

# Ondiep ploegen

Een inventarisatie; de huidige kennis en enkele praktijkervaringen

## bioKennis

voor biologische agroketen

Wijnand Sukkel  
Stefan Timmermans



WAGENINGENUR

*For quality of life*



# Ondiep ploegen

*Een inventarisatie; de huidige kennis en enkele praktijkervaringen*

Wijnand Sukkel, PPO-AGV.  
Stefan Timmermans, CAH-Dronten

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Sector Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten  
Juli 2012

© 2012. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

## Colofon

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in het, voornamelijk door het ministerie van EL&I gefinancierde, thema Biologische Landbouw (van het Beleidsondersteunende Onderzoek). Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland ([www.bioconnect.nl](http://www.bioconnect.nl)). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen. De resultaten van de verschillende kennisprojecten vindt u op de website [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl). Voor vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: [info@biokennis.nl](mailto:info@biokennis.nl). Heeft u suggesties voor onderzoek dan kunt u ook terecht bij de loketten van Bioconnect op [www.bioconnect.nl](http://www.bioconnect.nl) of een mail sturen naar [info@bioconnect.nl](mailto:info@bioconnect.nl).

PPO-AGV

Projectnummer: 3250245712

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Akkerbouw Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Address : Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
Tel. : +31 317 [telefoonnummer invullen]  
Fax : +31 317 41 80 94  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.wageningenUR.nl/ppo](http://www.wageningenUR.nl/ppo)

## Inhoud

VOORWOORD .....	4
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	7
2 INVLOED PLOEGDIEPTE EN PLOEGWIJZE OP DE BODEM.....	8
2.1 Functies van ploegen .....	8
2.2 Het ploegwerk bij ondiep ploegen .....	9
2.3 Effecten van ondiep ploegen.....	10
3 PLOEGTECHNIEK.....	13
4 PRAKTIJKERVARINGEN .....	15
5 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN.....	19
REFERENTIES.....	22

# Voorwoord

Deze literatuurverkenning is uitgevoerd in opdracht van de BioConnect productwerkgroep Akkerbouw en Vollegrondsgroenten en de themawerkgroep Bodem en Kringlopen. De verkenning is gefinancierd door het ministerie van Economie, Landbouw en Economische Zaken.

Met dank aan de bijdragen van de heren Govaert, Lanting en Huijts die middels een interview hun ervaringen met ondiep ploegen wilden delen.

Verder dank aan de bijdragen van Stefan Timmermans die in het kader van deze literatuurverkenning en voor zijn afstudeerscriptie de genoemde telers heeft geïnterviewd en deze interviews heeft uitgewerkt. De teksten van de interviews zijn vrijwel letterlijk overgenomen uit zijn afstudeerscriptie. Ook de inventarisatie van de huidige beschikbare mechanisatie is door Stefan Timmermans uitgevoerd.

Wijnand Sukkel

# Samenvatting

Bodemkwaliteit staat de laatste jaren sterk in de belangstelling. Grondbewerking is een belangrijke bepalende factor voor bodemkwaliteit. Een aantal telers in Nederland is overgegaan op vormen van minimale en niet kerende grondbewerking. Voor een grote groep telers is dit te ingrijpend of met de grondsoort en/of gewassen die ze telen niet mogelijk. Veel telers overwegen wel om hun bodem minder intensief te bewerken door bijvoorbeeld minder te ploegen of ondieper te ploegen. Deze verkenning zet de bestaande kennis over ondiep ploegen op een rijtje. Onder ondiep ploegen wordt in deze verkenning verstaan een ploegdiepte tussen de 10 en 20 cm. Onder standaard ploegen wordt verstaan een ploegdiepte tussen de 20 en 30 cm.

Uit de bestudeerde literatuur blijkt dat een geringere ploegdiepte op verschillende onderdelen een positief effect heeft op de bodem, deze zijn:

- Meer organische stof in de bovenste teeltlaag
- Meer en actiever bodemleven
- Voorjaarsploegen op kleigronden mogelijk
- Minder nitraat uitspoeling
- Meer mineralen in de bovenste teeltlaag
- Minder risico op structuurbederf
- Vlak ploegwerk
- Verbeterd zaaibed
- Verhoogde capaciteit
- Verlaagd brandstofverbruik

Uit de literatuur valt niet af te leiden of ondiep ploegen ook uiteindelijk leidt tot hogere opbrengsten. Opbrengsteffecten zijn afhankelijk van o.a. grondsoort, omstandigheden en gewas, maar over het algemeen zijn er geen grote opbrengsteffecten van ploegdiepte geconstateerd.

Aan de kostenkant is er een positief effect op brandstof verbruik en een verhoogde capaciteit. Deze effecten worden ook vanuit de praktijk genoemd.

Effecten van ondiep ploegen worden vaak de eerste jaren na omschakeling nog niet zichtbaar. Verbetering van structuur, verbetering van het zaaibed, verhoging van organische stof in de bovenste laag en verbetering van bodemleven bouwt zich langzaam op. De ervaring uit experimenten is zelfs dat er de eerste jaren na omschakeling een lichte verslechtering in bodemkwaliteit kan optreden. Door de geïnterviewde telers werd echter geen verslechtering in de eerste jaren ervaren.

Het goede zaaibed, en de goede bewerkbaarheid na ploegen wordt ook door de geïnterviewde telers bevestigd.

Ondiep ploegen heeft ook een aantal nadelen of beperkingen. In de literatuur worden de volgende nadelen benoemd:

- Toenemende onkruiddruk van zowel zaad als wortelonkruiden
- Rijsporen en putten/kuilen zijn moeilijker weg te werken
- Verdichtingen zijn moeilijker te repareren (de ploeg komt omhoog bij verdichtingen)
- Grotere hoeveelheden gewasresten of groenbemesters zijn moeilijker onder te werken
- De ploegen die bovenover werken (niet door de ploegvoor rijden) zijn beperkter inzetbaar onder wat natte omstandigheden door onvoldoende grip

De toenemende onkruiddruk wordt door de geïnterviewde telers niet ervaren. De belangrijkste bezwaren vanuit de praktijk zijn de soms beperkte inzetbaarheid van de Ecoploeg door verdichtingen en door onvoldoende grip c.q. overbrenging van trekkracht bij nattere omstandigheden. Tegelijkertijd brengt dit het voordeel met zich mee dat er niet onder te natte omstandigheden geploegd wordt. Specifiek voor de zandgrond blijkt de kering en onderwerken van gewasresten soms nog niet goed te zijn. Alle drie de telers

noemen ook het bezwaar van het 'vollopen' van de (Eco)ploeg met gewasresten, ook wanneer de hoeveelheid gewasresten niet groot is.

Er zijn een aantal ploegen die geschikt en speciaal ontworpen zijn voor ondiep ploegen. Dit zijn de Rumpstad Ecoploeg, de Kverneland Ecomat en de Ovlac Mini. De Rumpstad Ecoploeg en de Ovlac Mini zijn ploegen die bovenover ploegen. Bij de Kverneland Ecomat moet door de voor worden gereden. De Nederlandse praktijkervaring en het Nederlandse onderzoek beperkt zich vooral tot de toepassing van de Rumpstad Ecoploeg.

Op basis van de literatuur en praktijkervaringen zijn er een aantal voorwaarden te noemen om ondiep ploegen tot een succes te maken. De belangrijkste hiervan zijn:

- Rijsporen, verdichtingen en kuilen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen, ook verdichtingen van de ondergrond.
- Het rijpaden systeem kan een goede uitgangssituatie bieden voor ondiep ploegen.
- Grote hoeveelheden gewasresten dienen vermeden te worden, lange stoppels, groenbemesters en grove vaste mest moet verkleind worden.
- Percelen moeten relatief schoon zijn, bij voorkeur geen grote zaadbank hebben van zaadonkruiden en zo weinig mogelijk wortelonkruiden.
- Monteer zo nodig (de eerste jaren) woelers op de ploeg om de scherpe overgang van de nieuwe ploegbodem naar de ondergrond te doorbreken

Voor een verbeterde toepasbaarheid dient (bij de Ecoploeg) met technische aanpassingen, het stropen van gewasresten worden verminderd en kan de kring en het onderwerken van gewasresten op zandgronden worden verbeterd.

Er is vooral meer kennis en ervaring is gewenst over de effecten van ondiep ploegen op de nutriënten efficiëntie en over de effecten van combinatie van ondiep ploegen met minimale, niet kerende grondbewerking of met standaard ploegen.



# 1 Inleiding

Bodemkwaliteit staat de laatste jaren sterk in de belangstelling. Grondbewerking is een belangrijke bepalende factor voor bodemkwaliteit. Traditioneel en met goede redenen is in de Nederlandse landbouw het ploegen met een diepte tussen de 20 en 30 centimeter, de hoofdgrondbewerking. Doordat akkers steeds intensiever bebouwd werden, werden ook de grondbewerkingen steeds intensiever om de bodemstructuur weer in orde te krijgen. Zo werd er steeds dieper geploegd en haalde men kunstgrepen uit om verdichtingen op te lossen, voorbeelden zijn de diepwoeler en de krukaspitter. Door innovaties in machines, banden/rupsen en tractoren werden grenzen verlegd, ook natte percelen konden bewerkt worden en zeer diepe vaste lagen konden ook bereikt worden met de diepwoeler. Ondanks deze ontwikkelingen gaat de bodemstructuur op veel plekken achteruit. Misschien zijn de kunstgrepen niet de oplossing maar, in samenhang met de intensieven bouwplannen, de veroorzaker van deze problemen. Ploegen heeft daarnaast ook een aantal nadelen zoals negatieve effecten op bodembiodiversiteit en een relatief hoog energieverbruik.

Een aantal akkerbouwers in Nederland is daarom overgegaan op systemen voor bodembeheer waar de grond veel minder intensief bewerkt wordt. De ploeg is soms zelfs geheel aan de wilgen gehangen. Maar hiermee wordt ook een aantal voordelen van ploegen opgegeven. Een grote groep akkerbouwers wil wel de grond minder intensief bewerken maar wil de voordelen van het ploegen niet opgeven. Ondiep ploegen met een maximale diepte van 20 cm, maar bij voorkeur niet dieper dan 15 cm is hierbij een tussenoplossing waarbij bodemleven mogelijk gespaard wordt en die minder energie vraagt. De praktijk wil graag de huidige kennis over ondiep ploegen op een rijtje hebben om een beter gefundeerde keuze te kunnen maken voor het toe te passen systeem voor grondbewerking. In dit verslag is de voor Nederland meest relevante literatuur geïnventariseerd en zijn enkele praktijkervaringen verzameld.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de functies van het ploegen en worden aan de hand van de literatuur een aantal effecten van een geringe ploegdiepte besproken. In hoofdstuk 3 worden enkele ploegen besproken die geschikt zijn voor ondiep ploegen. In hoofdstuk 4 worden enkele gebruikerservaringen besproken. In de tekst verder in deze studie is de term 'ondiep ploegen' gebruikt voor een ploegdiepte tussen de 10 en 20 centimeter. De vergelijking wordt steeds gemaakt met de standaard diepte voor Nederland die tussen de 20 en 30 cm ligt.

## 2 Invloed ploegdiepte en ploegwijze op de bodem

### 2.1 Functies van ploegen

Ploegen is in Nederland de belangrijkste hoofdgrondbewerking. Bij ploegen wordt de grond gekeerd en zo vlak mogelijk gelegd. Ploegen vervult verschillende functies, deze zijn:

- Vergroting van het poriënvolume/verdichtingen wegwerken
- Verkruiemeling
- Sporen en putten vlak maken
- Wegwerken van gewasresten
- Onderwerken van onkruiden en onkruidzaden
- Onderwerken van met ziekten besmette gewasresten
- Gunstige uitgangspositie creëren voor zaai- en bedbereiding of poten

Na de oogst van een gewas is de grond verdicht door oogstmachines en tractoren. Gewasgroei wordt geremd door deze verdichtingen, zo kunnen wortels niet of minder door deze verdichtingen heen groeien en beperkt het de capillaire opstijging in een droge periode. In een natte periode kan het overtollige water niet afgevoerd worden door de verdichte laag en blijft het land langer nat. Zowel droogte als een teveel aan water kan veel schade aanrichten aan een gewas.

Tijdens de oogst worden vaak sporen gereden door de oogstmachines en door de combinaties die het product van het land afvoeren. Na de oogst van een gewas ligt het land in veel gevallen er niet meer vlak bij.

Bij goed ploegwerk wordt er een vlak resultaat afgeleverd. Dit is belangrijk voor het maken van een zaai- en bedbereiding voor het volgende gewas. De vlakligging van het ploegwerk heeft een weer invloed op de uiteindelijke regelmatige zaai- en bedbereiding van het nieuwe gewas. Een goede vlakligging is ook van groot belang voor een goed resultaat van mechanische onkruidbeheersing. Ook zal de oogst van rooigewassen beter verlopen bij vlak land.

Gewasresten die niet goed ondergewerkt zijn kunnen verschillende problemen geven tijdens het groeiseizoen. Allereerst kunnen zij zaaiwerkzaamheden belemmeren, vooral tijdens het precisiezaaien van fijnzadige gewassen kunnen gewasresten voor verstopte zaai elementen zorgen.

Veel ziekten en plagen overleven op gewasresten, sommige besmettingen van het volggewas kunnen worden voorkomen door besmet plantmateriaal van de voorvrucht onder te werken.

Ook onkruidzaden worden ondergewerkt tijdens het keren van de grond. Een deel van de zaden worden zo diep weggewerkt dat zij niet meer op kunnen komen. Ploegen kan dus een goede manier zijn om de onkruiddruk laag te houden.

De ploegdiepte is een belangrijke variabele bij ploegwerk. De gekozen ploegdiepte is afhankelijk van de omstandigheden zoals:

- Aanwezigheid en diepte van rijsporen
- Aanwezigheid en diepte van verdichtingen
- Diepte van de A-horizont
- Zwaarte van de grond en bontheid van het perceel

Meestal wordt in Nederland een ploegdiepte tussen de 20 en 30 cm aangehouden. Wanneer er een verdichting onder de ploegdiepte zit kan er een woeler op een ploeglichaam gezet worden. Deze woeler is in hoogte verstelbaar en kan op alle ploeglichamen bevestigd worden. Een woeler is goed voor het openbreken van verdichte lagen maar kan op sommige grondsoorten de capillaire opstijging bemoeilijken.

## 2.2 Het ploegwerk bij ondiep ploegen

### **Bovenover of door de voor**

In Nederland wordt bij het ploegen met een gangbare ploegdiepte van 20 tot 30 cm, meestal met de banden door de ploegvoor gereden. Bij ondiep ploegen wordt ook regelmatig gebruik gemaakt van ploegen die bovenover kunnen ploegen. Bij bovenover ploegen (on-land ploegen) rijdt de tractor niet met de banden door de ploegvoor, maar naast de ploegvoor bovenop het ongeploegde maaiveld. Voordeel hiervan is dat de banden niet onderin de ploegvoor de bodem kunnen verdichten en versmeren, dit is één van de grote veroorzakers van de ploegzool (zie hoofdstuk 2.3).

Bij het systeem waar de tractorband door de voor rijdt, is er wel meer vaste grond waarop tractorband grip kan krijgen. Bij het bovenover ploegsysteem kan gebruik gemaakt worden van brede lage druk banden of brede rupsen om meer trekkracht en draagvermogen te verkrijgen.

Ondanks dat er met brede banden of rupsen gewerkt kan worden, wordt met on-land ploegen eerder de limiet bereikt wat trekkracht betreft. Hierdoor zal minder onder natte omstandigheden worden geploegd en wordt er minder structuurbederf veroorzaakt. Deze beperking betekent wel dat er minder werkbare dagen voor het ploegen zijn.

On-land ploegen zijn uitgerust met een extra zwaar frame, de gebruikte tractor moet dus genoeg hefvermogen hebben om de zware ploeg te kunnen tillen. Doordat deze ploegen zwaarder gebouwd zijn, is de aanschafprijs ook hoger.

### **Vlakligging akker voor ploegen**

Met ondiep ploegen is het de kunst om ondanks de ondiepe werking toch de ploegsneden volledig om te keren en vlak af te leggen. Rijsporen en andere oneffenheden kunnen daarbij grote hinder geven en zorgen voor een minder vlak resultaat. Een teler kan eerst de rijsporen lostrekken en vlak maken met een cultivator, maar dit kost extra tijd en energie. Bovendien geeft de losse bovengrond minder grip voor de tractorbanden, dit kan vooral bij bovenover ploegen (zie voorgaande paragraaf) problemen geven.

### **Kwaliteit ploegwerk**

De ploegdiepte heeft een effect op de ligging van de ploegsneden en het uiteindelijke resultaat van het ploegwerk. Na ondiep ploegen ligt het land er minder grof en vlakker bij dan bij standaard ploegen (Kouwenhoven et al 2002). Dit heeft te maken met diepte/breedte verhouding die anders is bij ondiep ploegen. Bij standaard ploegdiepten wordt vaak 30:45 (2:3) aangehouden, bij ondiep ploegen houdt men 12:30 (2:5) aan (Kouwenhoven et al 2002). Bij ondiep ploegen wordt de losgesneden hierbij meer gekeerd en vlak gelegd. Dit heeft een positief effect op de bewerkbaarheid van de ploegsneden, deze kunnen namelijk in een vervolgbewerking, bijvoorbeeld zaaibed bereiding, goed en makkelijk bewerkt worden.

### **Kwaliteit zaaibed na ploegen**

Uit de literatuur blijkt dat ondiep ploegen een relatief fijne verkrumeling geeft met stevige en stabiele aggregaten met een relatief hoog vochtgehalte (Ball, 1995; Tebrügge and Wagner, 2000; Kouwenhoven et al 2002). Deze condities geven vaak een betere opkomst een betere infiltratie en minder kans op korstvorming (Kouwenhoven et al 2002)

Daarnaast is te verwachten dat de bewerkbaarheid van deze toplaag met jaren nog meer verbetert door de stijging van het organische stof gehalte dankzij de ondiepe kring van organische resten en behoud van het bodemleven.

### **Ploegdiepte en ploegtijdstip**

In het Nederlandse onderzoek van Kouwenhoven et al (2002) werd de zaaibed kwaliteit/bewerkbaarheid niet alleen vergeleken tussen standaard ploegen en ondiep ploegen. Er werd ook een vergelijking gemaakt tussen ondiep ploegen in het najaar en in het voorjaar. Hierin kwam naar voren dat op er weinig verschil was in zaaibedden die voorafgaand in het najaar of in het voorjaar waren geploegd.

Door Kouwenhoven et al (2002) wordt gesuggereerd dat ook op zwaardere gronden (> 30% afslibbaar) ondiep ploegen in het voorjaar mogelijk zou moeten zijn omdat de relatief dunne bouwvoor en het egale oppervlak na ondiep ploegen minder krimp en zwel nodig heeft om een goed zaaibed te kunnen maken

Uit het hetzelfde onderzoek kwam ook naar voren dat de in het najaar geploegde percelen op kleigronden een hoger vochtpercentage hadden en gemakkelijker verkruid konden worden.

Ploegomstandigheden zijn in het voorjaar vaak droger, waardoor er minder kans is op versmering en verdichtingen. Een eventuele groenbemester kan overwinteren en zorgen voor extra aanvoer van organische stof en de uitspoeling van stikstof beperken. De onkruiddruk is in het seizoen na voorjaarsploegen vaak lager dan bij ploegen in het najaar. Ook neemt bij voorjaarsploegen de kans op erosie af.

## 2.3 Effecten van ondiep ploegen

### **Ploegzool**

Vooraf onder (te) natte omstandigheden smeert de ploegschaar de onderste laag van de bouwvoor dicht. Ook wielslip in de voor heeft dit effect. Verder veroorzaakt ook de wieldruk in de voor verdichting. Deze verdichting onderin de voor wordt de ploegzool genoemd. Wanneer men langjarig op dezelfde diepte ploegt, wordt deze ploegzool steeds dikker.

Op gronden waar het risico op een ploegzool groot is wordt vaak gebruik gemaakt van ondergronders die op de ploegscharen zijn gemonteerd. Deze woelpoten trekken de ploegzool direct weer los. Wanneer de ondergrond te nat is, kunnen de woelpoten de ondergrond echter alsnog versmeren. Verder vraagt het gebruik van ondergronders meer trekkracht en wordt er dus meer diesel verbruikt.

Bij ondiep ploegen is de kans op het ontstaan van een ploegzool aanzienlijk minder. Hoe minder diep er wordt geploegd hoe minder kans op te natte omstandigheden op de ploegdiepte.

Doordat alleen de bovenkant van de bouwvoor wordt geploegd, wordt de ploegschaar door drogere grond getrokken. Sommige ploegen die geschikt zijn voor ondiep ploegen, zijn als on-land ploeg uitgevoerd (zie hoofdstuk 3). Hierdoor treedt ook geen wielslip en verdichting op als gevolg van het rijden door de voor.

Door het ondiep ploegen is minder trekkracht nodig waardoor het trekkracht probleem van het on-land systeem minder sterk speelt. Ondiep ploegen heeft verder een positief effect op het bodemleven. Een actief bodemleven kan een sterke overgang tussen het wel en het niet geploegde deel verder beperken.

### **Organische stof en nutriënten**

Uit langjarig onderzoek in Zweden (Etana et al, 1999 ) en Noorwegen (Börresen and Njös, 1994 ) en bleek het totale organische stof gehalte niet te veranderen bij ondiep ploegen. De diepte van groundbewerkingen hebben vooral effect op de verdeling van de organische stof door het profiel, De organische stof concentreerde zich in de ondiep geploegde laag, de laag beneden de ploegdiepte had een lager organische stof gehalte.

Franzluebbbers (2000) geeft aan dat de gelaagdheid van bodem organische stof een indicator voor bodemkwaliteit is. De concentratie van organische stof in de toplaag vermindert de kans op slomp (Hakansson et al., 1998) en winderosie op lichte gronden. Het verbetert ook de waterinfiltratie. De hogere concentratie organische stof inde toplaag verbeterde ook de kwaliteit van het zaai-bed (Kouwenhoven et al, 2002 )

Ellmer et al (2000) constateerden bij langjarige experimenten een verhoogd fosfor gehalte in de bovenste laag. Deze verhoogde fosfor concentratie kan positief uitpakken bij de door de Nederlandse wetgeving beperkte fosfor giften.

De verhoging van organische stof gehalte en van bodemleven zal naar verwachting ook voor een hogere stikstof mineralisatie zorgen. Hierbij wordt ook de beschikbaarheid van plantopneembare N in de bovenste laag verhoogd wordt. Door de hogere concentraties van nutriënten en de betere structuur van de toplaag zal ook de doorworteling in de toplaag verbeteren en de doorworteling in de onderlaag mogelijk verslechteren. Dit geeft het mogelijk het risico op een tekort aan nutriënten en water in de tweede helft van

het seizoen (Nicou et al., 1993). Stikstoftekort later in het seizoen is in een aantal experimenten waargenomen (Kouwenhoven, 1998; Bonciarelli and Archetti, 2000)

Meer intensieve grondbewerking, speciaal wanneer uitgevoerd in de herfst verhoogt volgens Rasmussen (1999) de stikstof uitspoeling. Uitstellen van ploegen tot het voorjaar kan de stikstofuitspoeling sterk verminderen (Stenberg et al 1997,1999; Kouwenhoven et al 2002). Additioneel effect bij voorjaarsploegen is dat een groenbemester kan overwinteren en daarmee de stikstofuitspoeling verder kan beperken.

### **Invloed van ploegdiepte op bodemleven**

Het grootste gedeelte van het bodemleven bevindt zich in circa de bovenste 12 cm van de bodem. De activiteit en hoeveelheid van het bodemleven neemt sterk af naarmate men dieper in de bodem komt. Bij de standaard ploegdiepte in Nederland van tussen de 20 en 30 cm, wordt deze laag van 12 cm deels begraven en deels naar de oppervlakte gekeerd waar deze uitdroogt of wordt opgegeten. Daarnaast worden alle opgebouwde structuren als poriënstelsels en schimmelstructuren afgebroken. Een groot deel van het bodemleven sterft af na een diepe ploeg bewerking.

Verminderd intensieve grondbewerking heeft een positieve invloed op het bodemleven. Dit geldt het meest sterk voor vormen van minimale, niet kerende grondbewerking. Maar ook een geringere ploegdiepte heeft een positief effect op het bodemleven. De ploegdiepte zou voor het bodemleven niet dieper dan 12 cm moeten zijn. Er dient echter een optimum gevonden te worden tussen het sparen van bodemleven en de andere gunstige effecten van ploegen zoals onderwerken van onkruidzaden, gewasresten en groenbemester, die bij baat hebben bij een grotere ploegdiepte.

### **Ploegdiepte en waterhuishouding**

Bij ondiep ploegen wordt meestal een verhoogde indringingsweerstand van de grond gevonden. Deze verhoogde indringingsweerstand leidt, na de startjaren, echter niet tot een verminderde waterberging, waterinfiltratie en capillaire opstijging (Kouwenhoven et al, 2002) bij ondiep ploegen. In de eerste jaren van omschakeling van diep naar ondiep ploegen is soms echter wel een verminderd waterhoudend vermogen en/of verminderde waterinfiltratie vastgesteld (Kouwenhoven et al 2002; Hoeks, 1996; Van Ouwerkerk, 1989).

Bij ondiep ploegen wordt op de middellange (>3 jaar) termijn een geleidelijk verbeterende waterinfiltratie en capillaire opstijging verwacht vooral door omvangrijker en actiever bodemleven. Ook het vochthoudend vermogen van de bewerkte bovenlaag wordt verwacht te stijgen vanwege de betere verkruiemeling en het hogere organische stof gehalte. Er zijn echter geen goede literatuurreferenties gevonden die deze theorie met betrekking tot ploegdiepte bevestigen.

### **Onkruiddruk en onderwerken van gewasresten en groenbemers**

Zaadonkruiden ontkiemen voor het grootste deel uit de bovenste 2,5 cm van de bodem. Experimenten met de verspreiding van onkruidzaden in afhankelijkheid van de ploegdiepte toonden aan dat bij ondiep ploegen er 11% meer onkruidzaden in de bovenste 6 cm zaten dan bij de gangbare ploegdiepte (Van Melick,1996). Vaak worden negatieve effecten van ondiep ploegen op opbrengst toegeschreven aan een hogere onkruiddruk (Riley and Ekeberg, 1998, Börresen and Njös, 1994). Vooral in jaren met een hoge onkruiddruk (vanwege een grote hoeveelheid zaadzettend onkruid in het voorgaande jaar) zijn er grote verschillen (Börresen and Njös, 1994; Roberts 1963). In jaren met een 'normale' besmetting met onkruidzaad werden in Engelse experimenten geen verschillen gevonden tussen diep en ondiep ploegen in het aantal kiemkrachtige onkruidzaden (Roberts 1963).

De grotere onkruiddruk bij ondiep ploegen hangt ook sterk af van het ploegtijdstip. Wanneer door de geringere ploegdiepte op voorjaarploegen kan worden overgegaan dan kan de druk van zaadonkruiden in vergelijking met het standaard najaarsploegen juist afnemen (Kouwenhoven et al, 2002). Bakken et al (2009) vergeleken in Noorwegen de onkruiddruk bij diepe en ondiep ploegen in het voorjaar, hier gaf een geringere ploegdiepte op verschillende grondsoorten meestal een hoger onkruiddruk.

Ondiep ploegen pakt beter uit voor de beheersing van aardappelopslag en wilde haver. Achtergebleven aardappels bevriezen meer en opslag van wilde haver is gemakkelijker te bestrijden bij ondiep ploegen. De meeste auteurs (Hakansson et al, 1998; Kouwenhoven et al, 2002; Pekrun et al, 2004) geven ook aan dat vooral meerjarige onkruiden voor problemen kunnen zorgen bij ondiep ploegen.

Het goed onderwerken van gewasresten en groenbemesters gaat gemakkelijker bij een grotere ploegdiepte. Aanbevolen wordt om bij een geringe ploegdiepte groenbemesters hoger dan 30 cm en stoppels groter dan 15 cm, voor te bewerken door ze te verhakselen en/of licht in te werken. Een lichte bewerking kan echter de grip van de tractorbanden bij het ploegen negatief beïnvloeden. Een ander probleem is dat de ploegen bij een grote hoeveelheid gewasresten/groenbemesters, gemakkelijk 'vol' kunnen lopen (zie praktijkervaringen, hoofdstuk 3)

### **Invloed van ploegdiepte op gewasopbrengst**

Invloed van ploegdiepte is sterk gewas-, grondsoort- en jaarafhankelijk. Suikerbieten en erwten blijken gemiddeld baat te hebben bij een wat grotere ploegdiepte terwijl voor granen en aardappels de ploegdiepte geen verschil maakt (Kouwenhoven 2002). Pootaardappelen gaven een licht verhoogde opbrengst bij een geringe ploegdiepte. In langjarig Zweeds onderzoek (Hakansson et al, 1998; Nilsson, 1981) bleken op de zand- en leemgronden de opbrengsten bij een grotere ploegdiepte, hoger te zijn. De belangrijkste opbrengstverlaging bij ondiep ploegen bleek te worden veroorzaakt door een hogere onkruiddruk en onvoldoende effectieve onkruidbestrijding. Bij de komst van effectievere herbiciden en verbeterde onkruidbeheersingstechniek vallen de verschillen in opbrengst bij de leem en kleigronden voor een belangrijk deel weg. De meeste literatuur geeft echter aan dat er gemiddeld vrij weinig effect is van ploegdiepte op de opbrengst.

### **Capaciteit en energieverbruik**

Metingen van het energieverbruik van een Rumpstad Ecoploeg en een conventionele ploeg (Kouwenhoven et al, 2002) gaven aan dat op een gemiddeld zware grond, de Ecoploeg 1,02 en de conventionele ploeg 1,08 liter per hectare per cm ploeg diepte verbruikte. Bij een ploegdiepte van de Ecoploeg van 15 cm en een ploegdiepte van de conventionele ploeg van 25 cm, komt dit neer op een dieselvebruik van 15,3 liter per hectare voor de Ecoploeg en van 27,0 liter per hectare voor de conventionele ploeg. Bij het plaatsen van woelers op de ploeg gaat het verbruik 10% omhoog en wordt de rijnsnelheid ca. 2-3% vermindert (Kouwenhoven 1998).

Door de vaak grotere werkbreedte bij hetzelfde benodigde vermogen voor de beschikbare ploegen voor ondiep ploegen, is naar de capaciteit (geploegd oppervlak per uur) van ondiep ploegen groter. Dit aspect wordt ook in de literatuur genoemd en wordt bevestigd in de interviews

### **Uitgangssituatie en overgangperiode van diep naar ondiep ploegen**

Bij de overgang van een gangbare ploegdiepte naar ondiep ploegen kunnen de eerste jaren na de overgang enkele nadelige effecten optreden. Daarnaast is er ook ervaring en ontwikkeling van kennis en vakmanschap nodig om met een geringe ploegdiepte te kunnen werken. In de eerste jaren zal vaak wat leergeld betaald worden.

Bij overgang naar een systeem waar ondiep geploegd wordt moet de uitgangssituatie goed in orde zijn. Verdichtingen als een oude ploegzool, een ongelijke vlakligging door bijvoorbeeld rijsporen, slechte afwatering, veel zaad van eenjarige onkruiden in de bodem, hoge besmetting van wortelonkruiden etc. kunnen door het ondiep ploegen veel minder makkelijk opgelost worden. De toepassing van een rijpadensysteem waarbij de teeltstroken niet of zo weinig mogelijk worden bereiden, past hier goed bij de keuze om ondiep te gaan ploegen.

Uit het onderzoek van Kouwenhoven et al (2002) blijkt dat de eerste jaren na de overgang naar ondiep ploegen soms een verhoogde indringingsweerstand, een verminderde waterinfiltratie en een verminderde water opslagcapaciteit kan optreden. Dit wordt verklaard doordat er een nieuwe, ondiepere ploegbodem wordt gecreëerd waarbij de aansluiting met de ondergrond nog niet goed is. Deze scherpe overgang zal geleidelijk verdwijnen door een actiever bodemleven. In de experimenten van Kouwenhoven en anderen werden deze effecten in latere jaren niet meer waargenomen. De oplossing voor het probleem was, om in de overgangsjaren woelers op de ploeg te monteren.

## 3 Ploegtechniek

Op dit moment zijn er 3 fabrikanten die ook voor de Nederlandse markt een ploeg op de markt hebben die specifiek voor ondiep ploegen ontworpen is. Deze merken zijn:

- Rumpstad, met de 'Ecoploeg' (RSP 2000)
- Kverneland, met de 'Ecomat'
- Ovlac, met de 'mini'

Het in Nederland uitgevoerde onderzoek aan ondiep ploegen door van Kouwenhoven et al, is uitgevoerd met de Rumpstad Ecoploeg.

Verder ontwikkelde Lemken een speciaal raster dat geschikt is voor ondiep ploegen, het P50 raster. Dit raster is meer cilindrisch en heeft bij ook bij een ondiepe ploegdiepte een voldoende kerende werking. Voor gebruik moeten landbouwers hun standaardristers van hun gangbare ploeg halen, het P50 raster monteren en de ploeg vrij smal zetten.

Naast deze machines zijn er nog enkele ploegrister op de markt waarvan geclaimd wordt dat ze zowel voor diep als ondiep ploegen geschikt zijn. In de praktijk blijkt dit lastig te realiseren omdat deze risters vaak niet in staat zijn om bij ondiep ploegen goed en vlak ploegwerk af te leveren

### **Rumpstad Ecoploeg**

Rumpstad brengt de zogenaamde Ecoploeg op de markt. Als uitgangspunt van de Ecoploeg heeft Rumpstad hun bekende raster-480 gebruikt en dit aangepast totdat dezelfde kering en vlakke mogelijk was maar dan met een veel kleinere werkdiepte. Dit raster werd het raster-580 genoemd, dit raster kenmerkt zich net als het standaard raster door:

- Vlakke ploegsneden
- Goede kering van de ploegsneden
- Goede aansluiting tussen de ploegsneden
- Goede slijtvastheid

De Rumpstad Ecoploeg is in 2 modellen te verkrijgen, het betreft beide gedragen wentelploegen die alleen bovenover kunnen werken. Er is een 7-schaar model en een 8-schaar model. Het 7-schaar model heeft een snijbreedte van 30 cm, het 8-schaar model hanteert een 26 cm brede snijbreedte. Rumpstad adviseert een tractor van +/- 130 pk om de ploeg te trekken. De ploeg maakt geen gebruik van schijven om de groundbalk los te snijden, maar een tipkouter dat op de voorschaar gemonteerd is. Deze snijdt de groundbalk niet alleen af, maar zorgt ook al voor enige kering van gewasresten. De Rumpstad Ecoploeg kan tussen de 12 en 20 cm diep ploegen.

### **Kverneland Ecomat**

In de jaren 90 ontwikkelde Kverneland een ploeg die geschikt is voor ondiep ploegen. Doordat het Kverneland een Scandinavisch merk is, werd de ploeg met name ontworpen voor deze markt en typerende grondsoorten. Omdat er veel lichte grond aanwezig is in deze regio ontwikkelde Kverneland ook een vorenpakker (de zogenaamde Packomat) die de vorige werkgang aandrukt. In tegenstelling tot de Rumpstad Ecoploeg en de Ovlac Mini ploeg, is de Kverneland Ecomat niet leverbaar als on-land ploeg, hij is echter wel in breedte verstelbaar door middel van een vario besturing. Deze bedraagt tussen de 30 en 50 cm per ploeglichaam. De Ecomat is leverbaar in een 5,6,7 of 8-scharige uitvoering. Net als de Rumpstad Ecoploeg en Ovlac miniploeg maakt de Ecomat geen gebruik van schijven, wel is een soort van stro-inlegger leverbaar die ervoor zorgt dat gewasresten goed ondergewerkt worden.

### **Ovlac Mini**

De Ovlac mini ploeg kan tussen de 8 en 20 cm diep ploegen en is beschikbaar in verschillende uitvoeringen. Zowel rondgaande als wentel modellen zijn leverbaar. De kleinste versie heeft 6 scharen en heeft dan een

werkbreedte van 195 cm, de grootste versie heeft 14 scharen, met een werkbreedte van 455 cm. Voor het grootste model is er minimaal +/- 200 pk nodig voor voldoende trekkracht, het kleinste model heeft aan +/- 80 pk voldoende. De grootste uitvoering weegt ongeveer 2000 kg, de kleinste 900 kg. De ploeg maakt geen gebruik van schijven, wel zijn er 2 verschillende stro/mest inlegger leverbaar en kan er ook gekozen worden voor een strokenrister. Net als de Rumpstad rijdt deze ploeg bovenover.



## 4 Praktijkervaringen

In dit hoofdstuk komen de ervaringen van enkele telers aan bod die ondiep ploegen toepassen op hun bedrijf, of dit hebben toegepast. Aan de hand van een interview zijn er vragen gesteld die deze personen hebben beantwoord.

### **Interview met Norbert Huijts**

**Naam:** Norbert Huijts

**Locatie:** Voerendaal

**Bedrijf:** Kasteelhoeve Puth, biologisch akkerbouw

**Grondsoort:** Löss

**Bouwplan:** Brouwgerst, Spelt, Doperwten, grasklaver, aardappelen, rode kool, witte kool en pompoenen

**Type ploeg:** Rumpstad Ecoploeg,

#### **Sinds wanneer ploegt u ondiep en wat was de beweegreden voor deze stap?**

'Ik ben begin 2000 overgestapt van gangbare teelt naar biologische akkerbouwteelten. Toen paste ik NKG toe vanwege erosie problemen op de löss grond. Toen ik overstapte naar biologische bedrijfsvoering kreeg ik echter problemen met onkruiden. Bij NKG is de onkruiddruk hoger omdat onkruid niet goed worden ondergewerkt en kapot worden gemaakt. Toen ik nog gangbare teelde was dit niet zo'n groot probleem, voordat het gewas boven stond kon ik round-up spuiten. Stond het gewas eenmaal boven, dan had in nog altijd herbiciden die ik kon inzetten. Daarom besloot ik in 2003 om een Rumpstad Ecoploeg aan te schaffen. Ik pas het NKG systeem nog steeds deels toe, brouwgerst percelen ploeg ik altijd, de percelen die ik ploeg kan ik namelijk sneller inzaaien, deze zijn eerder opgewarmd en droog. Gewassen die ik laat in het voorjaar zaai ploeg ik niet, hier gebruik ik NKG en heb ik genoeg tijd om de grond op te laten drogen en op te warmen.'

#### **Heeft u destijds ook naar andere vormen van grondbewerking gekeken zoals NKG of spitten?**

'Ik wou zeker niet met een spitmachine aan de gang, dit vind ik een te intensieve bewerking. Omdat ik een biologisch akkerbouwbedrijf heb, moet mijn bodem in topconditie zijn om voldoende weerstand te hebben. Ik wil dan ook geen intensieve grondbewerkingen dieper dan 12 cm, ook het ploegen gebeurt tussen de 10 en 12 cm. NKG vind ik wel een mooi systeem, het is alleen jammer van de onkruiddruk en de tragere opwarming van de grond.'

#### **Wat vindt u de grootste voordelen van het ondiep ploegen?**

'Het combineert de voornaamste voordelen van ploegen met de voornaamste voordelen van NKG. Ik kan met de Ecoploeg namelijk gewasresten en onkruiden netjes onderwerken, maar tevens houd ik het bodemleven zo intact mogelijk.'

#### **Welke voordelen kwamen snel naar voren, welke voordelen later?**

'Ik kon meteen merken dat de onkruiddruk afnam toen ik voor het eerst met de Ecoploeg aan de slag ging. Daarnaast moest ik veel minder lang wachten voordat ik het perceel weer kon inzaaien, de grond was sneller bekwam om ingezaaid te worden, dit heeft tot gevolg dat ik meer werkbare dagen heb.'

#### **Welke nadelen ondervindt u en hoe gaat u daarmee om?**

'Het is misschien niet altijd even vlak, meestal trek ik de percelen wel eerst los met een cultivator, dit doe ik om het land wat vlakker te maken en om groenbemesters/gewasresten al wat beter te mengen met de grond. Af en toe wilt er nog wel eens een overgebleven stukje loof uit de ploegsneden steken, maar dit vind ik geen probleem, mijn bodem en het bodemleven gaat voor.'

#### **Waren er zaken die u tegenvielen of juist meevielen?**

'Ik ben erg tevreden over de resultaten die ik tot nu toe zie, ik kan ook niet zeggen dat ik minder gewasopbrengsten heb.'

#### **Is het systeem overal inzetbaar in Nederland of zijn er grenzen?**

'De kring van de ploeg zal misschien niet meevallen op zware klei (+50% afslibbaar). Maar dit zal wel na verloop van tijd verbeteren, doordat de ploeg de gewasresten ondiep onderwerkt neemt het organische stofgehalte behoorlijk snel toe in de kleinere bouwvoor waardoor de bewerkbaarheid verbeterd.'

#### **Wilt u nog verbeteringen doorvoeren**

'De dieptestelling van de ploeg gaat misschien iets te omslachtig, maar dit hoef ik maar één keer in te stellen aan het begin van het ploegseizoen. Om optimaal werk te leveren zou ik eigenlijk het rijpadensysteem moeten toepassen op mijn bedrijf. Hiermee zou ik nog minder rijsporen en verdichtingen hebben wat weer gunstig is voor het bodemleven, ook het ondiepe ploegen zou dan nog beter uit de verf komen.'

#### **Bent u tot zover tevreden, durft u het collega's aan te raden?**

'Ik ben zeer tevreden over het systeem. Doordat ik 12 cm diep ploeg verbruik ook veel minder brandstof ten opzichte van het standaard ploegen. Ik rijd bovenover met een 7 schaar en heb dus een behoorlijke capaciteit. De tractor van 125 pk heeft geen moeite met het trekken en heffen van de ploeg. Ik zet de bandenspanning zo laag mogelijk, meestal is dat rond de 1 bar, lager zou ik wel willen maar daarvoor zou ik eigenlijk nog bredere banden moeten kopen. Het bovenover ploegen bevalt me prima, ik reduceer zo de kans op een ploegzool aanzienlijk. Het is echter wel opletten met sturen, ik maak namelijk geen gebruik van een GPS stuurautomaat. Handmatig sturen is wel te doen, het vergt alleen aandacht en wat ervaring, ik heb mijn buitenspiegels tijdens het ploegen iets naar onderen gericht zodat ik de aansluiting met de laatste ploegsnede goed in het vizier heb. Zeker biologische telers durf ik het systeem aan te raden.'

### **Interview met Gerard Lanting**

Naam: Gerard Lanting

Locatie: Oosterhesselen (Drenthe)

Bedrijf: Biologisch akkerbouw bedrijf

Grondsoort: zand

Bouwplan: Waspeen, spinazie, erwten, zomertarwe, venkel

Type ploeg: Rumpstad Ecoploeg

#### **Sinds wanneer ploegt u ondiep en wat was de beweegreden voor deze stap?**

'Ik ploeg sinds 3 jaar met de Rumpstad Ecoploeg. Ik ben hiermee begonnen omdat ik biologische gewassen teelt op zandgrond en er dus zeker van moet zijn dat mijn grond in topconditie is. Ondiep ploegen kan dit bereiken doordat het bodemleven bespaart blijft door de ondiepe kering. Daarnaast houdt het mineralen bovenin waardoor mijn gewassen er meer profijt van hebben. Ik kon niet op NKG overstappen omdat ik met de onkruiddruk zit, deze is op mijn bedrijf hoog doordat ik biologisch teelt en door de grondsoort. Onze grond is zwart zand en heeft van nature een zeer hoge onkruiddruk, dit is voor mij als biologische teler een enorme uitdaging.'

#### **Heeft u destijds ook naar andere vormen van grondbewerking gekeken zoals NKG of spitten?**

'Mijn gangbare collega's om mij heen ploegen geen van allen meer, deze bedrijven maken gebruik van roterende spitmachines. Ik gebruik deze niet omdat onkruiden niet goed ondergewerkt worden, de gangbare bedrijven hebben daar geen last van omdat zij voor het spitten alles kapot spuiten met round-up. Ook vind ik spitten een zeer intensieve grondbewerking, ik denk niet dat het bodemleven daar profijt van heeft, eerder last vrees ik. NKG zie ik niet zitten vanwege de onkruiddruk.'

#### **Wat vindt u de grootste voordelen van het ondiep ploegen?**

'De capaciteit, met een 7 schaar die bovenover ploegt schiet het lekker op, ik heb op deze manier meer werkbare dagen voor andere werkzaamheden. Ik ploeg met een John Deere 6230 met een nominaal motorvermogen van 110 pk. Hiermee kan ik zonder problemen de ploeg heffen en trekken, daarnaast maak ik gebruik van een RTK-GPS stuurautomaat van Autofarm. Deze stuurt de trekker aan waardoor ik kaarsrecht kan ploegen. Het bovenover ploegen bevalt me ook, hierdoor heb ik minder kans op verdichtingen die snel kunnen optreden op mijn lichte zandgrond. Daarnaast houdt ploegen het de onkruiddruk laag en wordt bodemleven bespaart en blijft het bodemleven bovenin de bouwvoor zodat de gewassen er maximaal profijt van hebben.'

#### **Welke voordelen kwamen snel naar voren, welke voordelen later?**

'Ik merk in droge perioden dat mijn gewassen er sterker en frisser bijstaan. Dit komt omdat de bodemstructuur en bodemleven in orde zijn waardoor ook de vochtvoorziening stukken beter is. Daarnaast merk je goed dat de onkruiddruk beter onder controle is.'

#### **Welke nadelen ondervindt u en hoe gaat u daarmee om?**

'In het begin had ik veel problemen met de kering van de grond, Rumpstad heeft dit al voor een deel kunnen oplossen. Vaak moet ik toch nog een 18 cm diep ploegen om voldoende kering te krijgen. Ik ploeg altijd in het voorjaar, voordat ik ga ploegen is het land al bewerkt. Vaak komt er biologische mest op van

collega waar ik land meer ruil. Deze moet ingewerkt worden zodat de mest goed gemengd is met de grond, daarnaast wist het de rijsporen alvast uit en wordt het onkruid ook al wat ondergewerkt. Als wij in het voorjaar regen krijgen met daarna zon, kunnen de percelen er groen bijstaan van het onkruid.'

#### **Waren er zaken die u tegenvielen of juist meevielen?**

'Ik had niet verwacht dat ik zoveel problemen zou krijgen met de kering van de grond. Omdat de zandgrond makkelijk bewerkbaar is voorzag ik geen problemen. Maar nu weet ik dat in veel gevallen mijn grond te gemakkelijk te bewerken is. Doordat de grond bovenop al vaak los ligt, is er weinig weerstand op de ploeg en keert de grond niet mooi.'

#### **Is het systeem overal inzetbaar in Nederland of zijn er grenzen?**

'Ik heb stiekem toch nog twijfels over de inzetbaarheid op lichte grond. Als gebruiker moet je het (negatieve) effect van voorbewerkingen niet onderschatten. Onderwerken van dikke gewasresten of loofmassa kun je vergeten, de ploeg loopt dan meteen vol.'

#### **Wilt u nog verbeteringen doorvoeren**

'Om de kering te verbeteren zijn de tipkouters en voorploegjes eraf gehaald, in plaats daarvan zijn er stro inleggers gemonteerd. Daarnaast zitten er nu ook ondergronders op alle ploeglichamen, dit heb ik toch nog nodig om verdichtingen op te heffen en om een ploegzool te voorkomen. Na het ploegen hanteer ik een rijpadensysteem van 1,5 meter. Ik zou wel naar rijpaden van 3 meter willen maar dat vergt wel erg veel aanpassingen aan mijn machinepark. Ook de oogst op rijpaden blijft gewoon een zeer lastig verhaal. Maar mocht ik dit toch door kunnen voeren, dan zou het resultaat van de Ecoploeg beter zijn.'

#### **Bent u tot zover tevreden, durft u het collega's aan te raden?**

'Ik ben nog niet helemaal tevreden, de resultaten zijn zeer wisselend. Soms is het ploegwerk goed, dan is de kering goed, zijn alle resten en onkruiden goed gekeerd en liggen de ploegsneden vlak en aansluitend. Maar nog te vaak is het ploegwerk niet goed genoeg, niet vlak en onvoldoende kering. Wanneer er veel gewasresten en groen op het perceel aanwezig is, loopt de ploeg te snel vol. De ploeg is misschien nog niet helemaal bedrijfszeker genoeg.'

### **Interview met Carlos Govaert**

Naam: Carlos Govaert

Locatie: Oostburg (Zeeland)

Bedrijf: Govaert, gangbaar akkerbouwbedrijf

Grondsoort: Zeeklei, 45% afslibbaar (minimaal 35%, maximaal 50%)

Bouwplan: Aardappelen, uien, vlas, wintertarwe en kapucijners

Type ploeg: Rumpstad Ecoploeg

#### **Sinds wanneer ploegt u ondiep en wat was de beweegreden voor deze stap?**

'Ik ben in 2007 begonnen met ondiep ploegen, voornamelijk omdat mijn kleigrond lastig bewerkbaar is en ik hier wat aan wou doen. Bovenover ploegen leek mij verstandig vanwege het vermijden van een ploegzool, met mijn vorige ploeg reed ik altijd met de tractor in de voor en verdichte ik daar de bodem. Ik wou een systeem gebruiken waarmee ik meer capaciteit had zodat ik tijdens goede omstandigheden veel werk kon verzetten. Ik voer de meeste werkzaamheden zelf uit dus moet ik voldoende capaciteit hebben zodat ik al het werk zelfstandig kan rond zetten. Naast meer capaciteit zocht ik ook naar een systeem dat energie besparend was, de taaie kleigrond ploegt moeilijk waardoor ik elk jaar veel diesel verstookte. Dit alles moest dus bereikt worden door minder grond te gaan verzetten, de overschakeling naar ondiep ploegen was dus een logische stap.'

#### **Heeft u destijds ook naar andere vormen van grondbewerking gekeken zoals NKG of spitten?**

'Ik heb al jaren een krukasspitter, op de kleigrond werkt deze machine behoorlijk goed. Toen ik nog 27 cm diep ploegde had ik vaak problemen met de verwerking van deze grond, de ploegsneden waren zo dik dat zaai- en rooiwerkzaamheden niet mee viel en tijdens rooiwerkzaamheden er veel kluiten werden opgerooid. De krukasspitter had dit veel minder doordat het land er minder grof bij lag en beter verweerde, echter met deze machine worden gewasresten niet mooi ondergewerkt waardoor er later problemen optraden met het uien zaaien. De zaai elementen van de uienzaaier raakte verstopt doordat gewasresten bovenop het maaiveld lagen. Daarnaast zag ik dat deze gespitte percelen al gauw last kregen van regenwormen. Deze zaten massaal in het bovenste gedeelte van de bouwvoor en verkitten de grond. Wanneer dit droog werd kreeg ik last van keiharde kluiten die tijdens oogstwerkzaamheden voor veel problemen zorgden, die

konden namelijk niet machinaal verwijderd worden. NKG begin ik niet aan op mijn grond, lijkt mij zeer lastig op pittige klei.'

#### **Wat vindt u de grootste voordelen van het ondiep ploegen?**

'Het bovenover rijden bevalt me wel, ik hoef me weinig zorgen te maken over het ontstaan van een ploegzool. Ook de capaciteit vind ik een groot voordeel, met een 8 schaar die 30 cm ploegt schiet het mooi op, ik rijd ongeveer 5 km/h, misschien 6 km/h op lichtere delen van mijn land. Daarnaast houd ik meer organische stof en mineralen bovenin de mini bouwvoor waardoor mijn gewassen er gemakkelijker bij kunnen.'

#### **Welke voordelen kwamen snel naar voren, welke voordelen later?**

'Ik merkte meteen dat het land er netjes bij lag en ik veel makkelijker een zaaibed kon maken, ik schrijf dit toe aan de mooie diepte/breedte verhouding. Doordat ik smallere ploegsneden heb, verkruid mijn grond vele malen mooier en ligt alles ook vlakker. Ik kan met minder energie een zaaibed bereiden en tijdens het rooien merk ik dat ik minder kluiten heb. Ook het brandstof verbruik daalde wel wat, maar doordat ik met een 8 schaar ploeg (2,4 meter breed) heeft mijn 6-cilinder van 150 pk er nog behoorlijk werk aan. Mijn opbrengsten zijn hetzelfde gebleven, ik heb een keer ondiep ploegen vergeleken met spitten, daar kwam geen verschil uit.'

#### **Welke nadelen ondervind u en hoe gaat u daarmee om?**

'Zodra het iets nattig wordt, heeft bovenover ploegen geen schijn van kans, er ontstaat dan te veel slijp. Daarnaast zijn verdichtingen funest voor ondiep ploegen, ik kan dan ook geen percelen ploegen waar aardappelen of uien hebben gestaan. Wanneer ik een verdichting tegenkom met de Ecoploeg, komt hij omhoog. Daarnaast zijn er grote problemen met het onderploegen van groenbemesters zoals gele mosterd en bladrammenas die ik nog wel eens na de tarweoogst zaai. Zelf wanneer ik deze kapot frees voor het ploegen loopt de ploeg te snel vol.'

#### **Waren er zaken die u tegenvielen of juist meevielen?**

'Wat mij tegenviel is de beperkte inzetbaarheid van deze machine, ik had gedacht dat ik veel meer met deze ploeg zou kunnen werken. De krukasspitter heb ik niet verkocht, deze wou ik als reserve houden en dat is maar goed ook. Ik had wel problemen verwacht met waterberging, daarvoor werd ik ook gewaarschuwd. Maar met mijn huidige ploegdiepte van 17-20 cm is er geen enkel probleem.'

#### **Is het systeem overal inzetbaar in Nederland of zijn er grenzen?**

'De Ecoploeg kan goed werk afleveren mits de veldomstandigheden maar goed genoeg zijn. Zolang het maar droog genoeg is, er geen bodemverdichtingen en het land maar kaal genoeg is, kan deze machine mooi ploegwerk leveren. Het valt echter niet mee om aan al deze voorwaarden te voldoen, zeker niet op zware kleigronden. Ik ben bang dat deze machine op veel bedrijven al snel tegen zijn grenzen aan zit.'

#### **Wilt u nog verbeteringen doorvoeren**

'De ploeg moet eigenlijk ruimer zijn gebouwd, met name in de hoogte zoals een standaard ploeg. Op deze manier kunnen gewasresten en groenbemesters netjes ondergeploegd worden zonder dat alles volloopt. Misschien zou ik nog wat bredere banden op mijn tractor willen monteren, ik zou de banden dan nog wat slapper kunnen zetten voor nog meer tractie. Op dit moment rijd ik met 650 banden met 0,8 bar.'

#### **Bent u tot zover tevreden, durft u het collega's aan te raden?**

'Wanneer ik kan ploegen met deze machine ben ik gewoon tevreden, er is niets op het ploegwerk aan te merken. Ik bespaar een hoop tijd en energie en het is goed voor mijn grond. Ik moet echter toegeven dat na al deze jaren de Ecoploeg nog steeds maar beperkt inzetbaar is en dat is toch wel een tegenvaller. Ik snap daarom ook wel dat niet iedereen massaal overstapt op dit systeem, ik zelf heb het geaccepteerd en denk dat het voor mijn taaië grond toch wel nut heeft.'

## 5 Discussie en aanbevelingen

### **Voordelen moeilijk zichtbaar in rendement**

Uit de literatuurstudie blijkt dat ondiep ploegen een aantal duidelijke voordelen heeft, maar ook een aantal beperkingen. Ondiep ploegen is duidelijk niet het krachtige middel waarmee acute problemen die elders in het teeltproces veroorzaakt zijn, opgelost kunnen worden. Verdichtingen, een ploegzool, rijsporen, wortelonkruiden en een hoge druk van zaadonkruiden worden met ondiep ploegen duidelijk minder effectief aangepakt dan bij een standaard ploegdiepte. Veel van de voordelen van ondiep ploegen ten opzichte van de standaardploegdiepte, zoals een beter bodemleven en een betere structuur ontwikkelen zich in de loop van de jaren. Door deze langzame verandering zijn de effecten op kosten en opbrengsten moeilijk waarneembaar. Een deel van de positieve effecten, zoals minder nitraat uitspoeling en een mogelijk hogere nutriënten efficiëntie, zijn meer gericht op duurzaam telen en leveren geen direct voordeel op voor de teler. Een aantal positieve aspecten die in de literatuur worden genoemd, zoals een goed zaabed en een mooie vlakligging, worden door de geïnterviewde telers bevestigd.

Voordelen die mogelijk wel relatief snel zichtbaar zijn, zijn het in de literatuur vermelde verminderde brandstofverbruik en de hogere capaciteit. De geïnterviewde telers bevestigen een verminderd brandstofverbruik. De verlaging blijkt in de praktijkervaring soms beperkt te zijn, mede door de soms benodigde extra voorbereidingen. De grote capaciteit wordt ook als positief ervaren maar hier staat als negatief punt tegenover de verlaagde inzetbaarheid door het verminderde aantal werkbare dagen (Ecoploeg). Door het bovenover ploegsysteem heeft de tractor bij wat vochtiger omstandigheden minder grip en kan de trekkracht niet overgebracht worden.

### **Telen met beperkingen in aanvoer van nutriënten**

Een interessante waarneming uit de verschillende onderzoeken is de hogere concentratie van stikstof, fosfor en organische stof in de bovenste laag. De kruimige en luchtige bouwvoor bij de ondiep ploegen wordt beter doorwortelt en de stikstof die daar vrij komt door mineralisatie wordt goed opgenomen. Met de toenemende beperkingen in aanvoer van fosfor en stikstof heeft ondiep ploegen mogelijk potentie om meer efficiënt met de inputs om te springen. De geconstateerde hogere concentratie Fosfor in de bovenste laag in combinatie met een goede doorworteling door een mooi verkruimde bovenlaag met een hoger organische stofgehalte kan mogelijk de opname van fosfaat bevorderen.

Ook de in de literatuur genoemde beperking in de nitraatuitspoeling betekent minder verliezen en mogelijk een hogere beschikbaarheid voor het gewas.

De effecten van ondiep ploegen op nutriënten efficiëntie zijn niet specifiek onderzocht maar zouden de moeite waard zijn om verder te verkennen.

### **Vakmanschap, ervaring en ontwikkeling**

Uit de interviews met de telers, maar ook uit het onderzoek van Kouwenhoven blijkt dat ondiep ploegen vakmanschap en ervaring iedere grondsoort, bedrijfssituatie, bouwplan, weersomstandigheid vraagt om kleine aanpassingen in de aanpak. Er is hier geen algemeen recept voor te geven. Vragen als: onder welke omstandigheden kan ik met deze ploeg het land op, in welke mate moet in gewasresten en groenbemesters verkleinen, welke ploegdiepte, wel of geen woelers monteren etc. zullen voor ieder bedrijf anders uitpakken. Een teler die overstapt naar ondiep ploegen zal naar verwachting enig leergeld betalen. Uit de literatuur blijkt dat de eerste jaren na overschakeling op ondiep ploegen het resultaat wat tegen kan vallen. De bodem heeft de tijd nodig om een goede aansluiting met de ondergrond te krijgen. Geduld lijkt dan ook belangrijk en een oordeel over de geschiktheid kan niet na één jaar geveld worden.

Ook lijkt de techniek voor ondiep ploegen nog niet optimaal ontwikkeld, kering en vlakligging zijn meestal prima. Bij alle telers wordt echter het vollopen met gewasresten en grove mest en het goed onderwerken van grote hoeveelheden hiervan door de (Eco)ploeg als belangrijk nadeel van de inzetbaarheid genoemd. Ook bij verdichtingen geeft het ploegwerk soms problemen. Genoemde problemen zijn mogelijk technisch op te lossen.

### **Ondiep ploegen ten opzichte van niet kerende, minimale grondbewerking**

Ploegen, ook met een geringe ploegdiepte, heeft een duidelijk aantal voordelen ten opzichte van minimale, niet kerende grondbewerking. Dit geldt vooral in de biologische landbouw waar organische mest, groenbemesters en onkruidbeheersing een belangrijke rol spelen. Gewasresten, organische mest en groenbemesters kunnen beter worden weggewerkt en onkruiden kunnen beter worden bestreden. Er is verder een goed zaai-bed te maken door de afwezigheid van gewasresten aan het oppervlak. In hoeverre ondiep ploegen ook de voordelen van niet kerende, minimale grondbewerking benaderen, wordt uit de literatuur niet geheel duidelijk. Ook door ondiep ploegen wordt het bodemleven verstoord, doorlopende wortel- en wormengangen doorbroken en is er een vrij sterke scheiding tussen het geploegde deel en de ondergrond. Ook de beschermende laag organische stof aan het oppervlak is duidelijk minder bij ondiep ploegen in vergelijking met minimale, niet kerende grondbewerking. Voor telers die bodemkwaliteit en bodemleven als belangrijke waarden ervaren maar relatief onkruidrijke grond hebben, gewassen telen die een zeer goed zaai-bed nodig hebben en/of gewassen telen die een hoog risico op bodemverdichting geven, kan ondiep ploegen een goed compromis betekenen. Verder zijn er ook mogelijkheden voor hybride systemen, zoals toegepast wordt door Huijts (zie interview). Bij een dergelijk hybride systeem wordt alleen geploegd voor of na bepaalde gewassen. Bijvoorbeeld voor een gewas als ui waarbij een goed zaai-bed belangrijk is en waarbij een lage onkruiddruk gewenst is vanwege de geringe concurrentiekracht van de ui ten opzichte van het onkruid. Ook bij gewassen die vroeg gezaaid worden en waarbij de grond vroeg moet opwarmen zou ondiep ploegen in een systeem met minimale niet kerende grondbewerking kunnen worden ingepast.

### **Inzetbaarheid voor verschillende situaties**

Ondiep ploegen lijkt ook niet voor alle situaties geschikt. Bij een bouwplan met veel teelten die risico's geven op structuurschade, zoals rooigewassen en/of gewassen die laat in het seizoen geoogst moeten worden, ligt de keuze voor ondiep ploegen niet voor de hand. De structuurschade en rijsporen kunnen met ondiep ploegen minder gemakkelijk opgelost worden.

Bij percelen die sterk vervuild zijn met onkruidzaden of wortelonkruiden, en waar geen herbiciden mogen worden toegepast is ondiep ploegen ook niet aan te bevelen.

Het probleem van een wat hogere onkruiddruk behoeft in veel situaties geen beperking te zijn. De gangbare teelt heeft in de meeste gevallen herbiciden beschikbaar en voor de biologische teelt is de techniek en het vakmanschap voor onkruidpreventie en mechanische onkruidbestrijding in de biologische teelt zover ontwikkeld dat een wat hogere onkruiddruk oplosbaar is. Wortelonkruiden worden weliswaar niet meer diep weggewerkt en komen sneller weer op, maar dit biedt ook juist kansen om ze te bestrijden met bijvoorbeeld de rod-weeder.

Ook door de geïnterviewde telers wordt onkruiddruk niet als groot nadeel genoemd.

Andersom geredeneerd wanneer er op een systeem van ondiep ploegen wordt omgeschakeld dan moet de onkruidbeheersing/preventie en moeten de maatregelen om structuurschade te voorkomen, goed op orde zijn. De combinatie van het rijpadensysteem, een relatief extensief bouwplan en een relatief lage onkruiddruk zou bijvoorbeeld uitstekend passen bij een systeem van ondiep ploegen.

Ook lijkt ondiep ploegen niet voor alle grondsoorten even geschikt. Voor Nederland ontbreken hier echter onderzoeksgegevens. Het voor Nederland meest relevante onderzoek van Kouwenhoven et al (2002) richt zich op de zavelgronden van een gemiddelde zwaarte. Voor zandgronden en zwaardere kleigronden zijn weinig Nederlandse onderzoeksgegevens. Ook betreffen de beschikbare Nederlandse onderzoeksgegevens een relatief korte periode (6 jaar), effecten van grondbewerking ontwikkelen zich vaak over een wat langere termijn. Daarnaast lijkt in het uitgevoerde Nederlandse onderzoek ook een stuk ontwikkeling te zitten. Er is leergeld betaald, in hoeverre dit terug te vinden is in de resultaten is niet duidelijk.

Op basis van langjarig Zweeds onderzoek (Hakansson et al, 1998), wordt voor de Zweedse omstandigheden op zandgronden een ploegdiepte groter dan 20 cm geadviseerd. Dit advies heeft voor een deel te maken met onkruiddruk uit de periode dat er geen efficiënte herbiciden beschikbaar waren. Een ander argument om op zandgronden dieper te ploegen is dat deze gronden geen krimp en zwel vertonen waardoor verdichtingen niet door een natuurlijk proces weer kunnen worden opgelost, maar mechanisch moeten worden aangepakt. Of ondiep ploegen ook voor de Nederlandse zandgronden is af te raden is niet duidelijk. In de praktijkervaring van de geïnterviewde teler Lanting, komt vooral het probleem van het

onvoldoende keren en onderwerken van gewasresten op zandgrond naar voren. Met de onkruiddruk op zandgronden dient bij ondiep ploegen rekening te worden gehouden.

Op lemige gronden en lössgronden zijn de ervaringen met ondiep ploegen in Zweden positief. Op deze gronden wordt hier een geringe ploegdiepte aanbevolen. De positieve ervaringen van de heer Huijts komen hiermee overeen.

Op (zware) zavel en kleigronden wordt in Zweden weer een grotere ploegdiepte aanbevolen. Men merkt hierbij wel op dat hier de overweging van energiegebruik en capaciteit een motivatie kan zijn om toch ondiep te ploegen. De resultaten van Kouwenhoven et al (2002) laten zien dat ondiep ploegen op zavelgronden goed mogelijk is. Wanneer bovenover geploegd wordt dan zou ook op zavel en kleigronden in het voorjaar geploegd kunnen worden. Dit geeft weer een aantal voordelen t.a.v. een lagere onkruiddruk en de toepassing van groenbemesters met zich meebrengt.

## **Aanbevelingen**

Op basis van de informatie uit de literatuur en de praktijkervaringen, zijn de volgende aanbevelingen te formuleren:

Wanneer een teler wil overgaan op een geringe ploegdiepte:

- Voorkom zoveel mogelijk verdichtingen, diepe rijsporen en slechte vlakligging. Wanneer deze zaken toch voorkomen, los deze op met een voorbewerking. Het werken met een rijpaden systeem past goed bij ondiep ploegen. Aanpassingen in bouwplan, rotatie of vroegheid (snijmais, rooivruchten) kunnen ook bijdragen aan de vermindering van het risico op verdichtingen.
- Verklein grove gewasresten, groenbemesters en grove mest door een voorbewerking.
- Voorkom zoveel mogelijk een grote zaadbank van eenjarige onkruiden.
- Voorkom zoveel mogelijk wortelonkruiden.
- Doe kennis en ervaring op door bij collega's te kijken en/of door een ploeg die geschikt is voor ondiep ploegen te lenen en uit te proberen.
- Wees voorbereid op een lichte verslechtering en leergeld in de eerste jaren.
- Monteer zo nodig (de eerste jaren) woelers op de ploeg om de scherpe overgang van de nieuwe ploegbodem naar de ondergrond te doorbreken.
- Zorg voor een voldoende zware trekker (Ecoploeg ca. 130 pk) en zorg bij het bovenover ploegsysteem voor voldoende brede banden en een lage bandenspanning bij het ploegwerk.
- GPS stuursystemen kunnen erg behulpzaam zijn voor goed ploegwerk met een bovenover ploeg.
- Mogelijk kan een vals zaaibed helpen om de grotere hoeveelheid onkruidzaad boven in de bouwvoor te laten ontkiemen en kwijt te raken.
- Overweeg de mogelijkheid om bij zavel en kleigronden op voorjaarsploegen over te gaan.
- Wees attent op mogelijk voorkomend stikstof tekort in de tweede helft van het groeiseizoen.

Voor de verder ontwikkeling van ploegen die geschikt zijn om ondiep te ploegen kan worden aanbevolen

- Verbetering van het stropen van gewasresten bij de Ecoploeg.
- Verbetering van kering en onderwerken van gewasresten op zandgronden.

Een overgang naar ondiep ploegen valt niet aan te raden bij:

- Niet vlakke percelen.
- Een groot aandeel laat te oogsten gewassen in het bouwplan.
- Slecht ontwaterde percelen.
- Percelen met een erg hoge onkruiddruk van zaad en/of wortelonkruiden.

Meer kennis en ervaring is gewenst over:

- De effecten van ondiep ploegen op nutriënten efficiëntie.
- De verschillen in bodemkwaliteit tussen minimale, niet kerende grondbewerking en ondiep ploegen.
- De effecten van combinatie van minimale, niet kerende grondbewerking met ondiep ploegen en van de combinatie van afwisselend standaard en ondiepe kerende grondbewerking.

## Referenties

- Bakken, A.K., L.O. Brandsæterb, R. Eltunc, S. Hansend, K. Mangerud, R. Pommeresche, H. Riley, 2009. Effect of tractor weight, depth of ploughing and wheel placement during ploughing in an organic cereal rotation on contrasting soils. *Soil and Tillage research*, Volume 103, Issue 2, Pages 433-441
- Ball, B.C., 1995. Soil responses to tillage and their environmental implications in Scotland. In: Tebrügge, F. (Ed.), *Proceedings of the EC Workshop on Experience with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West European Countries*, Vol. II,
- Bonciarelli, U., Archetti, R., 1997. 10 years of different tillage methods in central Italy. Note II: effects on compactibility and consistency of surface soil. In: Fotyma, M. (Ed.), *Proceedings of the 14th Conference of ISTRO on Agroecological and Ecological Aspects of Soil Tillage*, Puyawy, Poland, July 27-August 1, 1997, pp. 91-94.
- Børresen, T. and A. Njøs, 1994. The effect of ploughing depth and seedbed preparation on crop yields, weed infestation and soil properties from 1940 to 1990 on a loam soil in south eastern Norway. *Soil and Tillage Research*, Volume 32, Issue 1, Pages 21-39
- Etana, A., I. Håkansson, E. Zagal, S. Bucas., 1999. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198799000628> - AFF2 Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. *Soil and Tillage Research*, Volume 52, Issues 3-4, Pages 129-139
- Ellmer, F., Peschke, H., Köhn, W., Chmielewski, F.-M. and Baumecker, M., 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt-University Berlin. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 163: 267-272.
- Franzluebbers, A.J., 2000. Soil organic matter stratification as an indicator of soil quality in cropland. In: Morrison, J. (Ed.), *Proceedings of the 15th Conference of ISTRO on Tillage at the Threshold of the 21st Century: Looking Ahead*, Fort Worth, USA, July 2-7, 2000, cd-rom.
- Håkansson, I., Stenberg, M., Rydberg, T., 1998. Long-term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden. *Soil Till. Res.* 46, 209-223.
- Hoeks, P.M., 1996. Optimale ploegdiepte. M.Sc. Thesis. WU, Soil Technology Group, 55 pp.
- Kouwenhoven, J.K., 1998. Grondbehandelingssysteem gebaseerd op minimale ploegdiepte. Report 98-2. WU, Soil Technology Group, 24 pp.
- Kouwenhoven J.K., U.D. Perdok, J. Boer, G.J.M. Oomen (2002). Soil management by shallow mouldboard ploughing in The Netherlands *Soil & Tillage Research* 65 (2002) 125-139
- Nicou, R., Charreau, C., Chopart, J.L., 1993. Tillage and soil physical properties in semi-arid Africa. *Soil Till. Res.* 27, 125-147.
- Nilsson, N.M., 1981. Ploughing depths and widths of furrow slice in autumn ploughing. Report 63. SUAS, Division of Soil Management, Uppsala, Sweden, 30 pp.
- Pekrun, C. and W. Claupein, 2004. The effect of stubble tillage and primary tillage on population dynamics of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) in organic farming. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special Issue, XIX, pp. 483-490.



- Rasmussen, K., 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: a Scandinavian review. *Soil Till. Res.* 53, 3-14.
- Riley, H., Ekeberg, E., 1998. Effects of depth and time of ploughing on yields of spring cereals and potatoes and on soil properties of a morainic loam soil. *Acta Agric. Scand., Sect. B48*, 193-200.
- Roberts, H. A., 1963. Studies on the Weeds of Vegetable Crops: III. Effect of Different Primary Cultivations on the Weed Seeds in the Soil. *Journal of Ecology*. Vol. 51, No. 1 (Feb., 1963), pp. 83-95
- Rydberg, T., 1992. Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trials. *Soil Till. Res.* 22, 253-264.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Linden, B., Rydberg, T., Gustafson, A., 1997. Nitrogen leaching in different tillage systems. In: Fotyma, M. (Ed.), *Proceedings of the 14th Conference of ISTRO on Agroecological and Ecological Aspects of Soil Tillage*, Puawy, Poland, July 27-August 1, 1997, pp. 605-608.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Linden, B., Rydberg, T., Gustafson, A., 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil Till. Res.* 50, 115-125.
- Singh, B. R.; Børresen, T.; Uhlen, G.; Ekeberg, E., 1998. Long term effects of crop rotation, cultivation practices, and fertilizers on carbon sequestration in soils of Norway. In: Lal, R.; Kimble, J. M.; Follett, R. F.; Stewart, B. A (editors). *Management of carbon sequestration in soil*. 1998 pp. 195-208
- Tebrügge, F., Wagner, A., 2000. Long-term no-tillage as a tool to protect the environment, results of 20 year field trials on different kinds of soil in different crop rotations. In: Morrison, J. (Ed.), *Proceedings of the 15th Conference of ISTRO on Tillage at the Threshold of the 21st Century: Looking Ahead*, Fort Worth, USA, July 2-7, 2000, cd-rom.
- Timmermans, S. 2012. Ploegde de boer ondiep voort? Afstudeerscriptie over de mogelijkheden van ondiep ploegen in de Nederlandse akkerbouw. CAH Dronten. 49 pp.
- Van Melick, P.W.H., 1996. Transport van onkruidzaden in de bouwvoor door risterploegen. M.Sc. Thesis. WU, Soil Technology Group, 56 pp.
- Van Ouwerkerk, C., 1989. Experiences with reduced tillage in The Netherlands. In: Baumer, K., Ehlers, W. (Eds.), *Proceedings of the EC Workshop on Energy Saving by Reduced Agriculture*, Göttingen, Germany, June 10-11, 1989, pp. 41-54.

#### Internetbronnen

[www.Ovlac.com](http://www.Ovlac.com)

[www.rumptstad.nl](http://www.rumptstad.nl)

[www.kverneland.com](http://www.kverneland.com)

Het doel van Bioconnect is het verder ontwikkelen en versterken van de biologische landbouwsector door het initiëren en uitvoeren van onderzoeksprojecten. In Bioconnect werken ondernemers (van boer tot winkelvloer) samen met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en adviesorganisaties. Dit leidt tot een vraaggestuurde aanpak die uniek is in Europa.



Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie is financier van de onderzoeksprojecten



Wageningen UR (University & Research centre) en het Louis Bolk Instituut zijn de uitvoerders van het onderzoek. Op dit moment zijn dit voor de biologische landbouwsector ongeveer 140 onderzoeksprojecten.



[www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl)

Akkerbouw en vollegrondsgroente