tussen de gronddeeltjes beïnvloeden indirect de elektrische geleidbaarheid. Deze hebben invloed op het vocht en zuurstofgehalte(kikkert,2009 p.12).
- Organische stof: bij een hoog gehalte aan organische stof een hogere geleidbaarheid (van Sonsbeek, 2014).

5.1.1 Vochtgehalte:

In volledige droge grond is geen elektrisch geleiding. Vanwege de isolerende werking van de meeste mineralen. Planten kunnen in volledige droge grond geen zout in onopgeloste vorm opnemen. Bij het vochtig maken van de bodem lost het zout op in water. “Hierdoor splitst het zich in ionen waardoor de bodem in zijn totaliteit geleidend voor stroom wort. Bij een zeer laag bodemvochtgehalte is de zoutconcentratie het hoogst. Naarmate het vochtgehalte hoger wordt, neemt de zoutconcentratie af, evenals de EC van de bodem(Eijkelkamp, 2011, p.2).

5.1.2 Zoutgehalte:

Als het aantal opgeloste zouten in het bodemvocht toeneemt, neemt het aantal ionen in het bodemvocht ook toe en dus zal de elektrische geleidbaarheid ook toenemen. Bij een toenemende ionenconcentratie, hinderen ionen elkaar in hun bewegingsvrijheid. Hierdoor is deze relatie niet lineair(Eijkelkamp, 2011, p.2). “Het verband tussen de elektrische geleidbaarheid van de bodem en het totale zoutgehalte is niet rechtstreeks te bepalen”(Eijkelkamp, 2011, p.10). Doordat een bodemoplossing bestaat uit meerdere typen zoutionen. De geleidbaarheid van een eenwaardig ion is anders als van twee of een driewaardig ion.

Het zoutsoort heeft ook invloed op elektrische geleidbaarheid van de bodem. Natrium, calcium, kalium, magnesium, ammonium, chloride, sulfaat, (bi)carbonaat) en nitraat zijn de ionen die de grootste invloed hebben op de geleidbaarheid van de bodem. “Ook de diameter beïnvloedt de

beweeglijkheid van de ionen in het water: hoe groter de ionen, des te trager ze bewegen (en des te lager is de EC)” (Eijkelkamp, 2011, p.3)

Het totale zoutgehalte kan dus niet rechtstreeks bepaald worden als de elektrische geleidbaarheid van de bodem bekend is. Voornamelijk dus omdat de bodemoplossing uit meerdere typen ionen bestaat.

Er kan een indicatie gegeven worden van het zoutgehalte maar deze is niet betrouwbaar genoeg. (Allison, 1954) Dit wordt gedaan door de elektrische geleidbaarheid te vermenigvuldigen met een omrekeningsfactor. Hiervoor moet bekend zijn om wat voor grondsoort het gaat. Uit het rapport blijkt dat er verbanden zijn tussen de EC en het zoutgehalte. De resultaten moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden om rekening te houden met al deze factoren. Als bijvoorbeeld de structuur, textuur en vochtgehalte bekend zijn, kan er een indicatie gegeven worden van het zoutgehalte (Allison, 1954, p.13).

Het zoutgehalte van de bodem kan ook worden gemeten door een veld test. Dit zal een indicatie geven over de hoeveelheid zouten in uw grond. De veld test wordt ook wel een EC 1: 5 test genoemd. Vanwege een verhouding van 1 deel grondmonster en 5 delen gedestilleerd water dat wordt gebruikt om het zoutgehalte van het monster te vinden. De drie stappen van een zoutgehalte test zijn:

- Beoordeel de textuur van uw grondmonster
- Meet het zoutgehalte van een oplossing bestaande uit gedestilleerd water vermengd met de bodem die u heeft verzameld (1:5)
- Vermenigvuldig het testresultaat met de factor die hoort bij de textuur(bijlage 5 en figuur 19)(Gibbs, 2000, p.1).

Conclusie met betrekking tot het zoutgehalte er kan een voorzichtige indicatie gegeven worden van het zoutgehalte, hiervoor moeten echter de andere bodemeigenschappen (met name textuur, structuur en vocht) bekend zijn.

Table 2: $EC_{1:5}$ to EC_e Conversion Factors	
Soil Texture	Multiplication Factor
Sands	17
Sandy Loams	13.8
Loams	9.5
Clay Loams & Light Clays	8.6
Medium & Heavy Clays	7

Figuur 19: Omrekeningsfactor ter bepaling zoutgehalte
Bron: (Gibbs, 2000, p.4)

5.1.3 Temperatuur:

De temperatuur heeft invloed op de elektrische geleidbaarheid van de bodem. Bij een stijging van de temperatuur neemt namelijk de bewegingsenergie van de ionen toe. Wat er toe leidt dat de elektrische geleidbaarheid toe toeneemt. De regel met betrekking tot de geleidbaarheid is als volgt: de geleidbaarheid neemt evenredig 2 procent toe voor iedere graad stijging in bodemtemperatuur. (Eijkelkamp, 2011, p.3).

In figuur 20 zien we de temperatuurcorrectiefactoren (f_t), te zien is dat de temperatuurcorrectiefactor bij iedere graad stijging ongeveer 2 procent afneemt, het tegenovergestelde dan net

$^{\circ}C$	f_t	$^{\circ}C$	f_t
3,0	1,709	22,0	1,064
4,0	1,660	22,2	1,060
5,0	1,613	22,4	1,055
6,0	1,569	22,6	1,051
7,0	1,528	22,8	1,047

Figuur 20: Temperatuurcorrectiefactoren met bijbehorende temperatuur (weerstand)
Bron: (Eijkelkamp, 2011, p.16).

gesuggereerd is. Dit komt omdat in figuur 20 gesproken wordt over de weerstand, het tegenovergestelde van geleidbaarheid: geleidingsvermogen van 1 siemens heeft een weerstand van 1 ohm. Zo bewijst figuur 20 dat de geleidbaarheid ongeveer 2 procent toeneemt bij iedere graad stijging van de bodemtemperatuur. Een volledig overzicht van de temperatuurcorrectiefactoren is weergegeven in bijlage 6.

5.1.4 Textuur

De textuur heeft ook invloed op de elektrische geleidbaarheid. Bij de aanwezigheid van kleideeltjes bijvoorbeeld. “Klei bestaat uit materiaal met een zeer geringe korrelgrootte die positief geladen ionen aantrekt. In de aanwezigheid van water kunnen deze positieve ionen in het water oplossen en de elektrische geleidbaarheid beïnvloeden” (kikkert, 2009 p.8). Doordat kleideeltjes een negatieve lading hebben geleiden kleideeltjes meer elektrische stroom dan zanddeeltjes. In figuur 21 is de aardweerstand te vinden van de verschillende bodemtype. We zien dat de weerstand van zand hoog is en dus de geleidbaarheid laag. Bij klei zien we dat de aardweerstand laag is en dus de geleidbaarheid hoog. Lutum zijn gronddeeltjes kleiner dan $2\mu\text{m}$. Men spreekt van een klei grond als het lutum percentage 25 bedraagt: lichte klei. Bij een lutum percentage van 50 spreekt men van zware klei. Hoe hoger het percentage lutum des te hoger de elektrische geleidbaarheid.

Bodemtype	Aardweerstand [$\Omega\cdot\text{cm}$]
Grind	40.000 - 200.000
Grof grind	40.000 - 200.000
Humus	1.000 - 4.000
Klei	500 - 2.000
Klei met silt	3.000 - 5.000
Kalksteen	20.000 - 300.000
Leem	3.000 - 10.000
Leisteen	30.000 - 70.000
Löss	3.000 - 10.000
Moerasgrond	1.000 - 3.000
Mergel	1.000 - 10.000
Silt	1.000 - 2.000
Silt (fijn)	2.000 - 10.000
Veen	8.000 - 12.000
Zand	10.000 - 500.000

Figuur 21 Bodemtypes met de bijbehorende aardweerstand. Bron: (Eijkelkamp, 2011, p.3).

Conclusie met betrekking textuur en de elektrische geleidbaarheid. Het lutum percentage zal grote invloed hebben op de elektrische geleidbaarheid.

5.1.5 Porositeit

Poriën die in de bodem aanwezig zijn hebben invloed op de elektrische geleidbaarheid. Deze poriën kunnen met water of lucht gevuld zijn. Als de poriën met water gevuld zijn is de elektrische geleidbaarheid hoger dan wanneer de poriën gevuld zullen zijn met lucht. De grote van de poriën hebben hier ook invloed op. In zandgrond zijn overwegend grote poriën aanwezig omdat deze gronddeeltjes groter zijn. Grote poriën betekend meer ruimte voor water. Op kleigrond zijn dit fijne poriën omdat de gronddeeltjes kleiner zijn. (kikkert, 2009 p.8)

Conclusie met betrekking porositeit en de elektrische geleidbaarheid: Op zandgronden zal het vochtgehalte van grotere betekenis zijn dan bij kleigronden.

5.1.6 Organische stof

De laatste factor die invloed heeft op de elektrische geleidbaarheid is het organische stof gehalte. Dit komt doordat het organische stof bijdraagt aan het vochtvasthoudend vermogen. “Afhankelijk van de kwaliteit van organische stof vertaalt zich op zandgrond een toename van 1% organische stof in een stikstoflevering van 25kg per ha en 6 mm meer beschikbaar vocht” (Van Eekeren, 2007, p.1). Doordat de organische stof zorgt voor een hoger vochtgehalte, zal de elektrische geleidbaarheid bij gronden met een hoog organische stof percentage hoger zijn. Op kleigrond zal dit meevallen:

“vooral op zandgronden neemt de hoeveelheid beschikbaar vocht toe bij een hoger organisch stofgehalte. Voor bodems met een fijne textuur (zoals klei) is het effect veel kleiner”(Philipsen, Wageningen UR, 2013,p.34).

Conclusie met betrekking tot organische stof: Het organische stof gehalte draagt wel degelijk bij aan de hoogte van de elektrische geleidbaarheid. Op zandgronden heeft dit grotere invloed, op kleigronden zal dit minimaal zijn.

5.2 Conclusie/discussie

De conclusie van de vorige paragraaf is dat vocht de belangrijkste factor is die de elektrische geleidbaarheid van de bodem bepaald. Gevolgd door het zoutgehalte en de lutum en vervolgens de temperatuur, porositeit en het organische stof gehalte. Het is een complex geheel waarbij de verschillende variabelen invloed op elkaar hebben. Vooral met betrekking tot vocht, meer poriën leidt tot hoger vochtgehalte wat weer een hogere elektrische geleidbaarheid geeft. Het is moeilijk te zeggen hoe groot de bijdrage is van één van deze variabelen. Met uitzondering van de temperatuur hier zijn wel getallen van bekend, geleidbaarheid neemt evenredig 2 procent toe voor iedere graad stijging in bodemtemperatuur. Echter kan er wel duidelijk een indicatie gegeven worden waar de variatie in zit. Zo zal de variatie op kleigronden vooral gelinkt worden aan het percentage lutum en op zandgronden vooral aan het vochtgehalte en het organische stof. Doordat de verisscan het organische stof percentage op een andere manier in kaart brengt(3.1.1) kan er voorspelt worden of het organische stof een bijdrage heeft. Zo zal er bij een hoog organische stof gehalte wel dergelijk rekening mee moeten worden gehouden maar bij een laag gehalte zal de bijdragen minimaal zijn.

In het uitgevoerde onderzoek zijn relatief ‘lichte’ klei percelen gebruikt(5-30% lutum). Vervolg onderzoek kan zijn of van ‘zware’ percelen (40-50% lutum) de lutum-kaart ook echt betrouwbaarder is. Dit ligt wel in het verwachtingspatroon volgens de literatuur in dit hoofdstuk. In het uitgevoerde onderzoek in hoofdstuk 4 zijn geen ‘zware’ percelen bemonsterd. Een aanbeveling is om een zwaar perceel te bemonsteren en te kijken of deze theorie op gaat.

6. Mogelijkheden CEC-kaart doormiddel van verisscan

Agrifirm wil de toepasbaarheid van de verisscan uitbreiden. Volgens de gedachte van Agrifirm is er dan belang bij een CEC kaart. In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden bekeken voor het maken van een CEC-kaart. Kan de CEC bepaald worden als we het lutum gehalte, gemeten door de verisscan als betrouwbaar beschouwen. Er zal gezocht worden naar een antwoord op de volgende deelvraag: Wat zijn de mogelijkheden om met behulp van de verisscan een CEC kaart te maken?

6.1 Wat is CEC

“CEC staat voor Cation Exchange Capacity, ofwel het kleihumuscomplex. De CEC is het vermogen van de grond om voedingstoffen en kationen te binden en weer vrij te geven als het gewas erom vraagt”(BLGG, 2011). Oftewel de potentiële bodemvruchtbaarheid van een bodem. De CEC heeft een negatieve lading. Hierdoor bindt het positief geladen deeltjes aan het complex. De deeltjes binden zich aan het CEC zodat ze niet uitspoelen. De plant neemt voedingstoffen op die in het bodemvocht beschikbaar zijn. Zo ontstaat er een onbalans in het bodemvocht. De deeltjes die gebonden zijn aan het klei-humus complex moeten dit weer in balans brengen. De deeltjes moeten dus wel beschikbaar blijven om opgenomen te worden in het bodemvocht(maar niet uitspoelen). De belangrijkste positief geladen voedingstoffen zijn: natrium, magnesium, kalium en calcium(greencare, 2014). Daarnaast houdt de CEC de kationen Al^{3+} en H^+ vast.

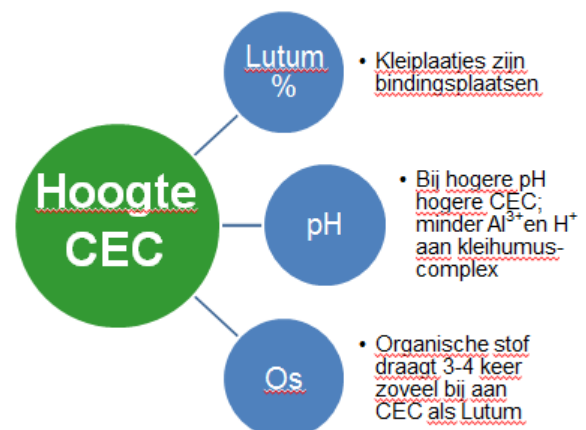
Bezettingsgraad

“De mate waarin nutriënten zijn gebonden aan de CEC is het ‘bezettingspercentage’. Hoe hoger het percentage, des te vruchtbaarder de bodem. Het klei-humus-complex bindt nutriënten (natrium, kalium, calcium en magnesium), maar ook H^+ en aluminium (Al^{3+}). Voor voeding van gewas is het belangrijk om zoveel mogelijk nuttige nutriënten te binden aan de CEC in plaats van H^+ en Al^{3+} ”(BLGG,2013). De optimale verdeling van de nutrieten is als volgt(Altic bijlage 7):

- | | |
|----------------|--------|
| - Ca-bezetting | 88-93% |
| - Mg-bezetting | 6-10% |
| - K-bezetting | 3-5% |
| - Na-bezetting | < 1% |

6.2 Bepaling CEC

“De hoogte van CEC wordt voor een belangrijk deel bepaald door de hoeveelheid kleideeltjes(lutum) en organische stof in de bodem. Beide zijn niet eenvoudig te beïnvloeden”(BLGG, 2013). De CEC kan verhoogt worden door de zuurtegraad (pH) te verhogen. “Bij een hogere pH kan het klei-humus-complex meer nutriënten binden en afstaan”(BLGG, 2013). Minder Al^{3+} en H^+ aan het kleihumus-complex waardoor het ‘nuttige’ nutrieten kan binden. In figuur 22 is te zien waardoor de hoogte van de CEC wordt bepaald.



Figuur 22: Factoren hoogte CEC (bron Agrifirm)

“Minerale delen zoals kleideeltjes en organische stof bepalen hoofdzakelijk de CEC. Daarbij dient te worden opgemerkt dat 1% organische stof in een grond al snel acht keer zo veel bijdraagt aan de CEC als 1% kleideeltjes”(Evers/de Boer, p.29). Volgens figuur 22 (Agrifirm) draagt de organische stof 3-4 keer zoveel bij vergeleken met lutum. Wat betreft de CEC is het organische stof gehalte dus belangrijker. Wat betreft het organische stof moet er rekening gehouden met jonge en oude organische stof. “jonge organische stof levert een veel geringere bijdrage aan de CEC dan oudere organische stof”(Evers/de Boer, p.29). Organische stof van 2 jaar of ouder levert een grotere bijdrage aan de CEC(nutrinorm,2013)

6.3 Conclusie/discussie CEC-Kaart

De conclusie met betrekking tot het maken van een CEC kaart is als volgt. Om de hoogte van de CEC te bepalen heb je de organische stof, pH en het lutum-gehalte nodig. De verisscan meet 2(organische stof en pH) van deze variabelen, het lutum kan worden afgeleid(hoofdstuk 4 betrouwbaarheid onzeker). Uit de literatuur blijkt dat organische stof de belangrijkste factor is, gevolgd door het lutum-gehalte. Het organische stof gehalte is van de 3 variabelen, de variabele met de grootste betrouwbaarheid(3.1.1). gevolgd door de pH en als laatste de lutum. De belangrijkste factor van de CEC kan dus met hoge betrouwbaarheid gemeten worden.

Doordat de CEC-kaart gemaakt wordt aan de hand van 3 gemeten variabelen, valt de betrouwbaarheid van de CEC-kaart te betwijfelen.

Mijn persoonlijke mening is dat de CEC-kaart wel degelijk de variatie van een perceel in beeld zal brengen. De onzekere factor is de betrouwbaarheid hiervan. Wel denk ik dat het kan bijdragen aan de bodemvruchtbaarheid van een perceel, en uiteindelijk financieel voordeel voor de akkerbouwer. Doordat gericht maatregelen genomen gaan worden, de betrouwbaarheid is wel is waar onzeker, maar het brengt een variatie in beeld. Als de variatie niet in beeld is zal er ‘blind’ maatregelen getroffen worden. Doordat je een beeld hebt zal er in ieder geval gericht actie worden ondernomen.

Een maatregel zal kunnen zijn om op plekken waar de CEC laag is het organische stof gehalte, doormiddel van compost te verhogen. Hierbij kunnen we gericht gaan strooien waardoor efficiënt met de beschikbare compost omgegaan wordt. Als we niks over het perceel weten wordt vaak over het gehele perceel evenveel compost gestrooid. Doordat we nu in ieder geval iets weten(variatie), onbekend of het een hoge betrouwbaarheid heeft, kan er gericht gestrooid worden. Hetzelfde geldt voor bekalken. Ook kunnen de CEC kaart en organische stof kaart naast elkaar gelegd worden, zodat er gekeken kan worden naar een passende maatregel.

7. Praktische/toekomstige toepasbaarheid van de verisscan

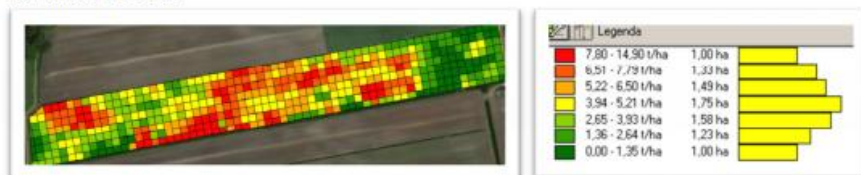
Dit hoofdstuk geeft antwoord op de hoofdvraag. De hoofdvraag luidt als volgt: Wat is de praktische/toekomstige toepasbaarheid van de verisscan met betrekking tot het lutum gehalte van de bodem. In de vorige hoofdstukken is gebleken dat aan de hand van EC-metingen op kleigronden het percentage lutum in kaart gebracht kan worden. De betrouwbaarheid is wel is waar onzeker. Maar wat zal een akkerbouwer hier nou mee kunnen? Er zullen een aantal praktische/toekomstige toepassingen met betrekking tot lutum weergegeven worden. De toepassingen kunnen bijdragen aan een betere/efficiëntere/duurzamere bedrijfsvoering van akkerbouwers. Naast het antwoord op de hoofdvraag wordt er in dit hoofdstuk weergegeven welke kaarten momenteel geleverd worden door Agrifirm, en de praktische toepasbaarheid hiervan. Daarnaast zal er informatie gegeven worden over de kaarten die Agrifirm aan het ontwikkelen is.

7.1 Beschikbare advieskaarten

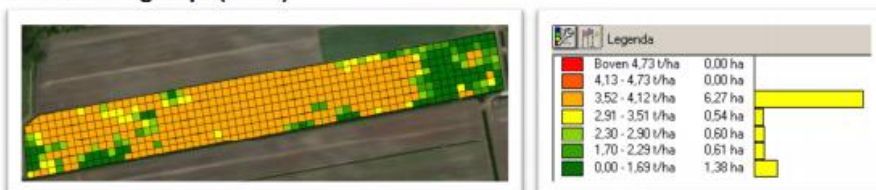
De beschikbare advieskaart is de bekalkingskaart voor zand- en dalgronden. Binnen een perceel is de optimale pH belangrijk. Opbrengstderving over het gehele bouwplan kan tegen worden gegaan, tegelijk kan de opbrengstpotentie vergroot worden. “Het blijkt dat er binnen een perceel enorme pH verschillen aanwezig kunnen zijn. Aan de hand van een variabel bekalkingsadvies kan een teler het kalkproduct automatisch effectief verdelen (daar waar nodig) en opbrengstderving tegengaan”(Rietema, 2015, p.2).

Als de teler een maximum heeft opgegeven, is de totale gift op te splitsen in meerdere giften, taakkaarten. “Agrifirm Plant adviseert een splitsing als de totale gift meer is dan 5 ton/ha(50%nw)” (Rietema, 2015, p.8). Vanwege onder meer uitspoeling. Figuur 23 is een voorbeeld van een variabel bekalkingsadvies. Hierbij is te zien dat de eerste gift wordt afgetopt op 4 ton/ha. En het volgende jaar de resterende gift gegeven wordt.

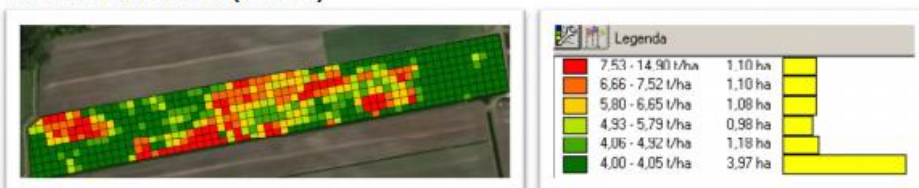
Kalkkaart totaal



Kalkkaart afgetopt (4 ton)



Kalkkaart resterend (> 4 ton)



Figuur 23 voorbeeld variabel bekalkingsadvies. Bron: Agrifirm Plant

7.2 (taak)Kaarten in ontwikkeling

Agrifirm is bezig met de ontwikkeling van verschillende advieskaarten om zo mogelijk de toepasbaarheid van de verisscan uit te breiden. In deze paragraaf de verschillende kaarten die in ontwikkeling zijn. Doordat de kaarten nog in ontwikkeling zijn kan er weinig gezegd worden over de betrouwbaarheid. De kaarten in ontwikkeling zijn niet perse gerelateerd aan lutum.

Bekalkingskaart klei- en zavelgronden

“Bemesten en bekalken, met gips, op klei gebeurt aan de hand van de CEC bezetting. Een optimale bezetting en verhouding tussen de elementen zorgen voor een optimale bodemstructuur en beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas. Agrifirm Plant kijkt of er voldoende relatie is tussen o.a. EC / lutum % / CEC-Ca om een variabel gipsadvies te kunnen ontwikkelen”(Rietema, 2015, p.2). Het onderzoek heeft hier aan bijgedragen.

Bemestingskaart

Stel de pH is in orde binnen een perceel en de CEC-Ca is op streefniveau, dan kan een teler een stap verder gaan kijken. Om dan het perceel nog verder te optimaliseren komt er variabel bemesten.

“De teler kan in de plaats specifieke bodemanalyses zien of de CEC een optimale bezetting en verhouding heeft van de elementen binnen zijn perceel. Bijvoorbeeld of de streefniveaus van de elementen magnesium en kali optimaal zijn en in de juiste verhouding ($Mg : K = 2 : 1$). Als er bekalkt of begipt is, moet er gekeken worden wat dit voor effect heeft gehad op de CEC op dezelfde GPS bodemonmonsterpunten. Door een herbemonstering kan een teler beter beoordelen waar het beter kan rondom de CEC bezetting”(Rietema, 2015, p.2).

Bij Agrifirm zijn ze momenteel bezig een variabel bemestingsadvies te ontwikkelen voor de elementen CEC-Mg en CEC-K. Dit wordt op basis van onder andere de veris EC 0-30cm en OS kaart.

Algemene advies kaart/ taakkaart

Er zijn telers die bepaalde producten willen variëren. Bij deze producten is nog geen variabel onderbouwd advies voor ontwikkeld. En daarom is Agrifirm bezig met een algemene taakkaart.

“Een teler deelt zijn perceel bijvoorbeeld in zones in op basis van een bodemkaart of plaats specifiek gestoken monsters of eigen ervaring. Aan deze zones koppelt de teler dan een gift ten opzichte van het gemiddelde. Hiervan kan Agrifirm Plant een taakkaart maken voor de variabele afgifte van machines. Starttarief € 75,-.Voorbeelden hiervan zijn een taakkaart voor toepassing van granulaat op de zanderige plekken en het zonaal toepassen van antistuij maatregelen”(Rietema, 2015, p.2).

€-kaart bekalken

Doordat er variabel kalk gestrooid wordt, kan in principe overal binnen een perceel de streef pH worden bereikt. Zo wordt opbrengstderving door een te lage pH tegengegaan. Een €-kaart laat zien wat het financiële resultaat is. Er wordt berekend wat de financiële opbrengstderving is als er geen kalk wordt gestrooid, en wat het financiële resultaat kan zijn als de pH optimaal is. Dit verschil wordt getoond op de €-kaart. Hierbij worden de kosten van de kalk, het strooien en de verisscan mee berekend. De gedachte van Agrifirm is dat een €-kaart meer tot de verbeelding spreekt bij de telers. Verwachting is dat de kaart begin 2015 gereed is.(Rietema, 2015, p.7).

7.3 Praktische/toekomstige toepasbaarheden m.b.t. de lutum-kaart

In deze paragraaf worden verschillende praktische/toekomstige toepasbaarheden getoond. Bij deze toepasbaarheden heeft de lutum-kaart invloed. De lutum-kaart is leidraad geweest in het gehele rapport.

Taakkaart voor compost

Uit verschillende regio's van het land bestaand de wens om compost effectief te verdelen. De gedachte is hier pakken we de organische stof kaart voor. Maar als de compost gevarieerd gestrooid wordt. Ga je de elementen in de compost, o.a. kali, ook variëren. (Rietema, 2015, p.3). Gebruik daarom de organische stof kaart niet direct om variabel compost te strooien. Hierbij gaan we eerst kijken naar de lutum-kaart. Op kleigronden is de regel dat het organische stof gehalte 10% van de afslibbaarheid bedraagt (Oonk, 2014, p.5). "Dit is een natuurlijke eigenschap van de grond. Bij lichtere kleigronden is het organisch stofpercentage daarom van nature lager dan op zwaardere gronden" (Oonk, 2014, p.1). Er kan eerst gekeken worden of het op plekken wel zin heeft om compost te strooien (ter verbetering van het organische stof gehalte). In de lutum-kaart kaart kan gekeken worden of het organische stof gehalte al gehaald wordt, volgens de stelregel. Als blijkt dat de stelregel klopt hoeft er geen compost gestrooid te worden op bepaalde plekken. Zo kan de lutum-kaart een bijdrage leveren voor de 'compost-kaart'. Er kan in de toekomst misschien een koppeling gemaakt worden tussen de organische stof kaart en de lutum-kaart, voor het maken van een compost-kaart (variabel compost strooien). Er moet nog wel rekening gehouden worden met de aanvoer van variabele nutriënten (Oonk, 2014, p.5).

Variabel toedienen van bodemherbiciden

De werking van bepaalde bodemherbiciden hangt af van het percentage lutum en/of organische stof in de bodem (Kempenaar, 2013, p. 40). Doordat er 2 factoren zijn die de werking van de bodemherbiciden beïnvloeden, zal er een koppeling tussen de 2 factoren gevonden moeten worden. (Heijting, 2013, p.6) Het variabel toedienen van bodemherbiciden kan bijdragen aan een betere werking en of middelbesparing voor de teler.

Variabel planten/zaaien

"Voor meerdere gewassen kan een variabele zaai- of pootkaart worden gemaakt." (Dorka-Vona, 2013, p.19) Met name voor (poot)aardappelen kan dit (financieel) opbrengst verhogend zijn. Het is bekend dat een aardappelgewas zich op lichtere grond anders ontwikkelt dan op een zwaardere grond. "Het optimale plantgetal op een zwaardere grond is dan ook anders (hoger) dan op een lichtere. Op percelen met grote verschillen in lutum-gehalte ontwikkelt een aardappelgewas zich ook verschillend in afhankelijkheid van de zwaarte van de grond. Aardappelgewassen vormen meer stengels op lichtere gronden en minder stengels op zwaardere gronden. Door het plantgetal aan te passen aan de zwaarte van de grond zou een homogener gewas en eindproduct kunnen worden verkregen" (Timmer, 2007, p.5). In de pootaardappelteelt zal een homogener gewas leiden tot een financieel beter resultaat. Omdat je de aardappelen kunt laten groeien tot in de gewenste maat. Er zullen minder bovenmaatse en ondermaatse poters zijn.

Beregenen

Voor telers die te maken hebben met grote variatie in de bodem kan het vochtgehalte verschillen. Het vochtvasthoudend vermogen van een lichte kleigrond is bijvoorbeeld anders dan van een zware

kleigrond(BLGG AgroXpertus, 2013). Door variabel te gaan beregen kan niet alleen brandstof bespaard worden maar ook de bodemvruchtbaarheid behouden blijven. Beregenen kan noodzakelijk zijn maar bevordert de structuur niet(Nieuwe oogst,2013). Door een taakkaart te ontwikkelen die het mogelijk maakt om beregeningsinstallaties sneller en langzamer in te laten trekken, wordt een variabele afgifte gegeven. Op plekken waar het vochtvasthoudend laag is zullen meer millimeters water gegeven worden dan op vochtvasthoudende plekken. De lutum-kaart wordt afgeleid van de EC-kaart. De EC-kaart kan ook hiervoor ook gebruikt worden, aangezien de EC iets zegt over het vochtgehalte in de bodem(5.1.1). Het zal niet mogelijk zijn om op de vierkante meter nauwkeurig de afgifte van een beregeningsinstallatie te bepalen. Wel moet het in de toekomst mogelijk kunnen zijn om in zones te gaan beregen, waarbij het beregeningshaspel aangestuurd wordt.

Aaltjes-risico-kaart

“Kleigronden zijn over het algemeen veel minder schadegevoelig dan zandgronden omdat op de laatstgenoemde alle aaltjes voorkomen en op kleigronden voornamelijk cysteaaltjes maar ook stengelaaltjes”(Beers, 2009). Het organische stof is ook van invloed op de schade die aaltjes aanrichten. Daarom is het belangrijk om inzichtelijk te maken welke grondsoorten voorkomen op het bedrijf. Mochten er percelen zijn die qua grondsoort erg variërend zijn. Kan er een inschatting gemaakt worden welke aaltjes problemen kunnen ontstaan bij een bepaald bouwplan. Dit kan gedaan worden door een koppeling te maken tussen de lutum-kaart en de organische stof kaart. Er kan een aaltjes-risico-kaart gemaakt worden. Hiervan kan geen taakkaart gemaakt worden maar het is een indicatie voor de teler. Wel kan er een taakkaart gemaakt worden voor de toediening van granulaat ter bestrijding van bepaalde aaltjes. Op plekken in het perceel met een hoog risico kan dan meer granulaat toegediend worden, op plekken met laag risico wordt dan minder granulaat toegediend(Regeer,2014).

8. Conclusie

Uit hoofdstuk 1 blijkt dat er in Nederland verschillende manieren zijn om de bodem te laten scannen. Vergeleken met de andere bodemscans is de Verisscan de scan, die op dit moment de meeste informatie geeft van de bodem. Echter kost de verisscan afhankelijk van het aantal hectares wel €175,00 per hectare, en is hiermee het duurst. Van de behandelde bodemscans en de gevonden informatie blijkt dat de verisscan de hoogste betrouwbaarheid heeft.

Het onderzoek over de relatie elektrische geleidbaarheid en het percentage lutum van de bodem geeft aan dat er een sterke relatie is. Bij twee van de drie percelen blijkt dat ze equivalent zijn. Eén perceel heeft teveel afwijkingen om hier statistische iets over te zeggen. Er dient dus vermeld te worden dat er geen harde conclusie getrokken kan worden. De factoren die invloed op de elektrische geleidbaarheid hebben hier invloed op. Vocht is in dit geval de belangrijkste factor, gevolgd door het zoutgehalte en de lutum. De temperatuur, porositeit en het organische stof gehalte volgen daarna. Het is een complex geheel waarbij vocht de grootste invloed toont. Hoe groot de bijdrage van de factoren zijn, is met uitzondering van temperatuur niet bekend. Er kan echter wel een duidelijke indicatie gegeven worden. Zo zal de variatie op kleigronden vooral gelinkt worden aan het percentage lutum en op zandgronden vooral aan het vochtgehalte en het organische stof. Doordat de verisscan het organische stof percentage op een andere manier in kaart brengt(3.1.1), kan er een indicatie gegeven worden of het organische stof een bijdrage heeft. Zo zal er bij een hoog organische stof gehalte rekening mee moeten worden gehouden, maar bij een laag gehalte zal de bijdragen minimaal zijn. Conclusie op kleigronden heeft de elektrische geleidbaarheid een sterke relatie met het lutum gehalte, maar waarbij met name rekening moet worden gehouden met de factoren zouten en vocht.

Agrifirm heeft momenteel één draaiende advieskaart dit is de bekalkingskaart op zand- en dal gronden. Agrifirm is momenteel druk met het ontwikkelen van advieskaarten: de bekalkingskaart op klei- en zavelgronden, de bemestingskaart en de €-kaart. De CEC kaart draagt bij aan de bemestingskaart die Agrifirm aan het ontwikkelen is. Met betrekking tot het lutum-gehalte zijn er theoretisch een aantal kaarten mogelijk: compost-strooi kaart, variabel bodemherbiciden toedienen, variabele plantafstand, variabel beregen en de aaltjes-risico-kaart. Er liggen voor Agrifirm en telers in de toekomst zeker kansen ter verduurzaming van de bedrijfsvoering.

9. Bronvermelding

- Allison L. E., Bernstein L., Bower C. A., Brown J. W., Fireman M., Hatcher J. T., Hayward H. E., Pearson G. A., Reeve R. C., Richards L. A., Wilcox L. v., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, United States Salinity Laboratory Staff, 1954
- van Beers, T., Opstellen aaltjes beheersing strategie(ABS), PPO-agv, 23 december 2009,
- Dorka-Vona, V., Malda, J.T., Onderbouwing variabele basis taakkaart(108), Altic, maart 2013
- Van Eekeren, N., B. Philipsen, M. Hanegraaf. 2007. Blijvend grasland of gras klaver in rotatie met snijmaïs, V-focus, oktober 2007, pp. 24-25.
- Eijkelkamp Agrisearch Equipment, EC-Sonde voor bodemgeleidbaarheidsmetingen, April 2011
- Evers, Maurice., de Boer, Broer., CEC-ECE-CE-EC-EEC, Parameters in beeld die voor verwarring zorgen, 2008
- Gibbs Simon, Salt Action, Forbes, How to Texture Soils & Test for Salinity, ISSN 1 325-4448, nummer 8, October 2000.
- Hanegraaf MC, V Suresh Waghdhare, H van der Draai, MJG de Haas & DW Bussink. Bodembreed interreg, Verkenning van bodemsensoren voor de landbouw. 2012.
- Heijting, Sanne., Dantuma., Willem., Kempenaar, Corné., Meer met taakkaarten in Integraal Pakket Akkerbouw 2015, Projectnummer PPL 123, 28 maart 2013.
- Jacobs, W., Eelkema, M., Limburg, H., Winterwerp, J.C. A new radiometric instrument for *in situ* measurements of physical sediment properties, Delft University of Technology, 18 februari 2009.
- Kempenaar, Corné., Heijting Sanne., Kessel, Geert., Michielsen, Jean Marie., Wijnholds, Klaas., Modellen en beslisregels voor variabel doseren van gewasbeschermingsmiddelen op basis van variatie in bodem en gewas, Rapportage PPL-project 80, 28 maart 2013.
- Kikkert, Anita. Sensingsystemen voor bodem en gewas ten behoeve van precisielandbouw: overzicht van beschikbare producten, HLB rapport 655, project 3286, Februari 2009.
- Oonk, Karin, Variabel organische stof op klei uit metingen Veris scan, Agrifirm plant, 25 september 2014..
- Philipsen, Herman van Schouten, Jos Groten(PPO), Hoofdboek snijmaïs, Wageningen UR Livestock Research, december 2013.

- Rietema-Vogelzang, Korine., Q&A Agrometius Veris bodemkaarten en Agrifirm Plant advies, Agrifirm plant, januari 2015.
- Schans, David van der., Jukema, Jan Nammen., van der Klooster, Arjan., Molenaar(PPO-Agv), Karin., Krebbers, Herman., Korver, Richard., van Roessel, Geert-Jan., Meertens, Lucas., Truiman, Jos(DLV Plant). Toepassing GPS en GIS in de akkerbouw: Nut en rendement van toepassingen op het gebied van geolandbouw. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Business-unit AGV, PPO nr. 3250062000, februari 2008.
- van Sonsbeek, Bodemscans met behulp van elektromagnetische inductie, 2014
- Timmer, R.D., Wustman, R. Onderbouwing van de effecten van een variabele plantafstand bij poot aardappelen, PPO nr. 32500613, September 2007.
- Universiteit Gent, Leenaars, Gerard., Ontwikkelverzoek: Zones met opbrengstpotentieel(96), Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminventarisatie (ORBit), 5 november 2012
- Veris Technologies. Precise Mapping of Major Soil Productivity Indicators Using On-the-Go Soil Sensors. 2012.
- Visscher, Vergelijking onderzoeksresultaten kalk, slib, lutum, zand en zandfracties in de grond – BLGG Martendaal Oosterbeek en RIJP, Lelystad. Juni 1982.
- ZLTO, Start Precisielandbouw, 2012

Internetbronnen:

- BLGG AgroXpertus, 28 mei 2013, CEC is het 'voorraadvat' van kasgrond. Geraadpleegd op 15 januari 2015, van <http://blgg.agroxpertus.nl/expertise/bemesting/artikelen/cec-het-voorraadvat-van-kasgrond>
- BLGG AgroXpertus, 9 november 2011, Structuurdriehoek grasland. Geraadpleegd op 16 januari 2015, van <http://blgg.agroxpertus.nl/expertise/bemesting/artikelen/structuurdriehoek-grasland>
- Green Care melspring, 2014, CEC- voedingsbuffer. Geraadpleegd op 15 januari 2015, van <http://www.greencare-concept.nl/nl/advies/19/cec---voedingsbuffer.html>
- Groenkennisnet, 2014, Bodemscans met behulp van elektromagnetische inductie, Soilsan, geraadpleegd op 3 januari 2015, van <http://precisielandbouw.groenkennisnet.nl/Soilsan.ashx>
- Groenkennisnet, 2014, Weerstand meten, geraadpleegd op 3 januari 2015, van <http://precisielandbouw.groenkennisnet.nl/Weerstand-meten.ashx>

- Groenkennisnet, 2014, Veris MSP3 bodemsensor, geraadpleegd op 2 januari 2015, van <http://precisielandbouw.groenkennisnet.nl/Veris-MSP3-bodemsensor.ashx>
- Nieuwe oogst, 2013, Nieuw CEC-advies voor betere structuur, p-39, geraadpleegd op 20 januari 2015, van http://www.altic.nl/images/stories/pdf/diversen/20130202_nieuwe-oogst.pdf
- Nutrinorm, 2013, Organische stof, Verschillende vormen van organische stof, geraadpleegd op 14 januari 2015, van <http://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Verschillende-vormen-van-organische-stof-jong-en-oud.aspx#.VMkiNGiG-Fk>

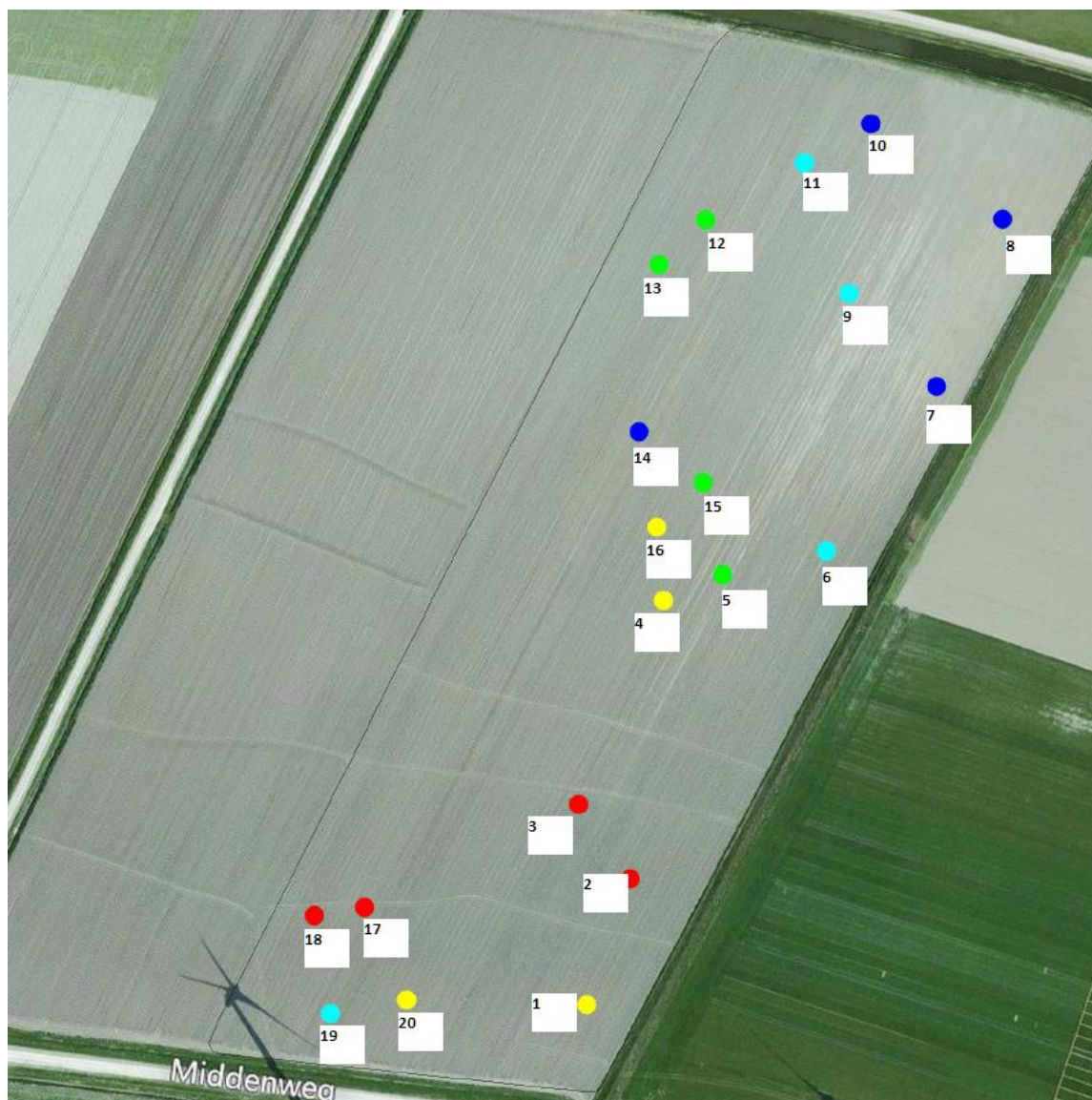
10. Bijlage

Bijlage 1: Overzicht bodemscans.

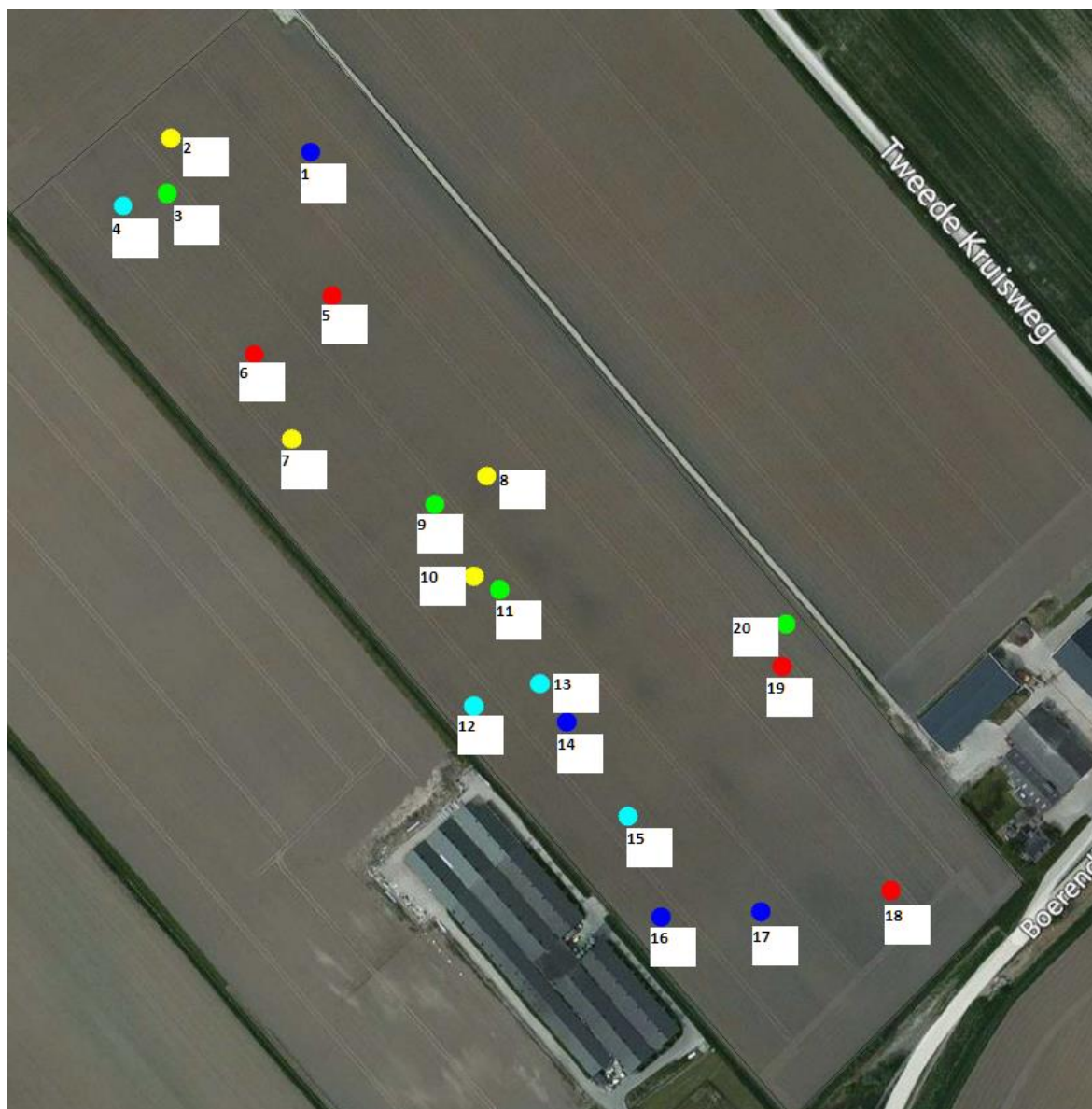
Zie pagina 53.

Overzicht bodemscans	Verisscan	EM-38	TerraSen/TDR	De Mol	RhoC	Soilscan	Penetrologger / weerstand meten
Uitvoerende bedrijven	Samenwerking Agrometius/ Agrifirm	Medusa Explorations, LoonwerkGPS en The Soil Company.	Dacom	Voorheen The Soil Company momenteel niemand	Medusa Explorations	Altic	-
Werkingsprincipe	Optisch(o.s), elektrische en elektromagnetisch	Elektrische en elektromagnetisch	Elektrische en elektromagnetisch	Gammastraling	Gammastraling	Gammastraling	Mechanisch
Doel	Bodemeigenschappen in kaart brengen: o.s., pH, elektrische geleidbaarheid en hoogte	Het meten van de elektrische geleidbaarheid	Het meten van het bodemvocht	Bodemeigenschappen in kaart brengen vnl. :Textuur, voeding, fysische en bulkdichtheid	Bulkdichtheid en de bodemtextuur	Bodemeigenschappen in kaart brengen Lutum, o.s., zandfractie, hoogte en watervasthoudend vermogen.	Weerstand meten / indringingsweerstand.
Referentiemonster	Ja (voor pH niet)	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee
Montage apparaat	Achter trekker	Achter trekker of quad	Hand, vaste paal in het perceel	Achter trekker	Hand	Quad	Trekker/ploeg /culter/woelpoot
Metingen	o.s. : elke seconde pH: 10 seconden (om de 20-100m.) EC: elke seconde	8 metingen per seconden	5 sensoren op 1 Terrasen	Elke seconden 1 meting, snelheid 5/6 km/uur = elke 1,5m een meting	Pleksgewijs met de hand kaarten maken is mogelijk met een handheld computer	Elke 2 seconden meting, snelheid 5/6 km/uur = elke 3m een meting	Penetrologger elke meting. Sensoren meten constant
Weersafhankelijk	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee	Nee, bodem moet wel berijdbaar zijn	Nee
Werkingsdiepte	o.s.: 2,5 – 7,5 cm pH : 4 – 15 cm EC: 30 en 90 cm	Tot +/- 1,5m	0 - 50cm	0 - 30cm	0 - 30cm	0 - 30 cm	Eigen inzicht
Praktijkrijpheid	Praktijkrijp	Praktijkrijp	Praktijkrijp	Te onbetrouwbaar	Praktijkrijp	Onderzoeksfase	Praktijkrijp
Betrouwbaarheidsinterval	Van de o.s. → $R^2 = 0,90$. pH → $R^2 = 0,82$. EC: zie EM38	Betrouwbaarheidsinterval niet bekend. Wordt regelmatig gebruikt in de landbouw	Onbekend	Onbekend, maar niet betrouwbaar(Malda,2014)	$R^2 = 0,77$ van de bulkdichtheid	Onbekend, maar betrouwbaarder als de 'de Mol' vanwege schrappen waardes.	Metingen zijn betrouwbaar.
Kosten	€ 175,00 per hectare minimaal 15 hectare	€ 75,00 - € 95,00 per hectare	€ 2.295,00 + jaarlijkse kosten van € 725,00	110 euro/ha. min. 20 ha. (min. 5 ha. Noordelijke provincies) 2008	-	- (Onderzoeksfase, maken geen reclame om volop scans uit te voeren)	-

Bijlage 2: Nummering perceel van Os



Bijlage 3: Nummering perceel Vrolijk



Bijlage 4 Nummering perceel Straver



Bijlage 5: Omrekeningsfactoren bepaling van het zoutgehalte voor de verschillende bodemtypes.

Table 1: Soil Texture Groups						EC _{1:5} to EC _e conversion factor
Soil Texture Group	How to identify the Soil	Coherence	Feel	Approx. Ribbon Length	Approx % Clay	
Sands (sand, loamy sand, clayey sand)	Have little coherence and cannot be moulded into a stable ball. Individual sand grains stick to fingers.	nil to slight	sandy, gritty	nil to 15mm	up to 10	17
Sandy loams (sandy loam, fine sandy loam)	Can be moulded into a stable ball. Sand grains can be seen and/or felt.	slight to just firm	sandy	15-25mm	10-25	13.8
Loams (loam, silty loam, sandy clay loam)	Soil ball is easy to manipulate and has a smooth spongy feel. Greasy to the touch & discolours fingers if organic matter present. Very silky and smooth if silty loam. Sandy clay loam (medium sand in a fine matrix) will ribbon 25-40mm and looks sandy.	firm	spongy, maybe greasy	about 25mm	20-30	9.5
Clay Loams (fine sandy clay loam, clay loam, silty clay loam)	Can be formed into a stable ball that is smooth and plastic to manipulate. May feel slightly sandy or silky.	firm to strong	smooth	40-50mm	30-35	8.6
Light Clays (sandy clay, silty clay, light clay, light medium clay)	Handles like smooth plasticine. Slight resistance to rolling out and shearing. Rod of light medium clay can be formed into a ring without cracking.	firm to strong	plastic	50-85mm	35-45	8.6
Medium & Heavy Clays	Smooth and very plastic with a moderate to strong resistance to rolling out and shearing. Heavy clay handles like stiff plasticine. Ribbon or rod can be formed into a ring in the palm without cracking.	strong	plastic	over 85mm	more than 45	7
COHERENCE The way the moist ball of soil holds together: Nil to slight coherence: soil won't hold together, or stay in a moulded ball. e.g. sands Slight to firm coherence: holds together well, but needs water to form ball. e.g. loams Strong coherence: holds shape very well. e.g. medium clay		FEEL & OTHER FEATURES: How the balls looks and feels as you knead it: Sandy: feels gritty and you can see coarser sand grains. Fine sand grains (which may be too small to see) make a grating sound as you rub the soil between fingers and thumb. Spongy: typical of loams ; also, high organic matter content gives a spongy feel. Silky: a smooth, soapy, slippery feel is typical of high silt content. Plastic: ball can be deformed & holds its new shape strongly. Feels sticky. Typical of clays . Resistance to Shearing: how firm the soil feels as you form a ribbon. (Place the ball of soil between your thumb and forefinger and squeeze, sliding your thumb across the soil.) The firmness is a good way to distinguish light, medium and heavy clays. A light clay is easy to shear: a medium clay is stiff, a heavy clay is very stiff and often takes two hands to squeeze into a ribbon.				

Bijlage 6. Tempratuurcorrectiefactoren en bijbehordende bodemtemperaturen.

Appendix 1

Temperatuurcorrectiefactoren en bijbehorende bodemtemperaturen.

Hierbij geldt dat de waarde zoals afgelezen op de display van de aardweerstandsmeter, gedeeld moet worden door 1000 om de temperatuurcorrectiefactor f_t te verkrijgen.

°C	f_t	°C	f_t	°C	f_t
3,0	1,709	22,0	1,064	29,0	0,925
4,0	1,660	22,2	1,060	29,2	0,921
5,0	1,613	22,4	1,055	29,4	0,918
6,0	1,569	22,6	1,051	29,6	0,914
7,0	1,528	22,8	1,047	29,8	0,911
8,0	1,528	23,0	1,043	30,0	0,907
9,0	1,448	23,2	1,038	30,2	0,904
10,0	1,411	23,4	1,034	30,4	0,901
11,0	1,375	23,6	1,029	30,6	0,897
12,0	1,341	23,8	1,025	30,8	0,894
13,0	1,309	24,0	1,020	31,0	0,890
14,0	1,277	24,2	1,016	31,2	0,887
15,0	1,247	24,4	1,012	31,4	0,884
16,0	1,218	24,6	1,008	31,6	0,880
17,0	1,189	24,8	1,004	31,8	0,877
18,0	1,163	25,0	1,000	32,0	0,873
18,2	1,157	25,2	0,996	32,2	0,870
18,4	1,152	25,4	0,992	32,4	0,867
18,6	1,147	25,6	0,988	32,6	0,864
18,8	1,142	25,8	0,983	32,8	0,861
19,0	1,136	26,0	0,979	33,0	0,858
19,2	1,131	26,2	0,975	34,0	0,870
19,4	1,127	26,4	0,971	35,0	0,829
19,6	1,122	26,6	0,967	36,0	0,815
19,8	1,117	26,8	0,964	37,0	0,801
20,0	1,112	27,0	0,960	38,0	0,788
20,2	1,107	27,2	0,956	39,0	0,775
20,4	1,102	27,4	0,953	40,0	0,763
20,6	1,097	27,6	0,950	41,0	0,750
20,8	1,092	27,8	0,947	42,0	0,739
21,0	1,087	28,0	0,943	43,0	0,727
21,2	1,082	28,2	0,940	44,0	0,716
21,4	1,078	28,4	0,936	45,0	0,705
21,6	1,073	28,6	0,932	46,0	0,694
21,8	1,068	28,8	0,929	47,0	0,683

ANALYSERAPPORT

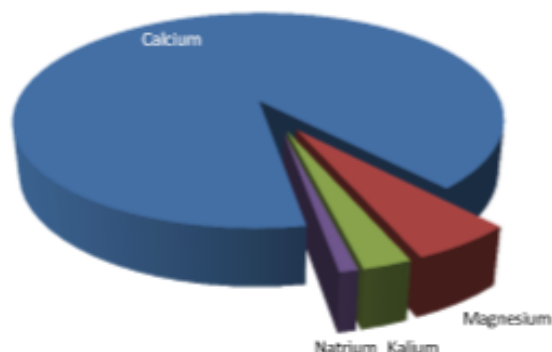
N14 achter

Rapportnummer: 20140306-97430

BODEMSTRUCTUUR

Kationenbalans

De CEC geeft informatie over de capaciteit van de bodem om de elementen vast te houden en zegt tevens iets over de structuur. CEC is de afkorting die staat voor Cation Exchange Capacity, ofwel de kationen uitwissel capaciteit van de bodem. Het staat ook wel bekend als klei-humus complex. De CEC is een bodemkenmerk dat aangeeft hoeveel positief geladen voedingsstoffen (zoals K^+ , Na^+ , Mg^{2+} en Ca^{2+}) en andere positief geladen elementen (bijvoorbeeld Al^{3+} en H^+) de bodem kan vasthouden.



Totale bezettingsgraad van het CEC **100%**

	Bezetting	Laag	Goed	Hoog
Calcium (Ca^{2+})	91 %			
Magnesium (Mg^{2+})	5.5 %			
Kalium (K^+)	2.6 %			
Natrium (Na^+)	1.0 %			
Waterstof (H^+)	< 0.1 %			
Overige (o.a. Al^{3+} , Fe^{2+})	< 0.1 %			

Toelichting

De balans in de kationenbezetting op uw perceel is niet optimaal, de bezetting van magnesium en kalium is laag en de bezetting van natrium is hoog. Het effect hiervan op de structuurstabiliteit en verkrumelbaarheid ziet u in onderstaande figuren.

Structuurstabiliteit (slemp)

De structuurstabiliteit (slemp) is een beoordeling van de weerstand van de bouwvoor tegen vervloeien bij neerslag (vocht). Door verslemping kan luchttekort in de bodem ontstaan, waardoor kieming en groei worden geremd. Tevens kan verslemping het opdrogen van de bovengrond en daarmee de bewerkbaarheid vertragen. De waardering wordt vooral beïnvloed door het gehalte aan lutum en organische stof, maar ook de basebezetting aan het CEC heeft invloed op de stabiliteit van de bodem.



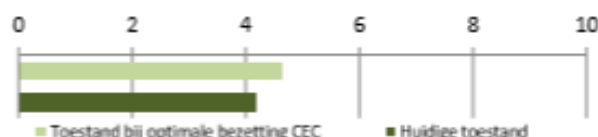
De structuurstabiliteit van uw perceel: **9.0**

Toelichting

De structuurstabiliteit van uw perceel is goed, het perceel is niet gevoelig voor verslemping

Verkrumelbaarheid

De verkrumelbaarheid is een beoordeling van de binding tussen bodemdeeltjes en is van groot belang voor de begingroei, hoeveelheid tarra en - in het algemeen - de benodigde grondbewerking. De waardering wordt beïnvloed door de zwaarte van de grond (lutum), het gehalte aan organische stof en de zuurgraad (pH), maar ook de basebezetting heeft invloed op de verkrumelbaarheid.



De verkrumelbaarheid van uw perceel: **4.2**

Toelichting

De kans op schade (opbrengstderving) door de mate van verkrumelbaarheid op uw perceel is groot, dit kan zich uiten in trage (begin) groei, ongunstige sortering, veel tarra en roolbeschadigingen.

De resultaten hebben betrekking op het bemonstrende object, indien de monitoring is uitgevoerd door ABC. De resultaten hebben alleen betrekking op het onderzochte monster, indien de monitoring is uitgevoerd door derden. De analysemethoden, rapportagegrenzen en prestatiekenmerken zijn opvraagbaar. Dit analyserapport mag, zonder schriftelijke toestemming van ABC, niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd. Raadpleeg eventueel uw bedrijfsaankorder. Met "U" gemerkte resultaten zijn afgeleid bij LZV (Rijk registratienummer 1201). Adviezen, opmerkingen en interpretaties vallen niet onder accreditatie. De resultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van Ing. A.N.M. v.d. Salm - v.d. Berg, algemeen directeur.