

# BODEMBREED INTERREG

## *Langetermijnpercelen*

Onderdeel: Werkgroep

Document: Eindrapport Langetermijnpercelen

Tijdstip: januari 2012

Versie: 2

Status: Definitief

Opgesteld door: Pieter Janssens, Jan Bries, Frank Elsen

# BODEMBREED INTERREG

## *Langetermijnpercelen*

Bodemkundige Dienst van België vzw

W. de Croylaan 48

3001 Heverlee



Pieter Janssens, Jan Bries, Frank Elsen

(Contact: [pjanssens@bdb.be](mailto:pjanssens@bdb.be), Tel.:016/781546)

Realistatie: R\_003

Projectnr: POO\_131



## Voorwoord

Voorliggend onderzoek had nooit kunnen plaatsvinden zonder de steun van de proefveldhouders Josse Geleyns, Josse Peeters, Walter Vanacker en Georges Vanparijs. De auteurs wensen hen, samen met de betrokken partners van BodemBreed, uitdrukkelijk te bedanken voor de vruchtbare samenwerking.



## Inleiding

Het deelproject “Langetermijnpercelen” van het overkoepelende interreg “Bodembreed” heeft als doelstelling het nagaan van de invloed van minimale bodembewerking op de diverse bodemchemische, bodemfysische en bodembiologische kenmerken.

Vier percelen die reeds tien jaar gesplitst zijn tussen een kerende en een niet-kerende bewerking worden intensief bemonsterd ter evaluatie van de diverse bodemkenmerken. De huidige proefveldresultaten worden vergeleken met vroegere metingen. De conclusie van deze proeven wordt tevens afgetoetst aan de wetenschappelijke en vulgariserende literatuur. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de “Literatuurstudie en matrices over bodemaspecten en landbouw” uitgevoerd binnen activiteit 1. Op deze manier wordt een antwoord geformuleerd op de volgende drie onderzoeksvragen:

- Welk effect heeft niet kerende bodembewerking op de bodemkenmerken en welke evolutie over verschillende jaren is merkbaar?
- Vanaf welke periode zijn de bodemkenmerken stabiel?
- Welk effect heeft tussentijds ploegen bij een lange periode van niet kerende bodembewerking op de bodemkenmerken?

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	6
Lijst van figuren .....	7
Lijst van tabellen.....	9
1. Geselecteerde percelen .....	10
1.1. Perceel Lange Weide te Huldenberg.....	10
1.2. Perceel Hangar te Kessel-lo .....	10
1.3. Perceel Kortrijk dorp te Kortrijk-Dutsel.....	11
1.4. Perceel Nieuwe Stal te Huldenberg.....	11
2. Metingen .....	12
2.1. Organische stofgehalte.....	12
2.2. Bulkdensiteit.....	17
2.3. Porositeit .....	19
2.4. Aggregaatstabiliteit .....	22
2.5. Verslempingsindex .....	24
2.6. Infiltratiesnelheid .....	26
2.7. Penetratieresistentie .....	29
2.8. Regenwormen .....	32
2.9. Onkruiden.....	35
2.10. Slakken.....	37
2.11. Stikstofhuishouding.....	38
2.12. Fosfor.....	41
2.13. Opbrengstbepalingen.....	44
2.14. Vochttopvolging.....	46
3. Samenvatting en conclusie.....	52
Referenties .....	55

## Lijst van figuren

Figuur 2: Koolstofgehalte op de vier percelen zoals opgemeten in 2011. De staafjes tonen het gemiddelde van vier mengstalen per behandeling. De standaarddeviatie wordt aangeduid met de zwarte balkjes.....	14
Figuur 4: Organischekoolstofgehalte opgemeten tijdens SOWAP (2007) <sup>41</sup> te Huldenberg perceel Nieuwe Stal. CP: conventioneel bewerkt; CT: Niet-kerend bewerkt. ....	15
Figuur 5: C-verdeling op het perceel Lange Weide opgemeten in de 2003, rechtstreeks overgenomen uit Degryze et al. 2008 <sup>8</sup> CT (Conventional Tillage of kerende behandeling), MT (Minimal Tillate of niet kerende behandeling.) .....	16
Figuur 6: Bulkdensiteit opgemeten tijdens SOWAP 2007 <sup>41</sup> . BE; perceel "Nieuwe Stal" Huldenberg...	19
Figuur 7: Slempegevoeligheid (IB) van de percelen en de parameters die gebruikt werden om de slempegevoeligheid te berekenen op basis van C-meting in 2011. Textuurverdeling volgens Instituut Koldingen.GmbH .....	25
Figuur 8: Slempegevoeligheid (IB) van de percelen en de parameters die gebruikt werden om de slempegevoeligheid te berekenen op basis van C-meting in 2011. Textuurverdeling volgens Interreg erosiebestrijding.....	25
Figuur 10: Penetrografie van de vier percelen in 2010, per behandeling werd minimaal gemeten in drie herhalingen, de standaarddeviatie wordt aangegeven op de grafiek.....	29
Figuur 12: Penetratieweerstand op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	31
Figuur 13: Regenwormtellingen in het ECOWORM project <sup>44</sup> . Resultaten uitgedrukt in kg regenworm/ha perceel Nieuwe Stal in Huldenberg. De data van 2004 komen uit SOWAP <sup>41</sup> . ....	35
Figuur 14: Overzicht van het nitraat gehalte op de vier proefpercelen, stalen genomen over de periode januari 2010-december 2011. ....	38
Figuur 15: NO <sub>3</sub> in het bodemprofiel tijdens het Interreg 2003-2005, Vanderlinden et al. 2005 <sup>50</sup> .....	40
Figuur 16: Nitrische stikstof opgemeten op het perceel "Nieuwe Stal" in Huldenberg tijdens SOWAP 2007 <sup>41</sup> . NT (1) klassiek niet-kerende bewerking, NT (2) Niet-kerende bewerking zoals voorgeschreven door SOWAP <sup>41</sup> . ....	41
Figuur 17: Fosfor bepalingen op de proefpercelen in 2010 (mg P/100 g droge grond). (K: kerende behandeling, NK: niet-kerende behandeling, Eénmalig: éénmalig geploegde behandeling.) .....	42
Figuur 18 Fosfor bepalingen op de proefpercelen in 2011 (mg P/100 g droge grond). (K: kerende behandeling, NK: niet-kerende behandeling, Eénmalig: éénmalig geploegde behandeling.) .....	42
Figuur 19: P gemeten op de kerende en niet kerende behandeling. De figuur rechts geeft het P gehalte gemeten tijdens het voorgaand interreg project (Verlinden et al. 2005) <sup>50</sup> . De figuur links toont de metingen uitgevoerd binnen SOWAP <sup>41</sup> voor het perceel Nieuwe Stal. ....	43
Figuur 20: P verdeling op het perceel Lange Weide opgemeten in de 2003, rechtstreeks overgenomen uit Degryze et al. 2008 <sup>8</sup> CT (Conventional Tillage of kerende behandeling), MT (Minimal Tillate of niet kerende behandeling.) .....	43
Figuur 21: Voorbeeld van een vochtretentiecurve met het gemakkelijk opneembaar vochtgehalte(RAW) en het beschikbaar vochtgehalte (TAW) aangeduid.....	47
Figuur 22: Vochtgehalte in de kerende ten opzichte van de niet kerende behandeling per bodemlaag van 30 cm gemeten in 2011. ....	48
Figuur 23: Vochtgehalte in de kerende ten opzichte van de niet kerende behandeling per bodemlaag van 10 cm gemeten in 2011. ....	48

Figuur 24: RAW en TAW gemeten op respectievelijk 3 en 2 tijdstippen in 2011. * duidt signifiantce verschillen aan op $p = 0.05$ .....	49
Figuur 25: Gesimuleerde vochtverloop op het perceel Lange Weide in 2011.....	50
Figuur 27: Gesimuleerde vochtverloop op het perceel Nieuwe Stal in 2011. ....	51
Figuur 28. Gravimetrisch vochtgehalte zoals opgemeten door Verlinden et al in 2004-2005 op de percelen Lange Weide en Kortrijk dorp. ....	51
Figuur 29: % C in de bouwvoor van 0-30 en 0-10 cm voor de proefpercelen Lange Weide, Kortrijk dorp en Hangar. Wanneer de standaarddeviatie wordt weergegeven werd gemeten in vier herhalingen, * duidt een significant verschil aan op $p < 0.05$ .....	53





## Lijst van tabellen

Tabel 1: C-verlies tijdens de regensimulaties op de verschillende proefvelden op gemeten in het kader van het Interreg Erosiebestrijding <sup>50</sup> .....	16
Tabel 2: Bulkdensiteit opgemeten op de vier percelen in 2010. Elke waarneming is het gemiddelde van vier staalnames. ** duidt een significant verschil aan op p 0.05 volgens de Mann-Witney U test. ....	17
Tabel 3: Bulkdensiteit opgemeten op de vier percelen in 2011. Elke waarneming is het gemiddelde van vier staalnames. *, ** duidt een significant verschil aan op respectievelijk 0.1 en 0.05 volgens de Mann-Witney U test. ....	18
Tabel 4: Bulkdensiteit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	18
Tabel 5: Porositeit opgemeten voor de percelen Hangar en Nieuwe Stal in 2010. (ns niet significant, **, *** significant volgens respectievelijk p<0.05 en p<0.001 volgens t-test).....	20
Tabel 7: Porositeit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	21
Tabel 8: % aggregaatstabiliteit op de vier proefvelden in 2010. *, *** significant op respectievelijk p < 0.1, p < 0.01; ns niet significant volgens t-test.....	23
Tabel 9: % aggregaatstabiliteit op de vier proefvelden in 2011. **, *** significant op respectievelijk p < 0.05, p < 0.001; ns niet significant volgens t-test.....	23
Tabel 10: Aggregaatstabiliteit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	24
Tabel 11: Verslempingsindex op de percelen. ....	26
Tabel 12: Infiltratiesnelheid op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	28
Tabel 14: Regenwormen per m <sup>2</sup> op de proefpercelen (*, ** significant op respectievelijk p < 0.1, 0.05 volgens Man Witney U test).....	32
Tabel 15: Regenwormen per m <sup>2</sup> op de proefpercelen (*, ** significant op respectievelijk p < 0.1, 0.05 volgens Man Witney U test)).....	33
Tabel 17: Aantal onkruiden per m <sup>2</sup> voor elke behandeling in 2010 voor de percelen Nieuwe Stal, Kortrijk dorp en Lange Weide, 2011 voor het perceel Hangar. Cijfer stelt het gemiddelde voor van vier waarnemingen. ** significant verschil p<0.05 volgens Mann Witney U test .....	36
Tabel 19: Aantal slakken geteld in negen slakkenvallen, vallen opgesteld van 5/11/10 tot 8/11/10 voor de percelen Lange Weide en Kortrijk dorp. Vallen opgesteld van 4/11/11 tot 8/11/11 voor de percelen Hangar en Nieuwe Stal. ....	37
Tabel 20: Aantal slakken op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	37
Tabel 21: N export door aardappel en Biet op de proefpercelen in 2011. ** duidt een significant verschil aan op p=0.05 met de Mann-Witney U test. ....	39
Tabel 22: N-gehalten van bieten en N-opname, perceel 'Hangaar' te Kessel-Lo zoals opgemeten door Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> .....	40
Tabel 23: P-verlies tijdens de regensimulaties op de verschillende proefvelden op gemeten in het kader van het Interreg Erosiebestrijding <sup>50</sup> .....	44
Tabel 24: Opbrengst in 2010 .....	44
Tabel 26: Opbrengst op de proefvelden zoals zoals opgemeten in Verlinden et al (2005) <sup>50</sup> . Huldenberg = Lange Weide, Kortrijk-Dutsel = Kortrijkdrop, Kessel lo = Hangar .....	46
Tabel 27: Staalnamedata, en data organische bemesting. ....	54

## 1. Geselecteerde percelen

De eerste drie percelen (Lange Weide, Hangar en Kortrijkdorp) waren reeds onderwerp van onderzoek binnen voorgaand interreg project erosiebestrijding: "Toetsing van erosiebeperkende teeltsystemen in een löss bouwplan met akkerbouwgewassen. (2003-2005)" (Verlinden et al. 2005)<sup>50</sup>. Het vierde proefperceel (Nieuwe Stal) werd reeds meer dan 5 jaar opgenomen binnen de projectwerking van de afdeling Fysische en Regionale Geografie van de K.U.Leuven (Prof. G. Govers) o.a. bij het SOWAP ([www.sowap.org](http://www.sowap.org))<sup>41</sup> project en ook het ECOWORM<sup>44</sup> project.

De historiek van elk perceel wordt uitvoerig weergegeven in bijlage. Volgende paragraaf vat de belangrijkste kenmerken van het perceel kort samen:

### 1.1. Perceel Lange Weide te Huldenberg

**Bedrijf:**

Josse Peeters  
De Limburg Stirumlaan 66  
3040 Huldenberg

**Perceelsnaam:** Lange Weide

**Textuur:** Zwaar zandleem

**Niet kerend bewerkt sinds:** winter 1999-2000

**Teelt in 2010:** Korrelmaïs

**Teelt in 2011:** Korrelmaïs

**Andere opmerkingen:** Op het perceel wordt enkel korrelmaïs geteeld omdat het te steil is voor wortelgewassen zoals aardappelen of bieten.

### 1.2. Perceel Hangar te Kessel-Lo

**Bedrijf:**

Georges Vanparijs  
Holsbeeksesteenweg 283  
3010 Kessel-Lo

**Perceelsnaam:** Hangar

**Textuur:** Licht zandleem

**Niet kerend bewerkt sinds:** +- 1999

**Teelt in 2010:** Wintergerst

**Teelt in 2011:** Suikerbiet

### 1.3. Perceel Kortrijkdorp te Kortrijk-Dutsel.

**Bedrijf:**

Johan en Josse Geleyns  
Eendebroekstraat 93  
3012 Wilsele

**Perceelsnaam:** Kortrijkdorp

**Textuur:** Licht zandleem

**Niet kerend bewerkt sinds:** 1999

**Teelt in 2010:** Korrelmaïs

**Teelt in 2011:** Aardappel

**Andere opmerkingen:** Op dit perceel werd één strook éénmalig opnieuw geploegd sinds 1999. Deze strook werd geploegd in het voorjaar van 2010, het eerste onderzoeksjaar. In 2011 werd de zone die éénmalig werd geploegd, opnieuw afzonderlijk opgevolgd maar de strook werd niet meer geploegd.

### 1.4. Perceel Nieuwe Stal te Huldenberg

**Bedrijf:**

Walter Vanacker  
Wolfshaegen 5  
3040 Huldenberg

**Perceelsnaam:** Nieuwe Stal

**Textuur:** Zandleem

**Niet kerend bewerkt sinds:** 2002

**Teelt in 2010:** Wintertarwe

**Teelt in 2011:** Suikerbiet

**Andere opmerkingen:** Het stuk dat wordt meegenomen in het onderzoek wordt slechts zeer oppervlakkig bewerkt, namelijk niet dieper dan 10 cm. Het benadert no-till praktijken. De bewerking is veel minder diep vergeleken met de overige drie percelen waar bewerkt wordt tot een diepte van 25 cm.

## 2. Metingen

Alvorens de resultaten te bespreken wordt het meetprotocol kort toegelicht. De variantieanalyse van de meetresultaten werd uitgevoerd met het software programma STATISTICA<sup>42</sup>.

Op elke proefveld werd zowel een kerende als een niet kerende behandeling aangelegd. Het betreft een opvolging op praktijkbedrijven die zich sinds 10 jaar engageren om een deel van het perceel te ploegen en een deel niet te ploegen. Bijgevolg is dus steeds een strook in het perceel geploegd en een strook niet geploegd. De proefopzet is dus geen blokkenproef waarbij de behandelingen random door mekaar worden geschikt. De hoge frequentie van metingen in de tijd sinds 2002, verspreid over drie tot vier proefvelden moet echter toelaten om toch voldoende sterke conclusies te formuleren.

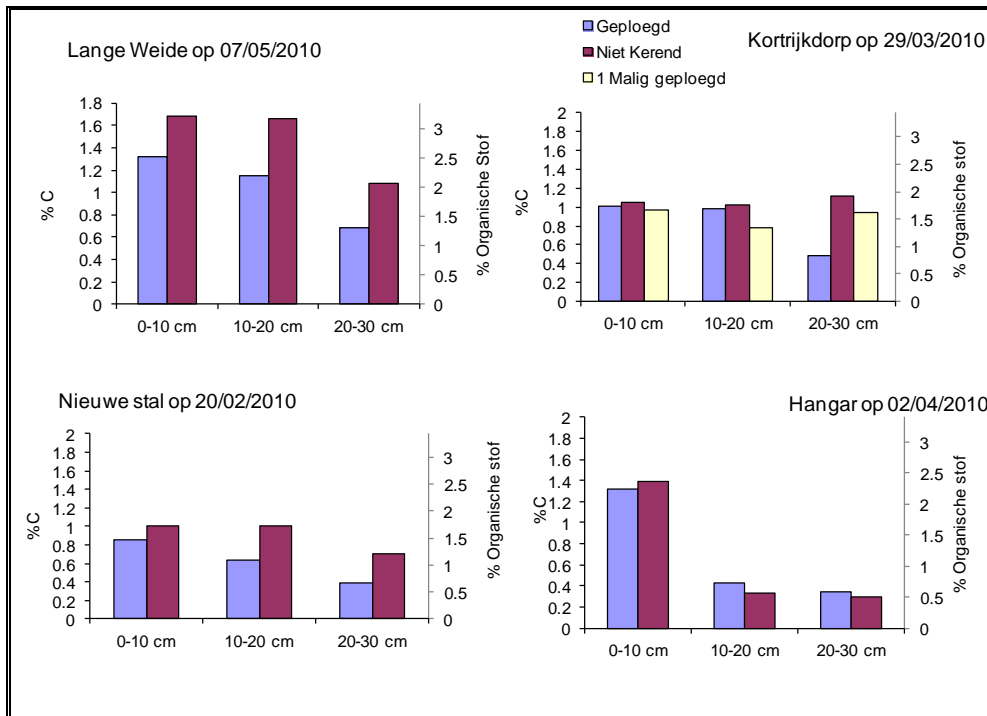
De resultaten worden vergeleken met deze van het interreg 2003-2005 (Verlinden et al. 2005)<sup>50</sup> voor de percelen Lange Weide, Hangar en Kortrijkdoorp. Voor het perceel Nieuwe Stal worden de huidige resultaten vergeleken met deze van SOWAP<sup>41</sup> en ECOWORM<sup>44</sup>.

Ten slotte worden de conclusies die voortvloeien uit de metingen afgetoetst tegen de diverse literatuur over niet kerende bodembewerking. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Bodembreed Interreg rapport 'Bodemkwaliteit en landbouw: een literatuurstudie'<sup>55</sup>.

### 2.1. Organische stofgehalte

#### 2.1.1. Metingen 2010

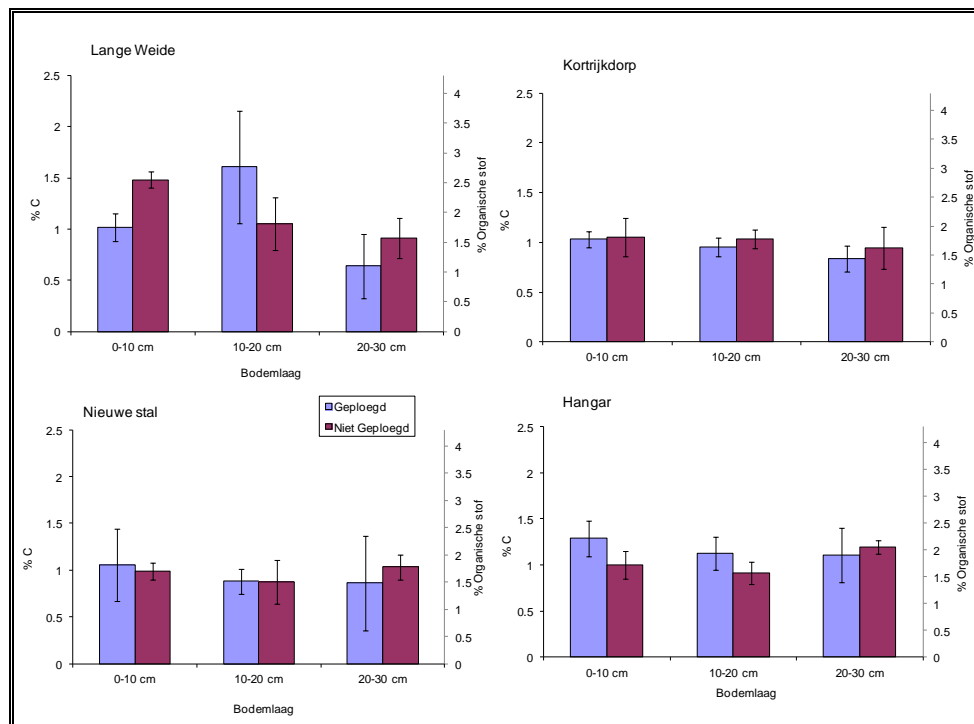
In 2010 werd op elke behandeling (kerend en niet kerend) in de bouwvoor een mengstaal genomen waarop het koolstof- of C-gehalte werd bepaald. Eén mengstaal voor C-bepaling bestaat uit 25 deelsteken. Het staal werd genomen per bodemlaag van 10 cm. Figuur 1 toont dat het C-gehalte hoger was op het niet kerend gedeelte van het perceel Lange Weide en het perceel Nieuwe Stal, wat niet werd bevestigd op de andere twee percelen. Op basis van dit onderzoeksjaar kon geen besluit worden genomen naar eventuele C-herverdeling ten gevolge van niet kerende grondbewerking. Gezien de mogelijke variatie van de meting werd in 2011 dezelfde bepaling uitgevoerd in vier herhalingen.



Figuur 1: Koolstofgehalte op de vier percelen zoals opgemeten in 2010. De balkjes tonen het resultaat van één mengstaal per behandeling.

### 2.1.2. Metingen 2011

De koolstofmeting over vier herhalingen geeft geen uitgesproken verschillen weer tussen de niet kerende en de kerende behandeling. Enkel in de toplaag van het perceel Lange Weide is het koolstofgehalte significant hoger. Het gaat hier veeleer om een herverdeling van de koolstof dan wel een verhoging van het koolstofgehalte.



*Figuur 2: Koolstofgehalte op de vier percelen zoals opgemeten in 2011. De staafjes tonen het gemiddelde van vier mengstalen per behandeling. De standaarddeviatie wordt aangeduid met de zwarte balkjes.*

### 2.1.3. Metingen 2002-2006

Figuur 3 geeft een overzicht van de C-metingen uitgevoerd binnen voorgaand interreg (Vanderlinden et al. 2005)<sup>50</sup>. Ook deze metingen geven voor het perceel Lange Weide in 2005 een herverdeling van het koolstofgehalte in de niet kerende behandeling aan. Dit is in overeenstemming met de metingen in 2010 en 2011.

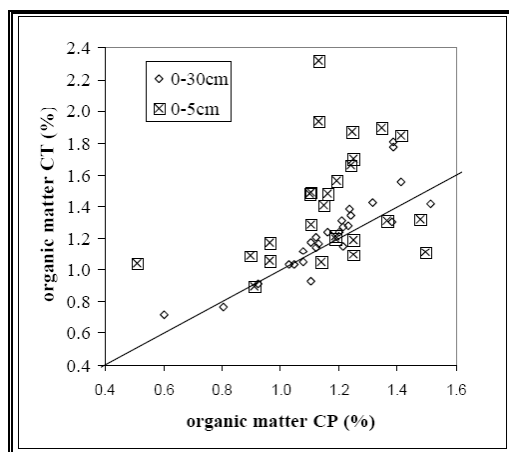
In de periode van 2003-2005 werden voor het perceel Kortrijk dorp geen grote verschillen waargenomen inzake C-gehalte. De metingen van 2011 staven deze observatie.

Voor het perceel Hangar was voor één van de drie jaren het C-gehalte aan de toplaag hoger in de niet kerende grondbewerking. In de kerende grondbewerking was het C-gehalte hoger dieper in het profiel. In de overige twee onderzoeksjaren was er geen verschil op het perceel Hangar. In 2011 was er geen significant verschil in C-gehalte tussen de behandelingen.

Perceel	Diepte	2003		2004			2005				
		geploegd	min. bewerkt	geploegd	min. bewerkt	geploegd	min. bewerkt	geploegd	min. bewerkt		
'Lange Weide'	<i>gemiddelde</i>	0.5	0.6	0.6	<i>b</i>	0.8	<i>a</i>	0.6	<i>a</i>	0.5	<i>a</i>
	0-5 cm	0.9	1.4	1.4	<i>a</i>	1.6	<i>a</i>	1.0	<i>b</i>	2.0	<i>a</i>
	5-10 cm	0.7	0.8	1.4	<i>a</i>	1.4	<i>a</i>	1.1	<i>b</i>	1.8	<i>a</i>
	10-15 cm	0.6	0.8	1.4	<i>a</i>	1.5	<i>a</i>	1.2	<i>a</i>	1.6	<i>a</i>
	15-20 cm	0.9	1.1	1.4	<i>a</i>	1.0	<i>b</i>	1.1	<i>a</i>	1.5	<i>a</i>
	20-25 cm	0.8	1.7	1.0	<i>a</i>	1.1	<i>a</i>	1.0	<i>b</i>	1.3	<i>a</i>
'Kortrijk dorp'	<i>gemiddelde</i>	0.7	0.7	0.8	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>	0.5	<i>b</i>	1.1	<i>a</i>
	0-5 cm	0.8	1.1	1.2	<i>a</i>	1.2	<i>a</i>	1.0	<i>b</i>	1.5	<i>a</i>
	0-5 cm	0.5	0.6	0.9	<i>a</i>	1.0	<i>a</i>	1.0	<i>a</i>	1.0	<i>a</i>
	5-10 cm	0.8	0.9	0.8	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>
	10-15 cm	0.5	0.8	0.6	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>
	15-20 cm	1.3	0.9	1.1	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>
'Hangaar'	20-25 cm	1.3	1.0	0.8	<i>a</i>	0.6	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.7	<i>b</i>
	25-30 cm	0.9	1.5	0.7	<i>a</i>	0.6	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>	0.7	<i>b</i>
	<i>gemiddelde</i>	0.9	1	0.8	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	0.8	<i>a</i>
	0-5 cm	1.1	1.0	1.1	<i>a</i>	1.2	<i>a</i>	1.4	<i>a</i>	1.7	<i>a</i>
	5-10 cm	0.9	0.9	1.1	<i>a</i>	1.0	<i>a</i>	1.4	<i>b</i>	1.9	<i>a</i>
	10-15 cm	1.1	0.9	1.2	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	1.4	<i>a</i>	1.6	<i>a</i>
'Hangaar'	15-20 cm	0.9	0.7	1.3	<i>a</i>	1.0	<i>a</i>	1.5	<i>a</i>	1.3	<i>a</i>
	20-25 cm	0.9	0.6	1.3	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	1.5	<i>a</i>	1.3	<i>a</i>
	25-30 cm	1.1	0.9	1.1	<i>a</i>	0.7	<i>a</i>	1.2	<i>a</i>	1.1	<i>a</i>
	<i>gemiddelde</i>	1	0.8	1.2	<i>a</i>	0.9	<i>a</i>	1.4	<i>a</i>	1.5	<i>a</i>

Figuur 3: Organische stof verdeling op het profiel in de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Binnen SOWAP<sup>41</sup> werd voor het perceel Nieuwe Stal vooral binnen de eerste 5 cm van het profiel een verhoogde C-concentratie vastgesteld van de organische stof in de niet-kerende behandeling. Van 0 tot 30 cm was het verschil minder uitgesproken (Figuur 4).

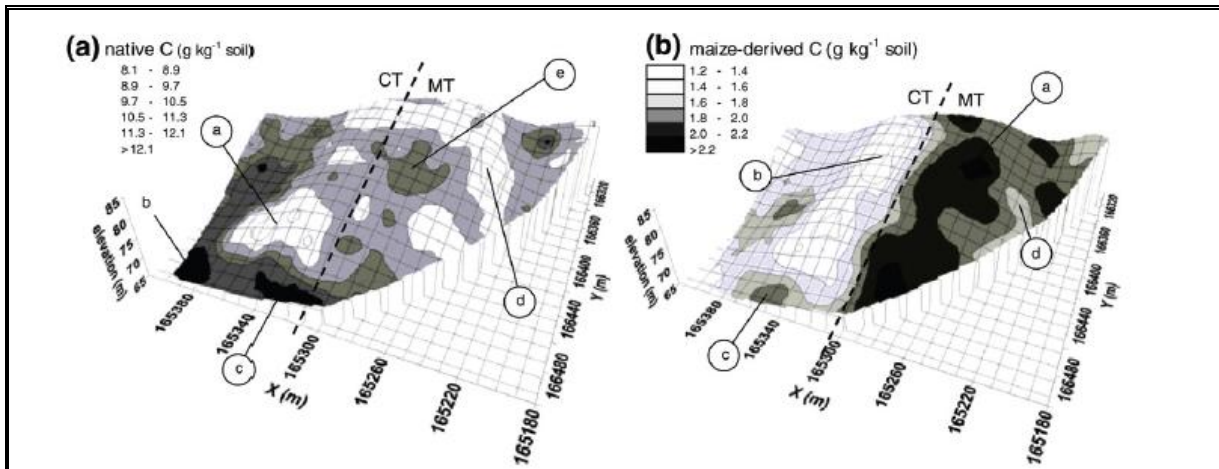


Figuur 4: Organischekoolstofgehalte opgemeten tijdens SOWAP (2007)<sup>41</sup> te Huldenberg perceel Nieuwe Stal. CP: conventioneel bewerkt; CT: Niet-kerend bewerkt.

#### 2.1.4. Literatuurstudie

De meeste praktijkproeven en experimenten zijn het erover eens dat ploegen zorgt voor een herverdeling van de organische stof<sup>(2,10,11,14,35,44,53)</sup> overeenkomstig met de metingen van 2005 op de percelen Lange Weide en Hangar. In 2011 werd dergelijke herverdeling enkel waargenomen voor het

perceel Lange Weide. Het verschil in C-gehalte werd in 2003 reeds opgemeten door Degryze et al. (2008)<sup>8</sup>, die de verschillen toe schrijft aan een verschil in sedimentafspoeling (zie Figuur 5).



Figuur 5: C-verdeling op het perceel Lange Weide opgemeten in de 2003, rechtstreeks overgenomen uit Degryze et al. 2008<sup>8</sup> CT (Conventional Tillage of kerende behandeling), MT (Minimal Tillage of niet kerende behandeling.)

Het verschil in sedimentafspoeling werd ook vastgesteld in voorgaand Interreg<sup>50</sup> waar de hoeveelheid C in het afgespoelde sediment werd opgemeten (Tabel 1) voor het perceel Lange Weide. Voor de overige percelen was het verschil in C-afspoeling beperkter, in de C-metingen 2010 en 2011 werden ook geen grote verschillen in C-concentratie vastgesteld op deze percelen.

Tabel 1: C-verlies tijdens de regensimulaties op de verschillende proefvelden op gemeten in het kader van het Interreg Erosiebestrijding<sup>50</sup>.

	geploegd deel (KP)			niet-geploegd deel (MB)			KP gem.	MB gem.	relatief (KP=100)
	1	2	3	1	2	3			
<b>perceel 'Kortrijk dorp' 2004</b> <sup>(2)</sup>									
C-gehalte (mg)	4162	3650		3580	9707		<b>3906</b>	<b>6644</b>	<b>170</b>
<b>perceel 'Lange Weide' 2005</b>									
C-gehalte (mg)	3314	4320	3931	1663	2472	3706	<b>3855</b>	<b>2614</b>	<b>68</b>
<b>perceel 'Hangaar' 2005</b>									
C-gehalte (mg)	1507	2488	2119	1225	2383	511	<b>2038</b>	<b>1373</b>	<b>67</b>

Een toename van de totale hoeveelheid koolstof, bijvoorbeeld door een verminderde mineralisatie, in de niet-kerende behandeling werd internationaal enkel beschreven onder no-till praktijken<sup>(35, 52)</sup>. In België werd in voorgaand onderzoek geen significante daling of stijging vastgesteld in het profiel (0-60 cm) onder no-till praktijken, vermoedelijk door de teelt en bijhorende bodemverstoring van wortelgewassen. Wel werd een herverdeling van het C-gehalte met een hogere concentratie aan de toplaag vastgesteld<sup>(10, 11)</sup>.



## 2.2. Bulkdensiteit

De bulkdensiteit werd opgemeten op basis van ongestoorde ringstalen (Kopecki ringen) waarvan het volume gekend is. De ongestoorde stalen worden gedroogd in de oven zodat eveneens het droog gewicht gekend is en de bulkdensiteit kan worden berekend. Per behandeling werden minimaal vier stalen genomen telkens op drie verschillende dieptes.

### 2.2.1. Metingen 2010

De bulkdensiteit was significant hoger op de niet kerende behandeling voor het perceel Hangar op de diepte van 5-10 cm en voor het perceel Nieuwe Stal voor één van de drie lagen. Voor de andere percelen was de bulkdensiteit vrijwel gelijk tussen de behandelingen. De hogere bulkdensiteit voor het perceel Nieuwe Stal op een diepte van 20-25 cm heeft mogelijk te maken met de slechts zeer oppervlakkige bodembewerking die wordt uitgevoerd in de niet kerende behandeling. Ook opmerkelijk is de significant lagere bulkdensiteit na het éénmalig ploegen op het perceel Kortrijkddorp voor de bodemlaag op 20 cm diepte. Met het ploegen is de bodem vermoedelijk losgetrokken op een diepte van 20-25 cm terwijl deze vroeger ongestoord bleef in de niet kerende behandeling.

Tabel 2: Bulkdensiteit ( $\text{g/cm}^3$ ) opgemeten op de vier percelen in 2010. Elke waarneming is het gemiddelde van vier staalnames. \*\* duidt een significant verschil aan op  $p < 0.05$  volgens de Mann-Witney U test.

Bulkdensiteit opgemeten op de vier langetermijnpercelen na inzaai van de teelt.											
Graaanpercelen		Geploegd Niet-kerend				Geploegd Niet-kerend					
Meting april 2010	Hangar	5-10 cm	1.5	1.6	**	Nieuwe Stal	5-10 cm	1.6	1.6		
		20-25 cm	1.7	1.6			20-25 cm	1.6	1.8	**	
		35-40 cm	1.7	1.6			35-40 cm	1.7	1.7		
Maïspanpercelen		Geploegd Niet-kerend		1 Malig geploegd		Geploegd Niet-kerend					
Meting juni 2010	Kortrijkddorp	5-10 cm	1.6	1.6	1.5	Lange Weide	5-10 cm	1.4	1.4		
		20-25 cm	1.6	1.6	1.5		** 1malig geploegd-niet kerend	20-25 cm	1.4	1.5	
		35-40 cm	1.7	1.7	1.7			35-40 cm	1.5	1.5	

### 2.2.1. Metingen 2011

In 2011 was de dichtheid voor het perceel Kortrijkddorp hoger in het éénmalig geploegd gedeelte. Dit duidt erop dat 1 malig ploegen geen meerjarig effect heeft op de bodemdichtheid. Op de andere percelen was er geen significant verschil tussen de kerende en de niet kerende behandeling. Net zoals in 2010 was de dichtheid hoger voor de percelen Nieuwe Stal en Hangar op bepaalde dieptes in de niet kerende behandeling maar het verschil was niet langer significant in 2011.

Met een bulkdensiteit van  $1.6 \text{ g/cm}^3$  en hoger mag worden gesteld dat de bodem in alle behandelingen vrij vast lag op de percelen Hangar, Kortrijkddorp en Nieuwe Stal<sup>3</sup>.

Tabel 3: Bulkdensiteit (g/cm<sup>3</sup>) opgemeten op de vier percelen in 2011. Elke waarneming is het gemiddelde van vier staalnames. \*, \*\* duidt een significant verschil aan op respectievelijk 0.1 en 0.05 volgens de Mann-Witney U test.

Geploegd Niet-kerend				Geploegd Niet-kerend					
Hangar 10/10/2011	5-10 cm	1.63	1.68	Nieuwe Stal 12/04/2011	5-10 cm	1.56	1.62		
	20-25 cm	1.60	1.60		20-25 cm	1.62	1.66		
	35-40 cm	1.62	1.59		35-40 cm	1.64	1.56		
Geploegd Niet-kerend 1 Malig geploegd				Geploegd Niet-kerend					
Kortrijk dorp 09/09/2011	5-10 cm	1.64	1.58	1.69	** 1 malig- Niet-kerend	Lange Weide 24/10/2011	5-10 cm	1.50	1.47
	20-25 cm	1.64	1.61	1.65	* 1 malig- Niet-kerend		20-25 cm	1.42	1.47
	35-40 cm	1.61	1.56	1.58			35-40 cm	1.53	1.53

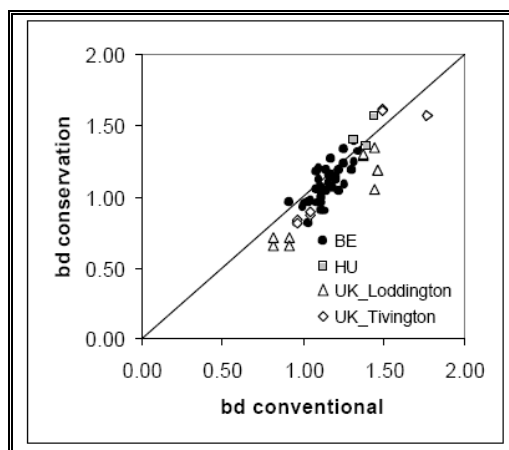
## 2.2.2. Metingen 2002-2006

Voor het perceel Lange Weide en Kortrijk dorp werden geen duidelijke verschillen waargenomen tussen het geploegde gedeelte en het niet-kerend bewerkte gedeelte. Dit is in overeenstemming met de meetresultaten van 2010 en 2011 (Tabel 3). In 2003-2005 werden voor de percelen Hangar, Kortrijk dorp en Nieuwe Stal zowel hogere als lagere bulkdensiteiten gerapporteerd in de niet kerende behandeling.

Tabel 4: Bulkdensiteit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	diepte (cm)	bulk densiteit (g/cm <sup>3</sup> )									
		september '03	december '03	februari '04	september '04	december '04	maart '05	juni '05	augustus '05	september '05	
Lange Weide	geploegd	5-10	1,41 a	1,52 a	1,47 a	1,43 a	1,44 b	1,42 b	1,42 a	1,44 a	1,41 a
		20-25	1,59 a	1,65 a	1,37 a	1,58 a	1,57 b	1,59 a	1,39 b	1,28 b	1,38 b
		35-40	1,39 a	1,64 a	1,51 a	1,68 a	1,62 a	1,59 a	1,52 a	1,48 a	1,48 a
	min. bewerkt	5-10	1,36 a	1,57 a	1,25 b	1,51 a	1,49 a	1,47 a	1,50 a	1,50 a	1,48 a
		20-25	1,41 a	1,54 a	1,39 a	1,65 a	1,62 a	1,60 a	1,51 a	1,52 a	1,55 a
		35-40	1,47 a	1,59 a	1,53 a	1,69 a	1,55 b	1,60 a	1,50 a	1,54 a	1,57 a
Kortrijk dorp	geploegd	5-10	1,46 a	1,66 a	1,40 a	1,41 a	1,56 b	1,62 a	1,53 a	1,63 a	1,45 b
		20-25	1,47 b	1,64 a	1,58 a	1,51 b	1,61 b	1,61 a	1,57 a	1,58 a	1,52 a
		35-40	1,65 a	1,64 a	1,53 a	1,66 a	1,72 a	1,73 a	1,63 a	1,64 a	1,44 a
	min. bewerkt	5-10	1,28 b	1,63 a	1,42 a	1,47 a	1,58 a	1,56 b	1,57 a	1,60 a	1,56 a
		20-25	1,57 a	1,64 a	1,41 a	1,66 a	1,69 a	1,66 a	1,57 a	1,58 a	1,62 a
		35-40	1,61 a	1,65 a	1,55 a	1,69 a	1,64 b	1,75 a	1,65 a	1,60 a	1,50 a
Hangaar	geploegd	5-10	1,32 b	1,45 a	1,65 a	1,56 a	1,73 a	1,64 a	1,50 a	1,50 a	1,46 a
		20-25	1,40 a	1,65 a	1,65 a	1,41 b	1,78 a	1,58 a	1,47 a	1,79 a	1,44 a
		35-40	1,49 a	1,59 a	1,52 a	1,47 b	1,93 a	1,70 a	1,60 a	2,18 a	1,50 b
	min. bewerkt	5-10	1,48 a	1,42 a	1,42 a	1,49 b	1,53 a	1,59 a	1,48 a	1,54 a	1,48 a
		20-25	1,46 a	1,58 a	1,51 a	1,67 a	1,72 a	1,62 a	1,47 a	1,57 a	1,55 a
		35-40	1,58 a	1,68 a	1,45 a	1,69 a	1,75 a	1,65 a	1,54 a	1,73 b	1,58 a

Net zoals in 2010 en 2011 toonden de metingen uitgevoerd binnen SOWAP<sup>41</sup> op het perceel Nieuwe Stal een beperkt verschil in bulkdensiteit tussen kerende en niet-kerende bodembewerking (Figuur 6).



Figuur 6: Bulkdensiteit opgemeten tijdens SOWAP 2007<sup>41</sup>. BE; perceel "Nieuwe Stal" Huldenberg

### 2.2.3. Literatuurstudie <sup>(13, 14,26,27, 48, 49)</sup>

Algemeen wordt in de literatuur gesteld dat gereduceerde bodembewerking op korte termijn zorgt voor een verhoging van de bulkdensiteit, en dus een afname van de totale porositeit. Op lange termijn zou de bulkdensiteit in de toplaag (0-5 cm) afnemen door een verhoogd organische stof gehalte en een verhoogde biologische activiteit. De trend naar een hogere bulkdensiteit na niet kerende grondbewerking is ook in de gepresenteerde metingen zichtbaar hoewel slechts significant in twee gevallen en enkel in 2010.

## 2.3. Porositeit

De totale porositeit van een bodem kan onderverdeeld worden in klassen, poriëndistributie genaamd. Deze klassen oefenen elk hun eigen specifieke invloed uit op onder meer bodemverluchting, infiltratie, drainage en waterbergend vermogen. Volgend systeem van indeling in 3 klassen baseert zich op de functionele relatie van de poriën tot het bodemwater<sup>27</sup>:

Klasse 1: **macroporiën**: equivalente diameter > 30  $\mu\text{m}$

Deze poriën zijn voornamelijk belangrijk voor infiltratie, drainage en bodemverluchting. De initiatie van wortelgroei gebeurt hoofdzakelijk in deze poriën. Ook de kleine bodemfauna maakt voornamelijk gebruik van deze poriën.

Klasse 2: **mesoporiën**: equivalente diameter 0.2-30  $\mu\text{m}$

Deze klasse is bepalend voor de beschikbare vochtreserve. De mesoporositeit is dezelfde benaming als het vochthoudend vermogen of de TAW (Total Available Water).

Klasse 3: **microporiën**: equivalente diameter < 0.2  $\mu\text{m}$

Het water in de microporiën is niet beschikbaar voor planten; hun kleine diameter belet microbiële activiteit.

De aangegeven equivalente diameters mogen niet als absolute waarden beschouwd worden, doch eerder als relatieve werkinstrumenten die een idee geven van de poriënverdeling. Verscheidene redenen kunnen hiervoor aangehaald worden: de dwarsdoorsnede van een porie is niet cirkelvormig, de diameter van een porie varieert over de lengte, insluiting van lucht kan een vertekend beeld

geven en naarmate de zuigspanning groter wordt, neemt de invloed van de textuur (via adsorptie) toe. De poriëndistributie werd afgeleid via de water-desorptie methode. Hiervoor werden een aantal punten van de vochtretentiecurve gemeten, namelijk pF 0, pF 0.5, pF 1, pF 1.5, pF 2, pF 2.8 en pF 4.2, waarvoor de overeenkomstige equivalente diameters berekend werden<sup>54</sup>. De ongestoorde ringstalen werden genomen op een diepte van 15 cm. Per behandeling werden minimaal 9 ongestoorde ringstalen genomen. De procedure voor het nemen van de ongestoorde ringen is soortgelijk aan deze van de bepaling van de bulkdensiteit. Voor het bepalen van de porositeit werden andere stalen genomen dan deze bij de bepaling van de bulkdensiteit het betreft dus een extra meting van de bulkdensiteit.

### 2.3.1. Metingen 2010

Tabel 5 en Tabel 6 geven de resultaten van de diverse porositeitsbepalingen. De resultaten zijn significant verschillend voor de kerende en de niet kerende behandeling op de percelen Nieuwe Stal en Lange Weide. In het perceel Nieuwe Stal is de bulk densiteit hoger in het niet geploegde gedeelte terwijl dit voor het perceel Lange Weide net het omgekeerde is. Het verschil in bulkdensiteit zet zich door in de poriëndistributie. Een lagere bulkdensiteit vertaalt zich naar een hogere totale porositeit. De hogere bulkdensiteit in de niet kerende behandeling voor het perceel Nieuwe Stal was ook al zichtbaar in de metingen specifiek voor bulkdensiteit (zie Tabel 2).

Op het perceel Nieuwe Stal was de porositeit duidelijk lager in de niet kerende behandeling. De slechts zeer oppervlakkige grondbewerking zorgt mogelijk voor een grotere dichtheid en een lagere porositeit in de verschillende verdelingen. Op het perceel Lange Weide waar dieper niet kerend wordt bewerkt, in combinatie met monocultuur maïs, zijn de resultaten immers net omgekeerd. Over de twee overige percelen kan geen uitspraak worden gedaan gezien geen significante verschillen werden vastgesteld. Ook bij het éénmalig ploegen werden geen effecten vastgesteld hoewel er wel een lagere bulkdensiteit werd vastgesteld op een diepte van 20-25 cm (zie Tabel 2).

*Tabel 5: Porositeit opgemeten voor de percelen Hangar en Nieuwe Stal in 2010. (ns niet significant, \*\*, \*\*\* significant volgens respectievelijk  $p < 0.05$  en  $p < 0.001$  volgens t-test)*

	Nieuwe Stal			Hangar		
	Kerend	Niet Kerend		Kerend	Niet Kerend	
Bulkdensiteit (g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.70	**	1.58	1.59	ns
Totale porositeit	0.38	0.32	*	0.40	0.39	ns
Macroporositeit	0.03	0.04	ns	0.27	0.26	ns
Mesoporositeit	0.25	0.23	ns	0.07	0.07	ns
Microporositeit	0.10	0.07	**	0.05	0.06	ns

*Tabel 6: Porositeit opgemeten voor de percelen Lange Weide en Kortrijk dorp in 2010 (ns niet significant, \*\*, \*\*\* significant volgens respectievelijk  $p < 0.05$  en  $p < 0.001$  volgens t-test)*

	Lange Weide			Kortrijk dorp			
	Kerend	Niet Kerend		Kerend	Niet Kerend	Eénmalig Kerend	
Bulkdensiteit (g/cm <sup>3</sup> )	1.41	1.33	**	1.57	1.56	1.52	ns
Totale porositeit	0.47	0.48	*	0.40	0.39	0.41	ns
Macroporositeit	0.09	0.11	*	0.10	0.09	0.11	ns
Mesoporositeit	0.31	0.27	*	0.23	0.22	0.23	ns
Microporositeit	0.07	0.10	**	0.07	0.08	0.07	ns

### 2.3.2. Metingen 2011

In 2011 werden geen metingen voorzien voor opname van de porositeit, maar er werd wel een vochttopvolging georganiseerd waarbij de pF-curve op drie tijdstippen werd opgesteld. Hiervoor wordt verwezen naar een latere paragraaf ("2.14 Vochttopvolging"). In deze paragraaf wordt beschreven dat de TAW of ook de mesoporositeit, op het perceel Lange Weide hoger was in de laag (0-20 cm) in de niet kerende behandeling maar lager of gelijk in de onderlaag (40-60 cm). Dit is in overeenstemming met de metingen in 2010. Voor het perceel Kortrijk dorp werden na het ploegen grote verschillen opgemeten in TAW maar dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.14 Vochttopvolging.

Voor het perceel Nieuwe Stal werd een lagere TAW gemeten in 2011 in de niet kerende behandeling wat ook overeenkomt met de metingen van de mesoporositeit in 2010.

De totale porositeit kan ook rechtstreeks worden afgeleid uit de bulkdensiteit. Deze was voor het perceel Lange Weide lager in 2011 in de niet kerende behandeling maar het verschil was niet significant. Voor het perceel Nieuwe Stal was de bulkdensiteit ook opnieuw hoger in de niet-kerende behandeling maar opnieuw niet significant.

### 2.3.3. Metingen 2002-2010

Tussen de geploegde en minimaal bewerkte zones werden in 2003 en 2004 geen significante verschillen waargenomen. In 2005 werden wel voor enkele percelen significante verschillen waargenomen tussen de 2 perceelshelften. Op het perceel Lange Weide werd in 2005 een significant hogere porositeit vastgesteld op het geploegde gedeelte terwijl in 2010 en 2011 net het omgekeerde werd gemeten. Dit kan duiden op een positieve evolutie van de porositeit op dit perceel in de niet kerende behandeling of een negatieve evolutie in de kerende behandeling, bijvoorbeeld door het wegspoelen van sediment uit de bouwvoor. Op de andere percelen is dergelijke evolutie niet aantoonbaar.

Tabel 7: Porositeit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	Parameter	2003		2004		2005	
		geploegd	min. bewerkt	geploegd	min. bewerkt	geploegd	min. bewerkt
'Lange Weide'	BD (g/cm <sup>3</sup> )	1,41 a	1,57 a	1,43 a	1,46 a	1,49 b	1,59 a
Huldenberg	porositeit (vol%)	46,9 a	40,7 a	45,9 a	44,9 a	43,9 a	40,1 b
	θsat (vol%)	45,8 a	41,4 a	50,7 a	46,6 a	44,0 a	41,5 a
'Kortrijk dorp'	BD (g/cm <sup>3</sup> )	1,43 a	1,44 a	1,56 a	1,45 a	1,48 a	1,56 a
Kortrijk-Dutsel	porositeit (vol%)	46,1 a	45,5 a	41,3 a	45,3 a	44,0 a	41,3 a
	θsat (vol%)	40,9 a	41,1 a	40,4 a	44,5 a	40,5 a	39,1 a
'Hangaar'	BD (g/cm <sup>3</sup> )	1,51 a	1,47 a	1,25 a	1,25 a	1,51 a	1,47 a
Kessel-Lo	porositeit (vol%)	43,1 a	44,4 a	52,8 a	52,7 a	42,9 a	44,7 a
	θsat (vol%)	41,5 a	43,7 a	49,7 a	47,6 a	41,0 a	42,4 a

In micro, macro en mesoporositeit werden geen significante verschillen waargenomen in 2002-2006.

#### **2.3.4. Literatuurstudie** <sup>(13, 14,26,27, 48, 49)</sup>

In de literatuur zijn de geobserveerde effecten van niet kerende grondbewerking op de porositeit wisselend. Algemeen wordt gesteld dat de microporositeit toeneemt en de macroporositeit daalt. Dit laatste door de toegenomen verdichting. Maar tevens wordt gesuggereerd wanneer de bodem voor een lagere tijd ongestoord wordt gelaten dat poriën stabiel worden en dat het aantal verticaal georiënteerde poriën toe neemt.

De wisselende resultaten waarvan sprake in het literatuuronderzoek zijn ook zichtbaar in de huidige metingen. Een lagere porositeit op het perceel Nieuwe Stal dat slechts zeer ondiep wordt bewerkt suggereert dat de bewerkingsdiepte een invloed heeft op de porositeit.

Op het perceel Lange Weide werd een verhoogde porositeit vastgesteld. Hier worden dan ook geen hakvruchten geteeld wat leidt tot minder verstoring van de bodem en de vorming van meer stabiele poriën. Een bijkomende mogelijke verklaring is een verschil van sedimentafspoeling tussen het kerende en het niet kerende gedeelte waardoor op de kerende behandeling een andere bodemtextuur aan het oppervlak komt te liggen. Verschillen in sedimentafspoeling werden gerapporteerd binnen het interreg erosiebestrijding<sup>50</sup>.

Verschillen in profielopbouw of een minder groot verschil in sedimentafspoeling tussen de kerende en de niet kerende behandelingen zijn mogelijke verklaringen voor de wisselende resultaten op de andere percelen.

## **2.4. Aggregaatstabiliteit**

De aggregaatstabiliteit is een maat voor de gevoeligheid van bodemaggregaten aan destructieve krachten, zoals bijvoorbeeld de inslag van regendruppels. In het kader van erosiebestrijding is de aggregaatstabiliteit van de toplaag (0-5 cm) dan ook uiterst belangrijk, gezien zij de mate van verslemping bij neerslag bepaalt. Een verslempde toplaag kan de kieming van een gewas belemmeren.

Met behulp van Kopeckyringen werden ongestoorde bodemstalen genomen van de toplaag. Deze bodemstalen werden gedroogd aan de lucht en vervolgens gezeefd, waarbij bodemaggregaten van de grootteorde 1-2 mm werden behouden. Van deze aggregaten werd de aggregaatstabiliteit bepaald volgens de methode van 'natte zeping', zoals beschreven door Kemper en Rosenau (1986)<sup>28</sup>.

### **2.4.1. Metingen 2010**

De meting werd uitgevoerd in minimaal 16 herhalingen per behandeling in de periode maart-april voor de graanpercelen en juni-juli voor de maïspancelen.

In twee van de vier proefvelden is het aantal stabiele aggregaten hoger in het niet geploegde deel, enkel in perceel Hangar is dit net omgekeerd. Op perceel Lange Weide is er geen significant verschil. Het éénmalig ploegen verminderde de aggregaatstabiliteit op het perceel Kortrijk dorp.

Tabel 8: % aggregaatstabiliteit op de vier proefvelden in 2010. \*, \*\*\* significant op respectievelijk  $p < 0.1$ ,  $p < 0.01$ ; ns niet significant volgens t-test

	Geploegd	Niet Geploegd	Eénmalig geploegd	
Lange Weide	37.6	41.2		ns
Kortrijkdorp	42.9	52.0	45	*** Niet geploegd-geploegd, * Eénmalig geploegd-geploegd ns Eénmalig geploegd-geploegd
Hangar	61.3	28.5		***
Nieuwe stal	24.5	44.8		***

#### 2.4.2. Metingen 2011

Net zoals in 2010 is er geen betekenisvol verschil tussen de twee behandelingen op het perceel Lange Weide. Op het perceel Kortrijkdorp is de aggregaatstabiliteit nog steeds lager na éénmalig ploegen. Op de percelen Nieuwe Stal en Hangar is de aggregaatstabiliteit hoger in het niet-kerende gedeelte. Voor het perceel Nieuwe Stal is dit in overeenstemming met de metingen in 2010, voor het perceel Hangar is dit net het tegenovergestelde.

Tabel 9: % aggregaatstabiliteit op de vier proefvelden in 2011. \*\*, \*\*\* significant op respectievelijk  $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ; ns niet significant volgens t-test

	Geploegd	Niet Geploegd	Eénmalig geploegd	Significantie
Lange Weide	75	76		ns
Kortrijkdorp	27	25	18	** Eenmalig vs geploegd, ** Eénmalig vs niet-geploegd ns geploegd - niet geploegd
Hangar	73	84		**
Nieuwe stal	24	39		***

#### 2.4.3. Metingen 2002-2006

In 2003 werden geen statistische verschillen vastgesteld tussen de aggregaatstabiliteit van de geploegde en minimaal bewerkte bodem, maar er was over het algemeen een positief effect van de minimale bodembewerking (Tabel 10). In 2004 werd eveneens een positieve trend vastgesteld voor de percelen Lange Weide en Hangar, die echter niet statistisch kon aangetoond worden. Er werd wel een statistisch verschil vastgesteld op perceel Kortrijkdorp, hier was de aggregaatstabiliteit evenwel lager voor de minimaal bewerkte zone in tegenstelling tot de meting in 2010. In 2005 werd voor alle percelen een positief effect van de minimale bodembewerking op de aggregaatstabiliteit vastgesteld. Voor 2 van de 3 percelen was dit effect zelfs significant. Ook in 2011 werd voor twee percelen een significante verhoging van de aggregaatstabiliteit vastgesteld na niet kerende bodembewerking.

Tabel 10: Aggregaatstabiliteit op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	Locatie	aggregaatstabiliteit (%)			
		geploegd		min. bewerkt	
<b>2003</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	40	a	47	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	48	a	51	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	69	a	67	a
<b>2004</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	63	a	68	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	48	a	34	b
'Hangaar'	Kessel-Lo	70	a	72	a
<b>2005</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	61	b	71	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	63	a	65	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	73	b	81	a

#### 2.4.4. Literatuurstudie<sup>29, 45</sup>

Algemeen wordt gesteld dat de toename van organische stof en het meer stabiele bodemleven zorgen voor stabielere poriën en een stevigere bodemstructuur. Dit verlaagt het risico op versmering en verdichting. Zowel in 2010 als in 2011 was in twee van de vier percelen een hogere aggregaatstabiliteit meetbaar na niet kerende bodembewerking. Hoewel op geen van deze twee percelen een toename in het koolstofgehalte werd vastgesteld werd trendmatig op beide percelen een grotere regenwormpopulatie (zie paragraaf 2.8. regenwormen) geobserveerd in de niet kerende behandeling.

### 2.5. Verslempingsindex

De bepaling van de slempgevoeligheid is gebaseerd op de textuur, het organische stofgehalte en de pH. De berekening van de verslempingsindex (IB) wordt uitgevoerd volgens de methode van INRA Laon:

$$IB = [(1.5 \times LF + 0.75 \times LG)/(A + 10 \times MO)] - C$$

waarbij

- LF = leem – fijne fractie (2-20 µm)
- LG = leem – grove fractie (20-50 µm)
- A = klei (0-2 µm)
- MO = organische stofgehalte (%)
- C = correctiefactor op basis van pH<sub>water</sub>
  - C=0                                   indien pH < 7
  - C=0.2\*(pH<sub>water</sub> – 7)           indien pH > 7

De metingen werden uitgevoerd op basis van de textuuranalyses uitgevoerd door het instituut Koldingen. De verhouding tussen fijne en grove leemfractie werd vastgelegd in textuuranalyses van de BDB. De pH<sub>water</sub> werd afgeleid uit de pH<sub>KCl</sub> opgenomen in 2011 en het organische stofgehalte werd bekomen door het organische koolstofgehalte te vermenigvuldigen met 1.72. Voor de berekening werd het koolstofgehalte in de bodemlaag 0-10 cm gebruikt, opgemeten in 2011.



### 2.5.1. Meting 2010-2011

Indien  $IB > 2$ , dan is sprake van een zeer slempgevoelige bodem, indien  $2 > IB > 1.6$  een slempgevoelige bodem, indien  $1.6 > IB > 1.2$  van een weinig slempgevoelige bodem en indien  $IB < 1.2$  van een niet slempgevoelige bodem. Figuur 7 toont dat de bodems op de proefpercelen niet tot weinig slempgevoelig zijn.

		% Zand	% Klei	% Leem	% C	%org stof	IB
Lange Weide	Kerend	38.8	14.2	47	1.0	1.7	1.4
	Niet Kerend	38.8	14.2	47	1.5	2.5	1.2
Hangar	Kerend	61.7	9	29.3	1.3	2.2	0.9
	Niet Kerend	61.7	9	29.3	1.0	1.7	1.1
Nieuwe Stal	Kerend	46.7	7.7	45.6	1.1	1.8	1.0
	Niet Kerend	46.7	7.7	45.6	1.0	1.7	1.3
Kortrijk dorp	Kerend	60.2	11	28.8	1.0	1.8	1.0
	Niet Kerend	60.2	11	28.8	1.1	1.8	0.9

*Figuur 7: Slempgevoeligheid (IB) van de percelen en de parameters die gebruikt werden om de slempgevoeligheid te berekenen op basis van C-meting in 2011. Textuurverdeling volgens Instituut Koldingen.GmbH*

De slempgevoeligheid is echter sterk afhankelijk van de textuur vandaar dat deze in Figuur 8 de doorrekening opnieuw wordt gemaakt met behulp van de textuurbepalingen bepaald in 2005 in het interreg erosiebestrijding<sup>58</sup>. Aan de hand van deze bepalingen zijn de bodems tot zeer slempgevoelig.

		% Zand	% Klei	% Leem	% C	%org stof	IB
Lange Weide	Kerend	9.3	12.5	78.2	1.0	1.7	2.6
	Niet Kerend	10.8	12.4	76.8	1.5	2.5	2.0
Hangar	Kerend	13.2	12.4	74.4	1.3	2.2	1.9
	Niet Kerend	15.9	12.4	71.7	1.0	1.7	2.2
Kortrijk dorp	Kerend	27.3	12.4	60.3	1.0	1.8	1.8
	Niet Kerend	42.5	10.6	46.9	1.1	1.8	1.6

*Figuur 8: Slempgevoeligheid (IB) van de percelen en de parameters die gebruikt werden om de slempgevoeligheid te berekenen op basis van C-meting in 2011. Textuurverdeling volgens Interreg erosiebestrijding.*

### 2.5.2. Meting 2002-2006

De slempgevoeligheid berekend in 2011 met de textuuranalyses uitgevoerd door het Instituut Koldingen is gevoelig lager dan deze besproken in voorgaand interreg<sup>50</sup> (Tabel 11). Dit omdat de textuuranalyses van BDB en KULeuven destijds een lagere zandfractie rapporteerden. Wanneer Tabel 11 vergeleken wordt met Figuur 8 ligt de slempgevoeligheid wel in dezelfde grootteorde. Voor het perceel ligt de slempgevoeligheid volgens deze berekening hoger in 2011 voor de andere twee percelen blijft de slempgevoeligheid kwasi gelijk.

Tabel 11: Verslempingsindex op de percelen (Verlinden et al. 2005)<sup>49</sup>

Perceel	Locatie	Verslempingsindex			
		geploegd	min. bewerkt		
<b>2003</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	2.8		2.2	
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutsel	2.7		2.8	
'Hangaar'	Kessel-Lo	1.6		1.4	
<b>2004</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	1.7	a	1.5	b
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutsel	1.6	a	1.2	b
'Hangaar'	Kessel-Lo	0.8	a	0.9	a
<b>2005</b>					
'Lange Weide'	Huldenberg	2.7	a	1.6	b
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutsel	1.9	a	1.7	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	1.7	a	1.5	a

### 2.5.3. Literatuurstudie

Het verschil in verslempingsindex tussen de kerende en de niet-kerende behandeling is voornamelijk te wijten aan een verschil in organische stofgehalte gezien voor de textuuranalyse dezelfde parameters gebruikt werden. Eventuele verschillen in verslempingsindex tussen behandelingen zijn dan ook een rechtstreeks gevolg van een verschil in organische stofgehalte.

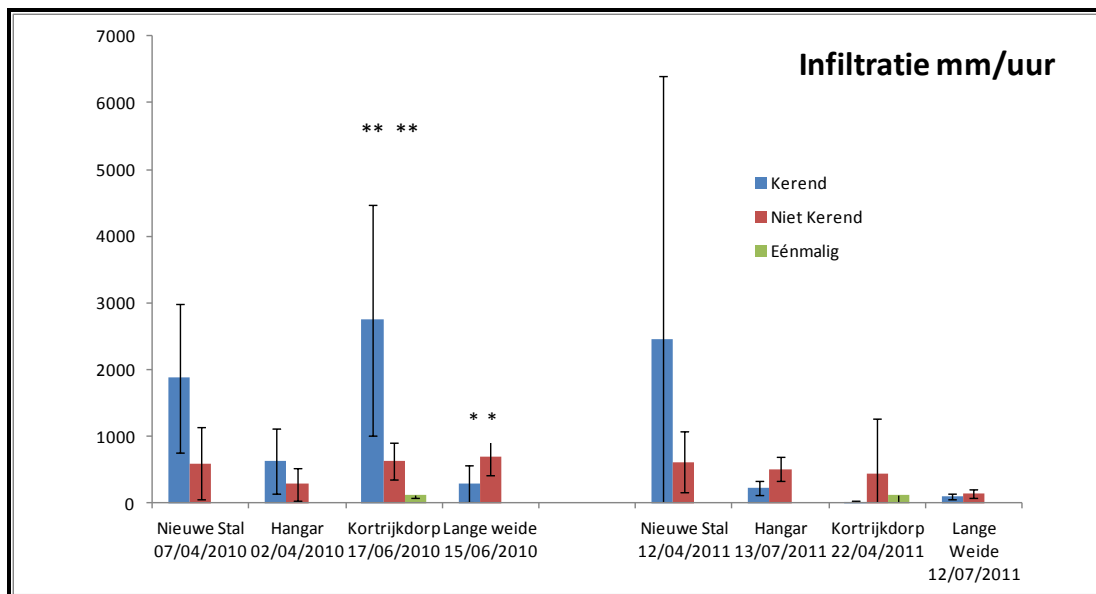
## 2.6. Infiltratiesnelheid

De infiltratiesnelheid wordt gemeten met een dubbele ringinfiltrometer. Met behulp van deze opstelling wordt de onmiddellijke infiltratie gemeten. De bodem wordt eerst verzadigd met water daarna wordt de infiltratiesnelheid gemeten bij verzadiging. Hiermee wordt de verzadigde hydraulische conductiviteit ( $K_{sat}$ ) benaderd. De infiltratiesnelheid wordt berekend bij verzadiging omdat de afhankelijkheid van het vochtgehalte anders te groot is. Zelfs bij verzadiging blijft de variatie op de meting groot. De metingen werden in 2010 en 2011 uitgevoerd in vier herhalingen.

### 2.6.1. Metingen 2010-2011

De infiltratiemetingen vertonen een wisselend patroon. De algemene trend is een snellere infiltratie in het gedeelte van het perceel dat kerend wordt bewerkt maar er is enkel een significant verschil op het perceel Lange Weide waar dan net een hogere infiltratie werd vastgesteld op de niet kerende behandeling. Op het eenmalig geploegd gedeelte werd dan weer een veel lagere infiltratie vastgesteld vergeleken met de kerende behandeling.

De infiltratiesnelheid in 2011 is lager vergeleken met 2010. Het droge voorjaar kan hierin een rol spelen. Op geen van de percelen kon dan ook een significant verschil worden vastgesteld tussen de kerende en de niet-kerende behandeling.



Figuur 9: Infiltratiesnelheid opgemeten op de proefvelden. \*, \*\* duidt een significant verschil aan op respectievelijk  $p < 0.1$  en  $p < 0.05$  volgens Mann Witney U test. Links metingen 2010, rechts metingen 2011.

### 2.6.2. Metingen 2002-2006

Over het algemeen geldt dat voor de infiltratiemetingen zeer variabele resultaten bekomen worden binnen dezelfde zone op hetzelfde tijdstip. Het ploegen van de grond kan tijdelijk een hogere infiltratie genereren op de geploegde zone. (bv. op perceel Lange Weide in maart 2004). Tijdens het groeiseizoen (juni 2004 en begin juli 2005) werd in de meeste gevallen een hogere (of in 2 gevallen gelijke) infiltratie in de minimaal bewerkte zone waargenomen. De verschillen waren meestal niet significant, gezien de grote variatie tussen de verschillende metingen. In de winterperiode (december 2004) waren de resultaten weinig eenduidig, op 2 percelen is de infiltratiesnelheid van het water hoger in de geploegde zone, op het derde perceel is de infiltratiesnelheid dan weer veel hoger in de minimaal bewerkte zone (Tabel 12).

Tabel 12: Infiltratiesnelheid op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	Locatie	Datum	infiltratiesnelheid (mm/h)			
			geploegd	min.	bewerkt	
<b>Meting februari-maart 2004</b>						
'Lange Weide'	Huldenberg	11/03/04	3823	a	111	b
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	10/02/04	370	a	502	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	05/03/04	731	a	293	a
<b>Meting juni 2004</b>						
'Lange Weide'	Huldenberg	16/06/04	275	a	589	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	-	-		-	
'Hangaar'	Kessel-Lo	08/06/04	540	a	478	a
<b>Meting november-december 2004</b>						
'Lange Weide'	Huldenberg	07/12/04	860	a	392	b
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	06/12/04	1672	a	2976	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	30/11/04	1009	a	625	a
<b>Meting maart 2005</b>						
'Lange Weide'	Huldenberg	11/03/05	283	a	60	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	09/03/05	115	a	73	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	10/03/05	453	a	201	a
<b>Meting juli 2005</b>						
'Lange Weide'	Huldenberg	14/07/05	195	a	178	a
'Kortrijk dorp'	Kortrijk-Dutssel	01/07/05	633	a	792	a
'Hangaar'	Kessel-Lo	05/07/05	1151	a	1572	a

### 2.6.3. Literatuurstudie

In de literatuur wordt zowel gerapporteerd van een toenemende infiltratie na niet kerende grondbewerking<sup>8</sup> als ook van een lagere infiltratie na niet kerende grondbewerking<sup>51</sup>. De vorming van stabiele poriën bij niet kerende bodembewerking zou de infiltratie positief beïnvloeden terwijl de verhoogde bodemdichtheid de infiltratie tegenwerkt. Gezien de hoge variabiliteit van de infiltratiemeting is het niet evident vast te stellen welk proces dominant is. De wisselende resultaten op de proefpercelen bevestigen dit.

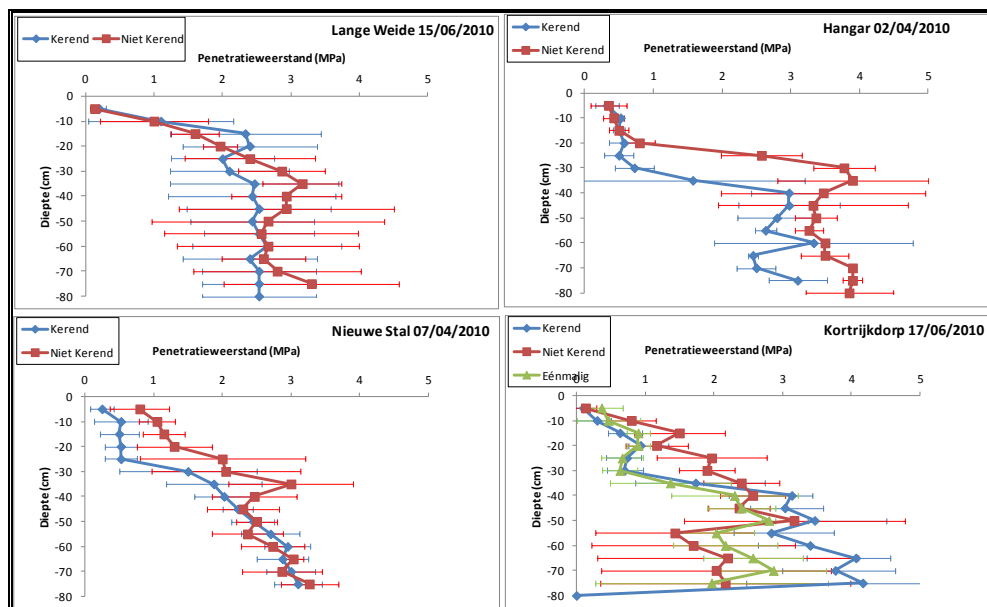
## 2.7. Penetratieresistentie

De penetratieresistentie werd gemeten met behulp van de penetrograaf. De meting werd in 2010 uitgevoerd samen met de staalname voor porositeit en bulkdensiteit. Omdat de staalnames werden uitgevoerd bij aanvang van het teeltseizoen werd ervan uitgegaan dat de percelen zich tegen veldcapaciteit bevonden. In 2011 werd op de percelen een vochttopvolgning georganiseerd zodat het correcte vochtgehalte gekend is. In de bieten percelen (Nieuwe Stal en Hangar) werd in 2011 de penetrografie uitgevoerd in relatief droge omstandigheden. Vanaf april tot eind oktober is de bodem voor deze percelen dan ook niet op veldcapaciteit geweest tot op een diepte van 80 cm. Pas vanaf december 2011 viel voldoende neerslag om de bodem tot op deze diepte voldoende te bevochtigen.

De penetrografieën werden in 2010 uitgevoerd in drie herhalingen, in 2011 in vier herhalingen. De metingen zijn dan ook enkel indicatief, het aantal herhalingen is onvoldoende om enkel op basis van de penetrografie conclusies te trekken naar mogelijke verdichting.

### 2.7.1. Metingen 2010

De penetrografie op de graanpercelen werd uitgevoerd in april (Nieuwe Stal en Hangar), deze op de maïspercelen in juni (Lange Weide en Kortrijkcorp). Op drie van de vier percelen is een hogere penetratieweerstand merkbaar in het niet geploegd gedeelte van het perceel, vooral in de bovenste 30 cm van het profiel. Onder de bouwvoor is voor het perceel Hangar de penetratieweerstand hoger in niet kerende gedeelte, op het perceel Kortrijkcorp is dit net andersom. Op de twee overige percelen is geen verschil in penetratieweerstand tussen de behandelingen.

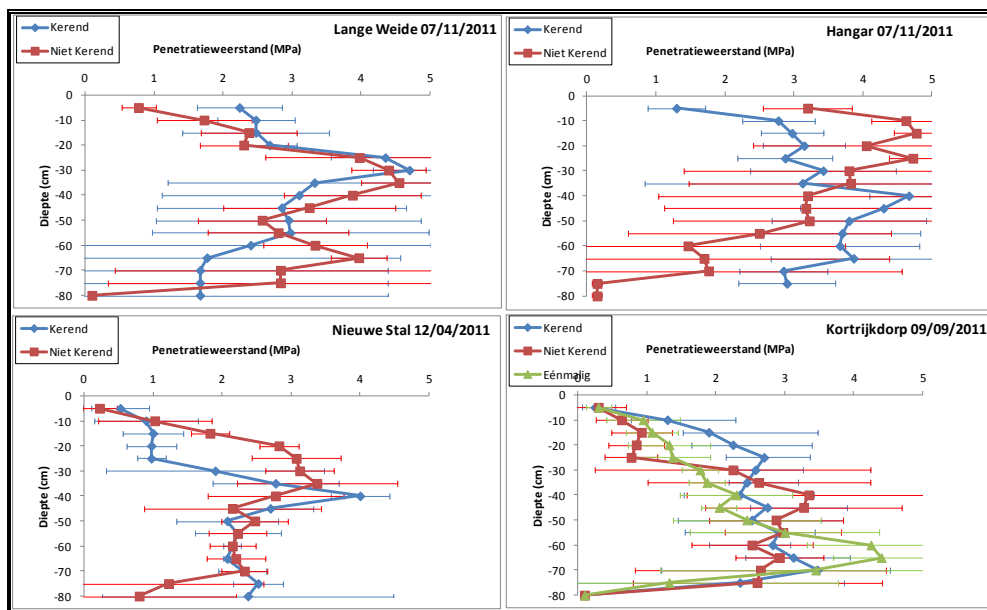


Figuur 10: Penetrografie van de vier percelen in 2010, per behandeling werd minimaal gemeten in drie herhalingen, de standaarddeviatie wordt aangegeven op de grafiek.

### 2.7.2. Metingen 2011

Een verhoogde penetratieweerstand na niet kerende grondbewerking was in 2011 vooral zichtbaar op het perceel Hangaar. Ook op het perceel Nieuwe Stal werd opnieuw een verhoogde indringingsweerstand geobserveerd in de bouwvoor in de niet kerende behandeling (Figuur 11 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Voor het perceel Lange Weide was het verschil tussen de kerende en de niet kerende behandeling beperkt net zoals in 2010.

Hoewel de bulkdensiteit hoger was op de éénmalig kerende behandeling in Kortrijk dorp, is geen verhoogde penetratieweerstand zichtbaar. Het verschil in penetratieweerstand kan een gevolg zijn van een verschil in vochtgehalte op dat moment in de ondergrond zichtbaar op Tabel 13. De penetrografie werd dan ook tijdens het teeltseizoen genomen.



Figuur 11: Penetrografie van de vier percelen in 2011, per behandeling werd minimaal gemeten in vier herhalingen, de standaarddeviatie wordt aangegeven op de grafiek.

Tabel 13: Gravimetrische vochtgehalte en zuigspanning bij de penetrografie gemeten in 2011. \*Zuigspanning berekend via pF curve van de kerende behandeling, \*\*Zuigspanning berekend via de pF curve van de laag 0-30 cm

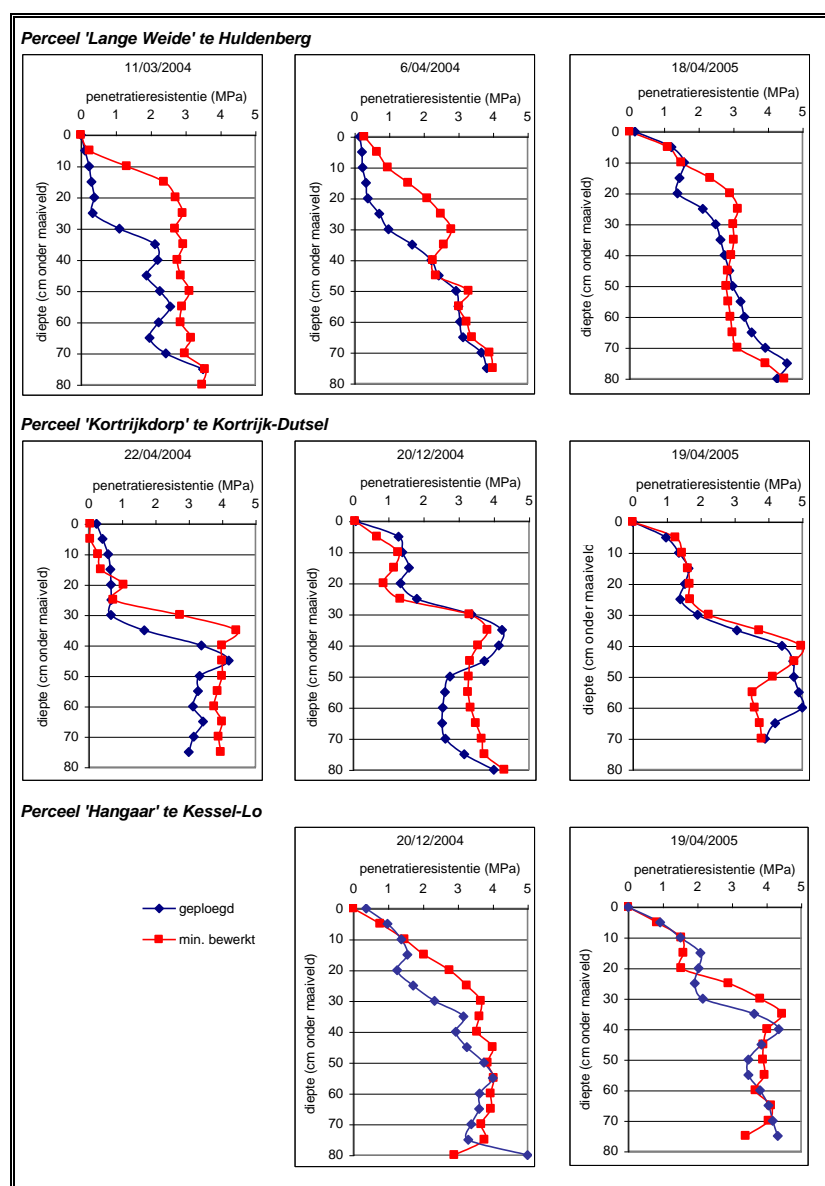
		Kerend		Zuigspanning (pF)		Niet Kerend		Zuigspanning (pF)		Eénmalig Kerend		Zuigspanning (pF)	
		% Gravimetrisch	0-30 cm	30-60 cm		% Gravimetrisch	0-30 cm	30-60 cm		% Gravimetrisch	0-30 cm	30-60	
Lange Weide	2/11/2011	27.08	22.85	1.14	2.41	26.06	21.97	2.09	2.52				
Kortrijk dorp	6/09/2011	18.88	19.85	1.89	0.87	17.74	15.57	2.36	1.86	18.99	19.59	1.85*	0.95*
Hangaar	31/10/2011	17.91	16.02	2.86	2.94**	16.86	14.97	2.88	2.97**				
Nieuwe Stal	12/04/2011	16.00	19.18	2.68	2.38	16.45	18.71	2.80	2.53				

### 2.7.3. Metingen 2002-2006

Op het perceel Lange Weide was bij de metingen in het voorjaar 2004 reeds geploegd in de geploegde zone, maar was er nog geen minimale bodembewerking uitgevoerd in de minimaal bewerkte zone. Hierdoor werd in de geploegde bodem zeer weinig weerstand waargenomen tot ongeveer 20-25 cm diepte en is de nog niet minimaal bewerkte bodem compacter tot ongeveer 30

cm diepte. Bij de meting in het voorjaar van 2005 was het ploegen en de bewerking met de vaststandcultivator (minimaal bewerkte zone) reeds uitgevoerd, maar er was nog geen zaaibedbereiding uitgevoerd. Tussen 10 en 30 cm werd een iets hogere weerstand gemeten in de minimaal bewerkte zone, maar over het algemeen werd nergens een serieuze verdichting waargenomen. Op het perceel te Kortrijk-Dutsel werden nergens echte verschillen waargenomen tussen de penetratieresistentie van de geploegde en de minimaal bewerkte zone (in voorjaar 2004 op beide zones alle grondbewerkingen reeds uitgevoerd, in voorjaar 2005 op beide zones nog geen grondbewerking uitgevoerd). Wel werd op 35-40 cm diepte een fel verdichte laag aangetroffen in beide perceelshelften.

Op perceel 'Hangaar' te Kessel-Lo werd op beide perceelshelften een graduele stijging van de weerstand in de bodem waargenomen. Tussen 15 en 40 cm vertoonde de minimaal bewerkte bodem een iets hogere weerstand dan de geploegde bodem (Figuur 12).



Figuur 12: Penetratieweerstand op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

#### 2.7.4. Literatuurstudie<sup>(13, 14, 26, 27, 48, 49)</sup>

Zoals reeds besproken onder de parameter bulkdensiteit is in de literatuur sprake van initieel een toenemende verdichting na niet kerende grondbewerking wat zichtbaar is in de penetrografiemetingen op de proefpercelen in de laag van 0 tot 30 cm met uitzondering van het perceel Lange Weide onder voorbehoud dat de penetrografie slechts in drie tot vier herhalingen werd uitgevoerd. Op dit perceel is de penetratieweerstand lager, vermoedelijk een gevolg van de mindere verstoring van de bodem door het bannen van hakvruchten.

## 2.8. Regenwormen

De bepaling van de regenwormpopulatie wordt uitgevoerd volgens de internationale standaardmethode, waarbij in plaats van formol een mosterdoplossing wordt gebruikt voor het uitdrijven van de regenwormen (zoals beschreven door Muys en Granval, 2002)<sup>34</sup>. De tellingen werden steeds uitgevoerd in vier herhalingen, uitgezonderd het perceel Kortrijkdrop in 2010 waar slechts in twee herhalingen werd geteld.

### 2.8.1. Meting 2010

De regenwormtellingen werden in 2010 uitgevoerd tijdens de maand september. De overvloedige neerslag de weken voorafgaand aan de wormtelling zorgde voor een voldoende vochtig profiel. De algemene trend is dat meer regenwormen werden aangetroffen in de niet kerende behandeling. Voor het perceel Hangar is dit verschil significant. In Lange Weide is het aantal regenwormen per m<sup>2</sup> groter in de geploegde behandeling maar het gewicht van het aantal regenwormen is dan weer groter in de niet kerende behandeling. In 2010 werd geen onderscheid gemaakt tussen het type regenworm.

Tabel 14: Regenwormen per m<sup>2</sup> op de proefpercelen (\*, \*\* significant op respectievelijk  $p < 0.1$ ,  $0.05$  volgens Man Witney U test)

Regenwormtelling najaar 2010	Nieuwe stal		Hangar		Lange weide		Kortrijkdrop	
	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
Kerend	130	43	4	1	123	17	24	14
Niet Kerend	178	74	21	7	109	32	51	46
Eénmalig Kerend			**	*			25	24

### 2.8.2. Metingen 2011

Op de percelen Lange Weide en Kortrijkdrop werd een significant verschil terug gevonden in de regenwormpopulatie tussen het geploegde en het niet geploegde gedeelte. Er werden meer regenwormen terug gevonden in de niet geploegde behandeling. Eenzelfde trend was zichtbaar op het perceel Nieuwe Stal. Het verschil was echter niet significant.



Tabel 15: Regenwormen per m<sup>2</sup> op de proefpercelen (\*, \*\* significant op respectievelijk p < 0.1, 0.05 volgens Man Whitney U test))

Tellingen najaar 2011	Nieuwe stal		Hangar		Lange weide		Kortrijkdorp	
	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	#/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
kerend	67	13	147	13	67	13	21	4
Niet kerend	140	47	120	12	140	47	66	11
Eénmalig kerend							33	6
						**	* (niet kerend-kerend)	

### 2.8.3. Meting 2002-2006

In voorgaand interreg werd onderscheid gemaakt tussen anekische, endogeïsche en epigeïsche regenwormen. De epigeïsche of strooisel wormen maken geen gangen en vestigen zich boven aan het oppervlak en zijn zuurminnend. De endogeïsche wormen of ook diepwoelers vestigen zich tussen 20 en 40 cm diepte, zijn soms zuurverdragend en maken horizontale gangen. De anekische wormen of ook pendelaars zijn meestal zuurschuwend, kunnen zicht tot op drie meter diepte bevinden en maken verticale gangen.

Tabel 16: Regenwormen op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al. (2005)<sup>50</sup>

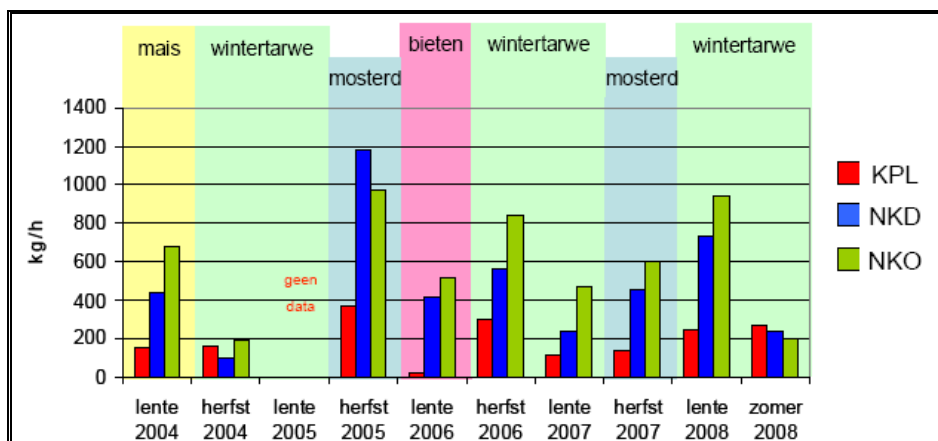
	Locatie	Perceel	Ecologische soort	Aantal wormen (#/m <sup>2</sup> )		Biomassa (g/m <sup>2</sup> )	
				geploegd	min.bewerkt	geploegd	min.bewerkt
<b>2003</b>	Huldenberg	Lange Weide	anekisch	3	4.3	7.1	2.6
			endogeïsch+epigeïsch	9.3	13	3.6	1.5
			<b>totaal</b>	<b>12.3 a</b>	<b>17.3 a</b>	<b>10.7 a</b>	<b>4.1 a</b>
	Kortrijk-Dutsel	Kortrijkdorp	anekisch	2.3	1	2.2	0.7
			endogeïsch+epigeïsch	87	76.3	7.3	5.2
			<b>totaal</b>	<b>89.3 a</b>	<b>77.3 a</b>	<b>9.5 a</b>	<b>5.9 a</b>
	Kessel-Lo	Hangaar	anekisch	2.4	1.4	0.4	0.2
			endogeïsch+epigeïsch	19.3	11.3	1.6	0.8
			<b>totaal</b>	<b>21.7 a</b>	<b>12.7 a</b>	<b>2.0 a</b>	<b>1.0 a</b>
<b>2004</b>	Huldenberg	Lange Weide	anekisch	3.0	12.5	1.6	12.9
			endogeïsch+epigeïsch	12.5	52.5	2.0	12.0
			<b>totaal</b>	<b>15.5 b</b>	<b>65.0 a</b>	<b>3.5 b</b>	<b>24.9 a</b>
	Kortrijk-Dutsel	Kortrijkdorp	anekisch	4.7	4.7	1.6	1.3
			endogeïsch+epigeïsch	53.3	95.0	8.3	27.0
			<b>totaal</b>	<b>58.0 a</b>	<b>99.7 a</b>	<b>9.9 b</b>	<b>28.3 a</b>
	Kessel-Lo	Hangaar	anekisch	5.0	6.0	3.7	7.9
			endogeïsch+epigeïsch	77.5	32.5	28.7	14.9
			<b>totaal</b>	<b>82.5 a</b>	<b>38.5 a</b>	<b>32.4 a</b>	<b>22.8 a</b>
<b>2005</b>	Huldenberg	Lange Weide	anekisch	0.0	1.5	0.0	0.7
			endogeïsch+epigeïsch	25.0	35.0	10.8	11.8
			<b>totaal</b>	<b>25.0 a</b>	<b>36.5 a</b>	<b>10.8 a</b>	<b>12.5 a</b>
	Kortrijk-Dutsel	Kortrijkdorp	anekisch	0.0	0.0	0.0	0.0
			endogeïsch+epigeïsch	20.0	10.0	3.5	4.0
			<b>totaal</b>	<b>20.0 a</b>	<b>10.0 a</b>	<b>3.5 a</b>	<b>4.0 a</b>
	Kessel-Lo	Hangaar	anekisch	0.0	0.0	0.0	0.0
			endogeïsch+epigeïsch	2.5	10.0	2.0	0.5
			<b>totaal</b>	<b>2.5 a</b>	<b>10.0 a</b>	<b>2.0 a</b>	<b>0.5 a</b>

De droogte voorafgaand aan de bemonstering zorgde in 2003 en 2005 voor een zeer slechte vangst doordat enerzijds de omstandigheden verre van ideaal waren voor regenwormactiviteit en anderzijds doordat het mosterdwater slechts beperkt in de bodem drong en deze methode dus niet ten volle benut kon worden. Aangezien in 2003 slechts een beperkt aantal en in 2005 praktisch geen regenwormen met de mosterd werden geactiveerd, betekent dit dat de regenwormen op dat moment in rust waren (Tabel 16).

In 2003 valt op dat, op uitzondering van telkens één perceel, zowel totale aantallen als totale biomassa op de klassiek bewerkte perceelhelften het hoogst liggen. De verschillen zijn echter niet significant. In 2004 werd de regenwormbemonstering uitgevoerd half december. De omstandigheden waren op dat moment ideaal voor de bemonstering. Op twee van de drie percelen werd een hoger aantal en een hogere biomassa aan regenwormen waargenomen op het minimaal bewerkte deel. Op perceel Lange Weide en Kortrijkdorpe zijn de verschillen zeer groot en significant. Op perceel Hangaar was er meer variatie en waren de verschillen niet significant.

Tijdens de eerste bemonsteringscampagne van 2005 (in het voorjaar) waren de omstandigheden wederom niet echt gunstig. Eerst moest gewacht worden tot alle bodembewerkingen achter de rug waren en de regenwormen hiervan gerecupereerd waren, alvorens kon gestart worden met de bemonstering. Op dat moment was er echter een zeer droge periode aan de gang en hadden de regenwormen zich teruggetrokken in cocons en lag de voorplanting op een zeer laag niveau. Er werden dan ook zeer weinig regenwormen gevonden op alle percelen.

Figuur 13 toont de variabiliteit in de verse biomassa aan regenwormen in het proefperceel tijdens de periode 2004-2008 onder invloed van het type bodembewerking, de geteelde gewassen en de weersomstandigheden gemeten tijdens het ECOWORM project<sup>58</sup>. Populaties zijn steeds groter in de niet kerende behandelingen, tevens zijn ze groter in de herfst vergeleken met de lente, met uitzondering na de maïsoogst in 2004. Opmerkelijk is de enorme terugval in regenwormbiomassa in zowel de ondiep als diep niet-kerend bewerkte gedeelten in het late voorjaar 2008, maar de status quo in het geploegde gedeelte (aangeduid als zomer 2008 in Figuur 13). De regenwormpopulatie op een perceel staat steeds in evenwicht met zijn omgeving. De verstoring van de habitat en het voedselaanbod staan in relatie met de aanwezige populatie en verklaren variaties doorheen de jaren.



Figuur 13: Regenwormtellingen in het ECOWORM project<sup>44</sup>. Resultaten uitgedrukt in kg regenworm/ha perceel Nieuwe Stal in Huldenberg. De data van 2004 komen uit SOWAP<sup>41</sup>

#### 2.8.4. Literatuurstudie

Onder niet kerende bodembewerking zijn regenwormen actiever en talrijker dankzij de aanwezigheid van een beschermende laag, meer bodemvocht, een hoger voedselaanbod en minder vernieling van de gangen.<sup>7, 18</sup> De verschillen zijn vooral zichtbaar in totale biomassa en in soortensamenstelling.<sup>5, 16, 38</sup> Deze trend is zichtbaar op de proefpercelen.

## 2.9. Onkruiden

### 2.9.1. Metingen 2010-2011

De onkruiden werden geteld en gedetermineerd na het zaaien en voor de onkruidbestrijding. Om een zinvolle determinatie mogelijk te maken werd tot kort voor de bestrijding gewacht met de telling. In minimaal vier herhalingen per zone werd 1 m<sup>2</sup> bemonsterd. Op deze oppervlakte werden alle onkruiden geteld en indien mogelijk gedetermineerd.

Op het perceel Lange Weide is het aantal onkruiden dat werd aangetroffen significant hoger in de niet kerende behandeling. Op het perceel Kortrijkddorp is een significant verschil tussen eenmalig geploegd en de kerende behandeling. Het aantal onkruiden is hoger in de kerende behandeling maar ook in deze behandeling is het aantal onkruiden beperkt en beheersbaar. In het perceel Nieuwe Stal werden eveneens meer onkruiden aangetroffen in de niet kerende behandeling maar het verschil was niet significant. Onkruiden die frequent werden aangetroffen op de percelen zijn Klein Kruiskruid, Herderstasje, Kleefkruid en Engels Raaigras. Al deze onkruiden kwamen voor in zowel de kerende als de niet-kerende behandeling.

De telling op het perceel Hangar werd uitgevoerd in 2011, op dit perceel was het aantal onkruiden hoger in de niet kerende behandeling maar het verschil was niet significant.

Tabel 17: Aantal onkruiden per m<sup>2</sup> voor elke behandeling in 2010 voor de percelen Nieuwe Stal, Kortrijk dorp en Lange Weide, 2011 voor het perceel Hangar. Cijfer stelt het gemiddelde voor van vier waarnemingen. \*\* significant verschil  $p < 0.05$  volgens Mann Witney U test

	Nieuwe stal	Kortrijk dorp	Lange weide	Hangar
Kerend	8	6	6	23
Niet kerend	25	2	297	44
Eénmalig geploegd		0		
		** (kerend-1malig kerend)	**	

### 2.9.2. Metingen 2002-2006

Over de twee groeiseizoenen heen, was er geen duidelijke lijn inzake het voorkomen van de onkruiden. Zowel op het minimaal bewerkte deel als op het geploegde deel werden de meeste onkruiden geteld en de zone met het hoogste onkruidenaantal verschilde voor eenzelfde perceel van jaar tot jaar (Tabel 18).

Tabel 18: Onkruiden op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	Locatie	Datum	Onkruiden (#/m <sup>2</sup> )			
			geploegd		min.bewerkt	
<b>2004</b>						
Lange Weide	Huldenberg	24/05/2004	64	a	75	a
Kortrijk dorp	Kortrijk-Dutsel	10/05/2004	74	a	62	a
Hangaar	Kessel-Lo	25/05/2004	135	a	74	b
<b>2005</b>						
Lange Weide	Huldenberg	3/05/2005	38	a	12	b
Kortrijk dorp	Kortrijk-Dutsel	10/05/2005	22	b	44	a
Hangaar	Kessel-Lo	-	-	-	-	-

### 2.9.3. Literatuurstudie

Ploegen wordt beschouwd als een teeltmaatregel die het aantal onkruiden terugdringt. Diverse studies rapporteren dan ook meer onkruid onder gereduceerde bodembewerking<sup>47, 23</sup>. Hoewel tevens wordt gesteld dat voornamelijk een verschuiving van het type onkruiden optreedt na niet kerende grondbewerking<sup>23, 24, 43, 47</sup>. Vooral grassen en wortelonkruiden kunnen voor problemen zorgen. Op één proefperceel werden meer onkruiden geteld in de minimaal bewerkte behandeling. Op de andere proefpercelen werd geen verschil geobserveerd, of zelfs meer onkruiden in de kerende behandeling geteld.

## 2.10. Slakken

### 2.10.1. Metingen 2010-2011

Per behandeling werden negen slakkenvallen opgezet. De slakken werden gelokt met bruin bier in plasticen potjes die afgeschermd werden tegen de regen. Op de éénmalig kerende behandeling in Kortrijk dorp werden meer slakken gevangen. Op het perceel Lange Weide werden meer slakken gevangen in de kerende behandeling. De telling werd net voor de oogst van de maïs uitgevoerd. Op de percelen Hangar en Nieuwe Stal werden de tellingen uitgevoerd in het najaar van 2011, vermoedelijk vanwege het droge najaar konden er geen slakken geteld worden op het perceel. Op geen enkel moment werd er slakkenschade vastgesteld op het gewas.

Tabel 19: Aantal slakken geteld in negen slakkenvallen, vallen opgesteld van 5/11/10 tot 8/11/10 voor de percelen Lange Weide en Kortrijk dorp. Vallen opgesteld van 4/11/11 tot 8/11/11 voor de percelen Hangar en Nieuwe Stal.

	Lange Weide	Kortrijk dorp	Hangar	Nieuwe Stal
Kerend	17	0	0	0
Niet Kerend	2	1	0	0
Eénmalig kerend		8		

### 2.10.2. Metingen 2002-2006

Vlak voor de oogst werden veel slakken aangetroffen op het perceel te Kessel-Lo waarbij meer slakken aangetroffen werden op het minimaal bewerkte deel. In Huldenberg werden minder slakken aangetroffen en iets meer op het geploegde deel dan op het minimaal bewerkte deel (Tabel 20), dit bevestigt de telling uitgevoerd in 2010.

Tabel 20: Aantal slakken op de proefvelden zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Perceel	Locatie	Datum	Slakken (# /9 vallen)	
			geploegd	min.bewerkt
Hoogveld	Bertem	3/08/2004	19	132
Lange Weide	Huldenberg	3/08/2004	0	0
Kortrijk dorp	Kortrijk-Dutsele	2/08/2004	0	0
Hangar	Kessel-Lo	2/08/2004	0	1
Lange Weide	Huldenberg	12/10/2004	14	9
Hangar	Kessel-Lo	27/09/2004	65	95

### 2.10.3. Literatuurstudie

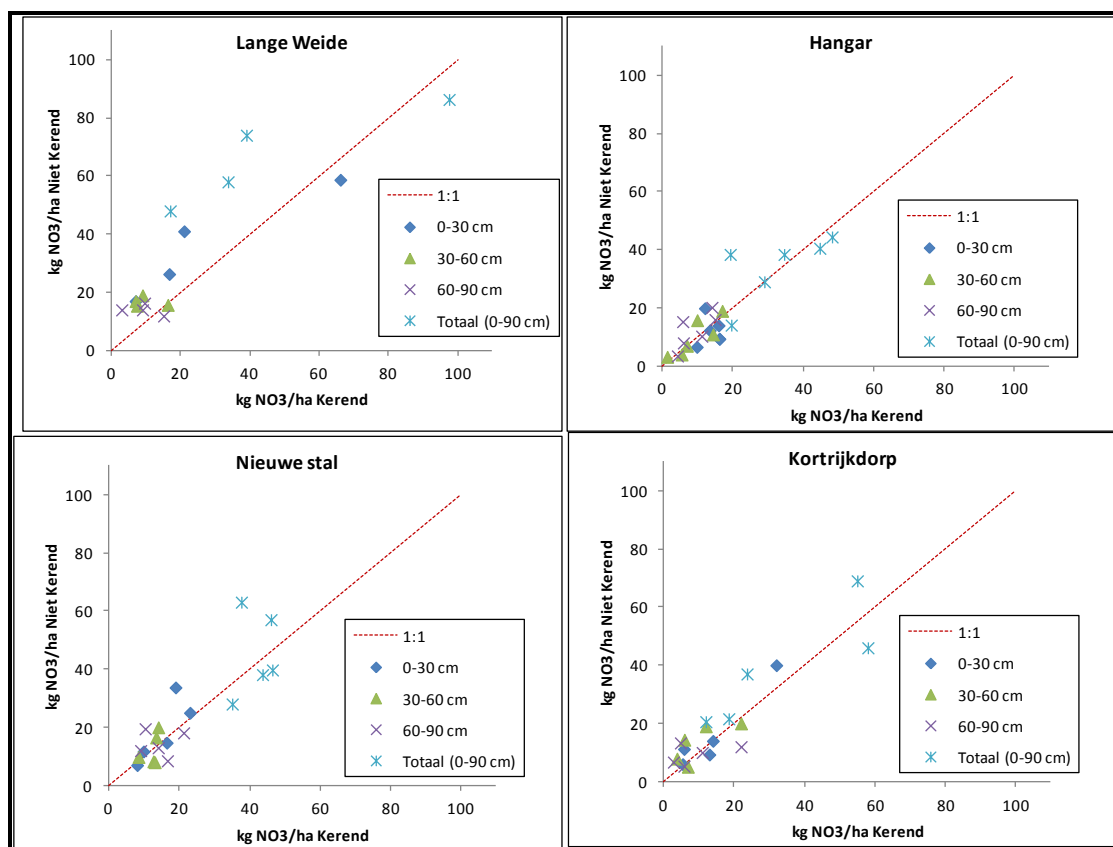
Omdat het aantal schuilplaatsen voor de slak toeneemt, neemt ook de slakkendruk toe in de niet kerende behandeling. Ook het hogere bodemvochtgehalte in de niet kerende behandeling werkt een verhoogde slakkendruk in de hand<sup>1, 47</sup>. Op langere termijn zal echter ook het aantal predatoren, voornamelijk de loopkever, van de slak toenemen waardoor op niet kerende percelen de slakkendruk net afneemt<sup>30, 40</sup>. Op de proefpercelen werd in 2010 geen verhoogde slakkendruk vastgesteld in de niet kerende behandeling.

## 2.11. Stikstofhuishouding

### 2.11.1. Metingen in de bodem 2010-2011

Per perceel werden per jaar minimaal 2 N stalen genomen tot op 90 cm opgesplitst in drie bodemlagen (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm). Het betrof telkens een mengstaal bestaande uit 15 deelsteken per behandeling. Een eerste staal werd genomen bij het op gang komen van de mineralisatie in het voorjaar, een tweede staal tussen 1 oktober en 15 november, de periode voor de bepaling van het nitraatresidu in Vlaanderen. Indien de oogst buiten deze periode viel werd nog een derde N staalname uitgevoerd bij de oogst. Deze metingen zijn voldoende om trendmatig verschillen waar te nemen en om eventuele verschillen in opbrengst of N opname te verklaren. Om de invloed van niet kerende grondbewerking op de N mineralisatie na te gaan zijn er een hogere meetfrequentie nodig, zowel in het verloop van de tijd als in het aantal herhalingen per meting.

Buiten één meting net voor de inzaai van de maïs op het perceel Lange Weide werd nergens een nitraatgehalte boven 90 kgN/ha gemeten. Op het perceel Lange Weide was het N gehalte bijna altijd hoger in de niet kerende behandeling. Op de drie andere proefpercelen was er geen verschil in N gehalte tussen de kerende en de niet kerende behandeling.



Figuur 14: Overzicht van het nitraat gehalte op de vier proefpercelen, stalen genomen over de periode januari 2010-december 2011.

De N export bij de oogst werd gevolgd bij bieten en bij aardappelen. Bij aardappel zal de N export vooral via de knol plaatsvinden, bij suikerbiet zal ook het loof een belangrijke hoeveelheid N

exporteren. Op het proefperceel Kortrijk dorp werd in 2011 een hoger N gehalte terug gevonden in knollen op het kerende gedeelte. Dit hoger N gehalte in de aardappel hangt samen met de lagere productie op deze behandeling zie (2.13 opbrengstbepaling). De totale N opname per hectare is kwasi gelijk.

Op het perceel Nieuwe Stal was de concentratie N in de bieten eveneens hoger in het kerende gedeelte. Omdat voor deze bieten ook de opbrengst hoger was (zie 2.13 opbrengstbepaling) in de kerende behandeling betekent dit een hogere N opname per hectare voor de kerende behandeling. Deze betere N opname is niet gevolg van een verschil in vochtgehalte was het vochtverloop in de kerende en de niet kerende behandeling was vrijwel gelijk (zie paragraaf 2.14 vochttopvolging). Een mogelijke verklaring is een betere N mineralisatie in de kerende behandeling. Deze betere N mineralisatie kon niet worden aangetoond door de metingen in het profiel vanwege het te lage aantal metingen.

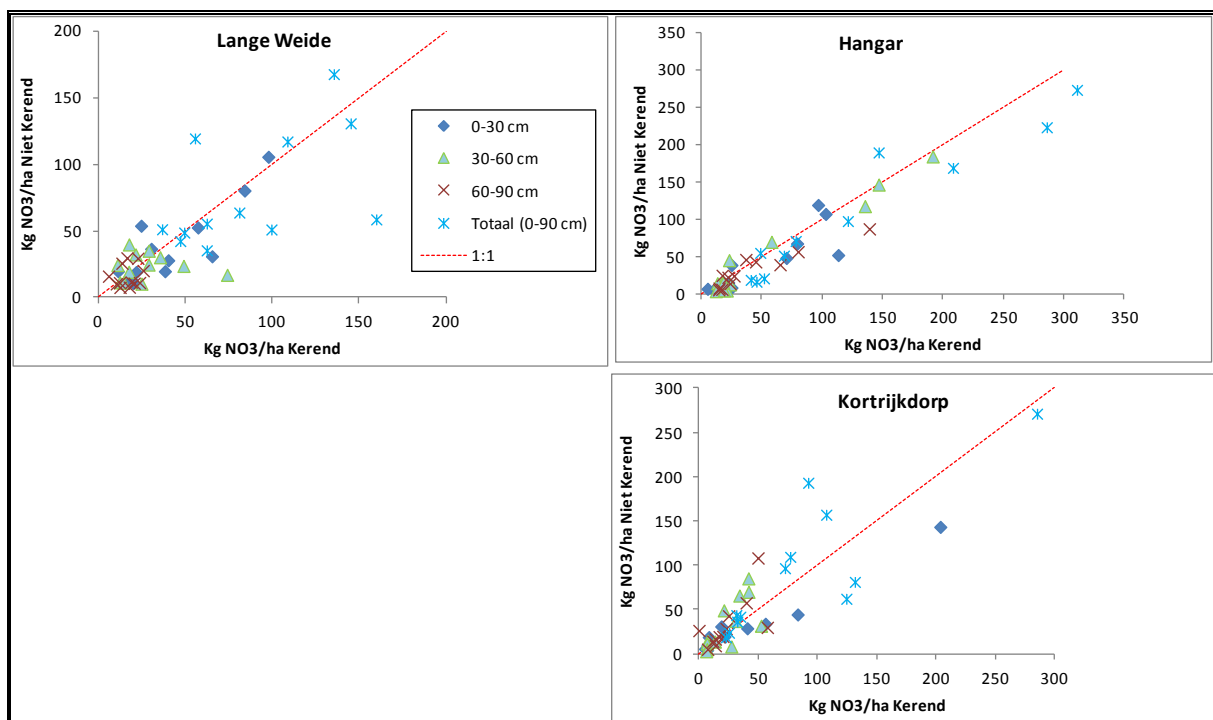
Tabel 21: N export door aardappel en Biet op de proefpercelen in 2011. \*\* duidt een significant verschil aan op  $p=0.05$  met de Mann-Witney U test.

2011				
			mgN/100 gDS in aardappel	
Kortrijk dorp	Aardappel	Kerend	1663.1	
		Niet Kerend	1333.5	
		Eénmalig kerend	1269.7	
			**	
(**= significantie op 0.05: Eénmalig kerend- Kerend; Niet Kerend - Kerend)				
			mgN/100 gDS in biet	mgN/100 gDS in loof
Hangar	Suikerbiet	Kerend	654.9	2778.1
		Niet Kerend	686.6	2865.0
Nieuwe Stal	Suikerbiet	Kerend	681.9	2946.2
		Niet Kerend	524.3	2467.8
			**	**

## 2.11.2. Metingen 2002-2006

### 2.11.2.1. Evolutie van de minerale stikstof in het bodemprofiel

Ook in voorgaand interreg was er vooral op het perceel Lange Weide een verschil in N inhoud in het bodemprofiel tussen de kerende en de niet kerende behandeling (Figuur 15). Op het perceel Hangar en het perceel Kortrijk dorp was het verschil minder uitgesproken. In 2010-2011 werd op het perceel Lange Weide vooral een hoger N gehalte aangetroffen in de niet kerende behandeling terwijl dit voor de periode 2002-2005 net andersom was.



Figuur 15: NO<sub>3</sub> in het bodemprofiel tijdens het Interreg 2003-2005, Vanderlinden et al. 2005<sup>50</sup>

#### 2.11.2.2. N-gehalte en N-opname van het gewas

Voor het perceel 'Hangaar' te Kessel-Lo was de stikstofopname door de bieten, het loof en het totale gewas lager op het minimaal bewerkte deel in overeenstemming met de resultaten in 2011.

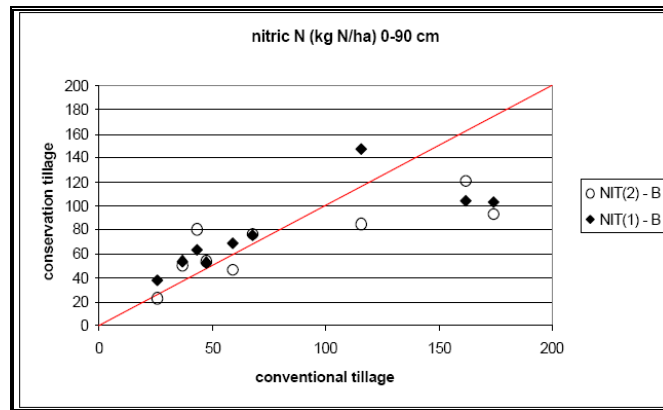
Tabel 22: N-gehalten van bieten en N-opname, perceel 'Hangaar' te Kessel-Lo zoals opgemeten door Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>

Gewasde€	Parameter	Eenheid	geploegd	min. bewerkt
Bieten	totale N	(mg/100g DS)	599.4 a	610.7 a
	N-opname	(kg N/ha)	121.6 a	101.7 b
Koppen	totale N	(mg/100g DS)	1879.8 a	2053.0 a
	N-opname	(kg N/ha)	95.9 a	93.9 a
Totaal	N-opname	(kg N/ha)	217.5 a	195.6 a

#### 2.11.2.3. SOWAP<sup>41</sup>

De algemene tendens opgemeten tijdens SOWAP<sup>41</sup> was wisselend, bij lagere N waarden een hoger N-gehalte in het perceel dat niet-kerend werd bewerkt (Figuur 16), bij hogere N waarden (tot 150 kg N) een hoger N gehalte in het kerende gedeelte.





Figuur 16: Nitrische stikstof opgemeten op het perceel "Nieuwe Stal" in Huldenberg tijdens SOWAP 2007<sup>41</sup>. NT (1) klassiek niet-kerende bewerking, NT (2) Niet-kerende bewerking zoals voorgeschreven door SOWAP<sup>41</sup>.

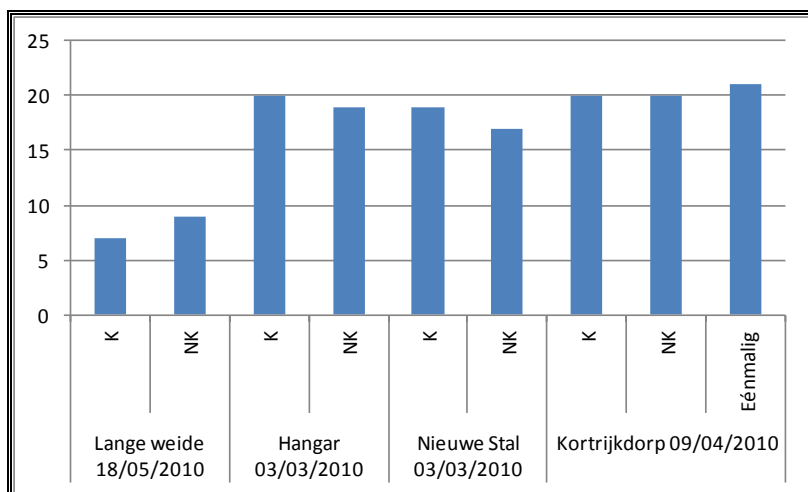
### 2.11.3. Literatuurstudie

Op niet-kerende percelen werd vaak een hogere stikstofvoorraad aangetroffen, mogelijk omdat deze sterk samenhangt met de C-cyclus, ook de aanwezigheid van meer gewasresten kan het N gehalte in het profiel mogelijk beïnvloeden<sup>4, 22, 12</sup>. Ook de verdeling van N in de bodem zal verschillen tussen niet kerende en kerende bodembewerking. Zo zal aan het oppervlak meer stikstof aanwezig zijn in de niet kerende bodembewerking<sup>17, 49</sup>. Onder niet kerende bodembewerking kan de N sterker worden vastgelegd waardoor N immobilisatie optreedt waardoor een grotere bemestingsbehoefte ontstaat op korte termijn. De N immobilisatie zorgt echter voor minder uitspoeling van N uit het profiel. Hierdoor zou op lange termijn de N-pool in de bodem aangroeien onder niet kerende grondbewerking. Er is dan namelijk minder N verlies door verminderde erosie, uitspoeling en denitrificatie<sup>20, 39, 53</sup>. Deze theorie werd enkel aangetoond in no-till bewerking. In de metingen 2010-2011 werd op drie van de vier metingen een verhoogd N gehalte teruggevonden in de niet kerende behandeling op het perceel Lange Weide, op de andere percelen was er geen of slechts een beperkt verschil tussen de behandelingen, ook tussen 2002 en 2005 was het N gehalte in de niet kerende behandeling gelijk of zelfs lager dan het N gehalte in de kerende behandeling. De hogere N concentratie in de bieten en het loof op het perceel Nieuwe Stal in 2011 laat een verschil in N mineralisatie vermoeden tussen de kerende en de niet kerende behandeling. Binnen dit project werden echter te weinig metingen uitgevoerd om te concluderen dat de N mineralisatie al dan niet beïnvloed wordt door de bewerkingsintensiteit. Om dit in kaart te brengen is een meer frequente N staalname in herhalingen noodzakelijk.

## 2.12. Fosfor

### 2.12.1. Meting 2010

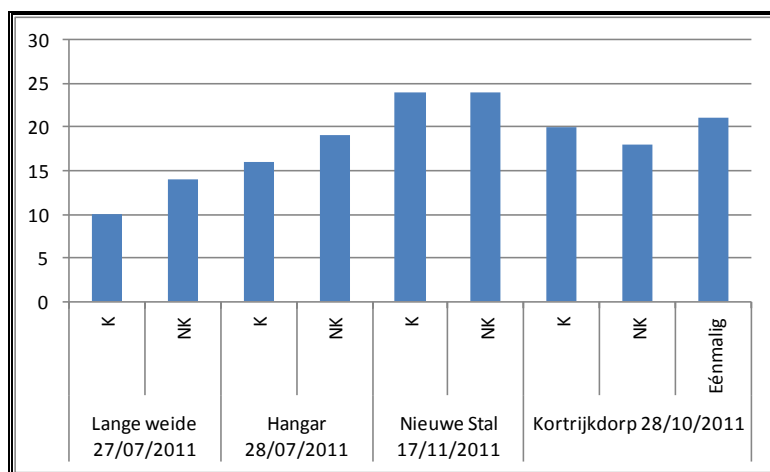
Op basis van de metingen in 2010 werd geen uitgesproken verschil vastgesteld in fosforgehalte tussen de kerende en niet kerende behandeling (Figuur 17). Het fosforgehalte varieert van laag (Lange Weide) tot normaal (Hangar) en tamelijk hoog (Nieuwe Stal, Kortrijk dorp).



Figuur 17: Fosfor bepalingen op de proefpercelen in 2010 (mg P/100 g droge grond). (K: kerende behandeling, NK: niet-kerende behandeling, Eénmalig: éénmalig geploegde behandeling.)

### 2.12.2. Meting 2011

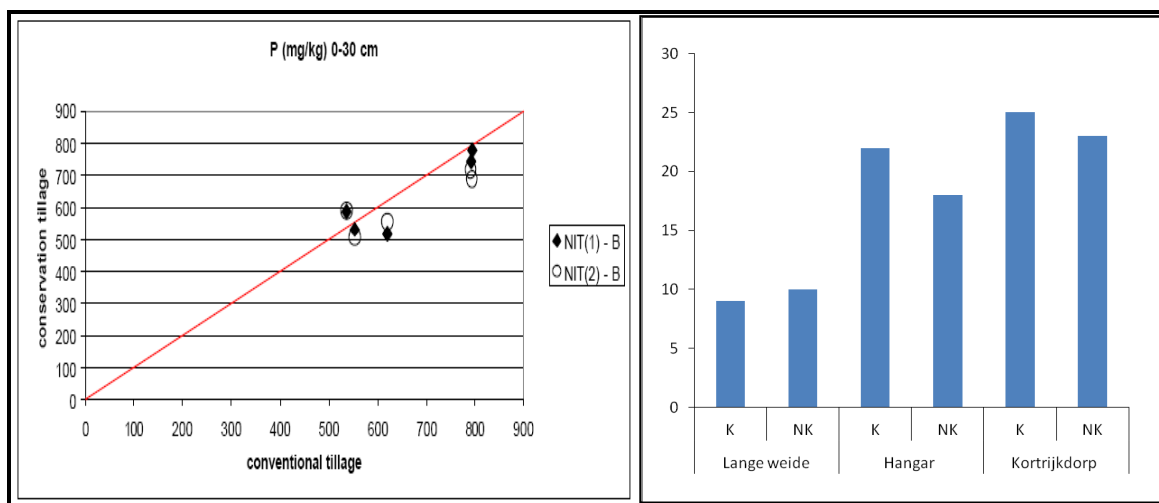
Het lichte verschil in P tussen de kerende en de niet kerende behandeling op het perceel Lange Weide werd ook in 2011 terug gevonden. Op de percelen Hangar en Kortrijk dorp werd in 2011 een lager P gehalte gemeten, op het perceel Nieuwe Stal een hoger P gehalte. Buiten de observaties op het perceel Lange Weide zijn er geen noemenswaardige verschillen tussen de twee behandelingen op de proefpercelen.



Figuur 18 Fosfor bepalingen op de proefpercelen in 2011 (mg P/100 g droge grond). (K: kerende behandeling, NK: niet-kerende behandeling, Eénmalig: éénmalig geploegde behandeling.)

### 2.12.3. Meting 2002-2006

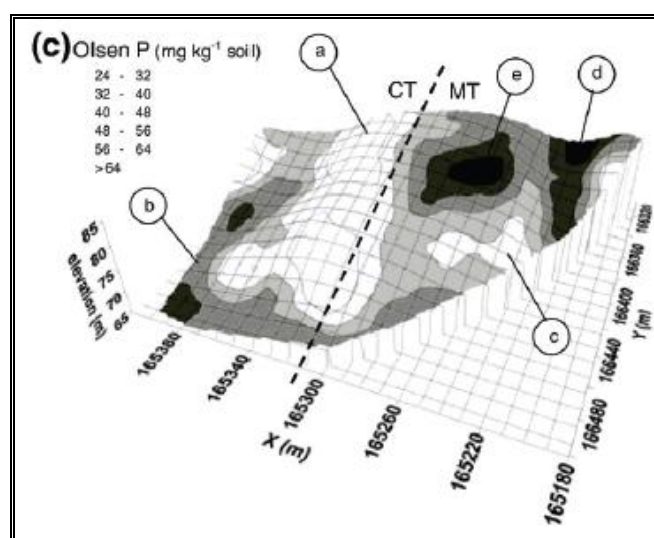
Zoals Figuur 19 weergeeft werd ook in de voorgaande jaren meestal geen verschil in P aangetroffen tussen de kerende en de niet-kerende behandeling op de proefpercelen.



Figuur 19: P gemeten op de kerende en niet kerende behandeling. De figuur rechts geeft het P gehalte gemeten tijdens het voorgaand interreg project (Verlinden et al. 2005)<sup>50</sup>. De figuur links toont de metingen uitgevoerd binnen SOWAP<sup>41</sup> voor het perceel Nieuwe Stal.

#### 2.12.4. Literatuurstudie

Door de gereduceerde menging van het bodemmateriaal bij niet kerende bodembewerking zou minder P-fixatie in de bodem plaatsvinden en dus een grotere fractie opneembaar fosfor aanwezig zijn in de bodem onder niet kerende grondbewerking<sup>15, 17, 49</sup>. Hierdoor zou de behoefte aan P bemesting kunnen dalen<sup>15</sup>. Op het perceel Lange Weide werd twee jaar na mekaar een hogere gehalte aan beschikbare P gemeten, op de andere percelen was het verschil tussen de behandelingen niet belangrijk. De verschillen in P gehalte werden in 2003 gemeten door De Gryze (2008)<sup>8</sup> op het perceel lange weide (Figuur 20)



Figuur 20: P verdeling op het perceel Lange Weide opgemeten in de 2003, rechtstreeks overgenomen uit Degryze et al. 2008<sup>8</sup> CT (Conventional Tillage of kerende behandeling), MT (Minimal Tillage of niet kerende behandeling.)

De verschillen werden opnieuw verklaard hoofdzakelijk door P uitspoeling na erosie op het geploegde gedeelte. De hogere P uitspoeling op het perceel Lange weide werd in 2005 geobserveerd binnen het interreg erosiebestrijding<sup>50</sup> (Tabel 23). Op de percelen Kortrijkdorpe en Hangar was het verschil in P afspoeling minder uitgesproken wat gemeten P waarden op deze percelen bevestigd.

Tabel 23: P-verlies tijdens de regensimulaties op de verschillende proefvelden op gemeten in het kader van het Interreg Erosiebestrijding<sup>50</sup>.

	geploegd deel (KP)			niet-geploegd deel (MB)			KP gem.	MB gem.	relatief (KP=100)
	1	2	3	1	2	3			
<b>perceel 'Kortrijkdorpe' 2004</b> <sup>(2)</sup>									
P-gehalte (mg)	239	216		170	609		<b>227</b>	<b>389</b>	<b>171</b>
<b>perceel 'Lange Weide' 2005</b>									
P-gehalte (mg)	122	182	144	49	68	101	<b>150</b>	<b>72</b>	<b>48</b>
<b>perceel 'Hangar' 2005</b>									
P-gehalte (mg)	62	95	98	67	85	31	<b>85</b>	<b>61</b>	<b>72</b>

## 2.13. Opbrengstbepalingen

### 2.13.1. Meting 2010

Op de percelen Hangar, Lange Weide en Kortrijkdorpe werd telkens een strook gedorst waarna de opbrengst werd herrekend naar de opbrengst per hectare. Op het perceel Nieuwe Stal werden per behandeling een aantal proefvlakjes afgereden met kleine dorsmachine. Het opbrengstverschil tussen de kerende en de niet kerende behandeling in 2010 was verwaarloosbaar op alle percelen (Tabel 24).

Tabel 24: Opbrengst in 2010

2010				Opbrengst (ton/ha)
Lange Weide	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	13.2
			Niet Kerend	13.0
Kortrijkdorpe	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	10.3
			Niet Kerend	10.0
Hangar	Wintergerst	Machinaal	Kerend	7.7
			Niet Kerend	7.4
Nieuwe Stal	Wintertarwe	Handmatig	Kerend	8.6
			Niet Kerend	8.7

### 2.13.2. Meting 2011

In 2011 was er op het perceel Kortrijkdorpe een significant verschil in opbrengst tussen de niet kerende en de kerende behandeling. De knolopbrengst van de aardappelen was hoger in de niet kerende behandeling (Tabel 25). Het betreft hier vermoedelijk een éénmalig effect gerelateerd aan het uitzonderlijke droge voorjaar in 2011. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.14 "Vochttopvolging." De opbrengst in de suikerbieten op de percelen Hangar en Nieuwe Stal was hoger

in de kerende behandeling maar niet significant. Ook de opbrengst van de maïs op het perceel Lange Weide was kwasi gelijk tussen de kerende en de niet kerende behandeling.

Tabel 25: Opbrengst 2011 \*\* duidt een significant verschil aan op  $p=0.05$  met de Mann-Witney U test.

2011					
Lange Weide	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	ton/ha	
			Niet Kerend	ton/ha	
Kortrijk dorp	Aardappel	Handmatig	Kerend	ton/ha netto	ton/ha >55 mm
			Niet Kerend	ton/ha netto	ton/ha >55 mm
			Eénmalig kerend	ton/ha netto	% Suiker
			**	**	
(significantie op 0.05: Eénmalig kerend- Kerend; Niet Kerend - Kerend)					
Hangar	Suikerbiet	Handmatig	Kerend	ton/ha netto	% Suiker
			Niet Kerend	ton/ha netto	% Suiker
Nieuwe Stal	Suikerbiet	Handmatig	Kerend	ton/ha netto	% Suiker
			Niet Kerend	ton/ha netto	% Suiker

### 2.13.3. Metingen 2002-2006

In 2003 was de opbrengst korrelmaïs significant hoger in het kerende gedeelte op de drie proefpercelen (Lange Weide in Huldenberg, Kortrijk dorp in Kortijk-Dutsel en Hangar in Kessel-lo). In 2004 was er op het proefveld Hangaar een klein niet significant verschil in opbrengst tussen de twee verschillend bewerkte delen van de akker. Op het ander proefveld met maïs, en op het aardappelperceel waren de verschillen eerder beperkt (maximum 5%). In 2005 produceerden de percelen met bieten significant lagere oogsten op de minimaal bewerkte delen (meer dan 5% verschil). Voor de percelen met korrelmaïs zijn de verschillen niet significant en bedragen zij minder dan 5% (Tabel 26).

Tabel 26: Opbrengst op de proefvelden zoals zoals opgemeten in Verlinden et al (2005)<sup>50</sup>. Huldenberg = Lange Weide, Kortrijk-Dutsel = Kortrijkdrop, Kessel lo = Hangar

Locatie	Jaar	Teelt	Oogst	Datum	Parameter	Opbrengst (ton/ha)		rel. verschil		
						geploegd	min. bewerkt	KP=100		
Huldenberg	2003	Korrelmaïs	Handmatig	26/09/03	vers korrel	13.7	a	8.5	b	62
			Machinaal	04/10/03	vers korrel	12.5		9.6		77
	2004	Korrelmaïs	Handmatig	12/10/04	droog korrel	9.6	a	9.9	a	104
			Machinaal	28/10/04	vers korrel	15.3		15.7		103
	2005	Korrelmaïs	Handmatig	19/10/05	droog korrel	6.3	a	6.5	a	103
Kortrijk-Dutsel	2003	Korrelmaïs	Handmatig	29/09/03	vers korrel	10.0	a	8.6	b	86
			Machinaal		vers korrel	-		-		
	2004	Aardappelen	Handmatig	21/09/04	vers knollen	78.0	a	74.0	a	95
			Machinaal	01/10/04	vers knollen	68.0		72.0		106
	2005	Korrelmaïs	Handmatig	07/11/05	droog korrel	9.6	a	9.9	a	103
			Machinaal	15/11/05	vers korrel	12.3		11.9		96
Machinaal			15/11/05	droog korrel	9.9		9.4		95	
Kessel-Lo	2003	Korrelmaïs	Handmatig	29/09/03	vers korrel	6.9	a	4.7	b	68
			Machinaal		vers korrel	-		-		
	2004	Korrelmaïs	Handmatig	27/09/04	droog korrel	9.2	a	8.2	a	89
			Machinaal	15/11/04	vers korrel	13.1		10.2		77
	2005	Suikerbieten	Handmatig	03/10/05	vers bieten	83.3	a	72.1	b	87
			Machinaal	04/10/05	vers bieten	51.4		50.8		99

Opmerkingen:

In 2005 werd er voor het perceel 'Lange Weide' te Huldenberg enorm veel hagelschade vastgesteld. Een vergelijking tussen de verschillende behandelingen is daardoor niet zinvol.

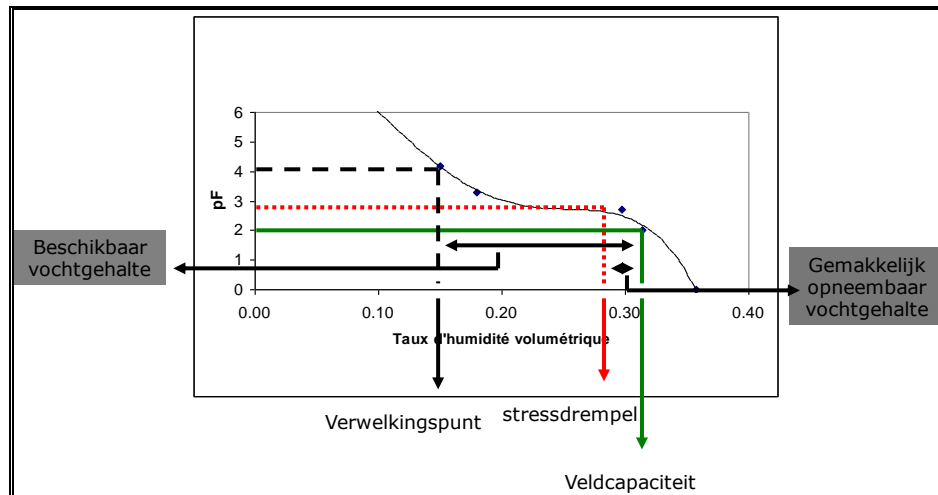
#### 2.13.4. Literatuurstudie

Onderzoek in onze contreien wees uit dat het risico op opbrengstverlies toeneemt wanneer meer oppervlakkig wordt bewerkt<sup>19, 31, 37, 47</sup>. De opbrengstreductie zou zich beperken tot 4.5 % voor gereduceerde bodembewerking en tot 8.5% voor no-till bodembewerking<sup>46</sup>, vooral voor maïs en granen. Het opbrengstverschil tussen niet kerende grondbewerking en ploegen wordt op lange termijn over de ganse teeltrotatie echter nihil geacht zoals dit blijkt uit diverse proeven in het projectgebied<sup>6,18, 19, 31, 32, 50</sup>. De kwaliteit van het eindproduct wordt eveneens vergelijkbaar bevonden tussen ploegen en niet ploegen<sup>32, 36</sup>. In maïs en granen werd geen verschil in opbrengst terug gevonden in 2010 en 2011. In aardappelen was er éénmaal een significant verschil in 2011 in het voordeel van de niet kerende behandeling. Een mogelijke verklaring ligt in een verstoord vochtverloop in de kerende behandeling. Dit wordt verder toegelicht in volgende paragraaf "2.14 Vochttopvolging". De opbrengst van de suikerbieten was lager in de niet kerende behandeling maar het verschil was beperkt en niet significant.

#### 2.14. Vochttopvolging

In 2011 werd op de percelen Lange Weide, Kortrijkdrop en Nieuwe Stal een vochttopvolging georganiseerd. Dit om na te gaan of een perceel onder niet kerende grondbewerking langer vochtig blijft omdat de capillariteit intact blijft. In een nat voorjaar is een vochtiger perceel nadelig omdat de teler later op het veld kan, in een droog voorjaar biedt een natter perceel voordelen voor de teelt.

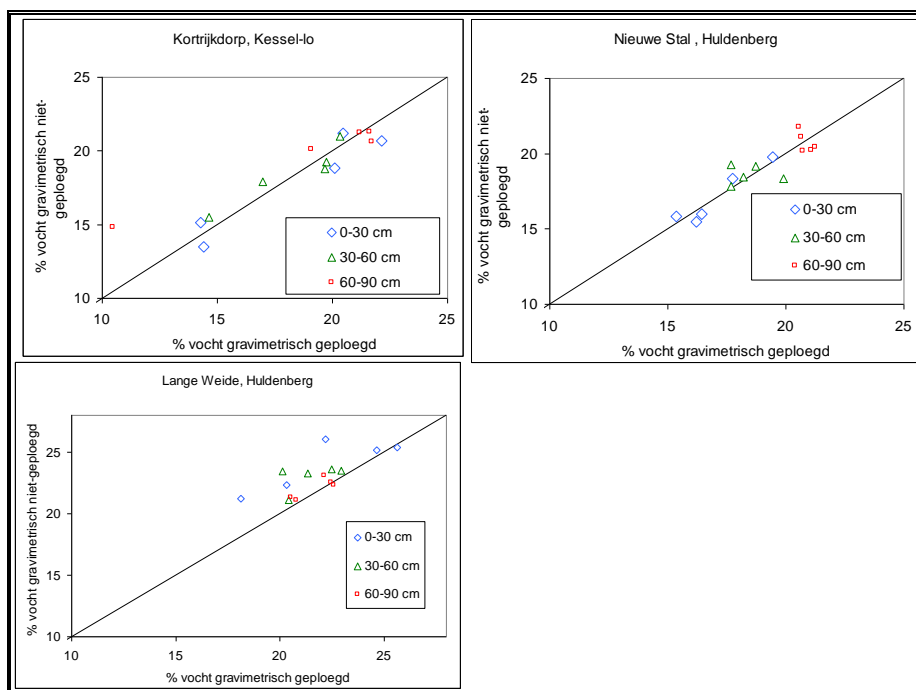
Vanaf februari tot juli werden op geregelde tijdstippen vochtstalen genomen in de bodemlagen per 10 cm. Eveneens werd op drie tijdstippen de vochtretentiecurve bepaald. Op deze vochtretentiecurve kan het gemakkelijk opneembaar vocht (RAW) worden afgelezen en ook het totaal opneembaar vocht (TAW) (Figuur 21). Beiden bepalen het vochthoudend vermogen van een perceel. Een hoger vochtgehalte in de niet kerende bodembewerking kan dus zowel het gevolg zijn van een groter vochthoudend vermogen, door bijvoorbeeld een hoger organische stof gehalte als ook van een grotere capillaire opstijging omdat de bodemstructuur gevrijwaard blijft.



Figuur 21: Voorbeeld van een vochtretentiecurve met het gemakkelijk opneembaar vochtgehalte (RAW) en het totale beschikbaar vochtgehalte (TAW) aangeduid.

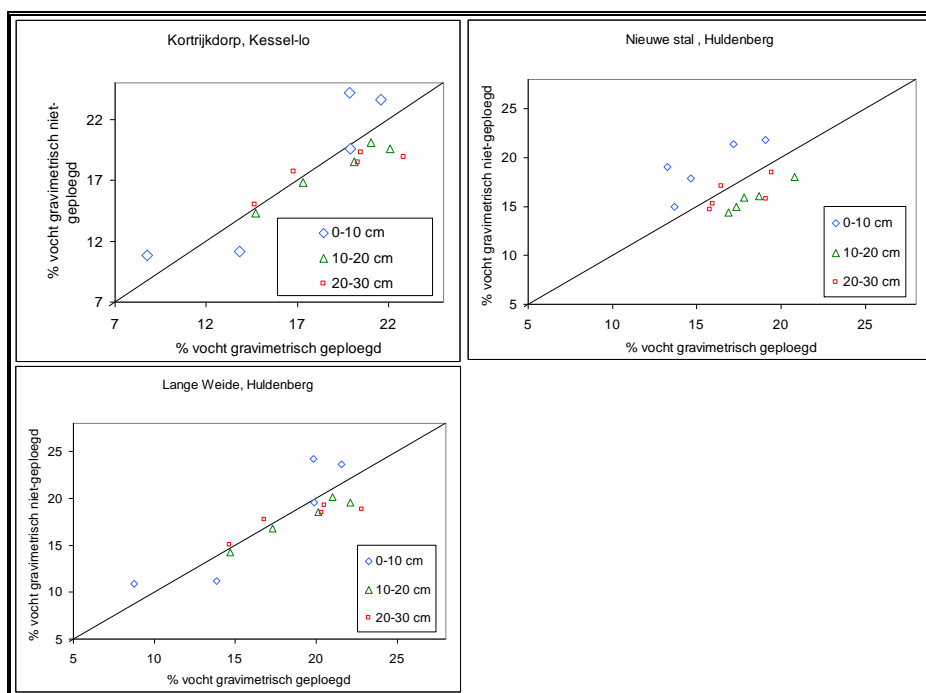
### 2.14.1. Meting 2011

In 2011 werd het vochtgehalte op de drie percelen per bodemlaag van 10 cm gevolgd in de bouwvoor als ook per 30 cm tot op 90 cm diep. Enkel voor het perceel Lange Weide bleek het vochtgehalte per bodemlaag van 30 cm hoger te zijn in de niet kerende behandeling (Figuur 22).



Figuur 22: Vochtgehalte in de kerende ten opzichte van de niet kerende behandeling per bodemlaag van 30 cm gemeten in 2011.

In de toplaag bleek de bodem (0-10 cm) steeds lichtjes vochtiger in de niet kerende bewerking. In het perceel Nieuwe Stal is het verschil het meest uitgesproken (Figuur 23). Dit mogelijk omdat op dit perceel de bodem slechts zeer minimaal bewerkt wordt tot op een diepte van maximaal 10 cm.

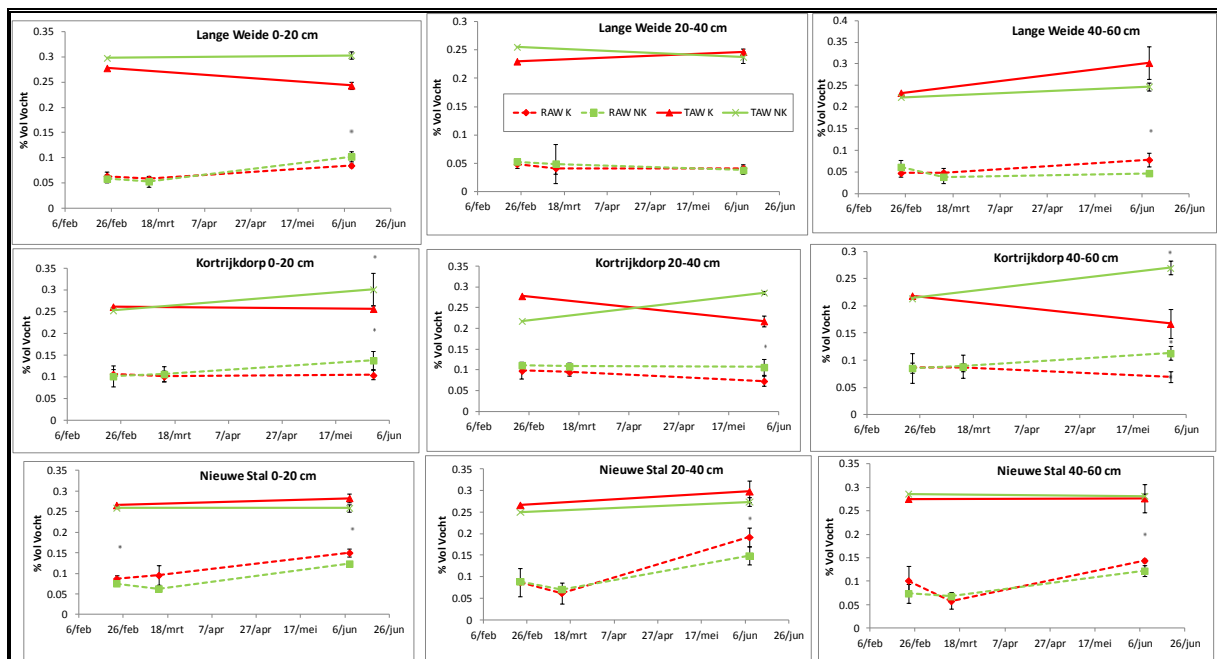


Figuur 23: Vochtgehalte in de kerende ten opzichte van de niet kerende behandeling per bodemlaag van 10 cm gemeten in 2011.



Het hoger vochtgehalte in de laag 0-30 cm in de niet kerende behandeling op het perceel Lange Weide is te wijten aan een hogere TAW bij aanvang van het seizoen (Figuur 24) in de laag van 0 tot 20 cm. In de diepere laag is de TAW hoger in de kerende behandeling. Deze verdeling is gelijkaardig aan de verdeling van de organische stof (Figuur 2). Op het perceel Nieuwe Stal is zowel TAW als RAW hoger op het kerend gedeelte.

Op het perceel Kortrijk dorp ten slotte is zowel TAW als RAW spectaculair hoger op 31 mei in de niet kerende behandeling. Deze waarneming volgt op 16 mei een maand na het ploegen op 15 april. De hoge TAW en RAW verklaren mogelijk mee het grote productieverschil in de aardappelen. Mogelijk was de bouwvoor gebroken waardoor het vocht onvoldoende tot aan de wortelzone kon met een slechtere knolinitiatie tot gevolg. Tijdens het seizoen en tijdens de proefoogst werd door de technische ploeg een slechtere stand van het gewas gerapporteerd in de kerende behandeling. In de tijd tussen het ploegen en het poten van de aardappel droogde de bodem vermoedelijk te fel uit zodat de structuur van de rug slechter was vergeleken met deze in de niet kerende behandeling. Deze slechtere structuur wordt in Figuur 24 gereflecteerd in een verschil in TAW en RAW.



Figuur 24: RAW en TAW gemeten op respectievelijk 3 en 2 tijdstippen in 2011. \* duidt significantie verschillen aan op  $p = 0.05$ .

Het vochtverloop werd ook gesimuleerd met een bodemwaterbalansmodel. In een bodemwaterbalans wordt het vochtverloop berekend door volgende berekening:

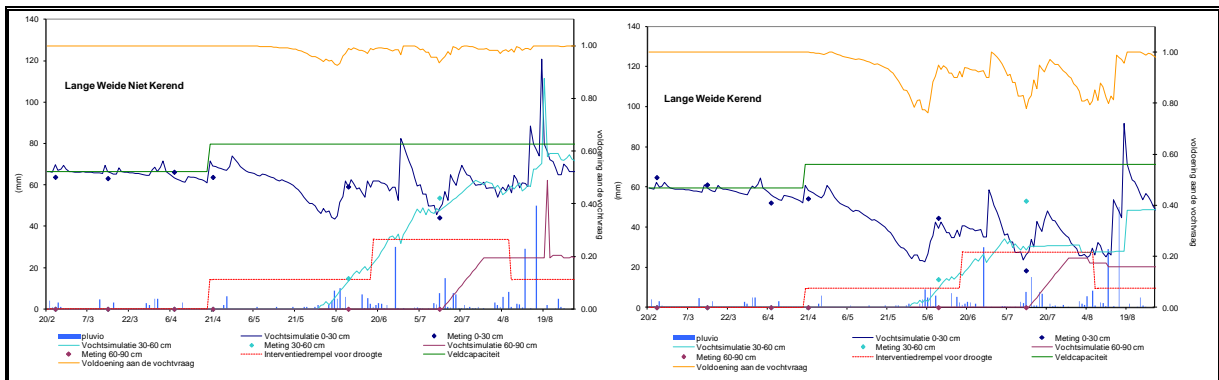
$$TAW_{i+1} = TAW_i + I + R + CR - DP - ET.$$

Waarbij  $TAW_i$  (Total Available Water) het beschikbare vochtgehalte op dag  $i$  [mm],  $I$  de irrigatie [mm],  $R$  de neerslag [mm],  $CR$  (Capillary Rise) de capillaire opstijging [mm],  $DP$  (Deep Percolation) de doorspoeling [mm] en  $ET$  de evapotranspiratie [mm]. De neerslag en de irrigatie worden op elk

proefperceel nauwkeurig gevolgd, de ET wordt berekend aan de hand van de referentie-  
evapotranspiratie ETo (Allen et al. 1998) van het weerstation in Bevekom.

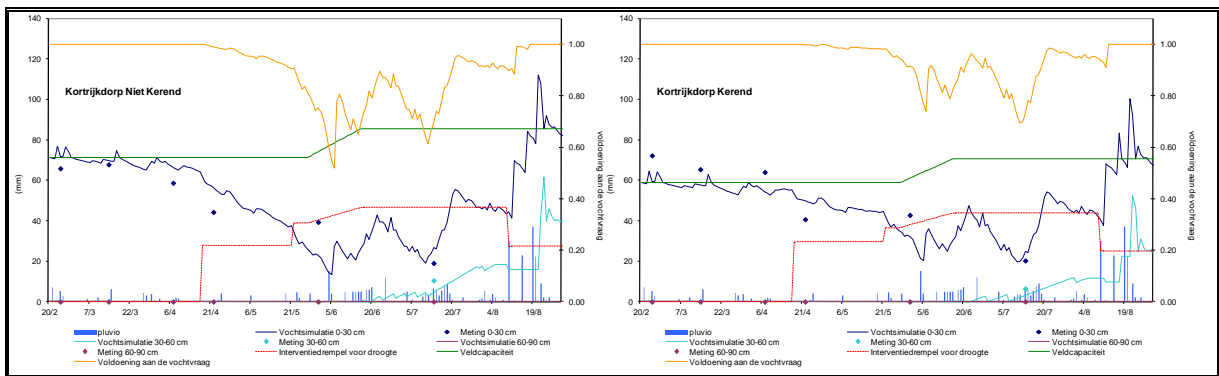
Met behulp van het model kan het effect van het hogere of lagere vochtgehalte gevisualiseerd worden. Wanneer het vochtgehalte boven de rode stippellijn blijft is er geen sprake van droogtestress, indien het vochtgehalte er onder weg zakt is er vermoedelijk droogtestress.

Op het perceel Lange Weide is zichtbaar dat het vochtgehalte verder weg zakt in de kerende behandeling (Figuur 25). Maar het vochtgehalte blijft boven de rode interventiedrempel. Dankzij de neerslag in de maand augustus blijft het gewas gevrijwaard van zware droogtestress.



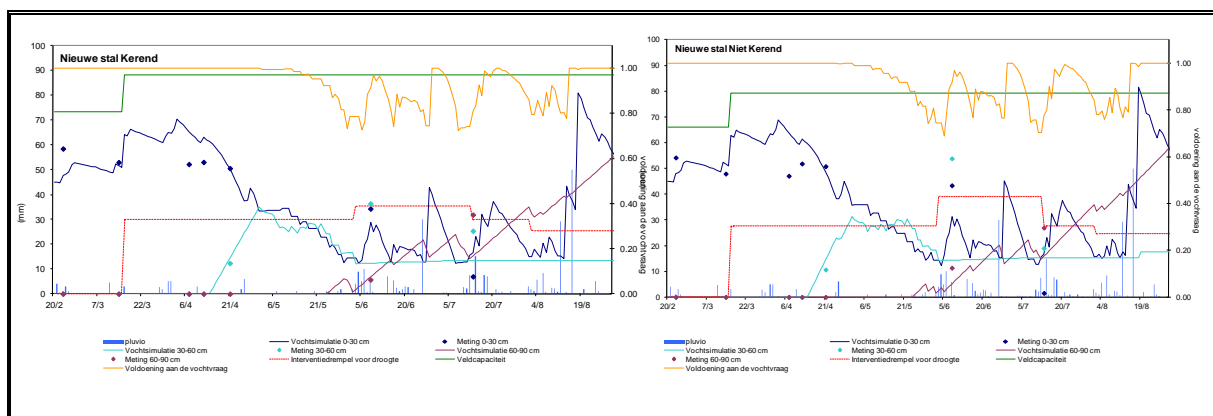
Figuur 25: Gesimuleerde vochtverloop op het perceel Lange Weide in 2011

Voor het perceel Kortrijk dorp is ondanks het spectaculaire verschil in productie en het verschil in RAW en TAW geen groot verschil in vocht merkbaar (Figuur 26). Wel is zichtbaar dat in beide behandelingen het vocht de limiterende factor is. Een hypothese is dat door de betere structuur meer vocht kon opstijgen naar de wortelzone maar dat het daar dan ook onmiddellijk werd opgenomen waardoor geen verschillen waarneembaar zijn in de bodem.



Figuur 26: Gesimuleerde vochtverloop op het perceel Kortrijk dorp in 2011.

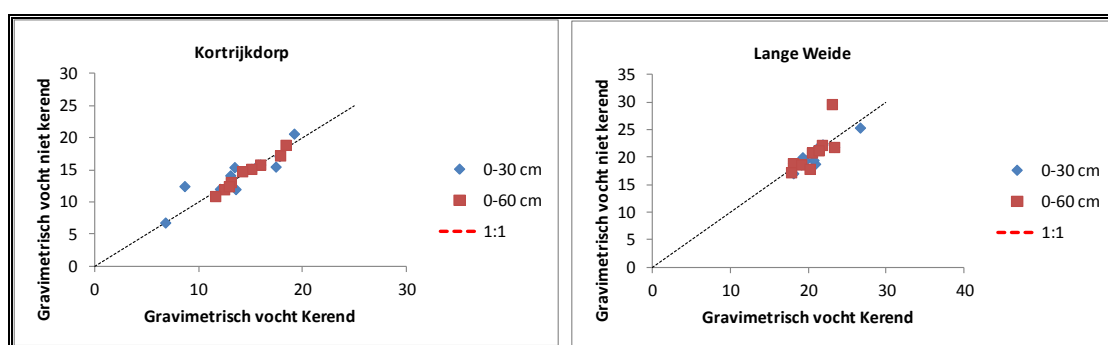
Voor het perceel Nieuwe Stal zijn de verschillen in vochtverloop niet dermate groot dat ze een effect gaan hebben op de productie. Afwisselend werd in de kerende of de niet kerende het hoogste vochtgehalte gemeten (Figuur 27).



Figuur 27: Gesimuleerde vochtverloop op het perceel Nieuwe Stal in 2011.

### 2.14.2. Meting 2003-2006

In de periode van 2003 tot 2006 werd geen verschil in vochtgehalte vastgesteld per bodemlaag van 0-30 cm of 30-60 cm (Figuur 28).



Figuur 28. Gravimetrisch vochtgehalte zoals opgemeten door Verlinden et al in 2004-2005 op de percelen Lange Weide en Kortrijk dorp.

### 2.14.3. Literatuurstudie

De effecten van NKG zetten zich door in een verminderde evaporatie van het bodemoppervlak, een verhoogde capillaire opstijging en een groter vochthoudend vermogen. Op deze manier stijgt het vochtgehalte in de toplaag. Op het proefperceel Lange Weide werd dit verhoogde vochtgehalte vastgesteld. Op de andere proefpercelen was er geen verhoogd vochtgehalte in de niet kerende bewerking<sup>24, 21, 33, 49</sup>, hoewel het vochthoudend vermogen duidelijk toenam op het perceel Kortrijk dorp wat mogelijk verband houdt met de lagere productie in de kerende behandeling.

De variatie in vochtgehalte op het perceel Lange Weide werd in het voorjaar van 2003 gemeten door Degryze et al. (2008)<sup>8</sup>. De variatie in vocht is een rechtstreeks gevolg van een groter vochthoudend vermogen. Dit hoger vochthoudend vermogen kan in verband staan met het hogere organische stofgehalte in de toplaag, of met een verschil in bodemtextuur ten gevolge van een verschil in sediment afspoeling tussen het kerende en het niet kerende gedeelte beschreven in het interreg erosiebestrijding<sup>50</sup>.

### 3. Samenvatting en conclusie

In de conclusie wordt een antwoord geformuleerd op de drie onderzoeksvragen die werden gesteld bij aanvang van de studie:

#### **Welk effect heeft niet kerende bodembewerking op de bodemkenmerken en welke evolutie over verschillende jaren is merkbaar?**

De voorliggende studie evalueert de bodemkwaliteit na 10 jaar niet kerende grondbewerking op 4 praktijkpercelen. Uit de voorliggende resultaten blijkt dat de invloed van niet kerende grondbewerking op de bodemkwaliteit dient te worden geëvalueerd in functie van het teeltplan en de teelttechniek en dat het te gevaarlijk is om bovenstaande vraag te beantwoorden in algemene termen over niet kerende bodembewerking. Van den Putte et al. (2010)<sup>58</sup> toonde aan dat het effect van niet kerende grondbewerking op de gewasopbrengst afhankelijk is van de teeltrotatie, de teelt, de bewerkingsdiepte en textuur die in dit geval verschillend is voor elk van de vier percelen. Verwacht mag worden dat ook de andere bodemfysische, bodemchemische en bodembiochemische kenmerken variëren in functie van de teelt, teeltrotatie, bewerkingsdiepte en textuur. Vandaar wordt de vraag naar het effect van niet kerende bodembewerking op de bodemkenmerken per perceel beantwoord in deze paragraaf.

Op het perceel Lange Weide wordt enkel korrelmaïs geteeld. In de niet kerende behandeling werd een verschil in verdeling van de organische stof in de bouwvoor vastgesteld. Deze herverdeling kan een gevolg zijn van een verschil in bewerkingsintensiteit maar ook van een verschil in sedimentafspoeling waardoor mogelijk andere bodemtextuur aan het oppervlak komt. Deze verschillen leidden tot een hogere porositeit en bijgevolg een lagere bodemdichtheid. Deze hogere porositeit ging gepaard met een groter vochthoudend vermogen met een positief effect op het bodemvochtverloop en de infiltratiesnelheid. De mindere verstoring van de bodem in de niet kerende behandeling werd ook gereflecteerd in een grotere regenwormpopulatie. Enig negatief effect na niet kerende grondbewerking op het perceel Lange Weide was de verhoogde onkruiddruk hoewel deze niet problematisch werd ervaren door de teler. Trendmatig werd ook een verhoogde N concentratie in het bodemprofiel vastgesteld, mogelijk gerelateerd aan de herverdeling van Koolstof, hoewel meer frequente staalnames in meer herhalingen dit nog moeten bevestigen.

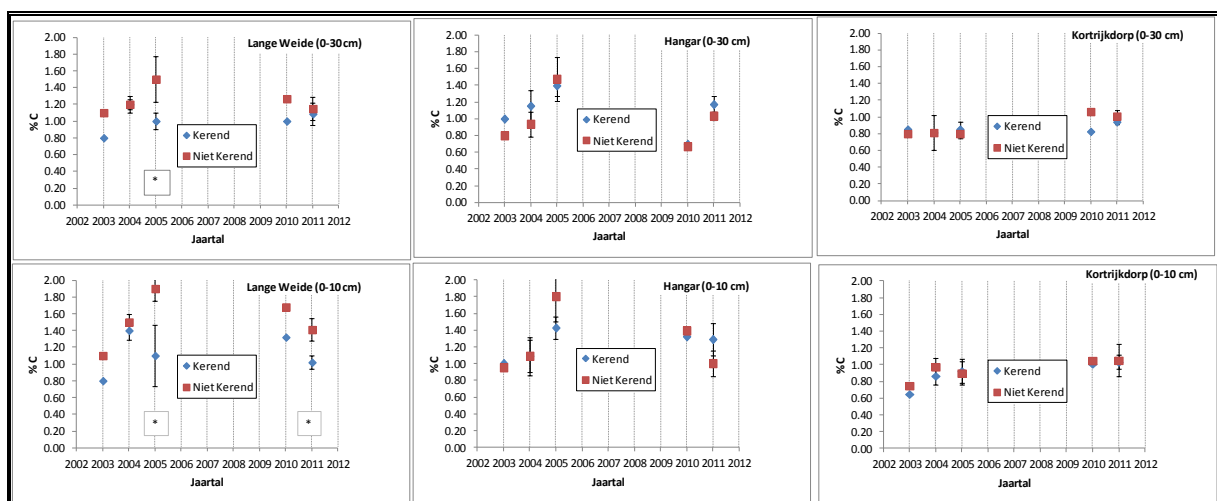
Het perceel Nieuwe Stal kent een klassieke teeltrotatie waarin aardappelen en bieten voorkomen. De niet kerende behandeling wordt niet dieper dan 15 cm toegepast. Dit leidde tot een verhoging van de bodemdichtheid en penetratieweerstand in de bouwvoor maar met beperkte gevolgen voor het vochthoudend vermogen. Net onder het bodemoppervlak (0-10 cm) bleef de bodem langer vochtig, mede dankzij een grotere capillaire nalevering. De vochtigere toplaag had geen invloed op het vochtverloop in de wortelzone van het gewas. De aggregaatstabiliteit aan het oppervlak was hoger in de niet kerende behandeling. De minimale bewerking leidde tot meer vaste structuur net onder het bodemoppervlak en een hogere aggregaatstabiliteit. De niet kerende bodembewerking had geen invloed op de opbrengst noch op de andere bodemchemische of bodemfysische parameters voor bodemkwaliteit. Wel was de N opname lager in de niet kerende behandeling wat mogelijk duidt op een lagere mineralisatie door minder beluchting. Ook hier moeten meer N staalnames deze hypothese bevestigen.

Het perceel Hangar kende een klassieke teeltrotatie met een niet kerende bodembewerking op een diepte van 25 cm. Op dit perceel was de invloed van niet kerende grondbewerking op de gemeten bodemparameters voor bodemkwaliteit te wisselend voor een eenduidige conclusie. Wat zeker kan worden gesteld is dat de fysieke, chemische en bodembioologische bodemkwaliteit evenwaardig tussen de kerende en de niet-kerende behandeling.

Op het perceel Kortrijkddorp wordt niet kerende bodembewerking uitgevoerd op een diepte van 25 cm in een klassieke teeltrotatie met aardappelen en bieten. Opmerkelijk op dit perceel is de spectaculaire productietierugval in de aardappelen in de kerende behandeling in 2011. Vermoedelijk heeft droogte de knolinitiatie negatief beïnvloed. Na ploegen was het vochthoudend vermogen opmerkelijk lager. Ploegen in het droge voorjaar van 2011 heeft de capillariteit van bouwvoor naar ondergrond mogelijk verbroken. De andere gemeten parameters voor bodemkwaliteit wisselen te hard voor een eenduidige conclusie.

### Vanaf welke periode zijn de bodemkenmerken stabiel?

Van al de gemeten parameters is enkel voor het gehalte aan organische Koolstof een zinvolle bespreking doorheen de tijd mogelijk in functie van de bodembewerking. Het meetresultaat van de andere parameters is te afhankelijk van het tijdstip waarop de meting werd uitgevoerd. De bodemstructuur evolueert immers tijdens het seizoen en is sterk afhankelijk van het weer, de teelt en het tijdstip waarop de bodembewerkingen worden uitgevoerd. Dit geldt eveneens voor het biologische leven en de meeste bodemchemische parameters. Figuur 29 zet de gemeten C-gehalten in het kader van de Interreg programma's op de percelen Lange Weide, Hangar en Kortrijkddorp op een rij en ook hier is de variatie groot voor de percelen Hangar en Kortrijkddorp. Mogelijke verklaringen zijn de aanwezigheid van onverteerd organisch materiaal in het staal hoewel de staalnames werden uitgevoerd minimaal een maand na de organische bemesting (Tabel 27). Ook de variatie in het perceel zal aan de oorsprong liggen van deze variatie, o.a. besproken in paragraaf 2.1.



Figuur 29: % C in de bouwvoor van 0-30 en 0-10 cm voor de proefpercelen Lange Weide, Kortrijkddorp en Hangar. Wanneer de standaarddeviatie wordt weergegeven werd gemeten in vier herhalingen, \* duidt een significant verschil aan op  $p < 0.05$ .

Tabel 27: Staalnamedata, en data organische bemesting.

	Lange Weide		Hangar		Kortrijkdoorp	
	Org bemesting	Staalname	Org bemesting	Staalname	Org bemesting	Staalname
2003						
2004	6/04/2004	8/09/2004		9/09/2004	21/04/2004	10/09/2004
2005	6/04/2005	31/05/2005	10/05/2005	31/05/2005	23/03/2005	30/05/2005
2010	27/mrt	7/05/2010	15/08/2010	2/04/2010	10/05/2010	29/03/2010
2011	16/02/2011 (GFT compost, 11/4 drijfmest)		13/07/2011	13/07/2011	10/04/2011	24/02/2011

Op basis van de beschikbare metingen kan worden gesteld dat op één van de drie percelen een hoger organische koolstofgehalte aanwezig is in de toplaag maar dat op de overige twee percelen geen betekenisvolle verschillen zijn ontstaan door de niet kerende bodembewerking.

**Welk effect heeft tussentijds ploegen bij een lange periode van niet kerende bodembewerking op de bodemkenmerken?**

Enmalig ploegen op het perceel te Kortrijkdoorp zorgde voor een verlaging van de bodemdichtheid in het eerste jaar maar vanaf het tweede jaar was er geen verschil meer in bodemdichtheid. Eénmalig ploegen had een negatief effect op de aggregaatstabiliteit in jaar 1 en jaar 2. Op de andere parameters werd geen eenduidig effect vastgesteld.

## Referenties

1. Andersen A. 1999. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficial insects. *Crop protection* 18: 651-657.
2. Angers D.A., Bolinder M.A., Carter M.R., Gregorich E.G., Drury C.F., Liang B.C., Voroney R.P., Simard .R., Donald R.G., Beyaert R.P. & Martel J. 1997. Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada. *Soil & Tillage Research* 41: 191-201.
3. Arshad, M.A., Lowery, B. en Grossman, B. (1996). Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W., Jones, A.J., *Methods for assessing soil quality*. p.123-141. SSSA special publication no. 49. Madison, WI, USA
4. Bradford J.M. & Peterson G.A. 2000. Conservation tillage. In: Sumner M.E. *Handbook of soil science*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp. 247-269.
5. Capowiez Y., Cadoux S., Bouchant P., Ruy S., Roger-Estrade J., Richard G. & Boizard H. 2009. The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil & Tillage Research* 105: 209-216.
6. Cauffman D. 2010. Eindverslag BodemBreed Teeltjaar 2008-2009. vzw PIBO - Campus, Tongeren, België. 33 p.
7. Chan K.Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity - implications for functioning in soils. *Soil & Tillage Research* 57: 179-191.
8. De Gryze S., Six J., Bossuyt H., Van Oost K., Merckx R 2008. The relationship between landform and the distribution of soil C, N and P under conventional and minimum tillage. *Geoderma* 144: 180-188.
9. D'Haene K. 2008. The potential of reduced tillage agriculture in Flanders. Doctoraatsthesis, Universiteit Gent, België. 199 p.
10. D'Haene K., Sleutel S., De Neve S., Gabriels D. & Hofman G. 2009. The effect of reduced tillage agriculture on carbon dynamics in silt loam soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 84: 249-265.
11. D'Haene K., Sleutel S., De Neve S., Gabriels D. & Hofman G. 2009. The influence of reduced tillage on carbon dynamics in silt loam soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 84: 249-265.
12. D'Haene K., Vandenbruwane J., De Neve S., Gabriels D., Salomez J. & Hofman G. 2008. The effect of reduced tillage on nitrogen dynamics in silt loam soils. *European Journal of Agronomy* 28: 449-460.
13. D'Haene K., Vermang J., Cornelis W.M., Leroy B.L.M., Schiettecatte W., De Neve S., Gabriels D. & Hofman G. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. *Soil & Tillage Research* 99: 279-290.



14. Dolan M.S., Clapp C.E., Allmaras R.R., Baker J.M. & Molina J.A.E. 2006. Soil organic carbon and nitrogen in a Minnesota soil as related to tillage, residue and nitrogen management. *Soil & Tillage Research* 89: 221-231.
15. Duiker S.W. & Beegle D.B. 2006. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. *Soil & Tillage Research* 88: 30-41.
16. Ernst G. & Emmerling C. 2009. Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *European Journal of Soil Biology* 45: 247-251.
17. Franzluebbers A.J. & Hons F.M. 1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plantavailable nutrients under conventional and no tillage. *Soil & Tillage Research* 39: 229-239.
18. Gillijns K., Govers G., Leys A. & Verlinden G. 2006. Erosiebestrijding door niet-kerende bodembewerking.
19. Gillijns K., Govers G., Poesen J., Van Hecke E., Verbist K. & Gabriels D. 2004. Reductie van sedimentaanvoer naar waterlopen vanuit landelijke gebieden: begroting en evaluatie van controlemaatregelen. Katholieke Universiteit Leuven en Universiteit Gent, België. 74 p.
20. Goddard T., Zoebisch M., Gan Y., Ellis W., Watson A. & Sombatpanit S. 2007. No-till farming systems. Special publication no. 3. World Association of Soil and Water Conservation, 539 p.
21. Govaerts B., Sayre K.D., Goudeseune B., De Corte P., Lichter K., Dendooven L. en Deckers J. 2009. Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil and Tillage Research* 103: 22-230.
22. Govaerts B., Sayre K.D., Lichter K., Dendooven L. & Deckers J. 2007. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. *Plant and Soil* 291: 39-54.
23. Guisson R. & Crijns J. 2006. Rapportage Kenniscirkel - Erosiebeperkende teeltsystemen in een Lössbouwplan met akkerbouwgewassen. DLV Plant BV, Horst, Nederland. 37 p.
24. Hatfield J.L., Sauer A., Prueger J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water useefficiency: a review. *Agronomy Journal* 93: 271-280.
25. Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103: 1-25.
26. Hussain I., Olson K.R. & Siemens J.C. 1998. Long-term tillage effects on physical properties of eroded soil. *Soil Science* 163: 970-981.
27. Kay B.D. & Vanden Bygaart A.J. 2002. Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter. *Soil & Tillage Research* 66: 107-118.



28. Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In : Methods of soil analysis, Part 1 – Physical and mineralogical methods. Second edition. Klute, A. (ed.). Agronomy, 9 : 425-442.
29. Koopmans C., Bokhorst J., ter Berg C. & van Eekeren N. 2007. Bodemsignalen: praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Roodbont Uitgeverij, Louis Bolk Instituut, Nederland. 96 p.
30. Kromp B. 1999. Carbid beetles in sustainable agriculture: a reievew on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 187-228.
31. Masscheleyn P. 2006. Meerjarige niet-kerende bodembewerking toont positieve effecten. Landbouw en Techniek 18: 26-27.
32. Meuffels G. 2010. Rapport BodemBreed Interreg - Velddemonstraties Nederlands Limburg 2009. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, WUR, Wageningen, Nederland. 62 p.
33. Mupangwa W., Twomlow S., Walker S. & Hove L. 2007. Effect of minimum tillage and mulching on maize (*Zea mays* L.) yield and water content of clayey and sandy soils. Physics and Chemistry of the Earth 32: 1127-1134.
34. Muys, B., Granval, P., 2002. Handleiding voor bemonsteren en identificeren van regenwormen (Lumbricidae). Intern document.
35. Oorts K. 2006. Effects of tillage systems on soil organic matter stocks and C and N fluxes in cereal cropping systems on a silt loam soil in Northern France. Doctoraatsthesis, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. 178 p.
36. Paauw J. 2006. Aan de slag met erosie. Ploegloze grondbewerking in beweging (2004-2006). PPO rapport 5115105. PPO, Wageningen.
37. Paauw J. 2006. Aan de slag met erosie. Ploegloze grondbewerking in beweging (2004-2006). PPO rapport 5115105. PPO, Wageningen.
38. Pulleman M. Wat is het effect van NKG op het bodemleven? Presentatie masterclass NKG. [www.nietkerendegrondbewerking.nl](http://www.nietkerendegrondbewerking.nl). Laatst geraadpleegd op 5-2010.
39. Schoenau J.J. & Campbell C.A. 1996. Impact of crop residues on nutrient availability in conservation tillage systems. Canadian Journal of Plant Science 76: 621-626.
40. Stinner B.R. & House G.J. 1990. Arthropod and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. Annual Review of Entomology 35: 299-319.
41. SOWAP Soil and Surface water protection using conservation tillage in northern and central Europe (2007) Technical Final Report, Annex 6. [www.sowap.org](http://www.sowap.org)
42. StatSoft, Inc., 2009. STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
43. Sullivan P. 2003. Overview of cover crops and green manures. ATTRA-NCAT, US. 16 p.

44. Valckx J., Govers G., Hermy M. & Muys B. 2009. Ecoworm - Erosiecontrole in akkerland door het beheer van regenwormengemeenschappen. Eindrapport. IWT Landbouwkundig onderzoek 040681, Leuven, België. 34 p.
45. Van de Vreken P., Van Holm L., Diels J., Van Orshoven J. & Gobin A. 2009. Verkennende studie betreffende bodemverdichting in Vlaanderen en afbakening van risicogebieden voor bodemverdichting: tussentijds rapport. Spatial Applications Division K.U.Leuven (SADL), 115 p.
46. Van den Putte A., Govers G., Diels J., Gillijns K. & Demuzere M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: a meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy* submitted.
47. Van der Weide R., van Alebeek F. & van den Broek R. 2008. En de boer, hij ploegde niet meer? Literatuurstudie naar effecten van niet kerende grondbewerking versus ploegen. PPO, Nederland. 25 p.
48. Vanden Bygaart A.J., Protz R. & Tomlin A.D. 1999. Changes in pore structure in a no-till chronosequence of silt loam soils, southern Ontario. *Canadian Journal of Soil Science* 79: 149-160.
49. Verhulst N., Govaerts B., Verachtert E., Castellanos-Navarrete A., Mezzalama M., Wall P.C., Chocobar A., Deckers J. & Sayre K.D. 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? *Advances in Soil Science: Food Security and Soil Quality*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp. 137-208.
50. Verlinden G., Gobin A., Gillijns K., Leys A., Govers G. & Verstraeten G. 2005. Toetsing van erosiebeperkende teeltsystemen in een löss bouwplan met akkerbouwgewassen. Eindrapport. Katholieke Universiteit Leuven en Bodemkundige Dienst van België, België. 144 p.
51. Vermang J., Desauw H., Cornelis W.M. & Gabriels D. 2010. Evaluation of conservation tillage by means of physical soil quality indicators. In: Anonymus. Brisbane, Australia.
52. West T.O. & Post W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1930-1946.
53. Yang X.M., Drury C.F., Reynolds W.D. & Tan C.S. 2008. Impacts of long-term and recently imposed tillage practices on the vertical distribution of soil organic carbon. *Soil & Tillage Research* 100: 120-124.
54. Raes, D., 1973. De relatie tussen de porositeit en verzadigde conductiviteit in de bodem. Eindwerk. Faculteit der landbouwwetenschappen, K.U.Leuven. 91 pp.
55. Reubens B., D'Haene K., D'Hose T., Ruyschaert G. 2010. Bodemkwaliteit en landbouw: een literatuurstudie. Activiteit 1 van het Interregproject BodemBreed. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke-Lemberge, België. 203 p.

## Bijlagen

Reubens B., Janssens P., Meuffels G., Van de Ven G., Cauffman D., Lemmens G., Ruyschaert G., D'Haene K. (2012). Veldwerking Interregproject BodemBreed: overzicht van proefpercelen. 66 p.



## Erata

- Aanpassing Tabel 17 onkruiden werden in de oorspronkelijke tabel ugedrukt per 0.5 m<sup>2</sup> voor de percelen nieuwe stal, lange weide en kortrijkdorp in plaats van per m<sup>2</sup> de nieuwe tabel wordt:

*Tabel 17: Aantal onkruiden per m<sup>2</sup> voor elke behandeling in 2010 voor de percelen Nieuwe Stal, Kortrijkdorp en Lange Weide, 2011 voor het perceel Hangar. Cijfer stelt het gemiddelde voor van vier waarnemingen. \*\* significant verschil  $p < 0.05$  volgens Mann Witney U test*

	Nieuwe stal	Kortrijkdorp	Lange weide	Hangar
Kerend	15	11	12	23
Niet kerend	51	4	594	44
Eénmalig geploegd		1		
		** (kerend-1malig kerend)	**	

- Aanpassing opbrengst nieuwe stal Tabel 24, de nieuwe tabel wordt:

*Tabel 24: Opbrengst in 2010*

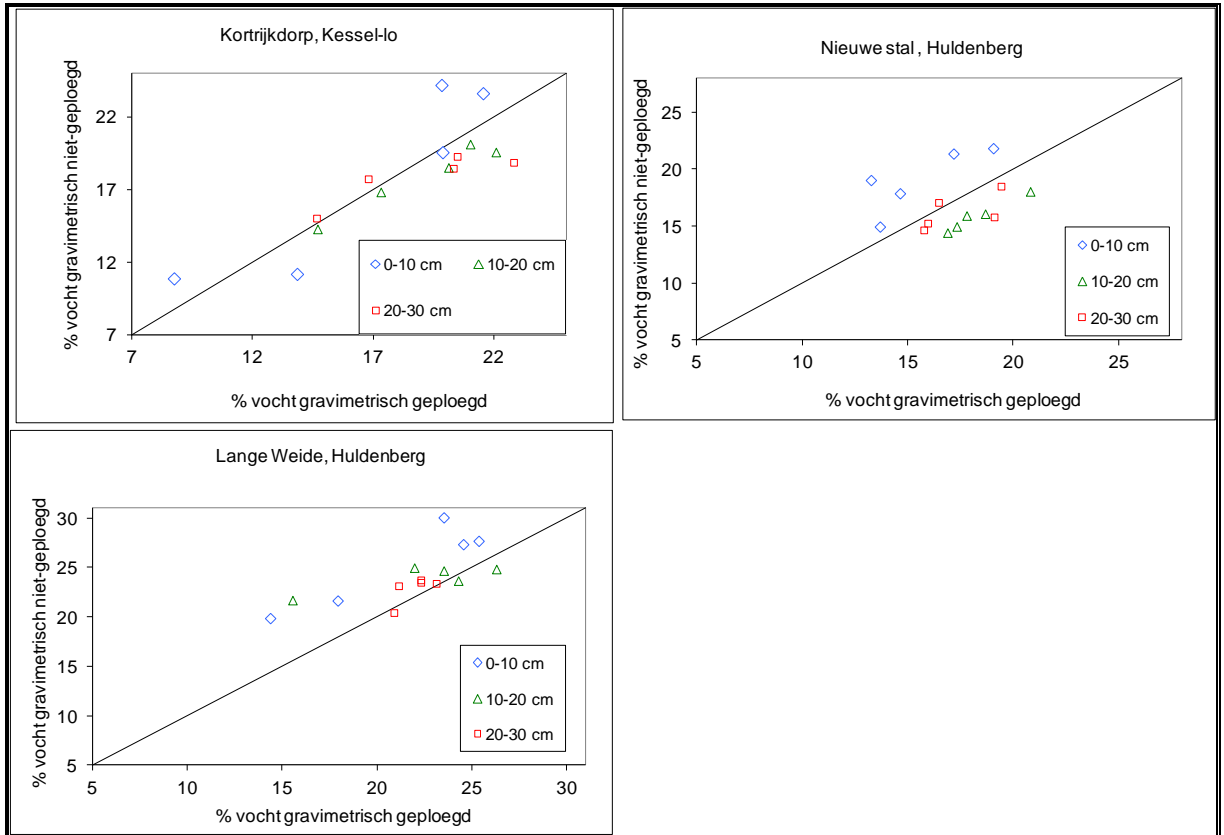
2010				Opbrengst (ton/ha)
Lange Weide	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	13.2
			Niet Kerend	13.0
Kortrijkdorp	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	10.3
			Niet Kerend	10.0
Hangar	Wintergerst	Machinaal	Kerend	7.7
			Niet Kerend	7.4
Nieuwe Stal	Wintertarwe	Handmatig	Kerend	8.6
			Niet Kerend	8.8

- Aanpassing opbrengst Kortrijk dorp Tabel 25, de nieuwe tabel wordt:

Tabel 28: Opbrengst 2011 \*\* duidt een significant verschil aan op  $p=0.05$  met de Mann-Witney U test.

2011					
Lange Weide	Korrelmaïs	Machinaal	Kerend	ton/ha	
			Niet Kerend	12.42	
				12.78	
Kortrijk dorp	Aardappel	Handmatig	Kerend	ton/ha netto	ton/ha >50 mm
			Niet Kerend	38.97	32.53
			Eénmalig kerend	58.04	51.03
				56.67	50.27
				**	**
				(significantie op 0.05: Eénmalig kerend- Kerend; Niet Kerend - Kerend)	
Hangar	Suikerbiet	Handmatig	Kerend	ton/ha netto	% Suiker
			Niet Kerend	71.53	15.48
				63.18	15.43
Nieuwe Stal	Suikerbiet	Handmatig	Kerend	102.00	15.65
			Niet Kerend	93.91	15.78

- Aanpassing Figuur 23 voor de grafiek het van het perceel Lange Weide, de nieuwe figuur wordt:



*Figuur 23: Vochtgehalte in de kerende ten opzichte van de niet kerende behandeling per bodemlaag van 10 cm gemeten in 2011.*