

Niet-kerende grondbewerking een slimme zet?

Een onderzoek naar NKG binnen Flevoland

DISCLAIMER

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



Naam: Jens Kofoed
Instelling: Aeres Hogeschool
Opleiding: Bedrijfskunde & Agribusiness
Plaats: Dronten
Datum: 20-12-2017
Afstudeerdocent: Hermann Schilt



AERES

Titelpagina

Niet-kerende grondbewerking

Een slimme zet?

Een onderzoek naar NKG binnen Flevoland

2

Hoofdvraag: In hoeverre biedt Niet-kerende grondbewerking voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief voor ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?

Naam student: Jens Kofoed

Instelling: Aeres Hogeschool

Major: Bedrijfskunde & Agrifoodbusiness

Plaats: Dronten

Datum: 20-12-2017

Afstudeerdocent: De Heer H. Schilt

Voorwoord

Hier voor u ligt de afstudeeropdracht ‘Niet-kerende grondbewerking, een slimme zet?’ dat geschreven is in het kader van de opleiding Bedrijfskunde & Agrifoodbusiness aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Vanaf het voorjaar maart 2017 tot en met januari 2018 heb ik mij bezig gehouden met deze afstudeeropdracht en heb ik onderzoek gedaan naar Niet-kerende grondbewerking binnen Flevoland.

Hierbij wil ik Wim van Garderen, Ron Ottenhof, Ria van Schoonhoven, Hermann Schilt en Agrifirm hartelijk danken voor hun bijdrage aan deze afstudeeropdracht. In het speciaal bedank ik alle geïnterviewde akkerbouwers voor hun medewerking bij de afgenomen interviews. Zonder hun medewerking had ik dit onderzoek niet kunnen uitvoeren.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jens Kofoed, Lelystad, 08-01-2018

Inhoud

Samenvatting.....	6
Abstract	7
1. Inleiding	8
1.1. Relevantie	9
1.2. Probleemstelling	11
1.3. Doelstelling.....	11
1.4. Hoofd- en deelvragen	11
1.5. Betrokkenen.....	11
1.6. Kernbegrippen	12
1.7. Beschikbare literatuur	13
1.8. Knowledge-gap.....	13
1.9. Afbakening	14
2. Aanpak (Materiaal en Methode)	15
2.1. Deelvragen 1, 2 en 3	15
2.2. Interviews	16
3. Niet-kerende grondbewerking.....	18
3.1. Ontstaan van NKG.....	18
3.2. Toepassing van NKG in de hedendaagse akkerbouw	19
4. Ontwikkelingen in de Flevolandse Bodem	22
4.1. Achtergrond informatie bodem.....	22
4.2. Flevoland	23
4.3. Bodemsoorten Flevoland	24
4.4. Toenemende gewicht mechanisatie	25
4.5. Bodemdaling.....	25
4.6. Druk vanuit de keten.....	26
4.7. Invloed van de ontwikkelingen op de bodem	26
4.8. Klimaat	28
4.9. Bodemvruchtbaarheid.....	28
5. Niet-kerende grondbewerking en bodemverdichting	30
5.1. Kerende grondbewerking.....	30
5.2. Niet-kerende grondbewerking	30
5.3. Effect NKG op bodemstructuur	31
5.4. Worteldiepte	31
5.5. Toepassing Niet-kerende grondbewerking	32
5.6. Structuur verbetering door wormen	33
5.7. Organisch stof gehalte	36

5.8. Schimmels en Bacteriën	38
5.9. Water infiltratie.....	38
5.10. Groenbemester in combinatie met NKG.....	39
5.11. Ploegzool opheffing.....	40
5.12. Draagkracht en poriën.....	40
6. Flevolandse akkerbouwers over NKG	41
6.1 Resultaten interviews.....	41
6.2. De mening van de akkerbouwers	43
7. Discussie	44
8. Conclusie en aanbevelingen	45
8.1 Conclusie	45
8.2 Aanbevelingen	47
9. Bronvermelding	48
10. Bijlage	50

Samenvatting

Mede door natuurlijke inklinking, het gebruik van zware machines en intensieve teelten onder vaak slechte omstandigheden gaat de bodem van Flevoland achteruit. Bodemverdichting is één van de grootste problemen in de bodem van Flevoland. Bodemverdichting kan negatieve invloed hebben op het bedrijfsrendement.

Ploegen is een vertrouwde methode om gewasresten onder te werken, de bovenste structuur van de bodem los te maken en om het zaaibed voor het volgende seizoen voor te bereiden. Echter veroorzaakt ploegen een storende laag in de bodem. Deze laag vermindert de waterinfiltratie en verslechtert de doorworteling van het gewas. Ploegen biedt geen oplossing om de toenemende bodemverdichting in Flevoland te stoppen. In dit onderzoek is onderzocht of Niet-kerende grondbewerking wel een oplossing kan bieden op de achteruitgang van de bodemstructuur en bodemverdichting.

Verschillende studies ondervinden positieve gevolgen in de vermindering van bodemverdichting bij de toepassing van NKG. Uit onderzoek blijkt dat bij NKG het organische stof gehalte in de bodem toeneemt. Door deze toename en het intact houden van de bodem neemt het aantal regenwormen, schimmels en bacteriën toe. Het toenemende bodemleven heeft invloed op het omzetten van plantresten naar organische stof, de mineralisatie en kan plantresten de bodem in werken. Ook het aantal kleine bodemporiën neemt toe. Deze poriën hebben in combinatie met een hoger organische stof gehalte positieve invloed op de draagkracht van de bodem. Hierdoor kan bodemverdichting afnemen omdat de bodem een grotere weerstand ontwikkelt tegen bijvoorbeeld spoorvorming. Ook groenbemesters, die onder het systeem van NKG worden gezaaid, kunnen storende lagen opheffen en organisch materiaal aan de bodem toevoegen. Door de structuurverbetering zijn er minder zware machines nodig om de bodem te bewerken en NKG vermindert eveneens in veel gevallen het aantal bewerkingen.

Ondanks de mogelijkheden van NKG voor de verbetering van de bodemstructuur en de vermindering van de bodemverdichting kent dit systeem een aantal nadelen. Akkerbouwers zijn zich bewust van de voordelen van NKG, maar ook van de nadelen. Die nadelen zijn voor hen redenen om NKG niet toe te passen en te kiezen voor andere oplossingen zoals het eco-ploegen, het gebruik van lichtere machines, lagere bandendruk etc. De uitdaging ligt bij de oorzaak van bodemverdichting. NKG kan als alleenstaand systeem bodemverdichting niet opheffen. In combinatie met andere methode zou NKG wel een oplossing kunnen bieden. Als vervolgonderzoek kan onderzoek gedaan worden naar een duurzaam systeem waar NKG in combinatie met andere methodes in is opgenomen.

Abstract

The agricultural soil of the province Flevoland in the Netherlands shows signs of deterioration. This is partly caused by natural subsidence of the soil but mainly by the use of heavy machinery and intensive cultivation. Soil compaction is one of the main problems in the agricultural soil of Flevoland. Soil compaction can have serious impact on the business efficiency of farms.

Ploughing of the soil is a trusted method to mix crop residues with the soil and to loosen up the upper layer of the soil. Subsequently a good quality seedbed can be prepared. Ploughing can however cause a disturbing layer in soil. This layer reduces the ability of soil to let water easily infiltrate and also impedes the rooting of the crops. Ploughing does not offer a solution to stop soil compaction. This study investigates whether Non-till farming can offer a solution to soil compaction and the deterioration of the soil structure.

Several studies show the positive effects of Non-till farming to the reduction of soil compaction. Research shows that the organic matter content in the soil increases when Non-till farming is applied. Because of this increase the number of earthworms, fungi and bacteria increases. This increasing soil life has an effect on the conversion of plant residues into organic matter and the mineralization. Soil life also helps to mix plant residues with the soil. The number of small soil pores also increases thanks to this system. These pores, in combination with a higher organic matter content, have a positive influence on the strength of the soil. As a result, soil compaction can decrease because the soil develops a greater resistance to, for example, deep tracks. Green manure crops, which are often used in combination with Non-till farming, can also help to reduce disturbing layers in soil. These crops also add organic matter to the soil. Due to the structural improvements, less heavy machinery is needed to process the soil in Non-till farming.

Despite the possibilities of Non-till farming to improve the soil structure and to reduce soil compaction, this system also has a number of drawbacks. Dutch arable farmers are aware of the advantages of Non-till farming, but also of the disadvantages. These disadvantages are the reasons for the farmers to not switch to Non-till farming and to opt for other solutions such as eco-ploughing, the use of lighter machinery, the use of lower tire pressures and so on. The real challenge is the cause of soil compaction. Non-till farming can not solve soil compaction on its own. In combination with other methods it could. As a follow-up research, research can be done to a sustainable system that incorporates Non-till farming with other farming related methods.

1. Inleiding

De bodemkwaliteit gaat in een groeiend aantal regio's in Flevoland achteruit. Mede door natuurlijk inklinking maar ook door intensief bodemgebruik vanuit de landbouw. Er wordt veel van de bodem geëist. Akkerbouwers voelen zich gedwongen om hoogrenderende gewassen te telen. De teler wil op korte termijn winstmaximalisatie realiseren. Dit vereist intensivering en schaalvergroting waardoor zwaardere machines gebruikt worden. Deze factoren en het oogsten in het natte seizoen hebben een negatieve invloed op de bodemkwaliteit. De focus om op korte termijn een zo hoog mogelijke winst te behalen geeft weinig ruimte voor het behoud van bodemkwaliteit op lange termijn. In Flevoland is op veel plaatsen de bodemstructuur verslechterd waardoor ook de bodemvruchtbaarheid binnen een generatie boeren sterk achteruit is gegaan (J.J.M. Staps, 2015). Niet alleen deze menselijke invloeden veroorzaken verslechtering van de bodem. Door natuurlijke bodemprocessen is de bodem sinds de inpoldering in Flevoland gedaald en wordt verwacht dat de bodemdaling ook de komende jaren doorzet. Mogelijke dalingen tot 50 centimeter zijn mogelijk (J.J.M. Staps, 2015).

Op veel plaatsen in Flevoland is binnen een generatie boeren de bodemvruchtbaarheid door de toenemende bodemverdichting verslechterd (J.J.M. Staps, 2015). Op steeds meer zwaardere gronden wordt het moeilijker om een bouwplan toe te passen dat voldoende oplevert voor het benodigde bedrijfsrendement. De verantwoording voor bodemverdichting ligt in de handen van de agrarische ondernemer. Een toenemend aantal ketenpartijen realiseert zich dat de toenemende bodemverdichting een steeds groter probleem wordt (J.J.M. Staps, 2015). De vraag voor die ketenpartijen is welke maatregelen genomen kunnen worden om een duurzame bodem te realiseren.

8

Nieuwe grondbewerkingsmethodes kunnen oplossingen bieden voor de achteruitgang van de bodemstructuur. Eén van die grondbewerkingsmethode is Niet-kerende grondbewerking, ookwel NKG genoemd. Bij NKG worden gewasresten oppervlakkig door de bodem vermengt en alleen als het noodzakelijk is wordt de ondergrond losgetrokken zonder deze te vermengen met andere bodemlagen. Het doel van NKG is om het bodemleven optimaal te laten ontwikkelen. Door een optimaal bodemleven kan er een duurzame en stabiele bodemstructuur ontstaan. De effecten van NKG hebben betrekking op een beter bodemleven, betere bodemstructuur, betere filtratie en betere draagkracht en berijdbaarheid (Triplett, 2008). Ontwikkelingen omtrent NKG nemen toe en in steeds meer gebieden van Nederland wordt dit toegepast. In Flevoland is een aantal gangbare en biologische telers overgeschakeld op NKG. Het ruime merendeel van de akkerbouwers in Flevoland voert zijn hoofdgrondbewerking uit door middel van ploegen. Dit onderzoek probeert antwoord te geven op de vraag of NKG een oplossing kan bieden op de toenemende bodemverdichting in vergelijking met ploegen.

Pireco Productie B.V. is opdrachtgever van dit onderzoek. Dit bedrijf is gespecialiseerd in het ontwikkelen van gewasversterkers op natuurlijke basis en is actief in de agrarische sector in Nederland. Pireco wil met dit onderzoek zijn kennis verbreden op het gebied van nieuwe grondbewerkingsmethode ter verbetering van de bodem.

1.1. Relevantie

Uit een onderzoek van de Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding is gebleken dat de bodemkwaliteit in Flevoland snel afneemt. De oorzaken daarvan zijn onder meer intensieve teelten en zware machines die de bodem verdichten. Ook in andere delen van Nederland ervaren boeren verdichting van de bodem. Na het droogleggen van de polder hebben boeren de kans gekregen om met nieuwe landbouwtechnieken en op vruchtbare grond een maximale winst te behalen. Veel boeren zijn in deze vicieuze cirkel van winstmaximalisatie blijven hangen. Dit kan te verklaren zijn door de stijgende waarde van de grond- en pachtprizen. Daarvoor waren, en zijn nog steeds, intensieve teelten noodzakelijk. Gewassen zoals aardappelen leveren meer op dan tarwe en gras. Echter, de oogst van rooivruchten heeft door het gebruik van zware machines en oogst onder vaak slechte omstandigheden verdichting van de grond tot gevolg (Sukkel, 2010).

Een andere rede is de verhuur van kavels, waardoor telers soms niet langer dan één jaar een perceel verbouwen. Hierdoor houden telers minder rekening met de duurzaamheid van de bodemkwaliteit. De telers hebben daar geen belang bij omdat ze op korte termijn weer naar ander perceel gaan. Om die rede bestaan er al kavels in de Noordoostpolder die bijna uitgeput zijn.

Veel boeren zijn zich bewust van de achteruitgang van de bodem maar streven naar een maximale winst door onder andere de hoge grond- en pachtprizen waardoor in een korte termijn zoveel mogelijk verdient moet worden (J.J.M. Staps, 2015). Op korte termijn zijn hoge opbrengsten het belangrijkste. Maximale opbrengsten worden behaald door de bodem intensief te gebruiken en daarbij wordt er weinig aandacht geschonken aan de duurzaamheid van de bodem. Echter is het huidige intensieve systeem niet langer vol te houden (Dongen, 2015).

Om te spreken van een afnemende bodemkwaliteit is te oppervlakkig. De bodem is een complex systeem waar veel factoren een rol spelen. Bodemvruchtbaarheid, bodemstructuur en bodemleven hebben allemaal te maken met de bodemkwaliteit. De zorgen om bodemkwaliteit nemen toe, maar in veel gevallen kan niet met zekerheid gezegd worden wat de oorzaken voor de achteruitgang van de bodemkwaliteit precies zijn. Zo maken boeren zich zorgen om het organische stof gehalte maar blijkt uit onderzoek van het Waterschap Zuiderzeeland dat het organische stof gehalte juist in bepaalde regio's toeneemt (Zuiderzeeland, 2015).

Een terechte zorg is echter de toenemende bodemverdichting in Flevoland. In veel plaatsen in Flevoland speelt dit een rol. Bodemverdichting is een complex probleem en is moeilijk op te lossen omdat iedere extra bewerking van de grond gedaan wordt met een zware machine. Tevens neemt door schaalvergroting het gewicht van deze machines toe (Zuiderzeeland, 2015).

Grondbewerking

Bodemverdichting en grondbewerking is nauw met elkaar verbonden. Huidige grondbewerkingen die in de hedendaagse akkerbouw worden uitgevoerd staan als volgt beschreven.

- Losmaken van de verdichte ondergrond om zo de bodemfuncties te herstellen en te verbeteren;
- het vermengen van plantresten en onkruid met de bodem om zo onkruiddruk en ziekten en plagen te voorkomen;
- inwerken van dierlijke mest;
- het maken van zaai-, en poot of plantbedden waarin goed machinaal gezaaid, gepoot of geplant kan worden;
- het doden van onkruid of bodembedekkers.

Bron: (Ten Berge, 2010)

Het standaard werktuig voor de hoofdgrondbewerking is de ploeg. De ploeg keert de bovengrond waardoor gewasresten en onkruiden verdwijnen in de grond. Ieder seizoen wordt de bodem verdicht door zware machines zoals oogstmachines en weer losgemaakt. Dit proces kost veel tijd, geld en energie. Tevens kan dit proces tot structuurschade en verstoring van het bodemleven leiden als de grond te zwaar bereiden wordt of te nat bewerkt wordt. Ploegen verstoort de aanwezige stabiele structuren in de grond die de doorlatendheid bevorderen. Andere nadelen van intensief grond bewerken is de verplaatsing van organische stof naar diepere lagen in de bodem en de versnelde afbraak van organische stof (Ten Berge, 2010). Vanwege deze ongewenste effecten is er momenteel veel belangstelling voor nieuwe systemen die de bodem minder verdichten. Dit kunnen zijn; lichtere mechanisatie, lagedrukberijding, minder ingrijpende grondbewerking zoals minder diep ploegen, en NKG.

NKG doet zijn intrede, dit systeem is echter nog in ontwikkeling en kent ook zijn eigen specifieke problematiek rond onkruidbeheersing en gewasrestenbeheer. Vanwege het grote belang van een goede bodemkwaliteit in de gehele akkerbouw, zowel in de biologische teelt als de in de gangbaar teelt, en het feit dat hier veel veldbewerkingen uitgevoerd worden is de ontwikkeling voor minimale grondbewerking de afgelopen jaren vooral in deze sector in de belangstelling gekomen. Telers maken steeds meer gebruik van slimme geïntegreerd. (Ten Berge, 2010).

In andere landen zoals Australië, Zuid-Amerika en Canada wordt NKG al veel toegepast (Triplett, 2008). In Nederland wordt NKG nog slechts beperkt toegepast. Vanaf 2013 is het in Limburg verplicht om NKG toe te passen op erosiegevoelige gronden. In dat gebied wordt circa 2.000 hectare volgens het principe NKG bewerkt. Een groeiend aantal akkerbouwers en groentetelers in Nederland passen nu ook NKG toe. Deze telers hebben positieve ervaringen door bepaalde teelten niet meer te ploegen. Deze positieve ervaringen laten zien dat NKG mogelijkheden biedt (Algemene informatie, 2011).

1.2. Probleemstelling

Er is al veel bekend omtrent NKG. Eerder uitgevoerde onderzoeken in Nederland en het buitenland hebben de effecten van NKG bewezen. De doelstelling van dit onderzoek is om een antwoord te geven op de volgende probleemstelling: biedt NKG voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief in vergelijking met ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?

Naar schatting van Van Essen, Bodemkundige van adviesbureau Aequator Groen en Ruimte (Court, November 2015) is inmiddels 45 tot 60 procent van de Flevolandse bodem ernstig verdicht. Intensieve berijding van de akkers lijkt de oorzaak. NKG vermindert bodemverdichting en verbetert daarmee mogelijk de bodemstructuur. Maar in hoeverre is dit voor de Flevolands akkerbouwers relevant, en is NKG ten opzichte van ploegen dan ook echt beter, en hoe kijken de akkerbouwers in Flevoland zelf naar de bodem en NKG? Deze onderwerpen zijn in dit onderzoek besproken. Het comparatieve element in dit onderzoek was de vergelijking tussen ploegen ten opzichte van NKG met betrekking tot de bodemstructuur in de Flevolandse akkerbouw. De doelgroep voor dit onderzoek is de Flevolandse akkerbouwer en andere betrokkenen binnen deze sector. Bevindingen uit dit onderzoek kunnen een verheldering geven waarom huidige akkerbouwers in Flevoland NKG wel, of juist niet als alternatieve grondbewerking kunnen toepassen.

1.3. Doelstelling

Doormiddel van dit onderzoek is in kaart gebracht of een toepassing van NKG een realistische oplossing is op de huidige ontwikkelingen in de Flevolandse bodem met betrekking tot bodemverdichting in vergelijking met kerende grondbewerking. De doelstelling van dit onderzoek is om een antwoord te geven op de volgende vraag: biedt NKG voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief in vergelijking met ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?

1.4. Hoofd- en deelvragen

Hoofdvraag: In hoeverre biedt niet-kerende grondbewerking voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief voor ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?

Deelvraag 1 - Wat is Niet-kerende grondbewerking?

Deelvraag 2 - Welke urgente bodemproblemen doen zich voor in de Flevolandse bodems.

Deelvraag 3 - Zal Niet-kerende grondbewerking ten opzichte van ploegen een realistisch alternatief zijn om bodemverdichting te beperken?

Deelvraag 4 - In hoeverre verwelkomt de Flevolandse akkerbouwer deze ontwikkeling?

1.5. Betrokkenen

Dit onderzoek is opgeleverd aan Pireco Productie B.V. Dit bedrijf heeft belang bij dit onderzoek. Het zal Pireco kennis en inzicht verschaffen in nieuwe grondbewerkingsmethodes en modern bodembeheer. Pireco stelt dit onderzoek beschikbaar aan telers en andere belangengroepen. De grootste doelgroep zijn de Flevolandse akkerbouwers.

1.5. Kernbegrippen

In dit onderzoek staan een aantal kernbegrippen centraal. Per begrip wordt een éénduidige definitie beschreven die in dit onderzoek is aangehouden. Deze wordt gegeven voor de volgende begrippen; Bodem, Ploegen en Niet-kerende grondbewerking.

Bodem

Wikipedia (Berendsen, 2017) definieert de bodem als volgt: “De bodem is de bovenste laag van de aardkorst, maar de definitie in de bodemkunde is specifieker, namelijk die laag van de aardkorst die door planten beworteld wordt, of waarin zich bodemvormende processen afspelen. Volgens deze definitie maken vaste gesteente en de natte ongerijpte ondergrond van losse sedimenten geen onderdeel uit van de bodem. De bodemvormende processen veroorzaken veranderingen in de samenstelling van de bodem, die onder andere zichtbaar worden in de vorming van bodemhorizonten. De termen bodem en grond worden in de volksmond vaak door elkaar heen gebruikt, maar de laatste heeft een ruimere betekenis”. Deze definitie zal in dit onderzoek aangehouden worden.

Ploegen

Wikipedia (Ploeg (werktuig), 2017) beschrijft de definitie van ploegen als volgt: “De ploeg is een landbouwwerktuig dat in de akkerbouw wordt gebruikt om de grond, waarin het gewas wordt gezaaid of geplant, te keren, te verkruijmen en proper te maken. Ploegen wordt toegepast om de grond losser te maken, waardoor de bodemstructuur en afwatering verbetert en het zaaien en het ontkiemen van het gewas gemakkelijker gaat. Bij het ploegen worden de restanten van het geoogste gewas met zijn wortels en het opgeschoten onkruid ondergeploegd, waardoor die als meststof dienen”. Deze definitie van ploegen wordt in dit onderzoek aangehouden.

12

Niet-kerende grondbewerking

In dit onderzoek staat het begrip niet-kerende grondbewerking centraal. De website www.nietkerendegrondbewerking.nl (Algemene informatie, 2011) definieert NKG als volgt: “NKG betekent een systematisch vermijden van intensief kerende of mengende grondbewerking. Het doel is maximale opbouw van bodemstructuur gevormd door planten en bodemleven. NKG is een middel om de natuurlijke processen zo min mogelijk te verstoren. Naast veranderingen in grondbewerking is streven naar maximale bodembedekking een belangrijke succesfactor.” In dit onderzoek wordt de volgende definitie van NKG aangehouden: (Niet kerende grondbewerking (NKG), 2008) “bij niet kerende grondbewerking (NKG) wordt de bodem niet dieper dan 12 centimeter bewerkt. Men vermengt gewasresten dus alleen oppervlakkig met de bodem. Indien nodig wordt de ondergrond los gemaakt (gewoeld) zonder deze te vermengen met andere bodemlagen. Door de bodem niet te keren en minder intensief te bewerken spaart men het bodemleven. Ook is er minder bodemverdichting door bijvoorbeeld de banden in de ploegvoor”. 3.2.

1.7. Beschikbare literatuur

Deelvraag 1: Wat is niet-kerende grondbewerking?

Over het onderwerp was veel literatuur beschikbaar. Er is gebruik gemaakt van wetenschappelijke en andere literatuur. Het vraagstuk bij deze deelvraag was een gedetailleerde beschrijving van niet-kerende grondbewerking met de voor- en nadelen van deze methode.

Deelvraag 2: Welke urgente bodemproblemen doen zich voor in de Flevolands bodem?

Over dit onderwerp was minder literatuur beschikbaar in vergelijking met deelvraag één. Er is gebruik gemaakt van wetenschappelijke en andere literatuur. Het vraagstuk bij deze deelvraag is een gedetailleerde beschrijving van de ontwikkelingen omtrent de bodemverdichting in Flevolandse akkerbouw percelen. Diverse studies hebben de ontwikkelingen in de bodem van Flevoland onderzocht.

Deelvraag 3: Zal Niet-kerende grondbewerking ten opzichte van ploegen een realistisch alternatief zijn om bodemverdichting te beperken?

Deze deelvraag was het comparatieve element in dit onderzoek. Ter beantwoording van deze deelvraag is een vergelijking gemaakt tussen de twee grondbewerkingsmethode met betrekking tot bodemverdichting. Dit is een opsomming met de voor- en nadelen van de twee methode, en andere overwegingen. De beantwoording is gebaseerd op de bevindingen uit deelvraag 1 en 2.

Deelvraag 4: In hoeverre verwelkomt de Flevolandse akkerbouwer deze ontwikkeling?

De beantwoording van deelvraag één, twee en drie zijn gedaan doormiddel van literatuurstudie. Er zijn interviews afgenomen met akkerbouwers in Flevoland om te onderzoeken of de akkerbouwer bereidt is om de transitie te maken.

1.8. Knowledge-gap

Er is veel literatuur beschikbaar over NKG. Bij deze literatuur kan NKG betrekking hebben op verschillende situaties, regio's en andere werelddelen. Ook in Nederland en Flevoland zijn onderzoeken gedaan naar NKG. Daarnaast is literatuur beschikbaar over de ontwikkelingen in de Flevolandse bodem. Bij dit onderzoek is deze informatie bij elkaar gebracht en daarmee is vervolgens de vraag te beantwoordt of NKG voor Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief is voor ploegen om bodemverdichting te beperken. Er was geen uitgebreid rapport bekend waarin dit antwoord gegeven wordt. Doormiddel van deze literatuurstudie kan de akkerbouw inzicht krijgen of NKG mogelijk een oplossing is om de verdichting van de bodem te beperken.

Er waren een aantal factoren die een bepalende rol speelde of de hoofdvraag beantwoordt zal worden. De hoofdvraag was een open vraag en het antwoord kon meerdere kanten hebben. NKG heeft onvoldoende potentie om voor de Flevolandse akkerbouwer de bodemverdichting te beperken – of - NKG heeft voldoende potentie om voor de Flevolandse akkerbouwer de bodemverdichting te beperken. Daarbij kan de uitkomst per bedrijf en grondtype verschillen. Eveneens is uit dit onderzoek ook gebleken wat nog niet bekend over NKG en de toepassing daarvan in Flevoland om de bodemverdichting te beperken. De bepalende factoren zijn vooral onderzocht in deelvraag één. Deze factoren zijn de voordelen, nadelen en ontwikkelingen omtrent NKG. Aan de hand daarvan zijn de volgende deelvragen beantwoordt.

1.9. Afbakening

Dit onderzoek zal geen oplossing bieden voor de huidige bodemproblematiek en geen aanbeveling geven om over te schakelen naar NKG. Dit onderzoek verschaft informatie over urgente onderwerpen omtrent de hoofdvraag om hiermee een bijdrage te leveren aan de oplossing van het probleem. Het systeem van NKG is in deze literatuurstudie vergeleken met ploegen op akkerbouwbedrijven in de regio Flevoland waarbij rekening gehouden is met verschillende bodemsoorten en omstandigheden binnen Flevoland. Om niet verdwaald te raken in de complexiteit van bodembeheer zijn alleen de invloeden van ploegen en NKG ter beperking van de bodemverdichting in Flevoland onderzocht. Daarbij is gebruik gemaakt van al bekende literatuur.

De resultaten van deze literatuurstudie kunnen zowel voor gangbare bedrijven als biologische bedrijven van toepassing zijn. Onderzoek naar de toepassing van NKG in de biologische akkerbouw verkeert in een verder proces van ontwikkeling. Die bevindingen kunnen ook vertaald worden naar gangbare teelten. Onderscheidt tussen gangbare akkerbouw en biologische akkerbouw is bij beantwoording van de hoofdvraag meegenomen. Andere teeltsystemen worden buiten beschouwing gelaten, zoals vollegrondsgroenteteelt, tuinbouw en fruitteelt. Het onderzoek richt zich alleen op de akkerbouw in Flevoland.

2. Aanpak (Materiaal en Methode)

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de onderzoeksmethode. In dit onderzoek is voornamelijk uitgegaan van een literatuurstudie. Dit onderzoek is een kwalitatief onderzoek (Goede, 2006) waar voornamelijk literatuuronderzoek is gedaan. Ter beantwoording van deelvraag vier zijn er een aantal interviews afgenomen.

2.1. Deelvragen 1, 2 en 3

Ter beantwoording van de eerste drie deelvragen is er een literatuurstudie gedaan. De onderzoeksfunctie is een beschrijvend onderzoek geweest. Het onderwerp is verkend en in kaart gebracht. Er was voldoende literatuur beschikbaar om deze deelvragen te beantwoorden. Er is gebruik gemaakt van al bestaande informatie en gegevens die al reeds zijn verzameld (secundaire data).

Voor een gestructureerde uitvoering van het onderzoek zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1: Selectie van belangrijke zoekwoorden/termen. In het onderzoek is er gebruik gemaakt van termen uit de probleemstelling en onderzoeksvragen. Combinaties van die zoektermen zijn gebruikt en ook vertalingen van deze zoektermen naar het Engels en anderen talen.

2: In wetenschappelijk publicaties en gerefereerde bronnen is gezocht naar bruikbare bronnen die informatie en gegevens kunnen verschaffen.

3: Informatie die antwoord op de deelvraag kunnen geven zijn geselecteerd. Van de gebruikte bronnen en artikelen is een selectie gemaakt die relevant zijn voor de beantwoording van de deelvragen. Daarbij is de relevantie van de bronnen met betrekking tot dit onderwerp afgebakend om niet complete bronnen of niet relevante informatie te vermijden. Voor die selectie is ook rekening gehouden met de wetenschappelijke kwaliteit. Daarbij is gelet op de uitgever, de auteur, de deskundigheid en de actualiteit.

4. Verwerking van de informatie. Hierbij zijn de gegevens geanalyseerd en is bruikbare informatie verwerkt in de rapportage. Daarbij is geselecteerde literatuur bestudeert met behulp van de volgende vragen:

- Welke probleem in het onderzoek staat centraal en hoe wordt het onderzoek aangepakt?
- Welke theorieën en modellen zijn door de auteur gebruikt?
- Wat zijn de resultaten en de conclusies van het onderzoek?
- Hoe verhoudt dit artikel zich tot andere publicaties met betrekking tot het onderzoeksgebied?
- Hoe kan deze publicatie voor het onderzoek gebruikt worden?

Door de geselecteerde literatuur met behulp van deze vragen bestudeerd te hebben is er een goed onderbouwde en kritische bespreking van de literatuur gemaakt (Krul, 2014).

Deelvraag 3 is het comparatieve element in dit onderzoek. Bij de beantwoording van deze deelvraag is er van een vergelijkende onderzoeksfunctie uitgegaan. Er is uitgegaan van een analyse tussen de kenmerken van ploegen in vergelijking met NKG om te bepalen wat de invloeden van deze methodes zijn op de bodemverdichting in Flevoland. Bij beantwoording van deze deelvraag is er een korte verdieping gegeven in de methode ploegen. Dit is volgens een vergelijkbare methode als deelvraag één en twee uitgevoerd, echter dan beknopter.

De uitkomsten kunnen als vergelijkingsmateriaal gebruikt worden. Om een goede vergelijking te maken is onderzocht waarin NKG verschilt ten opzichte van ploegen en waarin NKG en ploegen overeenkomen. Vervolgens is er onderzocht in welke mate NKG voor de akkerbouwers in Flevoland in de toekomst een goed alternatief voor ploegen zal zijn om problemen rondom bodemverdichting te beperken. De beantwoording van de vraag is gebaseerd op de eerder beantwoorde deelvragen en een analyse van al bestaand materiaal.

Voor het vinden van wetenschappelijke artikelen is gebruik gemaakt van Google Scholar. Daarnaast is er gebruik gemaakt van de mediatheek van de Aeres Hogeschool te Dronten. Er is tevens gebruik gemaakt van vakspecifieke databases. Een werknemers van Pireco B.V. heeft mij begeleidt bij het zoeken naar literatuur.

Er is bij de literatuurstudie ook gebruik gemaakt van Engelse zoektermen.

Doormiddel van het raadplegen van recent overzichtswerk met betrekking tot belangrijke onderwerpen binnen dit onderzoek is er gebruik gemaakt van de literatuurlijst van deze werken. Deze methode staat bekend als sneeuwballen (Oosterbaan, 2014). Het voordeel van deze methode is dat de verwijzingen in het artikel vaak verwijzen naar belangrijke bronnen. Bij dit onderzoek is er rekening gehouden met het raadplegen van gedateerde bronnen. Daarbij is er bepaald of een gedateerde bron, ouder dan 10 jaar, nog relevant is met deze tijd.

16

2.2. Interviews

Bij deze onderzoeksvraag was het hoofddoel om informatie te verkrijgen van meerdere akkerbouwers in Flevoland. Dit is gedaan aan de hand van interviews. Er is voor deze methode gekozen omdat met deze methode de mogelijkheid bestond om door te vragen en dus door te dringen naar de achterliggende ideeën.

Er is gebruik gemaakt van een semigestructureerd interview, ook wel een kwalitatief interview. Hierbij is er een algemeen interviewschema met vooropgestelde en algemeen geformuleerde vragen aangehouden. Zo kon er doorgevraagd worden wanneer de respondent iets interessants zeiden. Er is gebruik gemaakt van een “face-to-face” methode en een telefonische afname.

Door de beperkte beschikbare tijd was het niet mogelijk om een groot aantal interviews af te nemen. Voor dit onderzoek zijn er acht interviews afgenomen met akkerbouwers in diverse regio's met verschillende grondtypen binnen Flevoland. De acht interviews zijn afgenomen bij akkerbouwers die ploegen.

De kwalitatieve interviews zijn gecodeerd aan de hand van de volgende stappen (Dingemanse, 2017):

Stap 1 – Transcriberen

De interviews zijn getranscribeerd. Alle interviews zijn, na toestemming van de geïnterviewde, opgenomen.

Stap 2 – Open coderen

Het getranscribeerde interview zijn doorgnomen en bepaalde tekstfragmenten hebben labels gekregen. Per tekstfragment is bepaald wat het hoofdthema daarvan is.

Stap 3 – Axiaal coderen

Bij deze stap zijn de codes die aan de tekstfragmenten gegeven zijn met elkaar vergeleken en zijn bij elkaar horende codes onder één overkoepelende code geplaatst.

Stap 4 – Selectief coderen

Aan de hand van de hoofdcategorieën die in stap 3 bepaald zijn, is er een theorie opgebouwd. Alle gevonden data uit de categorieën zijn ondergebracht en op basis daarvan zijn relaties en verbindingen tussen de data gelegd en belangrijke en relevante informatie uit de interviews gehaald.

3. Niet-kerende grondbewerking

Deze deelvraag verdiept zich in NKG. Er wordt toegelicht hoe NKG is ontstaan, hoe en waarom dit in de hedendaagse akkerbouw wordt toegepast, wat de voor- en nadelen van NKG zijn en wat voor effect NKG op de bodemkwaliteit kan hebben.

3.1. Ontstaan van NKG

NKG en beperkte grondwerking wordt als sinds de oudheid door inheemse culturen toegepast. Het omkeren van de bodem was niet mogelijk met de middelen die toen beschikbaar waren. Met het inzetten van dieren werd het mogelijk de bodem te keren. Ploegen ging vanaf dat moment hand in hand met akkerbouw. Oude wijsheden zagen ploegen zelfs als een noodzaak. Ploegen verhoogde de voedselproductie enorm doordat deze methode een zaaibed creëert, waarin gemakkelijk geplant en gezaaid kan worden en onkruid goed onder controle gehouden kan worden. In gebieden als Amerika en Europa maakte de telers zich geen zorgen om de duurzaamheid van hun boerderijen. Er was toch genoeg ander land beschikbaar. Toen land werd ontgonnen en in cultuur werd gebracht, veroorzaakte ploegen voor een versnelde oxidatie van organische stof. Hierdoor kwam er meer stikstof beschikbaar voor het gewas. Ploegen veroorzaakte daarnaast verdichting van de structuur. Vooral in bepaalde gebieden in de wereld met hoge temperaturen en hellingen was erosie een veel voorkomend probleem. Op een gegeven moment werd het telen van gewassen onvoordelig door erosie en een tekort aan organische stof. Dit land werd verlaten en er werd gras op gezaaid of bos op geplant. De boeren trokken verder naar nieuwe, meer vruchtbare gronden waar naar verloop van tijd de zelfde problemen zich voordeden. Vooral in bepaalde gebieden in de Verenigde Staten gebeurde dat veel. Deze manier van grondexploitatie was niet vol te houden. Agrarische experts erkenden het probleem, veroorzaakt door overmatig ploegen, en probeerde een systeem te ontwikkelen die de natuurlijke bodemeigenschappen zou moeten behouden. Voorbeelden waren onder andere contour farming, groenbemesters en ruggen om in te zaaien. Uiteindelijk verminderde deze methode de problemen maar waren dit niet de definitieve oplossingen.

In 1943 kwam het boek *Plowman's Folly* van Edward H. Faulkner uit. Met dit boek daagde Edward H. Faulkner het conventionele denken uit. Hierin claimde hij dat ploegen de minst voordelige methode van bodembewerking was. Volgens Edward waren er geen wetenschappelijke redenen om te ploegen. Eerdere experimenten met NKG waren succesvol maar nooit verder toegepast in de agrarische sector. Het eerste duurzame NKG-systeem ontwikkelde zich in 1960 in Virginia en Ohio in de Verenigde Staten. Dit was in de zelfde periode dat de herbicide Atrazine werd geïntroduceerd. Hierdoor werd het gemakkelijk NKG toe te passen, het grootste probleem, de verhoogde onkruiddruk, werd hiermee verholpen. Met de komst van Glyfosaat werd onkruidbestrijding nog gemakkelijker, maar ook zonder glyfosaat ging de ontwikkeling rondom NKG-systemen verder. Pas na 1980 breidde NKG zich verder uit in de Verenigde Staten en daarna ook in Australië, Zuid-Amerika en Canada. Het toepassen van NKG werd na 1980 steeds effectiever door de verbeteringen van NKG-systemen in de voorgaande jaren. NKG veroorzaakte een revolutie in de agrarische sector omdat dit het mogelijk maakte om als teler een groter oppervlakte land te bewerken met minder energie, arbeidskosten en machine uren. Daarbij bleven de natuurlijke bodemprocessen ook intact, dit werd een steeds belangrijker voordeel van het NKG systeem.

In de jaren '80 en '90 van de vorige eeuw en na 2000 ontwikkelde NKG zich verder tot een duurzaam systeem voor gewasproductie met economische, milieu-economische en sociale-economische voordelen. In de VS wordt op 23% van het areaal bouwland NKG toegepast in de teelt van onder andere graan, sojabonen, mais en katoen.

Los van de Verenigde Staten zijn er ook andere landen waar de toepassing van NKG toeneemt, waaronder ook Nederland.

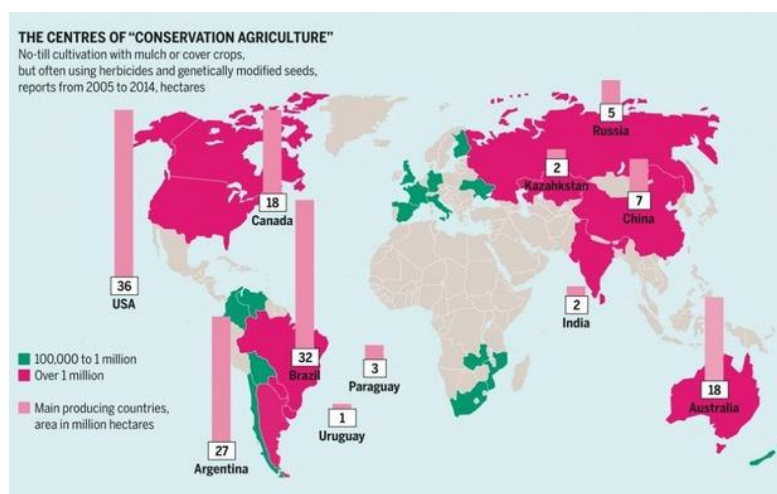
NKG heeft in bepaalde situaties een aantal voordelen die er voor gezorgd hebben dat de belangstelling in Nederland ook gegroeid is. De eerste boeren die belangstelling voor NKG toonden waren de biologische akkerbouwers. Hun ervaringen waren aanleiding voor gangbare boeren om ook naar dit systeem van grondbewerking over te stappen. In Nederland wordt NKG nog slechts beperkt toegepast. In Zuid Limburg is NKG op erosiegevoelige gronden met meer dan 2% helling verplicht gesteld vanaf 2013. Daardoor wordt in Limburg al circa 2.000 hectare volgens het principe van NKG bewerkt.

3.2. Toepassing van NKG in de hedendaagse akkerbouw

NKG is het systematische vermijden van intensief kerende of mengende grondbewerkingen zoals ploegen of spitten. Het doel van NKG is maximale opbouw van de bodemstructuur gevormd door planten en bodemleven. NKG stimuleert de natuurlijke processen door deze zo min mogelijk te verstoren. De voordelen van NKG zijn een toename van organische stof in de bodem, een verbeterd bodemleven, een verbeterde vochtvasthoudend vermogen en eveneens een beter waterdoorlatend vermogen, een afname van erosie en lagere machine kosten (Triplett, 2008). Aan NKG zitten ook nadelen; onkruid is moeilijk te bestrijden, een fijn en vlak zaaibed voor fijnzadige gewassen is moeilijk te maken, gewasresten kunnen minder gemakkelijk weggewerkt worden en de ervaringen onder Nederlandse omstandigheden rondom NKG is nog beperkt (R.Y. van der Weide, 2008).

In teeltsystemen met vooral maaivruchtgewassen zoals granen, graszaad, koolzaad en vlas neemt de toepassing van NKG wereldwijd toe. In 1999 werd NKG op 45 miljoen hectare wereldwijd toegepast, in 2009 was dit gegroeid naar 111 miljoen hectare. Een van de grootste gebieden waar NKG wordt toegepast is Zuid-Amerika. Hier wordt op 70% van het landbouwareaal NKG toegepast (R. Derpsch, 2009). Ook in andere delen van de wereld met verschillende klimaten, bodemsoorten en gewassen wordt NKG toegepast, te zien in figuur 1. Het grootste voordeel vergeleken met intensief kerende grondbewerking voor bedrijven met een groot oppervlak gewassen is besparing op arbeid en brandstof. De wereldwijde toepassing van NKG onder een grote variatie aan verschillende ecologische en sociaaleconomische omstandigheden bewijst dat het systeem van NKG kan worden toegepast onder uiteenlopende situaties.

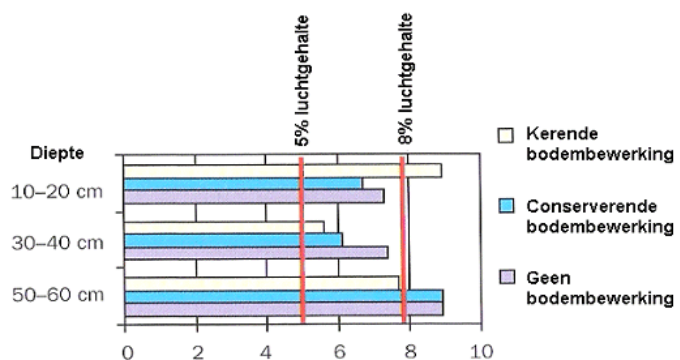
NKG is wereldwijd vooral effectief bij maaivruchtgewassen. Voor systemen met veel rooivruchten, zoals in Nederland, komen er veel technische uitdagingen bij NKG kijken. De oogst van dit soort gewassen heeft door de zware machines en oogst onder vaak slechte omstandigheden een verdichting van de grond tot gevolg (Court, November 2015). De kunst is om de grond voldoende te laten herstellen. Toch zijn er steeds meer biologische



Figuur 1: Gebieden waar NKG wordt toegepast. (R. Derpsch, 2009) Zie voor vergrote versie de bijlage.

telers en gangbare telers die NKG toepassen. De huidige intensieve bodembewerking heeft veel nadelen. De toplaag van de bodem is biologisch de meest actieve laag, hier halen planten hun voeding uit. Door deze toplaag te vermengen in de ondergrond en door de bewerking zelf sterft veel bodemleven af. Ook gangenstelsels die ontstaan zijn door het bodemleven of plantenwortels worden doorbroken. Door bodembewerking verteerd organische stof sneller en komt dit terecht in lagen waar minder zuurstof en bodemleven is. Daarnaast vormen bodembewerkingen grote poriën. Deze grote poriën zijn minder stevig als kleine poriën. De bodem is na grondbewerking daardoor gevoelig voor bodemverdichting (Effecten van grondbewerking op structuur, sd).

Bij NKG wordt de bodem met rust gelaten en neemt het bodemleven toe. Hierdoor worden vele nieuwe kleine poriën gevormd. Ook de gangenstelsels die door plantenwortels worden gevormd blijven intact. Deze gangenstelsels en poriën zijn veel sterker en stabiel waardoor de bodem minder gevoelig is voor bodemverdichting. Door deze opbouw van poriën ontstaat dieper in de bouwvoor op lange termijn een hoger luchtgehalte. Figuur 2 geeft luchtgehalten weer bij verschillende bodembewerkingen, te zien is een hoger luchtgehalte bij NKG (Conserverende bodembewerking) op een diepte van 50-60 centimeter. De aansluiting van de boven- en ondergrond wordt daardoor langzaam beter. Deze aansluiting is bij geploegde percelen



Figuur 2: Luchtgehalten in de bodem bij verschillende bodembewerkingen. (Algemene informatie, 2011)

20

vaak verstoord. De natuurlijke poriën bevorderen het watertransport van boven naar beneden (waterinfiltratie) en bij het transport van onder naar boven (capillaire opstijging). Een storende laag zoals de ploegzool verdwijnt langzaam doordat bewerking op deze diepte niet meer plaats vindt (Effecten van grondbewerking op structuur, sd).

Bij NKG systemen wordt veel gebruik gemaakt van groenbemesters. Groenbemester beschermen de toplaag tegen verslemping en erosie. Ook zijn groenbemesters een voedingsbron van het bodemleven. NKG zal circa 5 jaar toegepast moeten worden voordat er een stabiel systeem ontstaat waarbij de bodem in de gewenste toestand verkeerd. Brandstof en arbeidsbesparingen kunnen daarbij economische voordeel opleveren.

Gedurende de overgangsperiode van ploegen naar NKG is wetenschappelijk aangetoond dat er geen sprake hoeft te zijn van opbrengstvermindering, echter andere wetenschappelijke onderzoeken en praktijk ervaringen tonen vaak het tegenovergestelde aan. Uiteindelijk zal NKG de volgende voordelen kunnen opleveren:

- Een toename van het bodemleven.
- Een betere bodemstructuur.
- Diepere doorworteling.
- Een betere waterinfiltratie.
- Meer capillaire opstijging.
- Betere draagkracht en berijdbaarheid.
- Minder erosie door wind en water.

- Een lager brandstofgebruik.
- Lagere arbeidsbehoefte nodig voor grondbewerking.
- Minder afspoeling van mineralen en gewasbeschermingsmiddelen naar de ondergrond.

(Algemene informatie, sd)

Voor de Nederlandse akkerbouw zijn er nog veel technische uitdagingen. De oogst van rooivruchten wordt gedaan met zware machines, en vaak onder slechte weersomstandigheden. Hierdoor treedt verdichting van de grond op. Voor biologische landbouw zorgen onkruid en gewasresten voor problemen. Deze worden niet ondergeploegd en kunnen niet bestreden worden met chemische bestrijdingsmiddelen. Toch wordt de methode steeds vaker toegepast omdat de biologische landbouw en ook steeds meer de gangbare landbouw toenemende aandacht heeft voor de bodemkwaliteit. Ondanks uitdagingen zoals onkruidbestrijding, zaaibed bereiding en de methode van de toepassing van NKG, biedt het systeem van NKG zeker aangetoonde voordelen ten opzichte van ploegen.

4. Ontwikkelingen in de Flevolandse Bodem

Om een goed inzicht te krijgen in de ontwikkelingen in de bodem van Flevoland wordt in dit hoofdstuk beantwoordt wat de ontwikkelingen zijn in de Flevolands bodem. Hiervoor is in kaart gebracht welke ontwikkelingen zich voordoen in de Flevolandse bodems.

4.1. Achtergrond informatie bodem

In dit onderzoek staat het effect van NKG op de bodemstructuur en bodemverdichting centraal.

Bodemstructuur

De structuur van de bodem is de manier waarop vaste bodemdeeltjes zijn gegroepeerd tot kluitjes of aggregaten, en de aard en intensiteit van de bindingen die tussen de kluitjes bestaan. De aggregaten van verschillende grootte zijn opgebouwd uit organisch en mineraal materiaal en worden vastgehouden door wortels, zwamvlokken van schimmels, afscheidingen van bodemfauna en organisch materiaal. Naast vaste bodemdeeltjes zijn er ook poriën die de porositeit van de bodem vormen. Poriën kunnen gevuld zijn met water of lucht. Een goede stabiele bodemstructuur uit zich in duidelijke ontwikkelde kluitjes. De bodemstructuur van de bodem kan gedurende een jaar en door de jaren heen veranderen. Weersomstandigheden, biologische activiteiten, verschillen in vegetatie, aanvoer van organische materiaal, bodembewerking, berijden van het veld kunnen allemaal invloed hebben op de bodemstructuur (A. Pollentier, 2011).

Bodemverdichting

Bij bodemverdichting worden bodemdeeltjes samengedrukt door de uitoefening van externe druk van zware oogstmachines en andere mechanisatie. Het effect verspreidt zich vanaf het punt waar de druk wordt uitgeoefend in horizontale en vooral in verticale richting. De volumedichtheid en de penetratieweerstand nemen toe en het totaal aantal poriën neemt af. Het aandeel macroporiën neemt sterk af terwijl micro- en meso poriën kunnen toenemen. De afname van grote poriën veroorzaakt een daling in luchtvolume, waterinfiltratiesnelheid en de verzadigde hydraulische geleidbaarheid neemt af (Holm, 2012). De porositeit neemt af en de continuïteit van de poriën wordt onderbroken. Door het gewicht van de machines verdicht de bodem om de druk van die machines te kunnen dragen. Diepe rijsporen zijn zichtbare aanwijzingen van bodemverdichting. Bodemverdichting kan onderscheiden worden in verticale en horizontale beweging van bodemdeeltjes. Verticale beweging wordt veroorzaakt door een statisch effect, ook wel het gewicht. Horizontale bewegingen worden veroorzaakt door het versnellen, vertragen, doorslippen en veranderen van rijrichting van de machines. De moeilijke ophefbare verdichting doet zich voor in de diepere lagen van de bodem en wordt veroorzaakt door het verticale effect van bodemverdichting (A. Pollentier, 2011).

4.2. Flevoland

De Noordoostpolder is na de Wieringermeer polder de tweede IJsselmeer polder en viel in 1942 droog. In 1950 werd begonnen aan de aanleg van Oostelijk Flevoland, deze polder werd in 1956 drooggelegd en ingericht. In 1969 werd ook Zuidelijke Flevoland ingericht. Flevoland was hoofdzakelijk ingericht als landbouwgebied.

De jonge bodem van Flevoland is uitermate geschikt voor akkerbouw. Het is een kalkrijke, zavel- en kleigrond, met een relatief laag organisch stofgehalte. De ondergrond is gelaagd en vaak moeilijk doorwortelbaar, maar door de poriën kunnen de wortels toch dieper de grond in. Dit verschijnsel op deze grote schaal komt niet voor bij de zeekleigronden elders in Nederland. De poriën zijn onder meer gevormd door riet in de ontginingsfase en later ook door pendelende wormen (Bokhorst, sd). Tot het eind van de vorige eeuw was het moeilijk om structuur achteruitgang te vinden. Afgelopen decennia is dit snel veranderd. Door heel Flevoland ontstaat een toenemende verdichting van de bodem. De toenemende bodemverdichting hangt samen met veranderende omstandigheden in de landbouw zoals:

- Machines die steeds zwaarder worden en de bodem verdichten.
- Er worden gewassen geteeld die intensievere grondbewerking vereisen.
- Intensieve bouwplannen die minder ruimte geven voor granen en grassen die organische stof leveren voor het bodemleven en de bodemstructuur verbeteren.
- Latere oogsttijdstippen die plaats vinden in slechtere weersomstandigheden.

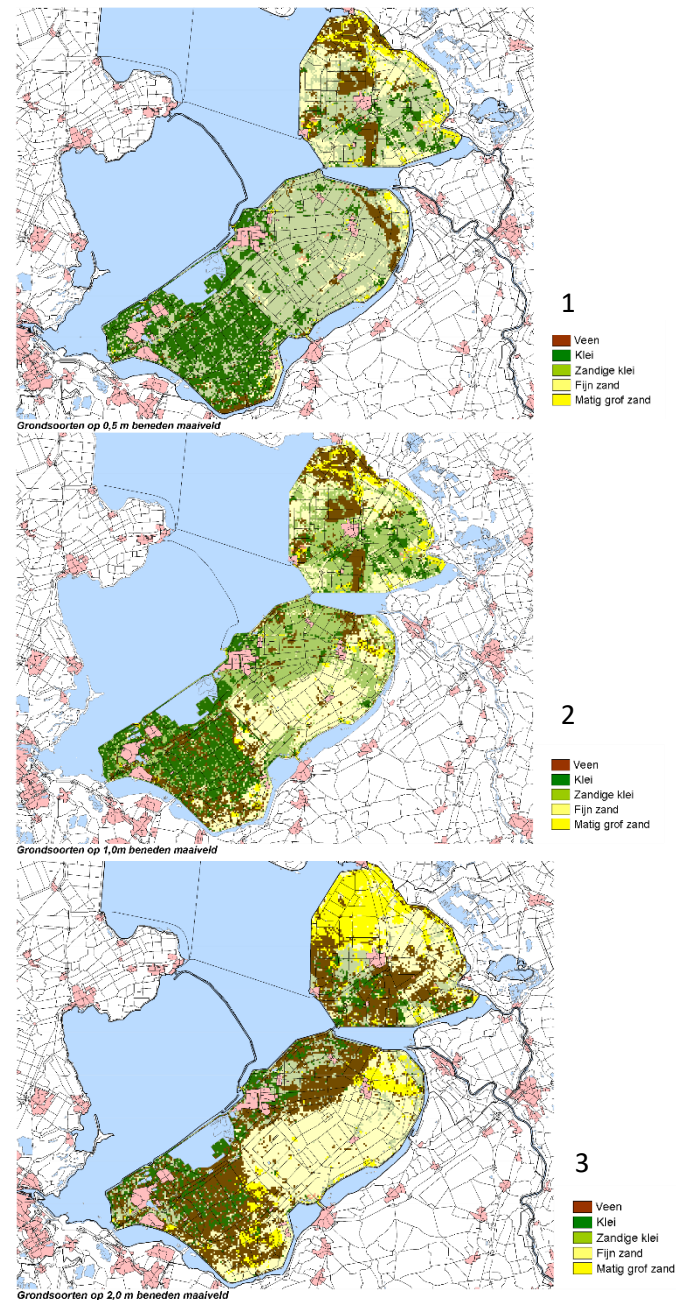
De zorgen om verslechtering van de bodemstructuur nemen toe. Bodemverdichting in Flevoland is de grootste boosdoener (Court, November 2015). Vaak is circa 25 centimeter van de toplaag van goede structuur, maar onder de bouwvoor is de grond kluitig en zelfs verkleit. Een ploegzool geeft stress bij de plant omdat deze laag moeizaam te doorwortelen is. De grootste oorzaak ligt bij een toename van zwaardere mechanisatie (Reudink, 2015). Ondanks bredere banden, lagere bandendruk en het gebruik van rupsen neemt bodemverdichting toe. Deze verdichting heeft opbrengstderving tot gevolg. Mogelijk veroorzaken kortdurende pachtcontracten ook bodemverdichting. Als gevolg van dit pachtstelsel kiezen boeren voor intensieve teelten zonder goed rekening te houden met de gevolgen met betrekking tot de bodemgesteldheid op lange termijn (J.J.M. Staps, 2015).

4.3. Bodemsoorten Flevoland

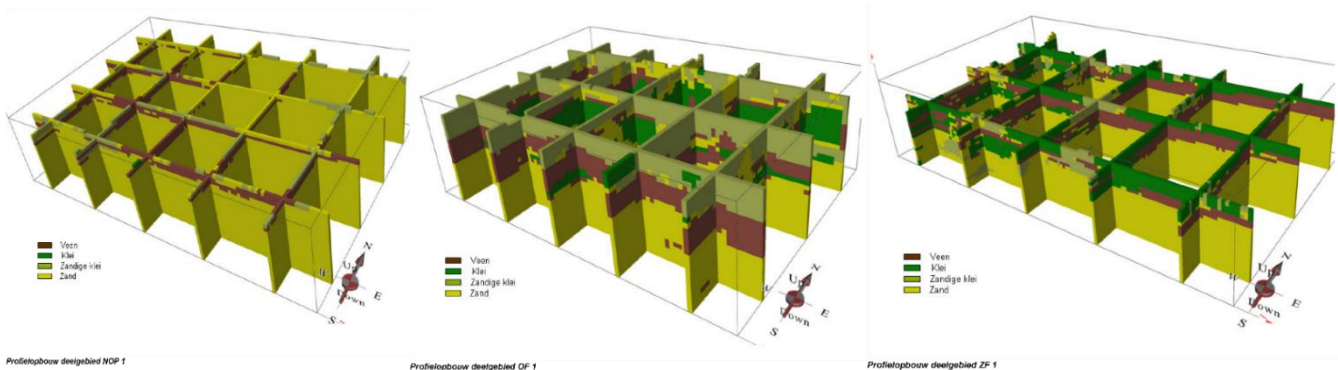
De bodem van Flevoland bestaat uit jonge zeeklei. Op 0,5 meter beneden het maaiveld bestaat het grootste gedeelte uit kleigrond, te zien op afbeelding 1 in figuur 3. Opmerkelijk zijn de verschillen in de Noordoostpolder met ook veel veen, zand en klei gebieden, Oostelijk Flevoland met voornamelijk zandige klei en Zuidelijk Flevoland met voornamelijk zware klei.

Op 1 meter beneden het maaiveld blijft de structuur voor de Noordoostpolder vrijwel hetzelfde, te zien op kaart 2 bij figuur 3. In Oostelijk Flevoland verschijnen ook grote fijne zanddelen. De structuur in Zuidelijk Flevoland toont iets meer veen en zandige gebieden maar bestaat voornamelijk uit klei. Op een diepte van 2 meter beneden het maaiveld verdwijnen veel klei gebieden, te zien op kaart 3 van figuur 3. In de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland bevinden zich op die diepte grote zand en veen delen. In Zuidelijk Flevoland bevindt zich op deze diepte veel veen en klei delen.

De onderstaande afbeeldingen (Figuur 4) geven een 3D profielopbouw van verschillende bodemtypes in Flevoland weer. Aan de hand van deze modellen zijn goed de verschillen te zien tussen de Noordoostpolder, Oostelijke Flevoland en Zuidelijke Flevoland. In de Noordoostpolder is vooral zandgrond te zien in combinatie met veen, in Oostelijk Flevoland lichte zandige klei en in Zuidelijk Flevoland vooral zware klei aan het oppervlakte (G. de Lange).



Figuur 3: Grondsoorten Flevoland. (G. de Lange).



Figuur 4: 3D weergave grondsoorten Flevoland. (G. de Lange)

4.4. Toenemende gewicht mechanisatie

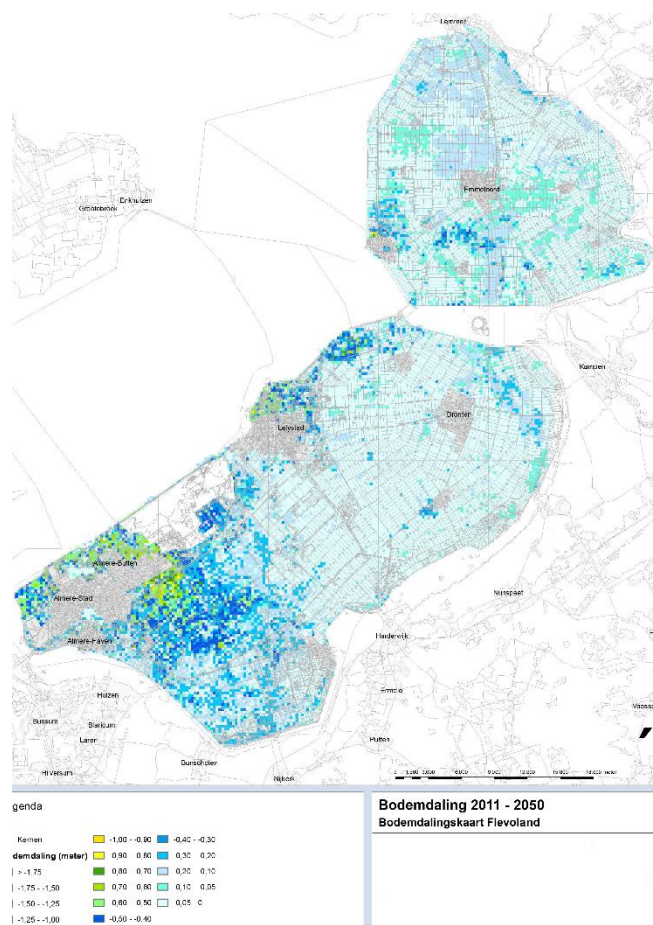
Bodemverdichting wordt in de Europese Bodembescherming strategie genoemd als één van de belangrijkste aantastingen van de bodem in Europa. Het risico op ondergrondverdichting wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door zware berijding met machines. In een onderzoek van de Wageningen UR werd de bodembelasting bij agrarische veldwerk in 2010 vergeleken met de bodembelasting van 1980. In vergelijking met 1980 bleken de wiellasten in 2010 gemiddeld twee keer zo hoog, waren de banden gemiddeld circa 70% breder en was de benodigde luchtdruk in de banden gemiddeld 20% lager geworden. Als gevolg van de ontwikkeling in het drukpatroon onder wielen van landbouwmachines van 1980 tot 2010 bleef de bodembelasting op 25 centimeter diepte in de grond ongeveer gelijk. Dieper in de ondergrond nam de bodembelasting echter toe, met 10% op 40 centimeter diepte en met 20% op 50 centimeter diepte (G.D. Vermeulen, 2013). Daarmee is ook het risico op verdichting van vooral de diepere ondergrond in de afgelopen 30 jaar duidelijk toegenomen en blijft de verdichting van de bovenste 25 centimeter beperkt omdat deze laag jaarlijks wordt losgetrokken. Juist in de diepere lagen is bodemverdichting moeilijk op te lossen.

4.5. Bodemdaling

Bij bodemdaling zakt het niveau van de bodem ten opzichte van een referentiepunt, zoals het Normaal Amsterdams Peil (NAP). Bodemdaling is een natuurlijk proces wat wordt veroorzaakt door bodemprocessen zoals veenoxidatie, inklinking en kleirijping.

Flevoland bestaat voornamelijk uit kleigrond en door rijping klinkt de bodem van Flevoland langzaam in. Bodemdaling heeft in Flevoland tot gevolg dat de landbouwpercelen op lange termijn kunnen vernatten. Dit kan tot gevolg hebben dat er in de toekomst een keuze gemaakt zal moeten worden tussen ingrijpen in de waterhuishoudkundige situatie dan wel de landbouwkundige betekenis van het betreffende gebied.

Sinds de inpoldering is de bodem in Flevoland gedaald met lokaal 1,3 – 1,6 meter. Voor de toekomstige bodemdaling in Flevoland is een voorspelling gemaakt tot 2050, te zien in figuur 5. Voor een groot deel van Flevoland valt de bodemdaling de komende veertig jaar mee. Deze daling per regio komt overeen met de bodemsoort kaarten. In Zuidelijk Flevoland wordt nog wel een aanzienlijke daling verwacht. Dit is het gebied met het meeste kleigrond en veengrond in de diepere lagen. Deze grondsoorten zijn gevoelig voor daling. Veen oxideert op lange termijn en dat leidt tot bodemdaling. Voor Oostelijk Flevoland valt de daling mee, in kleine gebieden waar zich veel veen in de bovenste lagen van de bodem bevindt wordt een redelijke daling verwacht. In de Noordoostpolder zijn er ook bepaalde gebieden, bijvoorbeeld rond Schokland, waar nog een redelijke daling wordt verwacht. Vooral de Noordoostpolder is die daling



zorgwekkend omdat het bodemniveau daar tegen het waterpeil staat. Voor Zuidelijk en Oostelijk Flevoland zal dat in de toekomst nog meevallen en vormt dat niet direct een gevaar (W. Reudink, 2015).

Het gevaar van bodemdaling is de grotere kans op waterschade. Het waterpeil zit bij ingeklonken gronden dichterbij het gewas. Vooral bij veel neerslag kan er waterschade optreden. In de Noordoostpolder zijn er gebieden waar waterschade een groot probleem is. Oplossingen hiervoor zijn maatregelen in het watersysteem of zelfs geen agrarische functie meer voor het grondgebied waar permanente schade optreedt (G. de Lange).

4.6. Druk vanuit de keten

Agrarische ondernemers voelen een druk op winstmaximalisatie op korte termijn. Dit gaat ten koste van de lange termijn bodemvruchtbaarheid. Door deze winstmaximalisatie wordt er minder aandacht besteedt aan bodemduurzaamheid. Bovendien wordt in de akkerbouw op zelfde percelen door gewasrotatie steeds weer andere gewassen geteeld waarbij andere ketenpartijen betrokken zijn. Daarmee is de verbinding tussen de bodem en ketenpartijen niet alleen indirect maar ook roulerend. Daarnaast zetten hoge grond- en pacht prijzen druk op de bedrijfsvoering. Een voorbeeld zijn relatief kortdurende pachtcontracten. Korte pachtcontracten veroorzaakt korte termijn handelen. Als de pachtperiode langer is vergroot dit ook het belang van de pachter om in de eigen bodem te investeren. Er verdwijnen steeds meer rustgevendende teelten uit het bouwplan. Graan kan bijvoorbeeld veel organische stof in de bodem opbouwen, de teelt van uien veel minder (J.J.M. Staps, 2015).

Het intensieve bouwplan in Flevoland geeft het bodemleven niet voldoende rust om tot volle ontwikkeling te komen. Verhogen van het organische stofgehalte van de bodem en het vergoten van de biodiversiteit onder de grond zullen hogere prioriteit binnen Flevoland moeten krijgen.

4.7. Invloed van de ontwikkelingen op de bodem

Met de door boven genoemde ontwikkelingen is de druk op een hoge financiële opbrengst per hectare hoog. Een teler concentreert zich op winstmaximalisatie. Hierbij wordt er ingezet op hoog salderende handelsgewassen, dit leidt tot minder granen in de rotatie omdat deze gewassen een veel lager saldo opleveren dan bijvoorbeeld gewassen als aardappelen en uien. Ook oogsttijdstippen verschuiven naar een later tijdstip, hierbij wordt er vaak geoogst onder natte omstandigheden met zware machines. Deze trend geeft een steeds grotere druk op de bodemkwaliteit. Die kwaliteit gaat achteruit in de vorm van afname van de bodemstructuur, hierdoor neemt de bewerkbaarheid af, verminderd de ontwatering en uiteindelijk neemt de gemiddelde opbrengst af (L. Holm, 2012). Vast gereden bodems laten slecht water door en dit betekent een vermindering in infiltratiesnelheid. Andere gevolgen zijn een vermindering van worteldiepte met een opbrengstreductie van wel 10%. Eveneens neemt de kans op uitspoeling van chemicaliën toe omdat dit sneller met het oppervlakte water in sloten terecht komt. Daarnaast neemt het

waterbergend vermogen van de bodem af. Als laatst wordt de bodembewerking steeds moeilijker met als gevolg hogere kosten voor boer en milieu (Flevoland, De Bodem van Flevoland).

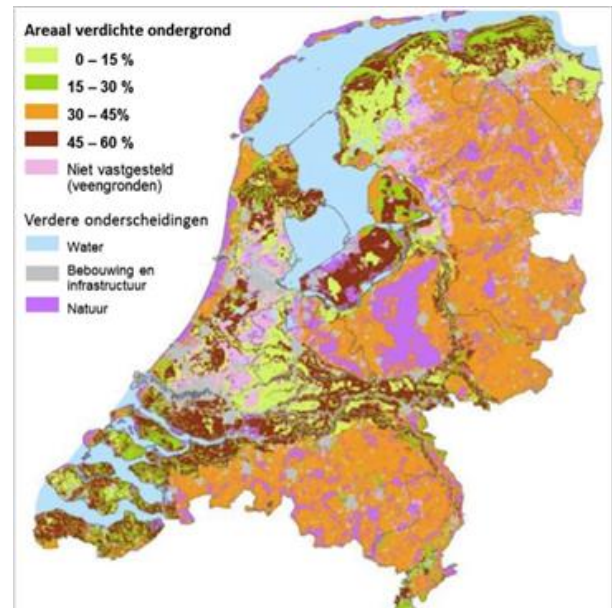
Waar de bovengrond, ofwel de bouwvoor op bepaalde tijden weer wordt losgemaakt, gebeurt dit met de bodemlaag daar onder niet. Deze laag is als het eenmaal verdicht is moeilijk weer los te maken. Ondergrondverdichting is een serieuze bodembedreiging. In Flevoland is vrijwel het gehele areaal matig tot sterk gevoelig voor bodemverdichting, zie figuur 7, en is al meer dan 50% van de bodems ook daadwerkelijk verdicht in de diepe ondergrond, zie figuur 6 (Flevoland, De Bodem van Flevoland). Het is echter niet bekend waar en in welke mate ondergrondverdichting nu al optreedt. Het is ook onvoldoende bekend welke gronden en gebieden het meest gevoelig zijn voor verdichting.

Een verdichte ondergrond leidt tot zuurstofloosheid van de bodem, slechte doorwortelbaarheid en slechte ontwatering. Opmerkelijk is dat boeren rapporteren dat zij steeds meer vermogen nodig hebben om hetzelfde land te ploegen. In een verdichte bodem zijn minder poriën beschikbaar waardoor wortels minder ruimte hebben om te kunnen wortelen. Wortels kunnen dicht aan het oppervlak nog bodemdeeltjes opzij duwen, maar dieper in de bodem heeft de wortel geen ruimte meer om goed te groeien. Een groeiende wortel heeft eveneens voldoende water en zuurstof nodig, en daarvoor zijn voldoende poriën nodig. In vochtige omstandigheden is er voor de plant wel voldoende vocht beschikbaar in een verdichte bodem, echter is er een groot gebrek aan zuurstof waardoor de wortels moeilijk kunnen groeien (L. Holm, 2012).

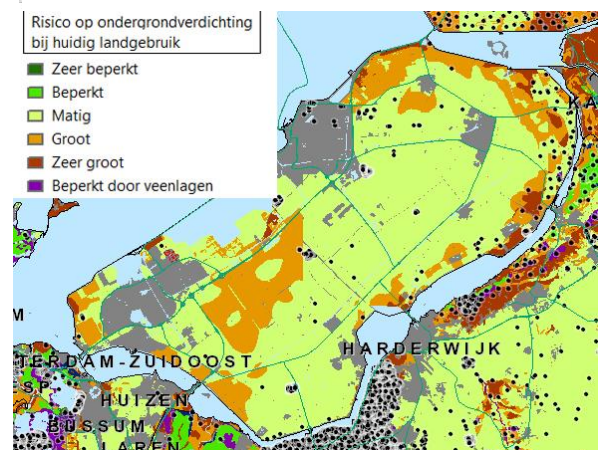
Aanwijzingen van bodemverdichting zijn:

- Zones met regelmatig wateroverlast. Dit zorgt voor gele plekken door nutriëntenstress en zuurstoftekort.
- Bij bieten buigen wortels af.
- Droogtestress
- Meer trekkracht vereist om de bodem los te trekken.
- Insporing
- Vertraagde vertering van mest en gewasresten.

(Holm, 2012)



Figuur 6: Aeraal verdichte ondergrond. (Flevoland, Bodematlas, sd) Zie voor een vergrote versie de bijlage.



Figuur 7: Risico op ondergrondverdichting. (Flevoland, Bodematlas, sd) Zie voor een vergrote versie de bijlage.

4.8. Klimaat

Nederland heeft door de Noordzee een zeeklimaat met milde winters, milde zomers en neerslag gedurende het hele jaar. Het weer is onvoorspelbaar en vooral nat. In koude klimaten kan vorst een verdichte bodem open breken. In Nederland is dat niet het geval. Zware mechanisatie die de bodem vooral in natte periode aandrukt veroorzaken ernstige verdichting van de bodem, die verdichting kan in Nederland niet opgeheven worden door koude winters (Weil, 2017). Ook ontwikkelingen in het klimaat kunnen in de toekomst invloed hebben op de bodem. Belangrijke negatieve effecten zijn zachte winters. Strengere winters met vorst zijn gunstig voor de bodemstructuur. Door de vorst breekt de kleigrond open, dit is onder andere gunstig voor de waterhuishouding. Door mildere winters kan op plekken met een slechte bodemstructuur wateroverlast ontstaan door de slechte afwatering. Het weer kan overigens per seizoen extreme vormen aannemen zoals zware neerslag, lange droogte perioden of een hoge luchtvochtigheid waardoor de kans op plantenziekten, wateroverlast en droogte toeneemt.

4.9. Bodemvruchtbaarheid

Er zijn diverse signalen dat er binnen Flevoland sprake is van afnemende bodemvruchtbaarheid. De toenemende intensiteit van de toegepaste teelten is één van de oorzaken. Die intensiteit uit zich in de vorm van de teelt van rooigewassen. Deze gewassen geven minder aan de bodem terug dan bijvoorbeeld maaigewassen en groenbemesters. Andere voorbeelden zijn de toegenomen gevoeligheid van de bodem voor aaltjes en voor stuiven.

Op veel plaatsen binnen Flevoland is al binnen één generatie de bodemvruchtbaarheid verminderd. Enkele boeren hebben hun percelen gediëpploegd tot circa een meter diepte. De zanderige en vaak humusrijkere onderlaag wordt dan naar het oppervlak geploegd en met de bovenlaag vermengd. Deze maatregel kan in de meeste gevallen slechts één keer toegepast worden.

Organische stof

De afgelopen 10 jaar is het organische stof gehalte van de bovengrond licht toegenomen (Flevoland, De Bodem van Flevoland). Vaak wordt verondersteld dat het organische stof gehalte in Flevoland afneemt maar dat is dus niet het geval.

Tabel 1: Organische stof gehalten Flevoland. (Flevoland, De Bodem van Flevoland)

	2004	2014	Absolute	Relative change
Noordoostpolder	2.6%	2.7%	0.1%	5.3%
Oostelijk Flevoland	3.2%	3.6%	0.4%	13.1%
Zuidelijk Flevoland	4.4%	4.9%	0.5%	11.7%
Flevoland	3.0%	3.3%	0.3%	8.9%

Organische stof is belangrijk voor de bodemvruchtbaarheid omdat het in staat is voedingsstoffen en water voor het gewas vast te houden. Evenals gewasbeschermingsmiddelen, zodat deze minder gemakkelijk in het oppervlakte water terecht komen. Organische stof functioneert als een buffer waaruit op gezette tijden de hulpstoffen voor de gewasgroei vrijkomen. Voedingsstoffen uit organische reststoffen zijn opgeslagen in de organische stof en komen vrij door afbraak van organische materiaal. Het is echter belangrijk dat organische stof afbreekt, zo wordt in de veenkoloniën organische stof niet afgebroken en zijn die gronden minder geschikt voor gewasteelten.

Een andere maat van bodemvruchtbaarheid is de buffercapaciteit van de bodem. Dit wordt uitgedrukt in het vermogen om kationen uit te wisselen. De buffercapaciteit is mede een functie van het lutum/ en organische stofgehalte van de bodem. Door het licht toegenomen organische stofgehalte in Flevoland neemt ook het vermogen om allerlei stoffen in de bodem te binden toe. De CEC in Flevoland is relatief hoog vergeleken met het landelijk gemiddelde en is de afgelopen jaren net als het organische stof gehalte toegenomen.

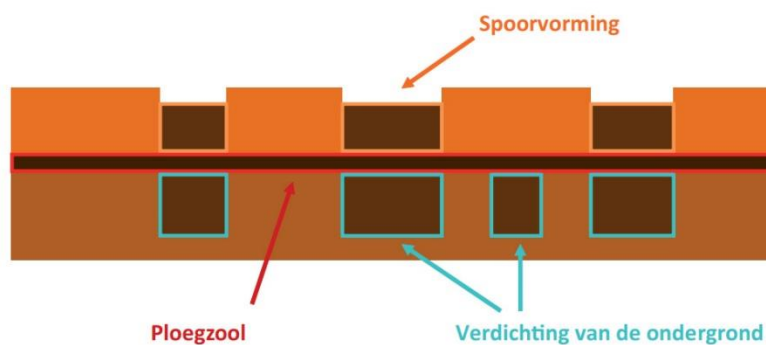
Een andere zorg met betrekking tot vruchtbaarheid van de Flevolandse bodem ligt bij het fosfaat gehalte in de bodem (Flevoland, De Bodem van Flevoland). Er wordt op dit moment meer fosfaat onttrokken aan de bodem dan er aan wordt toegevoegd. Voor de plant beschikbare fosfaat wordt uitgedrukt in $P(AI)$. Deze eenheid geeft vooral de beschikbare fosfaat voor grasachtige planten weer. De $P(AI)$ waarden zijn de afgelopen jaren alleen in de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland afgenomen, maar niet onder het adviesniveau. Er is dus geen sprake van een bodemvruchtbaarheidsprobleem veroorzaakt door fosfaattekort.

5. Niet-kerende grondbewerking en bodemverdichting

Flevoland is het grootste akkerbouwgebied van Nederland met een zeekleibodem. Een zorgwekkende trend is de toename van de bodemverdichting en de verslechtering van de bodemstructuur. NKG krijgt hierdoor steeds meer aandacht, maar in hoeverre kan NKG een oplossing bieden op de toenemende bodemverdichting en de achteruitgang van de bodemstructuur? Dit hoofdstuk wordt toegelicht welke bijdrage NKG kan bieden aan de afname van bodemverdichting en de verbetering van de bodemstructuur.

5.1. Kerende grondbewerking

De bekendste vorm van kerende grondbewerking is ploegen. Ploegen is nog steeds één van de hoofdgrondbewerking in Nederland en Flevoland (J. Faber). Ploegen wordt gedaan om de grond losser te maken, waardoor de bodemstructuur en de afwatering verbeterd. Een zaaibed kan hierdoor gemakkelijk gemaakt worden en gewassen kunnen zich goed ontwikkelen in de geploegde grond. Tevens worden bij ploegen gewasresten en onkruid ondergeploegd. Ploegen is een eeuwenoude en effectieve grondbewerkingsmethode. Het nadeel van het regelmatig ploegen op eenzelfde diepte is dat zich in de ondergrond een slecht doorlatende laag vormt doordat de wielen van de trekker de bodem aandrukken, figuur 8 geeft dit weer. Ploegen onder natte omstandigheden vertrekt dit proces. De ploegzaai laat moeilijk water door en wortels van planten komen moeilijk door deze laag heen.



Figuur 8: Bodemverdichting bij ploegen. (J.J.M. Staps, 2015)

Ploegen kan ook schadelijk zijn voor het bodemleven, hierdoor komen er minder voedingsstoffen voor de plant beschikbaar en is er meer bemesting nodig. Ploegen veroorzaakt bodemverdichting op een diepte van ongeveer 25 centimeter. De bodems in Nederland en Flevoland zijn juist erg gevoelig voor bodemverdichting als gevolg van natuurlijke inklinking en zware mechanisatie die de bodem aandrukt (Cannelk, 1985).

5.2. Niet-kerende grondbewerking

De belangstelling naar NKG groeit. Boeren en partijen in de sector geven meer aandacht aan een duurzaam bodembeheer. In dat kader is er volop discussie over mogelijkheden en noodzaak van NKG. De voordelen van NKG lopen uit één. Deze voordelen kunnen wel of niet van toepassing zijn in verschillende teelten, klimaten en grondsoorten wereldwijd. Deze voordelen lopen uiteen tot:

- Verminderde bodemerosie met minder uit- en afspoeling van nutriënten en pesticiden, dit heeft invloed op betere waterkwaliteit.
- Toename van draagkracht van de bodem, betere bereikbaarheid onder natte condities.
- Verbeterde bodemstructuur en stabiliteit, betere drainage en waterberging.
- Betere vastlegging van Stikstof in de bodem.
- Toename van het bodemleven.

- Ziektewering van de bodem verbeterd.
- Gewasopbrengst kan verbeteren en de risico's verminderen.
- Het bedrijfsrendement verbeterd.

(Niet kerende grondbewerking (NKG), 2008)

NKG houdt bodemlagen in hun positie. Alleen de bovenste bodemlaag tot 12 à 15 centimeter wordt gemengd. Het effect van NKG verschilt per bodemtype. In Flevoland is er voornamelijk sprake van zeekleibodem. NKG maakt het bodemleven, en dan vooral regenwormen, actiever door de bodem minder te verstoren dan ploegen. Dit effect is groter op zwaardere en vochthoudende gronden dan op lichte gronden.

5.3. Effect NKG op bodemstructuur

De implementatie van NKG heeft een groot effect op de bodemstructuur door verandering in de fysieke toestand van de bodem die ontstaat bij dit systeem. Bodemverdichting verminderd dankzij toegenomen bodemsterkte (Van der Weide et al., 2008). Een andere belangrijke verandering bij de toepassing van NKG is dat er meer koolstof wordt afgezonderd in de bovenste laag van de bodem (Van der Weide et al., 2008) en de bodemporositeit en aggregaten stabiliteit neemt toe. Bij de toepassing van NKG neemt het aantal macro poriën in de diepere bodem lagen af, dit heeft een positief effect op bodem beluchting. Dit zou kunnen betekenen dat uiteindelijk de ploegzool verdwijnt door de toepassing van NKG. Andere oorzaken voor het verdwijnen van de ploegzool door NKG is de toename van het bodemleven, de toename van aardwormen en aardwormkanalen en de toename van porievolume (B. Hermawan, 1993). Door deze ontwikkelingen zal uiteindelijk bodemverdichting op lange termijn verminderen.

31

5.4. Worteldiepte

Over het algemeen veroorzaakt zware berijding onder vooral natte omstandigheden een zware belasting voor de bodem. Water dient als smeermiddel zodat bodemdeeltjes zich gemakkelijk ten opzichte van elkaar kunnen verplaatsen. Vooral de diepe ondergrond is hierdoor gevoelig voor verdichting, terwijl de bodemlaag boven de bodem door grondbewerking een relatief goede structuur blijft behouden (G.D. Vermeulen, 2013).

De verdichting in de bodem kan toenemen door natuurlijke processen zoals inklinking, maar wordt ook veroorzaakt door menselijk invloeden. In elk geval verminderd bodemverdichting wortelgroei door een aantal oorzaken: moeilijke doorworteling door de hoge dichtheid van de bodem, slechte doorluchtig, trage beweging van nutriënten en water, de opbouw van giftige gassen en wortel afscheidingen (Weil, 2017).

Wortels penetreren de bodem door zich een weg in poriën te banen. Als een porie te klein is voor de wortel om doorheen te komen moet de wortel bodemdeeltjes wegduwen om het porie-gat te vergroten. Tot een zekere hoogte, beperkt de dichtheid van de bodem de wortelgroei omdat de wortels minder en kleine poriën tegenkomen. Echter wordt wortelpenetratie ook beïnvloed door bodemsterkte. Bodemsterkte is een eigenschap van de bodem om weerstand te bieden aan vervorming (Weil, 2017). In het algemeen neemt bij bodemverdichting de dichtheid en de sterkte van de bodem toe. Op zijn minst moeten twee factoren, beide gerelateerd aan bodemsterkte, meegenomen worden om het effect van toenemende bodemdichtheid op het vermogen van wortels om de bodem te penetreren te bepalen:

Effect van bodemwater gehalte: Vochtgehalte en bulk density beïnvloeden bodemsterkte. Bodemsterkte neemt toe als de dichtheid van de bodem toeneemt, en ook wanneer fijne gronden uitdrogen en verharden. Hierdoor wordt het effect van bodemverdichting op wortel penetratie extra zichtbaar bij droge periode.

Effect van bodemtextuur: Hoe meer klei er in de bodem aanwezig is, hoe kleiner de gemiddelde grote van de poriën, en hoe moeilijker het wordt voor een wortel om de grond te penetreren. Een zanderige bodem zal in vergelijking met kleigrond bij dezelfde dichtheid gemakkelijker wortels doorlaten.

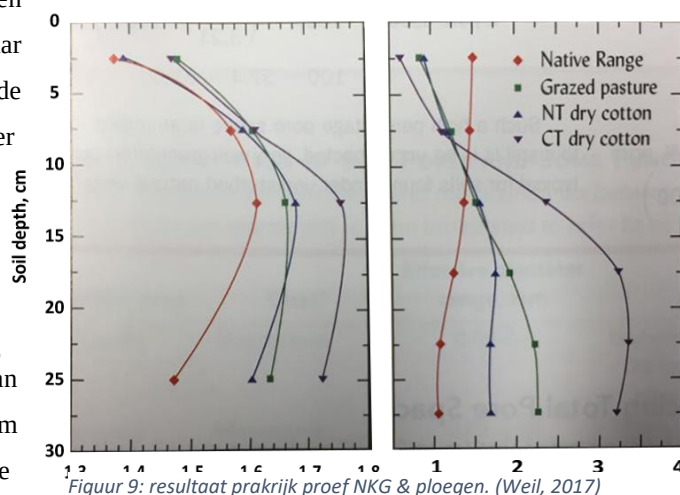
Wat al verwacht kan worden, zal bij de teelt van rooigewassen met zware mechanisatie de bodem dichtheid toenemen en daarmee ook de bodemsterkte. Hierdoor wordt wortelgroei en watertransport in de bodem tegengehouden. Dit heeft gevolgen voor de teelt. In droge periodes kan de wortelgroei niet goed ontwikkelen en in natte periode kan het water moeilijk afgevoerd worden. Ploegen kan deze problemen op korte termijn in de bovenste laag van bodem voorkomen, maar juist verergeren op en beneden de ploegzool. Om een verdichte bodem en de structuur van die bodem te verbeteren dienen er allerlei maatregelen genomen te worden (Weil, 2017).

De tabel weergegeven in figuur 9 laat een proef zien waar 30 jaar NKG en ploegen zijn toegepast. Waar geploegd is was de bodem het meest verdicht en had de bodem de meeste penetratie weerstand, in het bijzonder onder de ploegzool (15-20 centimeter). Op het perceel waar NKG is toegepast was de conditie van de bodem een stuk beter.

5.5. Toepassing Niet-kerende grondbewerking

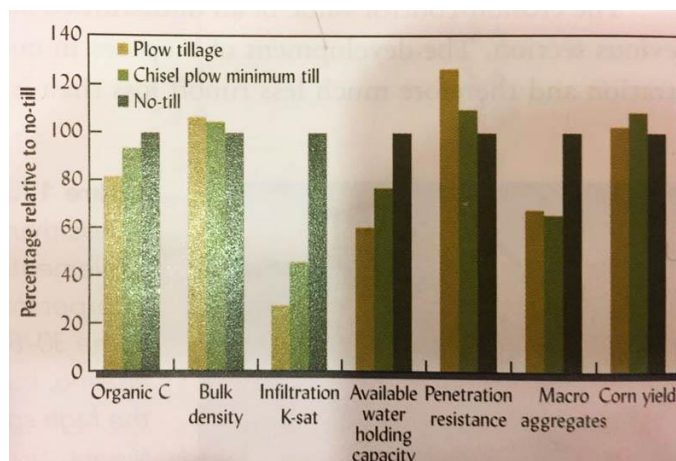
Wanneer de bodembewerkingsmethode veranderd van ploegen naar NKG heeft dat veel invloeden op bodem eigenschappen. Verwacht kan worden dat de macroporositeit en aggregatie eigenschappen toenemen evenals het organische stof gehalte en het aantal wormen in de bodem en ander bodemleven.

De infiltratie en interne drainage neemt over het algemeen toe, evenals het vermogen om water vast te houden. Over het algemeen is een toenemende waterinfiltratie wat bij NKG toeneemt erg gunstig, maar in enkele gevallen kan dit ook leiden tot snellere uitspoeling van nitraten en andere water oplosbare chemicaliën.



Figuur 9: resultaat praktijk proef NKG & ploegen. (Weil, 2017)

Figuur 10 geeft de resultaten weer van een proef waar 49 jaar drie verschillende grondbewerking systemen zijn gebruikt. De proef is uitgevoerd in Ohio en is toegepast op een bodem met een fijne structuur waar mais op geteeld is. Te zien is een toename in het organische materiaal gehalte, een afname in de dichtheid van de bodem, een aanzienlijke betere infiltratie, een grotere capaciteit om water vast te houden, een iets lagere opbrengst en een verminderde penetratie weerstand.



Figuur 10: Effecten van NKG na 49 jaar ploegen. (Weil, 2017)

De toename van wormen en schimmels bij NKG beïnvloedt de bodem positief. Organische resten, zoals gewasresten van het eerdere seizoen worden minder snel afgebroken omdat deze niet meer met de grond vermengd worden. Gewasresten komen dus minder snel in contact met bodemdeeltjes, daardoor breken de materialen minder snel af, dit veroorzaakt een toename in de tijd dat de resten als beschermende bovenlaag van de bodem dienen (Weil, 2017).

5.6. Structuurverbetering door wormen

Wormen populaties kunnen drastisch toenemen bij het systeem van NKG. De bovenste laag van de bodem wordt niet meer verstoort. Hierdoor blijven gangenstelsels van wormen intact en blijven voedselbronnen aanwezig. De wormen populaties worden niet verstoort. In enkele gevallen worden er in percelen extra wormen uitgezet ter bevordering van de bodemstructuur. Het kan twee tot tien jaar duren totdat regenwormpopulaties de eigenschappen van de bodem positief beïnvloeden door meer aggregaat vorming, grotere porositeit, betere doorluchtig en waterinfiltratie en meer vocht leverend vermogen van de bodem (J.H. Faber, 2009). Daarbij is het ook afhankelijk welk wormensoort er aanwezig zijn. Sommige wormensoorten zijn beter in het vestigen van een gezonde populatie dan andere.

Het structuurversterkend vermogen van ploegen en andere grondbewerking hebben slecht een kortdurend effect. Bij hevige neerslag kan al snel korstvorming optreden. Bodemaggregaten en de daarin opgesloten organische stof kunnen op langere termijn daardoor achteruit gaan. Wormen creëren een natuurlijke bodembewerking en dit kan dus op langere termijn een alternatieve bijdrage leveren aan het rendement van het landgebruik. De boer hoeft daardoor geen gebruik meer te maken van zware grondbewerking wat uiteindelijk weer een positieve bijdrage levert aan de bodemstructuur (J.H. Faber, 2009).

Regenwormen zijn onderdeel van duurzaam bodembeheer (J.H. Faber, 2009). Agrobiodiversiteit in de bodem is daarbij een belangrijke schakel. Er bestaan drie groepen regenwormen die elke op een eigen wijze een bijdrage leveren aan het ecosysteem van de bodem, zoals waterregulatie, bodemstructuur en vruchtbaarheid. Pendelaar wormen zijn soorten die leven in een verticaal gangenstelsel. Hun voedsel bestaat uit bladresten die ze de grond in trekken, hierdoor verhoogd indirect het organisch stofgehalte waardoor de bodemvruchtbaarheid toeneemt. Ook kan regenwater snel in de bodem dringen door de wormengangen.

Een tweede groep wormen zijn regenwormen met een oppervlakkig gangenstelsel. Deze trekken ook organische materiaal de grond in en dragen dus ook bij aan het verhogen van het organische stof gehalte. Oppervlakkig levende wormen dragen bij aan een goede beluchting van de wortelzone en beschikbaarheid van nutriënten.

De derde groep wormen zijn wormen die dieper in de bodem leven. Deze wormen leven van grond waaruit ze organische bestanddelen onttrekken. De wormen vormen geen gangenstelsel, maar woelen de grond al etende voortdurend om. Deze wormen dragen bij aan beluchte bodem in grotere diepte waardoor de bodem veel water kan bergen en naleveren.

Regenwormen kunnen bijdrage aan een hoger organisch stofgehalte in de bodem tot een diepte tussen de 5 centimeter en 30 centimeter. Pendelende regenwormen die in de ondiepe laag van bodem leven eten organische materiaal van de bovenlaag en mengen dit met de bovenste minerale lagen van de bodem. Regenwormen kunnen uiteindelijk een ruwe humus laag met daaronder een A en E horizon veranderen in een structuur met homogene mengsel van organische stof en lutum en een vrij diepe A-horizon (J.H. Faber, 2009).

De invloed van regenwormen kan sterk verschillen afhankelijk van grondsoort, de samenstelling van het ecosysteem in de bodem, gewasteelten en het klimaat. In Flevoland zijn er negatieve ervaring met regenwormen gerapporteerd. Daarbij veroorzaakte regenwormen verslemping van de bovenlaag in aardappelteelt. Dit kan verklaart worden door de afwezigheid van andere groepen regenwormen, samenhangend met de intensieve grondbewerking en het optreden van extreem natte weercondities op een zware grondsoort.

34

Dit voorbeeld benadrukt de complexiteit van de bodem waar veel samenhangende schakels goed in evenwicht moeten zijn. Een goede introductie van regenwormen is afhankelijk van een aantal succesfactoren. Ploegen kan een wormen populatie als snel met 50% laten afnemen (Court, November 2015). Intensieve grondbewerking verlaagt de bodemdichtheid en de activiteit van regenwormen.

Tabel 2: Specifieke soorten en hun effect na introductie. (J.H. Faber, 2009)

Soort	Effect op de bodem	Land	Referentie
A. Caliginosa	Meer aggregaatforming Verbeterde water-lucht verhouding	Nederland	Van Rhee 1968
A. Caliginosa	Verhoogde infiltratiecapaciteit Verbeterd waterhoudend vermogen Verbeterde bodemstructuur	Nieuw-Zeeland	Stockdill 1982
A. Longa	Verhoogde porositeit vanaf 10centimeterdiepte Hogere infiltratiecapaciteit	Nieuw-Zeeland	Springett 1984 Baker et al. 1999
L. Terrestris	Licht verhoogde infiltratiecapaciteit na twee jaar	VS, Indiana	Willoughby et al. 2002

Regenwormen kunnen na introductie een succesvolle populatie vormen. NKG draagt daar aan bij door de leefomgeving van de regenwormen intact te houden. Na een termijn van enkele jaren kunnen de positieve effecten op de bodem en gewas te zien zijn.

Die effecten uiten zich in;

- het tegengaan van bodemverdichting, verbeteren van beluchting;
- het verbeteren van afwatering;
- het bevorderen van bodemvorming;
- een verhoogde porositeit;
- een hogere infiltratiecapaciteit.

Een succesvolle introductie in akkerbouwland is alleen kansrijk in combinatie met NKG. Regenwormen kunnen de bodemstructuur verbeteren door plantenresten in de bodem mee te nemen en grond om te woelen. De porositeit neemt hierdoor toe en er ontstaat een goede aggregaatstructuur en- stabiliteit. Het gewas kan hierdoor een goed wortelstelsel ontwikkelen. Dit leidt tot meer nutriëntenopname en grotere weerstand tegen ziektes. Ook de waterhuishouding verbeterd, meer infiltratie bij veel neerslag, en een betere nalevering in tijden van droogte.

Risico's implementatie regenwormen in Flevoland

Wormen kunnen, zoals hiervoor beschreven, worden onderscheiden in drie types. Eén soort leeft voornamelijk in de bovenste organische laag van de bodem leeft, de strooisel laag. Een tweede soort bevindt zich dieper in de bodem en zijn bedoeld voor het loswerken van de bovenste laag van de bodem. Beide soorten zijn minder geschikt voor decompositie van verdichte bodemlagen. De gangenstelsel van de endogeïsche wormen lopen horizontaal en beperken zich tot de bovenste 30 à 40 centimeter van de bodem en zijn permanent. De derde soort zijn diepgravende regenwormen. Deze maken diepe en verticale gangenstelsels tot meer dan een meter diep en trekken ook organische materiaal mee in de bodem. Het doel van deze wormen is om de ploegzool en verdichte delen te doorboren, waardoor plantenwortels sneller diepere bodemlagen doordringen zonder weestrand. Dit is bij verdichting niet mogelijk. Echter is er geen onderzoek bekend of die wormen, die verdichting in de bodem kunnen overwinnen, in die omstandigheden optimaal functioneren. Uit een onderzoek van WUR-PPO in Wijnandsrae zouden verdichte lagen de wormenpopulaties juist verminderen. Percelen bewerkt met NKG hadden juist minder wormen (Holm, 2012).

Het lijkt er op dat het vermogen van regenwormen om verdichte lagen, zoals de ploegzool, te doorboren licht overdreven is. Na enkele jaren zou er effecten gezien kunnen worden maar er zijn toch veel onzekerheden. In vergelijking met een natuurlijk ecosysteem is er in akkerbouwland zelden een voorraad organisch strooisel aan het oppervlakteaanwezig. Strooisel is in bosgebieden rijk aanwezig maar in bouwland slecht tijdelijk of in kleine getalen. Over de levensduur van de diepere gebruikte wormgangen is enkel bekend dat die gangen maar af en toe ingepalmd worden door wortels van langlevende planten. Ook bewerkingen met NKG machines kunnen de gangen alsnog negatief beïnvloeden, wel in mindere maten als met ploegen. Het is dan echt afhankelijk welke NKG systeem er wordt toegepast.

In Flevoland zijn de omstandigheden voor regenwormen niet gunstig waardoor introductie van regenwormen erg lastig is. De oorzaken kunnen zijn, compactie, natuurlijk vijanden, te weinig voedsel en gebrek aan partners om te vermenigvuldigen. Een optimaal natuurlijk habitat voor een regenworm is een voldoende losse bodem met voldoende hoeveelheden onverteerd organisch materiaal. Deze voorwaarden staan in contrast met de huidige conditie's in de akkerbouw in Flevoland. De bodem is compact, en dat moet deels ook om mechanisatie mogelijk te maken en diepe spoorvorming te voorkomen. Plantaardig materiaal wat als voedsel dient is voornamelijk een

oogstbaar product, eveneens maken residu's van gewasbeschermingsmiddelen de leefomgeving van regenwormen minder gunstig (Holm, 2012). In bepaalde gewassen zoals aardappelen kunnen hoge aantallen regenwormen eveneens tot negatieve veranderingen in de bodemstructuur zorgen, vooral op zwaardere gronden zoals die in Flevoland. Aardappel ruggen worden kleverig en hard en het rooien verloopt moeizaam (Rozen, 2006).

Het effect van regenwormen ter verbetering van de bodemkwaliteit is in verschillende werelddelen en ook in gebieden van Nederland wel bewezen. Echter zijn er bepaalde risico's aan verbonden. Die risico's zijn het grootst in de begin van fase van de implementatie. De regenwormen komen terecht in leefomgeving die voor hun niet optimaal is. Door de jaren heen zal die leefomgeving verbeteren en zullen uiteindelijk de effecten van regenwormen te zien kunnen zijn.

5.7. Organisch stof gehalte

Over het algemeen kan gezegd worden dat bouwland dat omgekeerd wordt minder organisch materiaal bevat vergeleken met gebieden met natuurlijk begroeiing (bossen etc.) (Weil, 2017). Onder natuurlijke omstandigheden komt al het organisch materiaal op het oppervlakte van de bodem terecht en wordt het organisch materiaal niet ondergeploegd. Op akkergronden groeien ieder seizoen nieuwe planten op één zelfde perceel. Veel plantresten worden geoogst en komen dus niet op de bodem terecht. Tevens wordt de bodem door ploegen belucht waardoor organisch materiaal en aggregaten afgebroken worden.

Ploegen keert de grond om waardoor er een laag grond naar boven komt met weinig organisch materiaal. NKG laat meer gewasresten liggen op de bodem. Alleen bij het prepareren van het zaaibed wordt er in de bodem gewerkt of wordt er af en toe ondiep gewoeld. NKG conserveert organische materiaal door de afname van afbraak van plantresten te verminderen. Ploegen bevordert dit juist (Triplett, 2008). Uit veel studies blijkt dat het effect van toenemend organische stof bij NKG pas na enkele jaren merkbaar is. Doordat gewasresten op het oppervlak van de bovengrond wordt gehouden ontstaat er een hogere C/N-coëfficiënt en stikstof wordt daardoor vastgelegd. Dit leidt uiteindelijk tot een tragere mineralisatie bij NKG ten opzichte van ploegen. Groenbemesters worden bij NKG gezaaid om onder andere de bodem te beschermen tegen erosie in winterperiodes veroorzaakt door bijvoorbeeld zware regen. De groenbemesters worden voor de zaaibedbereiding mechanisch of chemisch dood gemaakt en blijven op de bodem liggen. Deze plantenresten dragen ook bij aan het gehalte organische stof aan het oppervlakte van de bodem. Bij NKG is het waarschijnlijk dat na een periode van enkele jaren de bovenste 15 centimeter van de bodem meer organische materiaal bevat dan de laag daaronder. Uit een onderzoek van Basis, uitgevoerd in Flevoland, blijkt dat het organische stofgehalte onder de toplaag na 8 jaar gelijk is met het organische stof gehalte van geploegde gronden, terwijl de bovenste 15 centimeter bij NKG juist meer organische materiaal bevatte. Per saldo is er bij NKG dus sprake van een hogere organische stofgehalte (Derk van Balen, 2017).

Organische stof verbetert de bodemstructuur

Organische stof is van groot belang voor de bodemstructuur, verkrumelbaarheid, slemgevoeligheid, vochthoudend vermogen en bewerkbaar van de grond. De invloed van het organische stof op de bodem is afhankelijk van de grondsoort. Bij kleigronden zorgt organische stof voor een betere lucht- en waterhuishouding en berijdbaarheid. Op percelen met een hoog organische stofgehalte is er door de hogere infiltratiesnelheid van water minder kans op plaspvorming. Ook blijkt de aggregaatstabiliteit hoger te liggen: de bodem heeft meer weerstand tegen verslemping in geval van bijvoorbeeld extreme neerslag. Het water huishoudend vermogen ligt 2 tot 3 % hoger (Heirman, 2014). Organische stof maakt de bodem stabiel, het zorgt ervoor dat bodemdeeltjes aan elkaar klitten tot aggregaten. De bodem krijgt daardoor een betere kruimelstructuur en wordt gestabiliseerd (Heirman, 2014). Het risico op korstvorming (figuur 11) op de bovenlaag en bodemverdichting neemt hierdoor af. Daarnaast is de bodem gemakkelijker bewerkbaar en laat de bodem meer zuurstof en water door (Heirman, 2014).



Figuur 11: Korstvorming. (overheid, 2014)

In extreme gevallen kan zware regenval korstvorming veroorzaken. Korstvorming vermindert de infiltratiecapaciteit van water en maakt het moeilijk voor kiemende planten om tot het oppervlak te komen. Door een hoger gehalte aan organische stof in de bovenste laag van de bodem en een kluitiger structuur aan het oppervlakte van bodem wordt de weerstand tegen korstvorming verhoogt. Bij NKG is er een verhoogt percentage organische stof in de bovenste 15 centimeter van de bodem aanwezig vergeleken met ploegen. Bij een hoge organisch stof gehalte verkrumeld de bodem eveneens gemakkelijker (Heirman, 2014). Daarbij dragen groenbemester ook bij aan de bescherming tegen zware regenval en de aanvulling van organische stof.

Een hoger organisch stof gehalte kan dus de bodemstructuur verbeteren waardoor de bodem makkelijker bewerkbaar is. Dit kan ook invloed hebben op het gebruik van machines. Voor minder intensieve bodembewerking kunnen lichtere machines gebruikt worden. Hierdoor verminderd eveneens het risico op bodemverdichting wat uiteindelijk ook weer invloed heeft op een goede bodemstructuur. Landbouw economische gezien biedt dit mogelijkheden voor hogere opbrengsten en kostenbesparing op machinegebruik (Balen, 2012).

Organische stof gehalte in diepere lagen van de bodem bij NKG

Uit onderzoek van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie van Vlaamse dienst Land en Bodembescherming, concentreert de toename van het organische materiaal bij NKG zich op de boven 15 centimeter van de bodem (Heirman, 2014). Verschillende onderzoeken tonen aan dat het organische materiaal gehalte in diepere lagen van de bodem bij NKG juist afneemt. Echter praktijk onderzoek van Basis in Lelystad concludeert dat gedurende 8 jaar de diepere lagen van een NKG perceel evenveel organische materiaal bevat als het geploegde perceel. Gekeken op landbouweconomisch belang is de bovenste laag van de bodem van groot belang. Vooral in de bovenste laag vervult organische koolstof een cruciale functie, zoals aggregaat vorming, het tegengaan van verslemping en het bijstellen van nutriënten.

5.8. Schimmels en Bacteriën

Door NKG zou de bodemstructuur effectief worden bevorderd door een beter functionerend bodemleven. De combinatie van regenwormen, schimmels, bodemaggregaten en waterinfiltratie zou hier invloed op hebben (Faber). Organische resten van planten en mest worden in de bodem door bacteriën en schimmels omgezet. Hierbij komen voedingsstoffen vrij die planten opnemen. Een deel van het organische materiaal eten de bacteriën en schimmels zelf op, echter worden de schimmels en bacteriën op hun plaats weer gegeten door organismen en komen de voedingsstoffen dus weer vrij. Het bodemleven van microscopisch formaat, zoals bacteriën en schimmels, tot grotere insecten en wormen zijn essentieel voor de kwaliteit van de bodem en hebben invloed op de opbrengst van landbouwpercelen.

Een bodem met veel organische materiaal is een ideale leefomgeving voor regenwormen. Bepaalde soorten regenwormen kunnen organische materiaal zoals oogstresten inwerken in de bodem. Organisch materiaal komt daardoor beschikbaar voor schimmels en bacteriën en zo wordt het bodemvoedselweb gevoed. Tevens kunnen regenwormen organische en minerale bodembestanddelen mengen tot waterstabiele aggregaten, hierdoor wordt een goede bodemstructuur gevormd en/of onderhouden. Daarbij zorgen de gangenstelsels van wormen voor betere infiltratie van de bodem. Een hoog gehalte aan organische stof in bodem betekent meer voedsel en leefruimte voor bodemorganismen (Heirman, 2014).

In de winter zorgen gewasresten en groenbemester voor bescherming van de bodem. Regen heeft een minder grote impact op de bodem en groenbemesters beschermen het bodemleven. In theorie houdt het bodemleven zich in de winter in stand en komt het in het voorjaar sneller op gang. Dit zou er voor kunnen zorgen dat de plant sneller over voeding kan beschikken als het bodemleven en de mineralisatie eerder op gang brengt. Echter in praktijk is dat nog niet bewezen, juist in geploegde gronden blijkt in praktijk dat er in het voorjaar meer stikstof beschikbaar is (Töntjes, 2016).

38

5.9. Water infiltratie

Een gevolg van bodemverdichting is de vertraging van infiltratie van water door de bodem. De bodem wordt sneller vochtig en blijft langer vochtig en warmt trager op in de lente, wat de biochemische processen vertraagt. Ook verhindert de ploegzool in droge periodes de capillaire stijging van het water en slaat de bodem minder water op. Eveneens kan het zaaigoed ongelijk opkomen, verhoogt het risico op parasieten en het afrijpen van het gewas vertraagt en is onregelmatig. Daarnaast worden meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen sneller afgevoerd en komen daardoor sneller in het oppervlaktewater terecht (A. Pollentier, 2011).

Onderzoeken naar waterinfiltratie bij NKG lopen uit één. Sommige onderzoeken geven aan dat de waterinfiltratie verbeterd, met alle positieve gevolgen van dien. Andere onderzoeken geven aan dat de waterinfiltratie verminderd omdat er na jaren van NKG verdichting van de bodem plaats vindt waardoor een diepe grondbewerking, vaak kerend, noodzakelijk is. De verschillende uitkomsten van onderzoeken kunnen verklaart worden doordat NKG een verzamel begrip is van allerlei uiteenlopende technieken om de grond minimaal te bewerken en niet te keren. In sommige onderzoeken wordt de bodem gewoeld, in andere onderzoeken niet. Eveneens spelen factoren als weersomstandigheden, gewassen, grondsoorten en verschillende klimaten een rol bij de uitkomsten van de onderzoeken. Voordelen en nadelen spelen voortdurend door elkaar in de vergelijking.

Uit onderzoek van Van Balen binnen het project Basis blijkt dat geploegde gronden een hogere infiltratie snelheid hebben dan niet geploegde gronden. Echter blijkt ook dat na een zware regenbui het water juist bij het niet geploegde perceel sneller wegloopt dan bij het geploegde perceel (Töntjes, 2016).

Bij NKG is het vochtpercentage in de bodem hoger. In het voorjaar kan de teler daarom pas later het land op. In droge periode levert het wel meer water na. Vooral de verdeling van het vocht in de grond is anders. Bij ploegen is de geploegde bovenlaag sneller droger, bij NKG is juist de diepere laag van 15-30 centimeter sneller droog. Vooral in het voorjaar duurt het bij het NKG systeem langer voordat de grond bereiden kan worden

Organische stof verhoogt de waterdoorlatendheid van de bodem, dit is vooral op kleibodem van toepassing. Regenwater kan bij zware neerslag gemakkelijk door de bodem dringen. Hierdoor stroomt er minder water van de bodem en dringt het water juist gemakkelijk de bodem in. Organische stof heeft ook positieve invloed op het waterbergend vermogen waardoor er in het teeltseizoen meer water voor de gewassen beschikbaar is. Vooral op gronden die gevoelig zijn voor droogte is dit van toepassing. NKG verhoogt na verloop van tijd het organische stof gehalte waardoor de voordelen van organische stof op de waterhuishouding mee gaan spelen.

Een betere watervoorziening heeft invloed op de ontwikkeling van het gewas. Een hoger gehalte aan organische stof in de bodem laat de hoeveelheid gemakkelijk opneembare water als het totale waterreserve toenemen. Dit resulteert tot minder droogtestress en een hogere gewasopbrengst.

5.10. Groenbemester in combinatie met NKG

Een recente ontwikkeling is het zaaien van groenbemesters die diep en sterk wortelen. Deze groenbemesters kunnen de verdichte lagen, zoals de ploegzool open breken en wortelgangen achterlaten voor het hoofdgewas (Weil, 2017). Ook kunnen groenbemesters bijdrage aan een hoger organische stofgehalte in de bodem. Groenbemesters zouden ook in een aantal situaties in de winter stikstof vasthouden. Na één jaar zal de hoeveelheid organische stof afkomstig van groenbemesters nog niet erg hoog zijn. Te weinig zuurstof in de bodem kunnen de groenbemesters doen rotten in plaats van mineraliseren. Een zuurstofgebrek komt vooral voor in natte bodems met een slechte structuur. Een compacte en natte bodem dient aangepakt te worden, enkel op die manier kan de bodem echt leven en kan zuurstof voor een goede mineralisatie zorgen van het organische materiaal. In een slechte bodemstructuur met weinig zuurstof is het toedienen van vers organische materiaal niet aan te raden. Toch mag hun belang niet miskent worden. Het inzaaien van groenbemesters, waar mogelijk, is aan te raden (Heirman, 2014).

Voor opheffing van verdichte lagen zouden groenbemesters ook een rol kunnen spelen. Gele mosterd kan bijvoorbeeld tot aan de drainage groeien en door verdichte lagen dringen. Dikke wortels die afsterven en daardoor in omvang krimpen, laten gangen achter in de bodem waar water goed in kan infiltreren en wortels beter in kunnen groeien. (Holm, 2012). Sterk en diep wortelende gewassen zijn daarvoor noodzakelijk. Luzerne is een voorbeeld van zo'n gewas, maar moet voor een goed resultaat meerjarig geteeld worden (alfalfa, *Medicago sativa* L.). De kanalen die ontstaan door de verdichte lagen kunnen als pathways dienen waar wortels van volgende gewassen zich een weg kunnen banen zonder door verdichte lagen te hoeven boren. Het huidige probleem met groenbemesters is dat hun groeiperiode tekort is om diep te kunnen wortelen. De groenbemesters krijgt daardoor geen kans om diepere lagen in de bodem op te breken. In het verleden werden enkele gewassen die als groenbemesters gezaaid kunnen worden meerjarig geteeld (luzerne, klaver) en werd er geen grondbewerking uitgevoerd. Natuurlijk bodemprocessen konden daardoor beter ontwikkelen (ten Berge, 2010).

5.11. Ploegzool opheffing

Storende lagen vormen problemen voor akkerbouwers. Verdichte lagen zorgen voor moeilijk infiltratie, een verstoort bodemleven en een slechte waterhuishouding. Figuur 12 laat een slechte waterinfiltratie in de ploegvoor zien. De ploegzool vormt een storende laag in de bodem. De laag onder de geploegde bodem wordt door de jaren heen steeds aangedrukt en veroorzaakt een zool in de bodem die wortelgroei, zuurstof en waterinfiltratie in de diepere grondlagen hinderen (Effecten van grondbewerking op bodemleven).



Figuur 12: Water kan niet door de ploegzool. (Balen, 2012)

Verschillende onderzoeken tonen aan dat de ploegzool na enkele jaren verdwijnt bij het systeem van NKG. De aansluiting tussen de ondiepe en diepe laag in de bodem wordt langzaam beter. Bewerking op de ploegzool wordt namelijk niet meer gedaan. Door natuurlijk bodemprocessen zal de ploegzool langzaam opgeheven worden. Bodemleven zoals gangenstelsel van wormen en diep-wortelende gewassen en groenbemesters dragen bij aan het openbreken van storende lagen zoals de ploegzool. Die opheffing kan echter meerdere jaren duren.

5.12. Draagkracht en poriën

De bewerkbaarheid op zavel en klei wordt zowel door de verkruielbaarheid als de draagkracht van de grond bepaald. Bij ploegen worden poriën verstoord (Bodemstructuur, sd). Bij NKG blijven poriën intact. Poriën kunnen de stabiliteit van de bodem verbeteren en daarmee uiteindelijk de insporing van de grond bij berijding verminderen.



Figuur 13: Rechts; geploegd, Links NKG. (Balen, 2012)

Geploegde gronden hebben ook veel poriën. Echter zijn dit vooral grote poriën. Dit heeft als voordeel dat de bodem beter belucht kan worden en dat de bodem vroeger in het voorjaar bereiden kan worden, wat bij NKG niet het geval is. Echter zijn grote poriën instabieler en kunnen deze gemakkelijk in elkaar gedrukt worden onder belasting. Daarnaast hebben grote poriën geen capillaire werking, wat van invloed is op de vochtigheid van de grond in het voorjaar. Poriën bij NKG zijn kleiner van formaat. Hierdoor is de bodem bij NKG berijdbaar zonder dat er veel insporing ontstaan, een betere draagkracht dus (Balen, 2012). Figuur 13 geeft dit weer. Links is een perceel geogste uien onder NKG zonder diepe insporing. Rechts is een geogst perceel uien wat geploegd is, hier is meer insporing te zien.

6. Flevolandse akkerbouwers over NKG

Om de visie van de akkerbouwers in Flevoland over NKG en bodembeheer in kaart te brengen zijn er een achttal interviews afgenomen met akkerbouwers in verschillende locaties binnen Flevoland. De geïnterviewde akkerbouwers maken voor hun hoofdgrondbewerking gebruik van ploegen. Er is gebruik gemaakt van een diepte-interview waarbij een algemeen interviewschema is aangehouden. Vijf interviews zijn afgenomen doormiddel van een Face-Face methode, de andere drie interviews zijn telefonische afgenomen. Alle geïnterviewde hebben toestemming gegeven om hun naam te vermelden.

Aan de hand van de antwoorden van de verschillende interviews worden bevindingen in dit hoofdstuk per interviewvraag verder uitgewerkt.

6.1 Resultaten interviews

Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Alle geïnterviewde gaven aan actief bezig te zijn met bodemverdichting en de kwaliteit van hun bodemstructuur. De door hen genoemde methode daarvoor is het gebruik van lichtere machines, rijden met lagere bandendruk en rekening houden met de weersomstandigheden en oogsttijdstippen.

Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Alle geïnterviewde gaven aan dat ploegen nog steeds binnen hun bedrijfsvoering past. Toch vertelde enkele akkerbouwers dat zij experimenteren met nieuwe manieren van ploegen zoals de eco-ploeg, percelen een seizoen niet ploegen of percelen spitten in plaats van ploegen. Dit geeft aan dat akkerbouwers wel op zoek zijn naar verbeteringen. Zo kwam de eco-ploeg vaak aan de orde, enkele boeren hebben die methode geprobeerd. R. ter Haar heeft zijn bedrijfsvoering op het eco-ploegen aangepast en past het systeem naar tevredenheid toe. Toch gaf geen van de geïnterviewde akkerbouwers aan van ploegen te willen afstappen.

41

Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, een ploegzool, meer vermogen nodig hebben om de bodem te ploegen?

J. Blitterswijk gaf aan genooddaakt te zijn geweest om kort geleden delen van zijn percelen te diepspitten. Dit kwam vanwege een dunne klei laag met daaronder hard zand. Doormiddel van het spitten is de kleilaag met de zandlaag vermengd. Twee andere respondenten gaven aan dat ze een trekker met meer vermogen nodig hebben gehad, maar daarbij vertelde ze dat ze niet zeker durfde te zeggen dat die noodzaak met de bodemstructuur te maken had. Enkele respondenten gaven aan wel af en toe natte plekken te hebben, maar ze zien bodemverdichting niet als de oorzaak. Enkele respondenten waren zeer tevreden over hun structuur, andere gaven aan wel af en toe problemen te ondervinden of problemen te hebben gehad, maar dat was volgens hun niet zorgwekkend.

Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Opvallend is dat bijna alle geïnterviewde hun eigen maatregelen nemen om de structuur van de bodem te verbeteren. Maatregelen worden bij de geïnterviewde gezocht in simpele en relatieve gemakkelijke methodes zoals het verlagen van de bandendruk en het gebruik van lichtere machines. Daarbij werd ook de oogsttijdstippen genoemd, zoals het vroege oogsten waardoor de bodem langer met rust gelaten wordt, of oogsten en grond bewerken onder betere weersomstandigheden. Daarnaast werd genoemd dat percelen ieder seizoen op een andere manier bewerkt worden. Door bijvoorbeeld een perceel het ene jaar te ploegen, het andere jaar te woelen. Hierdoor proberen de boeren hun percelen toch wat meer met rust te laten en de ploegzool te verminderen. Iedere teler neemt op zijn eigen manier maatregelen om de structuur van de bodem goed te houden, daarnaast wordt er nog steeds geploegd.

Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Veel respondenten proberen of hebben in het verleden nieuwe methoden toegepast. Methoden zoals diepspitten, het gebruik van meer groenbemesters, eco-ploegen en bovenover ploegen. Het aanvoeren van vaste mest of compost kwamen ook naar voren. De telers zijn wel opzoek naar andere systemen, maar gaven aan dat de nieuwe methoden nog niet voldoende toereikend zijn. Ploegen is voor hen nog steeds een vertrouwde methode. Eco-ploegen zou gewasresten niet goed onderploegen, bovenover ploegen werkt niet altijd even goed door het slippen, woelen wordt meestal alleen gedaan als de weersomstandigheden goed zijn en ploegen niet noodzakelijk is.

42

Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren.

De meeste respondenten zijn positief over dit systeem en geloven dat het systeem positieve invloed kan hebben op bodemverdichting. Geen van geïnterviewde ontkende de effecten van NKG. Eén respondent gaf aan al af en toe percelen niet te ploegen. Enkele respondenten gaven andere akkerbouwers die het systeem toepassen als voorbeeld. Toch gaven alle geïnterviewden, ondanks dat ze het systeem goed vinden, duidelijke redenen waarom zij het niet zouden toepassen.

Zult u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of bovenoverploegen.

Er was slechts één geïnterviewde die aangaf misschien in de toekomst het NKG systeem toe te willen passen. Andere geïnterviewde gaven duidelijke redenen waarom ze dit systeem niet willen toepassen. Eén van de redenen was de onzekerheid om een goed zaaibed te kunnen maken door de achtergebleven gewasresten. Een andere reden was de onkruidbestrijding die met NKG moeilijk is, dit gaven vooral de biologische akkerbouwers aan. Opvallend waren de verschillende inzichten in het systeem. Zo gaf van D. van der Weerd aan dat NKG op lichte grond niet zou kunnen werken, maar juist op zware klei wel. J. Blitterswijk en S. Kofoed gaven juist aan geen vertrouwen te hebben in het systeem op zware klei grond, maar juist wel op lichte gronden. Andere redenen waren de grotere kans op ziektes en schimmels die kunnen overwinteren in de achtergebleven gewasresten en het volgende seizoen gewassen kunnen besmetten (genoemd door H. Schreuder). Daarnaast was een genoemd knelpunt de overschakeling, het systeem zou niet in de huidige bedrijfsvoering passen of het zou te duur zijn om alle machines op dit systeem aan te passen. De boeren kiezen sneller voor andere meer vertrouwde en een naar hun mening meer

trefzekere methode zoals het eco-ploegen, lichtere machines, betere weersomstandigheden etc. Ook is voor hen ploegen een vertrouwde methode en past dit nog steeds past binnen de bedrijfsvoering. De boeren ervaren geen zorgwekkende structuurproblemen.

6.2. De mening van de akkerbouwers

Het doel van de interviews was om te achterhalen wat de visie van de akkerbouwers was op bodemverdichting, ploegen en vooral NKG. De resultaten uit de interviews blijken bij alle akkerbouwers in grote lijnen met elkaar overeen te komen. Alle geïnterviewde akkerbouwers gaven aan actief bezig te zijn met bodembeheer. Daarbij passen de geïnterviewde uiteenlopende methodes toe, zoals het rekening houden met weersomstandigheden, het gebruik van lichtere machines en het experimenteren met nieuwe methode van ploegen.

Slechts één geïnterviewde gaf aan genoodzaakt te zijn geweest om drastische maatregelen te nemen. Die maatregelen waren te verklaren door de natuurlijke opbouw van de bodem waardoor het noodzakelijk werd om de bovenste laag kleilaag doormiddel van diepspitten te vermengen met de zandlaag daar onder. Alle andere geïnterviewde gaven aan geen zorgwekkende problemen te ondervinden in de bodem. Daarbij gaven wel alle geïnterviewde aan maatregelen te nemen om de structuur van de bodem op een optimaal niveau te houden, en volgens hen past ploegen daar nog steeds bij.

Uit de vraag of de akkerbouwer voor alternatieve systemen zou kiezen bij het optreden van ernstige structuurproblemen bleek dat alle akkerbouwers erg vertrouwt zijn met ploegen. Ploegen is voor hen nog steeds effectief en passend bij de huidige bedrijfsvoering. De geïnterviewde gaven aan bekend te zijn met allerlei maatregelen die de structuur zouden kunnen verbeteren, zoals het eco-ploegen en het bovenover ploegen. NKG past volgens alle geïnterviewde op dit moment niet in de bedrijfsvoering.

Het antwoord op de vraag of NKG de bodemstructuur volgens hen zou kunnen verbeteren was veelal positief. Slechts één geïnterviewde akkerbouwer gaf aan niet volledig bekend te zijn met NKG. Alle andere geïnterviewde gaven aan dat het systeem duidelijke voordelen heeft en de bodemstructuur zou kunnen verbeteren. Op de vraag of de akkerbouwer het systeem zou toepassen, gaven alle geïnterviewde duidelijke redenen waarom zij het systeem niet willen gebruiken. Daarbij kwamen genoemde nadelen van NKG uit het onderzoek naar voren, zoals de verhoogde onkruiddruk en gewasresten die het maken van een goed zaaibed moeilijk maken.

7. Discussie

Voor mijn opleiding Bedrijfskunde en Agrifoodbusiness heb ik deze afstudeeropdracht uitgevoerd. Binnen dit onderzoek staat NKG grondbewerking centraal. Hierbij is onderzocht welke invloed NKG heeft op het verbeteren van de bodemstructuur en het verminderen van bodemverdichting. Er zijn vier deelvragen beantwoordt. In de eerste deelvraag is beschreven wat NKG is. De tweede deelvraag heeft beantwoordt welke ontwikkelingen zich voordoen in de bodem van Flevoland. Deelvraag drie heeft beantwoordt welke invloed NKG kan hebben op deze ontwikkelingen, voornamelijk gericht op de bodemstructuur en bodemverdichting. De laatste deelvraag heeft beantwoordt wat de gedachten van akkerbouwers zijn over bodembeheer, ploegen en NKG. Het antwoord op de hoofdvraag; *In hoeverre biedt niet-kerende grondbewerking voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief voor ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?* bleek dat NKG wel degelijk een positieve invloed kan hebben op de bodemstructuur en bodemverdichting kan opheffen ten opzichte van ploegen. Door de bodem met rust te laten neemt het bodemleven toe, ook zal het organische stof gehalte in de bodem toenemen. Deze factoren hebben een positieve invloed op de bodemstructuur en bodemverdichting. Echter blijkt dat dit systeem de oorzaak van bodemverdichting niet oplost. Door zwaardere mechanisatie en intensieve teelten zal de bodem nog steeds zwaar belast worden. Dit blijkt ook uit de interviews met een aantal akkerbouwers, de boeren gaven aan de problemen rondom de bodem te erkennen, maar een echte oplossing is er niet, NKG is niet voldoende toereikend om voor de akkerbouwers de oplossing op de achteruitgang van de bodemstructuur te bieden.

44

De resultaten uit het onderzoek kwamen niet helemaal overeen met mijn voorspellingen. Ik heb NKG altijd een interessant systeem gevonden maar ik was persoonlijk niet zeker over de voordelen. Na het uitvoeren van dit onderzoek blijken de effecten van NKG ruimschoots aangetoond. De theorie is wereldwijd toegepast en in verschillende situaties bewezen. Nog steeds wordt er veel onderzoek naar het systeem gedaan. Met betrekking tot de zorgen om de duurzaamheid van de bodem komt dit systeem steeds meer in de belangstelling. Toch blijft er een grote maar, het systeem heeft nog veel onzekerheden en kan niet op zichzelf de oplossing bieden op bodemproblematiek. Veel andere factoren zullen meespelen om tot een duurzaam bodembeheer te komen, NKG zal daar zeker een positieve rol in kunnen spelen.

Dit onderzoek heeft zich alleen gericht op de invloed van NKG op de bodemstructuur en bodemverdichting. Dit heeft het onderzoek beperkt. Er is geen rekening gehouden met andere effecten van NKG. De invloed op de verbetering van de bodemstructuur en bodemverdichting is niet de enige beweegreden om NKG toe te passen. Andere voordelen van het systeem zijn bijvoorbeeld kostenbesparingen, arbeidsbesparing, minder afspoeling van bestrijdingsmiddelen. Daarnaast is de invloed van NKG als losstaand systeem op de bodemstructuur en bodemverdichting enigszins beperkt omdat er met combinaties van andere factoren wellicht betere resultaten te behalen zijn om de bodemstructuur te verbeteren en bodemverdichting te verminderen. Hiermee is in dit onderzoek geen rekening gehouden. Zo zouden vaste rijpaden, oogsten onder droge weersomstandigheden, minder intensieve teelten, lichtere machines, lagere bandendruk, groenbemesters, werken met GPS samen met het systeem van NKG betere resultaten kunnen geven.

8. Conclusie en aanbevelingen

Flevoland is één van de grootste landbouwgebieden van Nederland. De provincie is uniek door zijn jonge vruchtbare kleigrond en efficiënt ingerichte landbouw percelen. Omdat Flevoland een goed landbouwgebied is worden percelen intensief gebruikt voor de teelt van verschillende gewassen. Tot het einde van de vorige eeuw was het moeilijk structuurachteruitgang te vinden. Tegenwoordig nemen de zorgen om de bodem in Flevoland toe.

In Flevoland wordt een groot percentage rooivruchten geteeld. Dit zijn intensieve teelten waar gewerkt wordt met zware machines onder vaak natte weersomstandigheden. Dit is een aanslag op de bodem. Het intensieve bouwplan in Flevoland geeft het bodemleven niet voldoende rust om tot volle ontwikkeling te komen. Inmiddels is al 50% van de Flevolandse bodem verdicht. Het risico op verdere verdichting van de bodem in Flevoland is nog steeds matig tot groot.

Bodemverdichting in Flevoland is een toenemende zorg. Door natuurlijk processen maar ook door mechanische zware berijding onder vaak slechte omstandigheden komt steeds vaker voor. Door deze zware belasting zakt de bodem in. De gevolgen hiervan kunnen invloed hebben op de opbrengsten. Door de slechte toestand van de bodem kunnen planten moeilijk wortelen en nemen de planten moeizaam voedingsstoffen uit de bodem op, daarbij ontstaat er wateroverlast door slechte de slechte waterdoorlatendheid van de bodem.

Ploegen is een vertrouwde methode om de bovenste laag van de grond los te trekken. Een effectieve methode die door veel akkerbouwers jaarlijks wordt toegepast om gewasresten onder te werken, de bovenste structuur van de bodem los te maken en om het zaaibed voor het volgende seizoen voor te bereiden. Deze methode kent ook een aantal nadelen. Zo veroorzaakt ploegen een storende laag in de bodem, de ploegzool genoemd. Deze storende laag ontstaat door jarenlang aandrukken van de grond onder de geploegde bodem. Deze storende laag is een verdichte laag die waterinfiltratie en beworteling moeilijk maakt. Daarnaast veroorzaken onder andere machinale berijding verdichting van de bodem. Uit onderzoek blijkt dat door zwaardere machines de onderste laag van de bodem tot 20% meer is verdicht ten opzichte van 1980. De huidige methode van ploegen biedt geen oplossing om de toenemende bodemverdichting en achteruitgang van de bodemstructuur in Flevoland een halt toe te roepen.

45

8.1 Conclusie

Als conclusie en antwoord op de hoofdvraag *‘In hoeverre biedt niet-kerende grondbewerking voor de Flevolandse akkerbouwers een goed alternatief voor ploegen om een oplossing te bieden voor de problemen met betrekking tot bodemverdichting?’* kan gesteld worden dat NKG ten opzichte van ploegen de bodemstructuur positief kan beïnvloeden en daardoor bodemverdichting kan verminderen.

Verschillende studies in Nederland en het buitenland ondervinden positieve gevolgen in de vermindering van bodemverdichting bij de meerjarige toepassing van NKG systeem.

Uit onderzoek blijkt dat NKG het organische stof gehalte in de bovenste 15 centimeter van de bodem sterk laat stijgen terwijl het organische stof gehalte onder deze laag een vergelijkbaar gehalte aan organische stof behoudt als bij ploegen. Per saldo neemt het organische stof gehalte bij toepassing van het NKG systeem dus toe.

Door toename van het organische stof gehalte neemt het aantal organisme in de bodem toe. Regenwormen nemen in aantal toe, waaronder pendelaars die verticale gangen in de bodem maken. Ook het aantal schimmels en

bacteriën neemt toe. Het toenemende bodemleven heeft invloed op bijvoorbeeld het omzetten van plantresten naar organische stof, de mineralisatie en het werkt plantresten de bodem in.

Wanneer de bodem via het NKG systeem met rust wordt gelaten nemen kleine bodemporiën toe. Deze poriën worden niet gebroken door kerende grondbewerking. Door de toenemende bodemporiën neemt de draagkracht van de bodem toe. Uiteindelijk heeft dit invloed op een afname van bodemverdichting omdat de bodem een grotere weerstand ontwikkelt tegen bijvoorbeeld spoorvorming.

In combinatie met groenbemesters zullen uiteindelijk storende lagen opgeheven worden. Door de structuurverbetering zijn minder zware machines nodig om de bodem te bewerken. NKG vermindert ook in veel gevallen het noodzakelijk aantal bewerkingen op het land. Groenbemesters helpen de storende lagen open te breken door de diepe wortelgroei en het toevoegen van organisch materiaal aan de bodem.

Het systeem van NKG kan mogelijk een oplossing bieden voor bodemverdichting. Bij toepassing van NKG kan de structuur van de bodem drastische te verbeteren. Echter in praktijk is de toepassing lastig en onzeker. Alle onderzoeken gedaan naar NKG tonen drastische lagere opbrengsten aan in de eerste jaren van NKG. De bodem heeft onder het systeem van NKG een aantal jaren nodig om te herstellen. Juist in die jaren is de toestand van bodem erg slecht, de bodem wordt niet geploegd en de effecten van NKG doen nog niet hun werk. Pas na een aantal jaren zijn de positieve effecten te merken.

NKG is een verzamelnaam van verschillende methoden om de bodem niet te keren. In enkele onderzoeken en praktijk toepassingen wordt de bodem toch gewoeld, of wordt in de eerste jaren ingegrepen om de bodem op te luchten. Andere systemen werken intensief met groenbemesters, en andere toepassingen werken met vaste rijpaden en woelen de bodem niet. Er is dus geen vast systeem en daardoor blijft het voor de boer een zoektocht om de ideale toepassingen van NKG te vinden. Over het algemeen is wel te concluderen dat NKG bodemverdichting kan verminderen en de bodemstructuur kan verbeteren. De geïnterviewde Akkerbouwers zijn zich bewust van de voordelen van NKG, maar ook van de nadelen. Die nadelen zijn voor hen redenen om NKG niet toe te passen en eerder te kiezen voor meer vertrouwde manieren van grondbewerking.

46

De echte uitdaging ligt bij de oorzaak van bodemverdichting. Deze ligt bij de intensieve berijding met zware machines. NKG kan bodemverdichting verminderen, vervolgens is het van belang de bodem niet weer aan te drukken. Lichtere bewerkingen, berijden onder betere omstandigheden heeft grote invloed op de bodemstructuur.

NKG is dus niet een op zichzelf staande oplossing om bodemverdichting te verminderen. Het is een opeenstapeling van verschillende factoren die invloed kunnen hebben op een betere bodemstructuur. Minder berijding, het toepassen van groenbemesters, het gebruik maken van vaste rijpaden, oogsten onder betere weersomstandigheden etc etc. Het bewustzijn van de boer over de achteruitgang van de bodem is belangrijk. Als de boer bewust is van de achteruitgang kan hij maatregelen nemen, NKG biedt daarbij een alternatieve bodembewerking welke in de toekomst potentie heeft om de bodemstructuur te verbeteren en bodemverdichting te verminderen.

8.2 Aanbevelingen

De geïnterviewde boeren gaven allemaal aan dat NKG naar hun mening zeker positieve invloed zou kunnen hebben, maar dat het niet binnen hun bedrijfsvoering past. Een volgende verkennend onderzoek kan worden uitgevoerd naar een effectieve combinatie van andere methode, zoals vaste rijpaden, mechanisatie en gewassen, om zo een goed systeem te bedenken waar NKG in mee is opgenomen. Hierdoor zou een akkerbouwer wellicht gemakkelijker kunnen overschakelen naar een duurzame bodembeheer.

Dit onderzoek heeft zich beperkt op het effect van NKG op bodemstructuur en bodemverdichting. Een vervolg onderzoek kan worden gedaan naar teelten waar NKG financieel het meest aantrekkelijk is. Wat dus de besparing op kosten als mechanisatie kosten en arbeid is ten opzichte van de opbrengstderving.

Een derde aanbeveling is een onderzoek naar het effect van NKG op de schimmel infecties in de diverse gewassen die kunnen voortkomen uit gewasresten die bij NKG op de bodem blijven liggen en opvolgende gewassen kunnen besmetten.

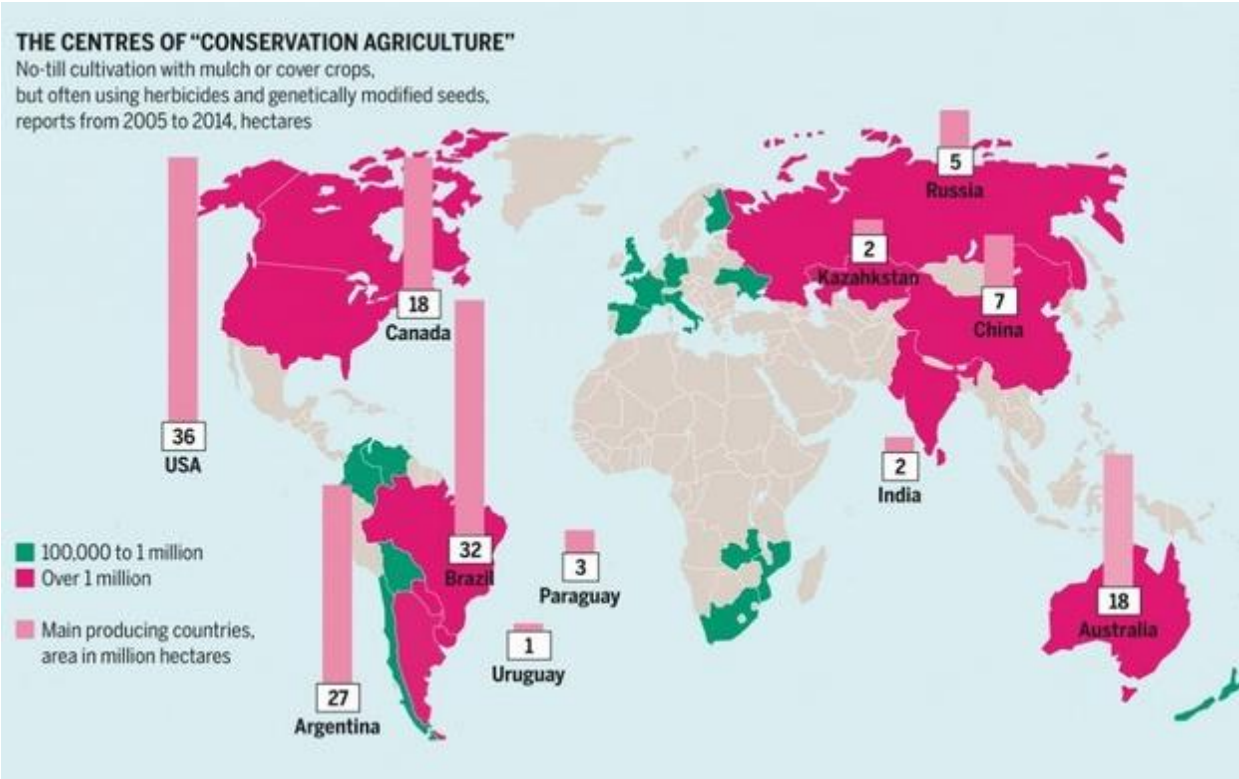
9. Bronvermelding

- Pollentier, A. (2011). *Bodemverdichting in landbouw*. Brugge: Partnerschap Presensols
- Algemene informatie*. (2011). Opgehaald van www.nietkerendegrondbewerking.nl:
<http://nietkerendegrondbewerking.nl/nkg-algemeneinformatie.html?i2s1>
- Berendsen, H. (2005). *Landschap in delen*. Assen: Van Gorcum & Comp. B.V.
- Berendsen, H. (2017, Maart). *Bodem*. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Bodem>
- Bokhorst, J. (sd). *Akkerbouw Flevoland*. Opgehaald van goedbodembeheer.nl:
<http://goedbodembeheer.nl/beheer/akkerbouw/flevoland/144-inleiding-akker-flevoland>.
- Clapperton, J. (sd). *The Real Dirt on No tillage*. Lethbridge: Rhizosphere Ecology Resarch Group.
- CBS. (2015, 29 december). *Aantal boerderijen in Flevoland daalt minder snel dan elders*. Geraadpleegd van
CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2015/53/aantal-boerderijen-in-flevoland-daalt-minder-snel-danelders>
- Court, J. D. (November 2015). Bodemstructuur Flevoland niet in orde. *Nieuwe Oogst*, 8.
- Balen, D. (2017). De Effecten Van Geredureerde Grondbewerking. *Ekoland*, 12.
- Balen, D. (2012). *Effecten van grondbewerking op bodem en productie*. Opgehaald van www.kennisakker.nl:
<http://www.kennisakker.nl/node/3765>.
- Berendsen, H. (2017, maart). *Bodem*. Geraadpleegd van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Bodem>
- Dongen, A.V. (2015, April). Europa's tuin is arm geboerd. *Eindhovens Dagblad*, p.1.
- Effecten van grondbewerking op structuur*. (sd). Opgehaald van <https://subsites.wur.nl>:
<https://subsites.wur.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Grondbewerking-en-berijding/Effecten-van-grondbewerking-op-structuur.htm>
- Effecten van grondbewerking op bodemleven*. (sd). Opgehaald van <https://subsites.wur.nl>:
<https://subsites.wur.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Grondbewerking-en-berijding/Effecten-van-grondbewerking-op-bodemleven.htm>
- Provincie Flevoland. (sd). *Bodematlas*. Opgehaald van kaart.flevoland.nl: <http://kaart.flevoland.nl/bodematlas/>
- (2017, maart). *Ploeg (werktuig)*. Geraadpleegd van Wikipedia: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Ploeg_\(werktuig\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Ploeg_(werktuig))
- Provincie Flevoland. (sd). *De Bodem van Flevoland*. Lelystad: Zuiderzeeland Waterschap.
- Lange, J. G. (sd). *Bodemdalingskaart Flevoland*. Gntmij Nederland B.V.
- Vermeulen, G.D., Verwijs, B.R., Akker, J.J.H. van den. (2013). *Vergelijking van de bodembelasting bij agrarisch veldwerk in 1980 en 2010*. Wageningen: Plant Research International.
- Heirman, J. (2014). *Organische stof in de Bodem*. Brussel: Vlaamse overheid.
- Akkerbouw*. (2017, mei). Geraadpleegd van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Akkerbouw>
- Holm, L. (2012). *Bodemverdichting op landbouwgrond*. Leuven: K.U. Leuven Research & Development.
- Faber, J., Bloem, J. (sd). Bodemleven geeft structuur aan akkergrond.

- Faber, J.H. (2009). *Introductie van regenwormen ter verbetering van bodemkwaliteit*. Wageningen: Alterra.
- Staps, J.J.M., Berg, C. ter., Vilsteren, A., van. Lammerts, E.T., van. Jetten, T.H. (2015). *Van bodemdilemma's naar integrale verduurzaming*. Wetenschappelijke Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding.
- Krul, A. (2014, maart). *Zo doe je een literatuuronderzoek of literatuurstudie*. Opgehaald van [www.scribbr.nl: https://www.scribbr.nl/scriptie-structuur/hoe-doe-je-literatuuronderzoek/](http://www.scribbr.nl/scriptie-structuur/hoe-doe-je-literatuuronderzoek/)
- NKG grondbewerking (NKG). (2008, Maart). Opgehaald van [www.biokenins.org: http://www.biokennis.org/nl/biokennis/showdossier/Niet-kerende-grondbewerking-in-akkerbouw-en-vollegroondsgroenteteelt.htm](http://www.biokenins.org/nl/biokennis/showdossier/Niet-kerende-grondbewerking-in-akkerbouw-en-vollegroondsgroenteteelt.htm)
- Derpsch, R. (2009). *Development and Current Status of No-till Adoption in the World*. Italy: Terme di Caracalla.
- Weide, R.Y. van der., Alebeek, F.A.N., Broek, R.C.F.M. van den. (2008). *En de boer, hij ploegde niet meer*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Reudink, W. (2015). *Bodemdaling Een onderschat fenomeen*. Sint Jansklooster: Graphein.
- Reudink, W. (2015). *Flevolandse bodem op een keerpunt*. Sint Jansklooster: Grapheim.
- Rozen, K. (2006, april woensdag). *Regenwormen en structuurproblemen*. Opgehaald van [www.kennisakker.nl: http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/regenwormen-en-structuurproblemen](http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/regenwormen-en-structuurproblemen)
- Sukkel, W. (2010). Revolutie in duurzaam bodembeheer. *Syscope Magazine*, 26, 27, 28. 29.
- Swinnen, M. (2012). *Aan de slag met niet-kerende grondbewerking*. Leuven: Provincie Vlaams-Brabant.
- ten Berge, H. (2010). *Duurzaam Bodembeheer In De Nederlandse Landbouw*. Wageningen: Wageningen UR.
- Töntjes, J. (2016). NKG met woelen gunstig voor gewasgroei. *AKKER NR9*, 14.
- Triplett, G. (2008). *No-Tillage Crop Production: A Revolution in Agriculture!* Mississippi State: Dep. of Plant and Soil Sciences.
- Vries, G. d., Soesbergen, G.V. (1980). *Een Literatuuronderzoek naar bodemverdichtingen, hun karakteristieken en hun invloed op wortelgroei*. Wageningen: Stichting voor Bodemkartering.
- Weil, R. B. (2017). The nature and properties of soils. In R. Weil, *The nature and properties of soils* (p. 1101). Edinburgh: Pearson Education Limited.
- Waterschap Zuiderzeeland. 2015, Oktober). *Hoe staat het met de Flevolandse Bodem?* Lelystad: Waterschap Zuiderzeeland. Opgehaald van [zuiderzeeland.nl: file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/03_agrarische_nieuwsbrief_2015_nr3%20\(5\).pdf](http://zuiderzeeland.nl/file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/03_agrarische_nieuwsbrief_2015_nr3%20(5).pdf)
- Hermawan, B., Cameron, K.C. (1993). *Structural changes in silt loam under long-term conventional or minimum tillage*. Canterbury: Department of Soil Science.

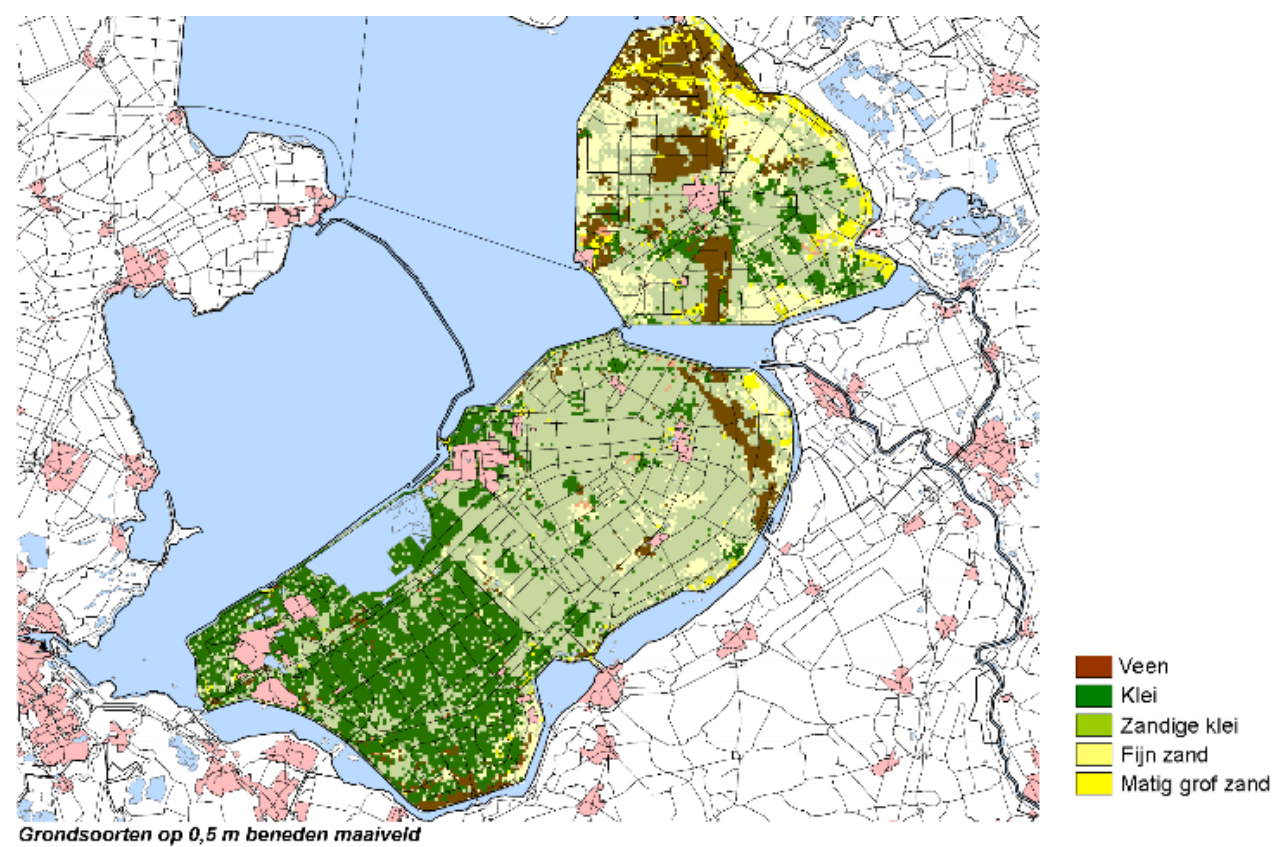
10. Bijlage

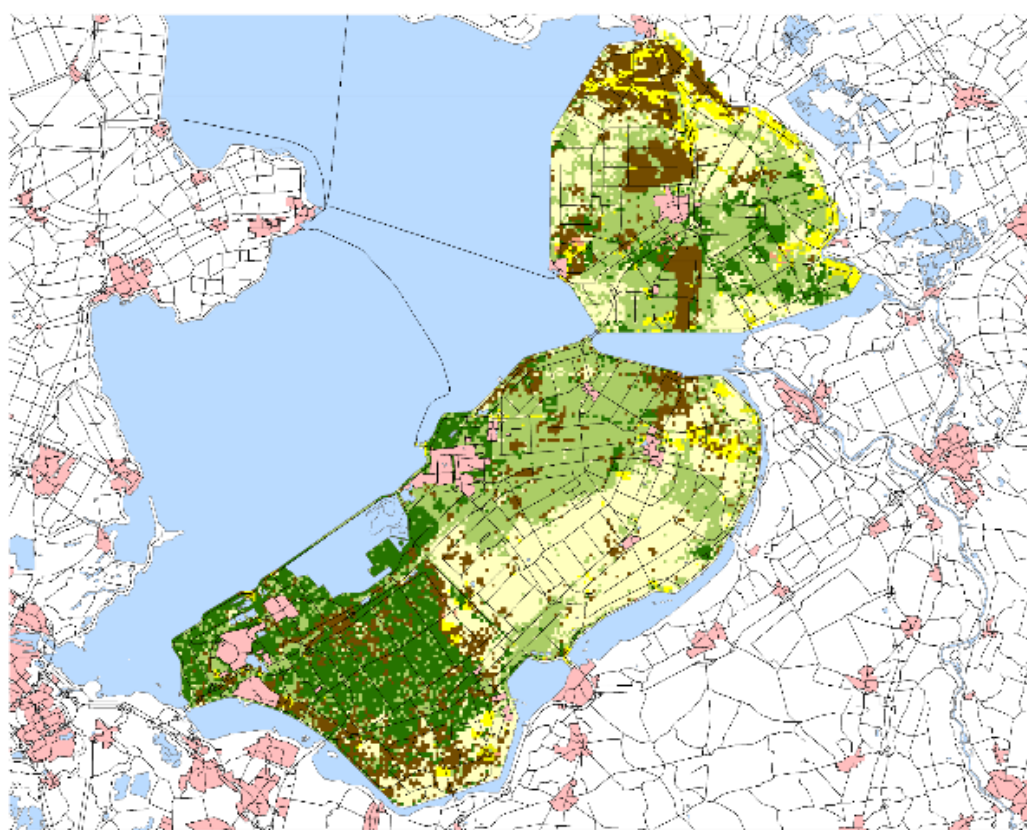
Bijlage 1: Gebieden waar NKG wordt toegepast.



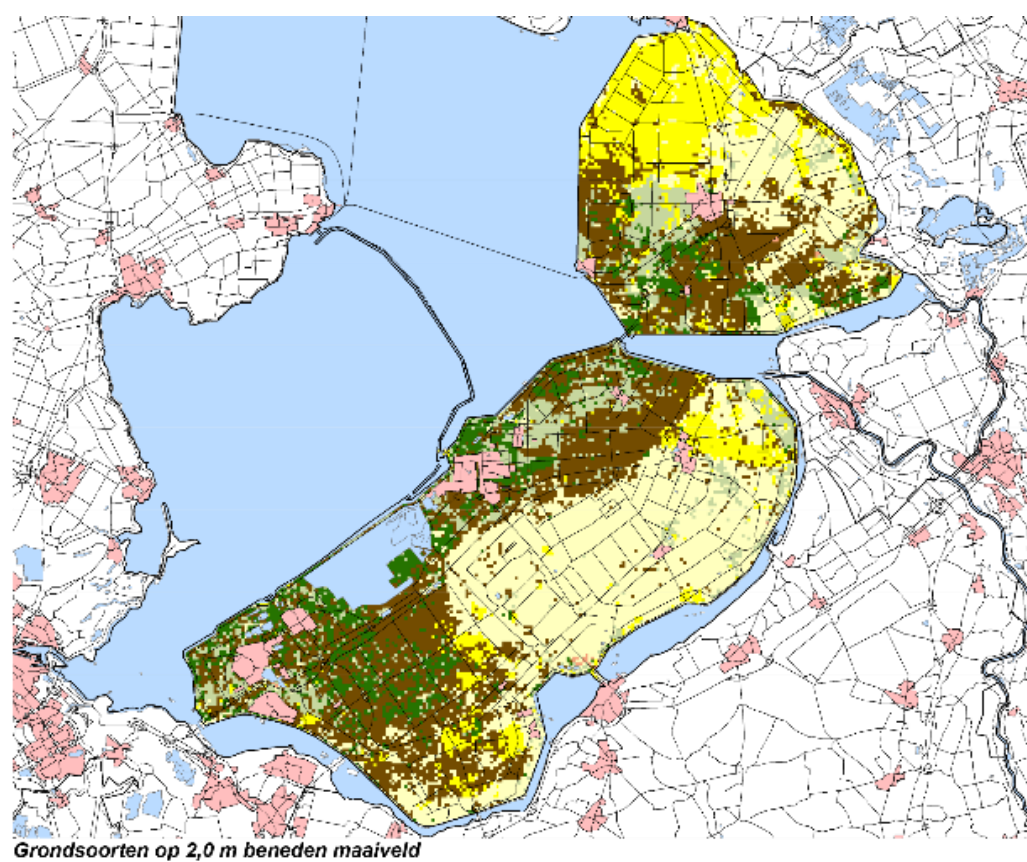
50

Bijlage 2: Bodemsoortenkaarten Flevoland op 0,5, 1 en 2 meter diepte.



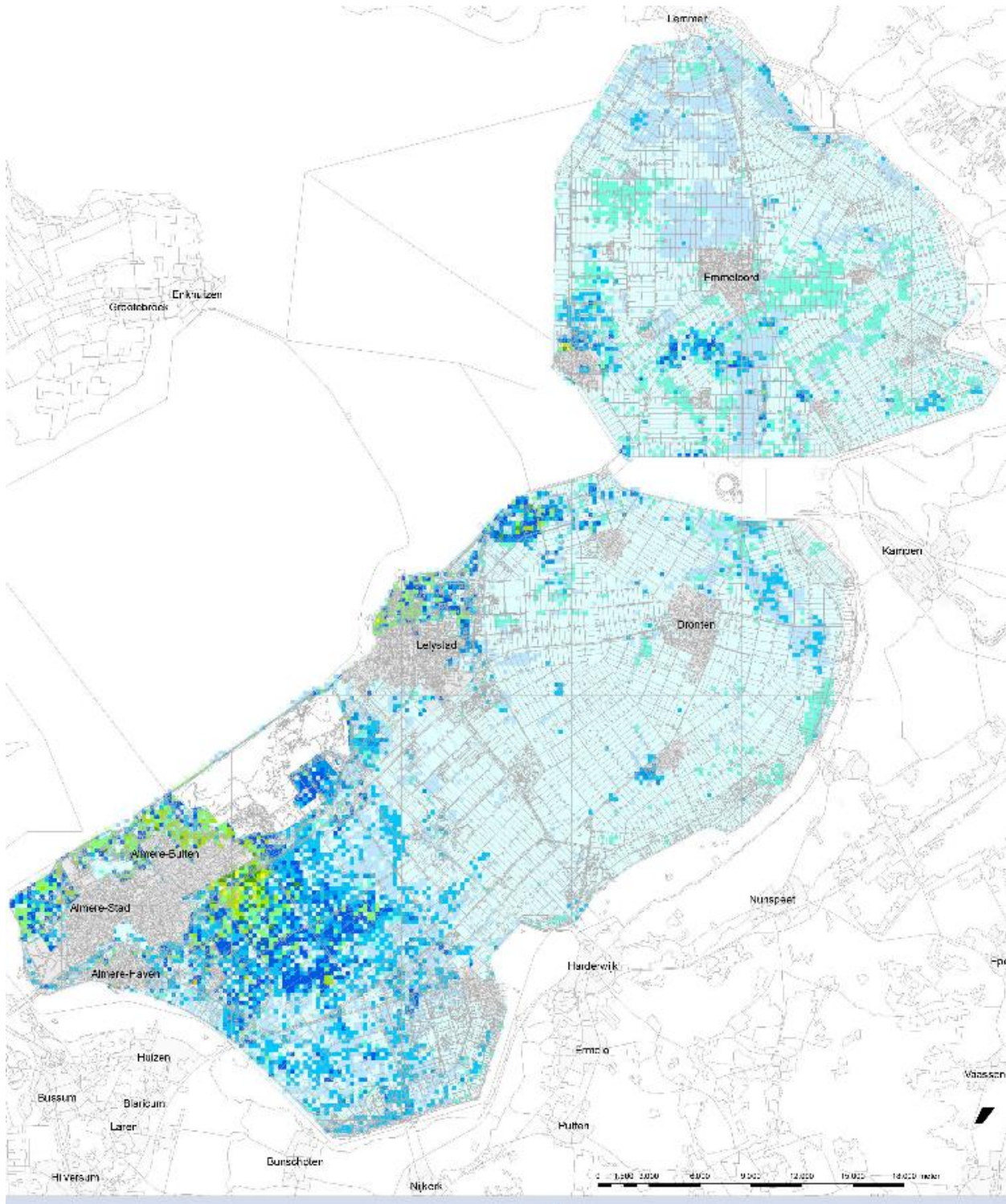


51

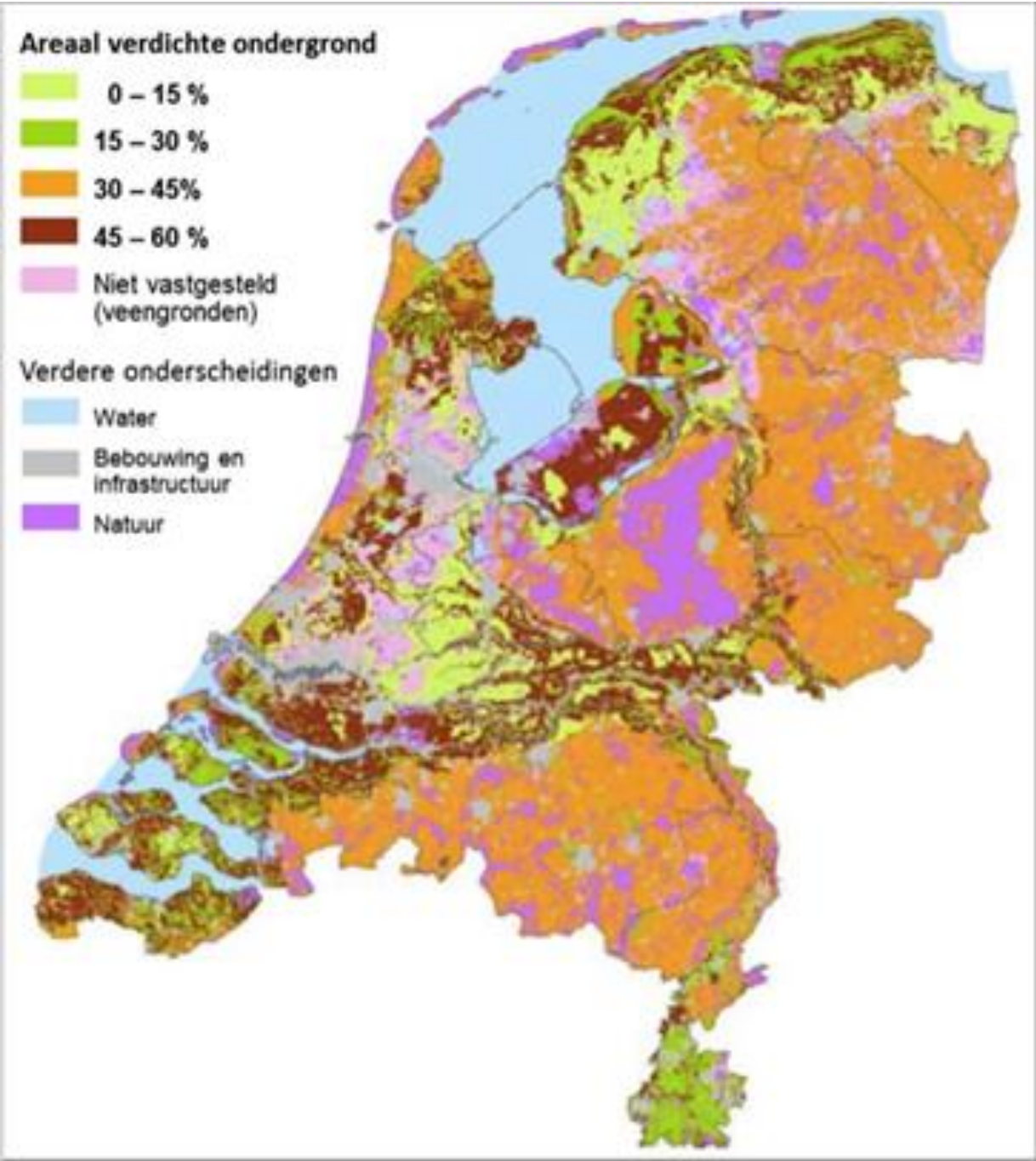


- Veen
- Klei
- Zandige klei
- Fijn zand
- Matig grof zand

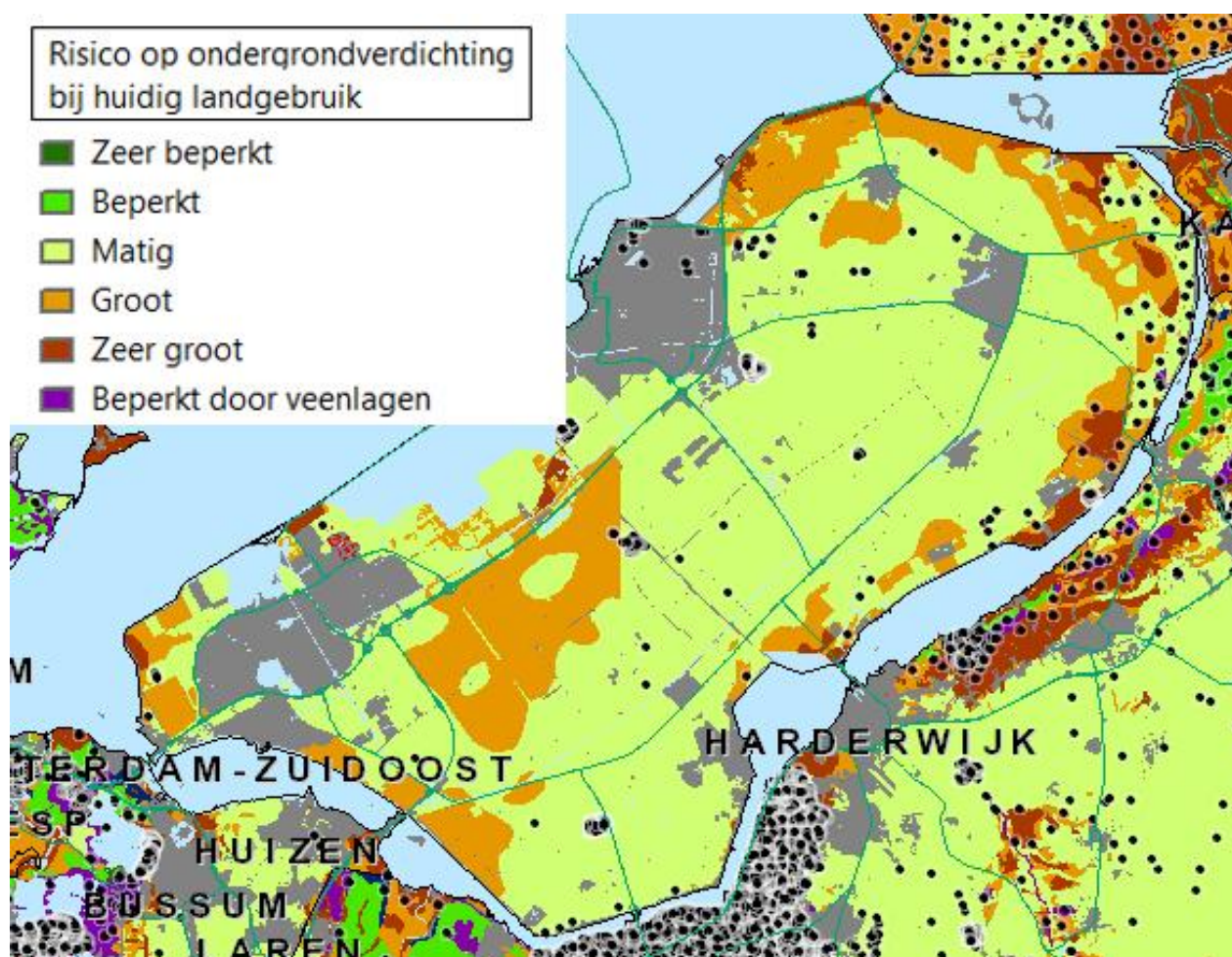
Bijlage 3: Voorspelling bodemdaling Flevoland tot 2050.



Bijlage 4: Percentage verdichte ondergrond in Nederland.



Bijlage 5: Risico op ondergrondverdichting in Flevoland



Bijlage 6: Transcripties interviews

Interview: 1

Naam: J.E.M. Kavelaars

Locatie: Hondweg 23, 8251 RB, Dronten

Bouwplan: Peen, aardappels, uien, pompoenen en diverse koolsoorten (biologisch)

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, daar ik houd ik mijn actief mee bezig. Ik maak toch wel gebruik van veel groenbemesters en teelten die relatief weinig negatief effect hebben op de bodem. Ik teel bijvoorbeeld om de 8 jaar aardappels, moeheid treedt daarom niet op. Ik teel ook geen bieten waardoor die oogst bespaard blijft. Ik teel vooral gewassen die een vroegere oogst hebben waardoor oogsten onder natte omstandigheden niet vaak voorkomt. Natuurlijk komen oogsten onder natte omstandigheden wel voor, daar is niets aan te doen.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ja, ik probeer alles te ploegen. Momenteel heb ik nog niet alles geploegd door de natte omstandigheden. Maar het past binnen mijn huidige teelt. Ik spit wel sommige plekken. Dan maak ik gebruik van een krukas spitmachine. Dit zijn bijvoorbeeld de kopeinde die erg nat zijn en waar de trekker met een ploeg gaat slippen. Ik ondervind wel eens problemen bij het ploegen dat het te nat is waardoor de trekker blijft slippen.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

De bodemstructuur is best goed. Een aantal jaren geleden hebben een aantal studenten een bodemprofiel gemaakt van de bodem. Die bodemprofiel zag er vergeleken met andere profielen in Flevoland er goed uit, maar toch zie ik soms ook blauwe natte klei dieper in de bodem, dat is een teken dat de structuur niet goed is. Ook bij het erwten dorsen spoort de machine ondanks de rupsbanden best diep in. Dit heeft toch invloed op de bodemstructuur.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Relatief vroege oogsten laten de bodem met rust. Ik teel veel groenbemesters om de bodem met rust te laten. Dit zijn groenbemesters zoals klaver, luzerne en mosterd.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Hier loop ik vast. Als bodemverdichting optreedt, zal ik niet direct een alternatief systeem hebben die ik kan toepassen. Ik heb een boven overploeg geprobeerd, dit ging goed en erg mooi. Het probleem was echter dat die ploeg niet al de groenbemester omdraaide. Groenbemesters zijn soms erg lang en steken dan nog uit. Dit vormt een probleem bij het voorbereiden van het zaaibed.

6. Wat zijn uw gedachten over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Ja, het systeem van NKG is ideaal. Vooral op de structuur omdat er niet meer op gereden wordt en de bodem met rust gelaten wordt. Dit zorgt ervoor dat de structuur enorm verbeterd. Ik ken een teler elders in Nederland die in combinatie met vaste rijpaden en het systeem van NKG een prachtige structuur heeft.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, dieploegen of boven overploegen?

Ik kan niet het NKG systeem toepassen. Als biologische teler is voor mij niet mogelijk om een goed zaaibed voor te bereiden omdat de onkruiden niet weggewerkt kunnen worden. Doodspuiten gaat moeilijk. Als gangbare teler, of als het onkruidprobleem niet zou voorkomen zou ik het systeem wel toepassen omdat dit toch de structuur ideaal zal verbeteren, in combinatie met wormen etc. Op dit moment is het systeem echter niet haalbaar op mijn bedrijf.

Interview: 2

Naam: Mts. Van de Weerd-Hakvoort

Locatie: Bronsweg 41, 8222 RB, Lelystad

Bouwplan: Aardappelen, pompoenen, wortels schorseneren, prei, suikermais, pastinaken, haver, grasklaver (biologisch).

Omvang: ca. 140 ha

Grondsoort: jonge zavel

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, wij houden ons daar wel serieus mee bezig. Alleen in de mate van het gewicht van de machines, zoals lichtere trekkers, de bandenkeuze en de banden op lage spanning rijden.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Nou wij ploegen eigenlijk op alle percelen, omdat ik van mening ben dat op lichte zavel grond het effect van Niet-kerende grondbewerking veel minder is als bij zwaardere gronden. Wij moeten echt een beetje lucht in de bodem krijgen, en dat doen wij met ploegen. Ploegen creëert toch veel meer waterbergend vermogen. Dat lukt moet woelen eigenlijk niet of nauwelijks. We spitten kopeinden wel, en af en toe woelen.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Nee, eigenlijk niet.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

We zoeken wel naar de minima 's, zoals de bandendruk et cetera.

56

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Ja, wij hebben bijvoorbeeld zo'n ecoploeg geprobeerd. Maar het begint bij ons bij de groenbemers die we in het voorjaar eerst kapot moeten maken. En dan moet er, om die groenbemesting weg te werken, in combinatie met de aangewende mest eigenlijk gewoon geploegd worden. Eco-ploegen gaat daarbij niet bij sommige gewassen, dan hebben we last van gewasresten met schoffelen.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Het kan, maar niet op deze grond. Ik denk dat bij zwaardere gronden wel voordelen te behalen zijn. Op lichtere grond geeft het systeem niet het gewenste effect, de bodem verdicht dan te snel. Het is slempgevoelige grond, daar moet gewoon meer lucht in gebracht worden.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen?

Wij werken al met vaste rijpaden, overal waar een plant groeit, heeft geen wiel gereden. We kopeggen en zaaien in het zelfde spoor, doormiddel van GPS is dat allemaal mogelijk. Wij passen vaste rijpaden toe om de wortels geen storende lagen te laten tegenkomen. Niet-kerende grondbewerking levert naar mijn mening niets op, op deze grond.

Interview: 3

Naam: H. Schreuder

Locatie: Elandweg 73, 8255 PT, Swifterbant

Bouwplan: Aardappels, uien, suikerbieten en wintertarwe (gangbaar).

Omvang: ca. 49 ha

Grondsoort: jonge zeeklei, 35-37% afslibbaarheid

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, eigenlijk wel. Dat doe ik door vroeg te oogsten. De bieten gaan eind september/begin oktober al uit de grond. Dat wil niet altijd zeggen dat het beter is, ook in september kan het nat zijn. Maar als de bieten er uit zijn kan de bodem zich wel goed herstellen. Ik zaai wintertarwe en groenbemesters. Soms experimenteer ik met Niet-kerende grondbewerking. In 2016 heb ik het uienperceel alleen gewoeld. Afgelopen jaar heb ik daar aardappelen in kunnen poten en dat ging erg goed. Gewasresten zijn verweerd door de vorst.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ploegen blijft wel steeds de hoofdgrondbewerking. Na het oogsten van aardappelen culter ik wel het perceel en zaai ik daar tarwe in, daar is ploegen niet nodig. Een paar keer in het verleden heb ik ook het bietenland niet hoeven ploegen. Daar was woelen voldoende, dat kan alleen als de grond droog is. Dat doe ik om de grond met rust te laten. En eveneens omdat ploegen de groenbemester te diep de bodem in werkt. Ik probeer soms wel eens ondieper te ploegen, het zelfde idee als eco-ploegen. Met dit systeem ben ik bang dat gewasresten niet goed ondergewerkt worden, dat maakt het zaaibed klaarmaken lastig.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Ik heb wel het idee dat ik maar PK's nodig heb. Mijn trekker heb ik onlangs laten opvoeren. Ieder jaar koop ik wel weer een zwaardere machine die meer vermogen nodig hebben, dus ik durf niet te zeggen of het aan de bodem ligt. Ik vind vooral het uienland erg zwaar ploegen.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Ik heb nog geen maatregelen hoeven nemen, alhoewel ik wel dus af en toe experimenteer met groenbemesters en af en toe percelen niet ploeg.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Ik heb wel eens een roterende stipmachine geprobeerd, hiermee heb ik de afgelopen jaren een paar percelen mee bewerkt. Het voordeel is dat deze machine de groenbemester wat gemakkelijk door de bodem werkt, maar ik zie nog zo veel voordelen in dit systeem, ik had wel het idee dat de uien wat beter opkwamen. Ploegen gaat nu nog gewoon goed, als je rekening houdt met de juiste omstandigheden om dit te doen.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Ik weet het niet, ik vind het nog altijd wel moeilijk. Aan de ene kant wel, maar als boer zijnde wil je de grond toch altijd wel los hebben. En ik ben daarnaast ook bang dat bij Niet-kerende grondbewerking groenbemesters door de milde winters niet dood gaan. Ook nu heb daar al problemen mee dat de gewasresten nog steeds na het ploegen boven de grond uit steken. Vooral bij fijnzadige gewas ben ik bang dat ik geen goed zaaibed kan klaarmaken. Ik zie wel steeds meer zaaimachines die onder die omstandigheden goed kunnen zaaien.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen?

Ik denk eerder aan soort combinatie. Proberen de percelen waar het kan, zoals het tarweland, het uienland en het bietenland en aardappelland met rust te laten. De percelen met groenbemester toch omwerken, met bijvoorbeeld een eco-ploeg. Ik ben wel bang voor bepaalde gewassen zoals bieten, dat er meer kans is op ongedierte en schimmels. Voor uien ben ik bang voor de koprotschimmel, dat de reststanden van het loof een infectiebron is voor de jaren daar op. Er zijn te veel onzekerheden, voor bepaalde gewassen zou het kunnen zoals granen, maar zaaigewassen vind ik nog wel een vraagteken.

Interview: 4

Naam: R. van Schoonhoven

Locatie: Botweg 10, 8256PB, Biddinghuizen

Bouwplan: Aardappels, uien, suikerbieten en tarwe. Daarnaast verhuur voor bollen en fruitbomen (gangbaar).

Omvang: circa 57 ha.

Grondsoort: zeeklei en zanderige klei

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, wij houden wel zeker rekening met de bodemstructuur. Dat doen we door de aanschaf van lichte machines, te rijden op lage bandendruk met de juiste banden. Daarnaast kijken we naar het weer, en proberen we ook steeds te vermijden om met zware keepers over het land te rijden, Dit door bijvoorbeeld kiepers vanaf het landpad te vullen en zo min mogelijk naast de oogstmachines te rijden.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ja, we ploegen bijna alles. Daarnaast ook, wanneer het mogelijk is, woelen, maar het grootste gedeelte ploegen we.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Bij echt natte omstandigheden merken we wel dat het water lastiger wegloopt vergeleken met andere gebieden in Flevoland. In mijn ogen is daar vrij weinig aan te doen. Los daarvan ondervinden we geen problemen in de bodem. Wel verhuren we percelen voor onder andere bometeelt en fruitteelt. Dit jaar heeft de huurder van de bollen wel problemen gehad met natte plekken, maar ik denk dat dat te verklaren is door het extreem natte najaar.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Wij hebben altijd al gelet op het gewicht van de machines, veel boeren gebruiken hele zware combinaties en dat doen wij niet. Onze trekkers zijn relatief licht. Daarnaast oogsten wij alles zelf, behalve de bieten. We zitten er aan te denken om de bieten nu ook zelf te oogsten, maar de rede daarvan is meer uit economisch perspectief, maar we zien ook dat de loonwerkers steeds zwaardere machines gebruikt, en vaak heb je niet echt zelf in handen wanneer de loonwerker komt.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Als die er zijn, ja.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Wij zijn wel bekend met dit systeem maar we hebben ons daar eigenlijk nooit echt in verdiept. Uiteraard zal het systeem voordelen hebben, maar ploegen is voor ons nog steeds een vertrouwde methode die goed binnen het bedrijf past. De grond moet natuurlijk wel zo veel mogelijk met rust gelaten worden, maar om daarvoor niet meer te ploegen is naar mijn mening niet nodig.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen?

Wij zouden niet over schakelen naar dit systeem. Het past niet binnen ons bedrijf, en we zouden eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals het oogsten onder goede omstandigheden, maar granen en andere gewassen die minder van de bodem vragen en lichtere machines. Wellicht is dat een excuus, daarbij moet ik zeggen dat ik mij nooit verdiept heb in Niet-kerende grondbewerking.

Interview: 5
Naam: R. ter Haar
Locatie: Lisdoddeweg 60, 8219 PR, Lelystad
Bouwplan: Aardappels, suikerbieten, uien en gras (gangbaar).
Omvang: ca. 100 ha
Grondsoort: Zware klei, 35% afslibbaarheid.

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, ik houd mij daar actief mee bezig.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ja, kerende grondbewerking heeft nog steeds veel voordelen. Ik wil het land zwart hebben, zodat ik een betere grondbewerking kan doen in het voorjaar. Daarnaast de verwerking dankzij ploegen, dat zijn eigenlijk de hoofdargumenten. Het is een vertrouwt systeem en ik werk er al jaren mee.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Nee, gaat eigenlijk alleen maar mooier. We zijn begonnen met eco-ploegen. Door het eco-ploegen wordt de grond heel poreus, en het perceel werd ook heel vlak. Dus daar gingen mijn ogen wel voor open. Door minder diep te ploegen spoor je ook minder diep in, in het voorjaar. De grond heeft gewoon meer draagkracht. Ook neemt het organische stof gehalte toe in de bovenste laag omdat je de wortels en gewasresten boven in de grond houdt en niet diep onderwerkt.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

De huidige ploeg hebben we hebben heel smal gezet, op 35 centimeter breedte en zijn we naar 18 centimeter diepte gegaan. Per gewas verschilt de diepte van het ploegen wel, voor ieder gewas eigenlijk een eigen manier. We geven ook veel compost, dat krijgen we van de vuilstort in Lelystad, en daarnaast hebben we ook veel groenbemesters en andere diepwortelende gewassen. Daardoor zie je dat de structuur beter wordt.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Ja, waar komt die verdichting door, dat is dan de vraag. Want ploegen kan ook heel slecht zijn, als je bijvoorbeeld heel erg aan het slippen bent, verdicht je de grond enorm. En wat betreft zwaardere machines doen we alles zelf om zelf in de hand te houden wanneer we het land op gaan, zo rooien wij onze bieten ook zelf en kunnen we zelf bepalen wanneer we oogsten. Dan kunnen we met lichte machines werken, met lage bandenspanning en de juiste banden. Zo zetten we de trekker voor de kieper op 0,7 bar.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Ja, maar het past niet bij mijn bedrijf. Het is geen zeker systeem. Ik zie wel de voordelen, maar ik zie het niet zitten om op kleigrond de bodem groen de winter door te laten gaan. Dan heb ik geen verwerking van de bovenlaag. Ik wil gewoon in het voorjaar snel het perceel op met droge grond, dat je het mooi vlak kan trekken en kan zaaien. Voor fijnzadige gewassen zie ik NKG niet zitten. Maar ik zie zeker wel de voordelen van NKG, maar ploegen is gewoon een bedrijfszekere manier.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen. ?

We kiezen nu nog voor het ouderwetse ploegen omdat andere systemen te veel onzekerheden hebben. Ook het bovenover ploegen in verband met slippen. En met niet-kerend zie ik het niet zitten om niets aan mijn grond te doen. En ik ken ook boeren die NKG toepassen, en die hebben flinke problemen gehad. En dan vraag ik me af, wat is het waard voor mij, ik boer niet om bodemleven te kweken, ik boer om goede vruchten te telen, en dat moet betrouwbaar zijn. Ik wil kunnen vertrouwen dat ik in het voorjaar een goed zaaibed kan maken. In vaste rijpaden zie ik ook niets. Ik zie meer in het gebruik van kleinere lichtere trekkers. Eco-ploegen probeer ik na te bootsen met een gewone ploeg, en dat werkt voor mij.

Interview: 6

Naam: Jan Blitterswijk

Locatie: Bremerbergweg 8, 8256 PW, Biddinghuizen

Bouwplan: Aardappelen, zaaiuien, peen, graan, bieten, pootgoed (gangbaar).

Omvang: ca. 250 ha

Grondsoort: Zware klei, 35-50% afslibbaarheid

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Jazeker, wij houden ons daar continue mee bezig. Wij proberen onze werkzaamheden daarop aan te passen. Dat kan door lagere bandendruk, de teelt van groenbemesters en aanleveren van organische stof, eigenlijk zoveel mogelijk. Ik gebruik per jaar denk ik wel meer dan 20 ton vaste mest of compost. Als de organische stof op orde is, heb je al heel veel dingen gedaan waardoor eigenlijk het hele lijstje klopt.

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Binnen mijn bedrijfsvoering is het nog niet aantrekkelijk om de ploeg te verbannen. Ik heb eigenlijk die soorten grondbewerking hetzij ploegen of met een roterende spitmachine of alleen woelen. Maar omdat ik veel fijnzadige gewassen teel op vrij zware grond zie ik daar Niet-kerende grondbewerking niet zitten. Voor bieten en aardappelen is het geen probleem, maar dat weerhoudt mij het meeste om daarmee verder te experimenteren en met het huidige systeem kan ik goed uit de voeten, en ik denk eigenlijk dat zware klei gewoon geploegd moet worden vooral vanwege de fijnzadige gewassen.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Ik ondervind wel problemen, maar ik heb geen last van water op mijn land en andere problemen, alleen het bewerken van de grond is altijd al een probleem geweest en dat is gewoon lastig. De diep gespitte percelen moet ik wel meer organische stof geven, maar die leveren op het eind wel meer op. De problemen op dit moment zijn niet zorgwekkend. Het huidige problemen is bodemverdichting, dat is een ontwikkeling door de jaren heen, maar tegenwoordig heb je gewoon zwaardere machines nodig.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Diepspitten, door de jaren heen verschillende hoofd grondbewerkingen, het ene jaar ploeg ik, daarna woel en ik doe een jaar niet ploegen. Na het bietenland gaat bijvoorbeeld gelijk de tarwe er in, in één werkgang. Ik probeer de verschillende grondbewerkingen een beetje af te wisselen om de ploegzool te voorkomen.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Ik heb de laatste jaren toch wel veel diep-gespit. En ook wel een intensievere teelt van groenbemesters. De beworteling daarvan is gunstig, en de aanlevering van organische stof. En we woelen ook soms wel diep, op 40 centimeter. Dit gaat tegen de adviezen van onderzoekers in, maar dat gaat meer op gevoel.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Jazeker, maar ik denk dat het type grond van invloed is op het effect er van. Ik heb wel 30 hectare grond die zich er geschikt voor maakt, maar dat zit niet in het systeem van mijn 200 hectare. Het is voor mij dus niet passend om daar een apart systeem voor te hanteren.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of bovenover ploegen?

Ik denk dat het systeem op deze zware grond niet kan werken. Op lichtere grond verbrokkelt het perceel gemakkelijk, maar op zware grond moet de grond gewoon verwerken. De andere alternatieven hebben wel mijn aandacht en eigenlijk doe ik al dat soort dingen. Ik probeer bodemverdichting te voorkomen en ik denk dat ik daar behoorlijk goed in slaag. Niet-kerende grond bewerking is voor mij een stap te ver, omdat het gewoon niet in mijn systeem past. Dat kan een excuus zijn, maar voor mij is het ook geen perfecte oplossing. Ik ben het er toch niet mee eens van, het is altijd zo geweest en het moet zo blijven, zo ben ik niet. Alleen het past niet in mijn systeem. Mijn machines zijn er niet goed op ingesteld en met de teelt van fijnzadige gewassen wordt het gewoon lastig. Dus om Niet-kerende grondbewerking toe te passen kan niet omdat er altijd een moment komt dat het niet past. Dus meerjarig niet keren kan niet, er zijn teveel nadelen om op het systeem over te schakelen. En ik ben best tevreden over mijn huidige systeem.

Interview: 7

Naam: S. Kofoed

Locatie: Meerkoetenweg 15, 8218 NA, Lelystad

Bouwplan: Aardappels, uien, suikerbieten en tarwe (gangbaar).

Omvang: ca. 140 ha.

Grondsoort: zeeklei

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ik ben mij bewust van bodemverdichting en probeer in alle werkzaamheden bodemverdichting te beperken.

-Bij aanschaf van machines en trekkers let ik op het gewicht van de machines.

-Ik probeer de bandenspanning van de trekkerbanden zo laag mogelijk te houden.

-Ik probeer alle bewerkingen zo veel mogelijk onder droge omstandigheden te doen.

-bij het aardappels rooien en uienladen probeer ik zo min mogelijk op het land te rijden (één rondgang op de kieper en meer niet, ook al kan er nog meer in de kieper geladen worden).

2. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ploegen past binnen mijn hoofdgrondbewerking. Ik pas ook andere grondwerking toe; woelen en de cultivator.

3. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Ik heb geen last van natte plekken of een ploegzool in het land. Diepe insporing bijvoorbeeld met het zaaien van uien is een probleem.

4. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Overwegen om uien te laten zaaien met een minder zware trekker.

Geen sleepslang bemesting voor het poten van de aardappelen.

5. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Ja.

6. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Op zware kleigrond ben ik sceptisch over Niet-kerende grondbewerking. De grond moet zo min mogelijk bewerkt moet worden, maar ploegen is naar mijn mening een beproefde methode.

7. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen?

Ik zou niet snel overschakelen op het systeem van Niet-kerende grondbewerking. Ik kies eerder voor andere maatregelen zoals oogsten onder goede omstandigheden en trekkers op rupsbanden.

Interview: 8

Naam: Leo de Jonge

Locatie: Reigerweg 5, 3897 LH, Zeewolde

Bouwplan: Aardappelen, uien, graan, bieten, pootgoed (gangbaar).

Omvang: ca. 200 ha

Grondsoort: Zware klei, 35-50% afslibbaarheid.

1. Houdt u zich actief bezig met de bodemkwaliteit met betrekking op bodemstructuur en bodemverdichting?

Ja, ik houd rekening met het tijdstip van de grondbewerking, door bijvoorbeeld niet in te natte omstandigheden te werk te gaan. Daarnaast houdt ik ook rekening met gewicht van de machines, de bandendruk en de diepte van de grondbewerking.

1. Is ploegen nog steeds uw hoofdgrondbewerking, of past u ook nieuwe grondbewerkingsmethode toe?

Ja, ik ploeg eigenlijk alles. Soms woel ik of doe ik droog cultiveren.

2. Ondervindt u problemen in de bodemstructuur? Zoals natte plekken, ploegzool, meer vermogen nodig om de bodem te ploegen?

Nee eigenlijk. Onder bepaalde omstandigheden kan ploegen lastig gaan, maar ik heb geen last van natte plekken en dergelijke.

3. Zoja, wat voor maatregelen neemt u daarvoor?

Dan kijk ik toch naar bandenkeuzen en lage bandendruk.

4. Als bodemverdichting optreedt, staat u dan open om alternatieve systemen toe te passen?

Als die er zijn wel ja, op dit moment zijn er volgens mij geen andere alternatieven en gaat ploegen goed. Ik probeer wel ondieper te ploegen, op 22-23 centimeter, en anders op 27-28 centimeter.

5. Wat zijn uw gedachtes over het systeem Niet-kerende grondbewerking? Zou dit naar uw mening de bodemstructuur kunnen verbeteren?

Ja, en nee. Ik denk dat het systeem te duur is. Alle machines moeten op dit systeem aangepast worden. Zelf denk ik dat NKG de grond meer met rust laat, ploegen kan schade aan de ondergrond geven. Met de teelt van fijnzadige gewassen denk ik dat het niet werkt, bij tarwe en aardappelen zal het wel kunnen werken.

6. Zou u dit systeem toepassen of zult u eerder voor andere maatregelen kiezen, zoals vaste rijpaden, minder berijden, diepploegen of boven overploegen?

Ik heb wel eens aan boven overploegen gedacht, maar het slippen schijnt hier nog wel een probleem te zijn. Wellicht in de toekomst zou ik dit systeem proberen.