



PraktijkRapport Rundvee 19

Beperking van erosie bij de teelt van snijmais op veehouderijbedrijven



December 2002





Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2002/oplage 150
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN0169-3689

van den Pol – van Dasselaar A. (Praktijkonderzoek Veehouderij)

Beperking van erosie bij de teelt van snijmais op veehouderijbedrijven (2002)

PV-PraktijkRapport Rundvee 19

12 pagina's, 2 figuren, 5 tabellen

Omschrijving

Bij de teelt van snijmais op erosiegevoelige gronden kan de bodemerosie verminderd worden door mais te telen in een bodembedekker. Voor veehouderijbedrijven is het echter noodzakelijk om ook drijfmest toe te kunnen blijven dienen. In de periode 1999-2001 is in Zuid-Limburg onderzoek gedaan naar beperking van erosie bij de teelt van snijmais na drijfmesttoediening in het voorjaar.

Zoeksleutels

Mais, erosie, directzaai, ploegen.



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport Rundvee 19

Beperking van erosie bij de teelt van snijmais op veehouderijbedrijven

Limiting erosion in fodder maize production on livestock farms

A. van den Pol-van Dasselaar
G.C.P.M. van Laarhoven
H. Everts

December 2002

Voorwoord

Erosie is met name in Zuid-Limburg een belangrijk item. Bij de teelt van snijmaïs is zonder aanvullende maatregelen de kans op erosie bij (zware) regenval groot. Vandaar dit onderzoek naar alternatieve methoden, waardoor dit probleem kan verminderen. Centrale vraag daarbij is of zulke alternatieve methoden nog wel een bedrijfseconomisch gewenste opbrengst mogelijk maken.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van LLTB, Provincie Limburg en het Ministerie van LNV. De bijdragen van de heer Van der Linden uit Eys, de heer Vanderheyden uit Mechelen en de heer Geelen (PPO-Wijnandsrade) zijn zeer gewaardeerd.

F. Mandersloot, hoofd afdeling Rundvee, Schapen, Paarden en Geiten.

Samenvatting

Bij de teelt van snijmaïs op erosiegevoelige gronden in Zuid-Limburg kan bodemerosie optreden. Uit onderzoek is gebleken dat erosie en ook nitraatuitspoeling verminderd kan worden door maïs te telen in een bodembedekker. In de praktijk wordt op veehouderijbedrijven in het voorjaar echter dierlijke mest uitgereden met aansluitend een grondbewerking. Door deze grondbewerking wordt tevens de eventueel aanwezige bodembedekker ondergewerkt. Dit betekent dat er in de periode april-juli bij de teelt van maïs een verhoogde kans op erosie is. De kans op erosie zou beperkt kunnen worden door dierlijke mest toe te dienen via zodenbemesting en vervolgens de maïs in de bodembedekker te zaaien met behulp van directzaai of door een niet-kerende grondbewerking uit te voeren.

In de periode 1999-2001 is in Zuid-Limburg onderzoek gedaan naar beperking van erosie bij de teelt van snijmaïs op veehouderijbedrijven. Het onderzoek had als doelstelling: reductie van erosie na toediening van dierlijke mest in het voorjaar bij acceptabele maïsopbrengsten en vermindering van nitraatuitspoeling. Uit dit onderzoek bleek dat alternatieve methoden van grondbewerking zoals directzaai de kans op erosie en nitraatuitspoeling verminderen. Deze methoden zijn echter nog niet praktijkrijp, omdat de maïsopbrengsten te laag zijn. Waar snijmaïs op erosiegevoelige gronden geteeld wordt, kunnen veehouders bij de huidige stand van zaken nog steeds het beste kiezen voor de traditionele methode van grondbewerking (ploegen) in combinatie met een vanggewas. Hierbij is drijfmesttoediening in het voorjaar goed mogelijk (een belangrijke voorwaarde voor toepassing door veehouders in de praktijk) en is ook de maïsopbrengst goed. Teelt van een vanggewas is wel noodzakelijk om erosie zoveel mogelijk te beperken.

Summary

In the production of fodder maize on erosion-prone soils in South-Limburg soil erosion can occur. Research has revealed that erosion and also nitrate leaching can be limited by producing maize in a creeper. In practice, livestock farms apply slurry in spring, however, after which the land is worked on, due to which also the possibly present creeper is worked below the soil. This means that in the period of April - June there is an increased risk of erosion in the production of maize. The chance of erosion can be limited through applying animal manure by sod fertilisation and subsequently sowing the maize in the creeper by means of direct sowing.

In the period of 1999-2001 research was done in South-Limburg into limiting erosion in fodder maize production on livestock farms. The aim of the research was reduction in erosion after applying animal manure in spring with acceptable maize yields and a reduction in nitrate leaching. This research has revealed that alternative methods of working the land such as direct sowing may lead to limiting erosion and nitrate leaching. However, these methods cannot be applied yet, due to the fact that the maize yields are too low. Where fodder maize is produced on erosion-prone soils, livestock farmers had best choose for the traditional method of working the land (ploughing) in combination with a catch crop. With this method, slurry application in spring is well possible (which is an important precondition for application by farmers) and also the maize yield is good. A catch crop, however, is necessary to limit erosion as much as possible.

Abstract

ISSN 0169-3689

Van den Pol – Van Dasselaar A. (Research Institute for Animal Husbandry)

Limiting erosion in fodder maize production on livestock farms (2002)

Report cattle 19

12 pages, 2 figures, 5 tables

Description

In fodder maize production on erosion-prone soils, soil erosion can be limited by producing maize in a creeper. For livestock farms, it is necessary, however, that slurry can also be applied. In the period 1999-2001 a study was conducted in South-Limburg into limiting erosion in fodder maize production after the application of slurry in spring.

Keywords

Maize, erosion, direct sowing, ploughing

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Erosie en nitraatuitspoeling bij de teelt van maïs	1
1.2	Effect van wintergewassen	1
1.3	Wat is directzaai?	1
1.4	Voordelen directzaai.....	1
1.5	Nadelen directzaai	1
1.6	Onderzoek	2
2	Materiaal en methoden	3
2.1	Proefopzet	3
2.1.1	Oriënterend onderzoek (1999)	3
2.1.2	Veldproef (2000 en 2001)	3
2.2	Waarnemingen.....	4
2.3	Statistische analyse	4
3	Resultaten	5
3.1	Bodem.....	5
3.1.1	Toediening van drijfmest en zaai van snijmaïs	5
3.1.2	Stikstof	5
3.2	Erosie	5
3.2.1	Water.....	6
3.2.2	Bodem.....	6
3.3	Maïsopbrengst.....	7
4	Discussie	8
5	Conclusies	10
	Praktijktoeepassing	11
	Literatuur	12
	Bijlagen	13

1 Inleiding

1.1 Erosie en nitraatuitspoeling bij de teelt van maïs

Veel veehouders in Zuid-Limburg telen maïs. De kans op erosie en nitraatuitspoeling is bij de teelt van maïs groter dan bij de teelt van gras. Hier is reeds veel onderzoek naar verricht, zowel in Nederland (bijv. de Roo et al., 1995; Geelen et al., 1996; Kwaad et al., 1998), als in de ons omringende landen, zoals Duitsland (bijv. Frielinghaus et al., 1996; Kornmann & Köller, 1997; Papesch & Steinert, 1998; Schmidlein et al., 1987), België (Binard & Bolline, 1980; Mouraux et al., 1992) en Zwitserland (Ammon et al., 1992). Voor informatie omtrent erosie en nitraatuitspoeling wordt verwezen naar de genoemde publicaties. Directzaai van maïs in een wintergewas wordt als een perspectiefvolle strategie voor vermindering van erosie en nitraatuitspoeling gezien. Er zijn echter nog problemen met de toediening van dierlijke mest in het voorjaar die toepassing in de praktijk verhinderen.

1.2 Effect van wintergewassen

Het is genoegzaam bekend dat door de teelt van wintergewassen de kans op erosie en nitraatuitspoeling aanzienlijk wordt verkleind (Frielinghaus et al., 1996; de Roo et al., 1995). In de praktijk worden deze wintergewassen in het voorjaar ondergewerkt, eventueel na toediening van dierlijke mest. Na de grondbewerking is de bodem onbedekt totdat de maïs een bepaalde grootte heeft bereikt. Hierdoor is er in de periode april-juli een verhoogde kans op erosie. Uit onderzoek (bijv. de Roo et al., 1995) is gebleken dat de kans op erosie en nitraatuitspoeling in deze periode verminderd kan worden door maïs rechtstreeks in een bodembedekker te zaaien (directzaai) of na een oppervlakkige grondbewerking in te zaaien (mulchzaai).

1.3 Wat is directzaai?

Directzaai is zaaien zonder grondbewerking. Maïs wordt meestal met een precisiezaaimachine in een goed bewerkte zaaibed gezaaid. Het is echter ook mogelijk om maïs zonder een grondbewerking direct in gras of een wintergewas te zaaien. Zodra er sprake is van enige grondbewerking, ook al is het maar oppervlakkig, spreken we niet meer over directzaai. Directzaai wordt op grote schaal in de Verenigde Staten toegepast. In Europa, met name in Duitsland, is reeds veel onderzoek naar directzaai verricht. Ook op Wijnandsrade in Limburg is directzaai van akkerbouwgewassen, waaronder maïs, onderzocht (Geelen et al., 1996). Uit het onderzoek blijkt dat directzaai voordelen kan bieden voor zowel de portemonnee als het milieu. Toch wordt het in de Nederlandse praktijk door het hogere teeltrisico nog slechts zelden toegepast.

1.4 Voordelen directzaai

Directzaai kost minder dan de gebruikelijke zaaimethoden, omdat de grondbewerking wordt weggelaten. Dit betekent dat men bij de directe inzaai van maïs genoeg kan nemen met een wat lagere opbrengst door de lagere bewerkingskosten. Uit het onderzoek blijkt dat in het algemeen de baten opwegen tegen de kosten (bijv. Kornmann & Köller, 1997). De besparing op grondbewerking is vooral zichtbaar wanneer gewerkt wordt met de loonwerker. Als de veehouder zelf ploegt, zal hij het weglaten van een grondbewerking minder duidelijk als besparing zien. Een ander voordeel van directzaai is dat de kans op erosie lager is, evenals de kans op maaiveldvaling van veengronden met een dun kleipakket. Ook zijn de stikstofverliezen lager.

1.5 Nadelen directzaai

Bij directzaai is het teeltrisico groter dan bij meer traditionele zaaimethoden. Er is op veel gronden een hogere kans op structuurschade door het weglaten van de grondbewerking, hetgeen nadelig kan zijn voor de opbrengst. Bovendien is drijfmesttoediening volgens de huidige methoden niet goed mogelijk. In de praktijk wordt op veebedrijven met snijmaïs in het voorjaar dierlijke mest uitgereden met aansluitend een grondbewerking. Hierbij wordt naast de dierlijke mest ook het wintergewas ondergewerkt. Directzaai heeft dan geen effect meer. Voor akkerbouwers is het geen probleem om in het voorjaar geen dierlijke mest uit te rijden. De meeste maïs wordt echter geteeld door veehouders. Voor een goede benutting van de drijfmest op deze bedrijven is het een vereiste dat de mest in het voorjaar toegediend kan worden. Een goede benutting is essentieel gezien de steeds scherper

wordende normen van Minas. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om de drijfmest toe te dienen met een injecteur of zodenbemester en vervolgens de maïs in de bodembedekker te zaaien. Door het toedienen van de dierlijke mest zal de kans op structuurschade en opbrengstderving waarschijnlijk groter zijn dan bij uitsluitend het weglaten van de grondbewerking. Dit is echter niet bekend. Ook is het niet duidelijk wat de gevolgen zijn voor de kans op erosie en op stikstofverliezen.

1.6 Onderzoek

In de periode 1999-2001 is in Zuid-Limburg onderzoek gedaan naar beperking van erosie en nitraatuitspoeling bij de teelt van maïs na toediening van dierlijke mest. Dit onderzoek had als doelstelling: reductie van erosie na toediening van dierlijke mest in het voorjaar bij acceptabele maïsopbrengsten en vermindering van nitraatuitspoeling. In 1999 is oriënterend onderzoek uitgevoerd om te bepalen of directzaai perspectiefvol was; in 2000 en 2001 is het onderzoek middels een volledige veldproef voortgezet. In dit rapport worden de resultaten besproken.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

2.1.1 Oriënterend onderzoek (1999)

In de zomer van 1999 is in Eys (Zuid-Limburg) oriënterend onderzoek uitgevoerd op een erosiegevoelig perceel op lössgrond, waarop snijmaïs in continueelt wordt verbouwd (van den Pol-van Dasselaar & Everts, 1999). Op dit perceel stond in de winter van 1998/1999 het vanggewas rogge. Er waren acht veldjes verdeeld over drie behandelingen (2*A, 3*B, 3*C). Deze behandelingen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Behandelingen bij het oriënterend onderzoek in Eys (1999)

	Rogge	Drijfmest	Grondbewerking	Inzaaien
A	Ja	Ja	Oppervlakkig zaaibed met rotorkoep	Mulchzaai
B	Ja	Ja	Geen grondbewerking, spuiten voor zaai	Directzaai
C	Ja	Ja	Geen grondbewerking, spuiten na zaai	Directzaai

In het voorjaar is 30 m³ rundveedrijfmest per ha emissie-arm in de rogge toegediend (per m³ 4,0 kg N-totaal, 1,6 kg P₂O₅ en 4,9 kg K₂O). Er werd een oppervlakkige zaaibedbereiding uitgevoerd (mulchzaai) of geen grondbewerking (directzaai). De maïs is op 12 mei met een directzaaimachine gezaaid. Bij de veldjes zonder grondbewerking was het noodzakelijk om de rogge dood te spuiten om concurrentie te voorkomen (bij behandeling B met glyfosaat, bij behandeling C met Titus). Om erosie zoveel mogelijk te beperken, zou de rogge zo laat mogelijk moeten worden doodgespoten. In de proef zijn twee tijdstippen toegepast: 5 dagen voor zaai en 6 dagen na zaai. Overige onkruidbestrijding en bemesting zijn volgens advies uitgevoerd (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998).

2.1.2 Veldproef (2000 en 2001)

In het najaar van 1999 is in Mechelen (Zuid-Limburg) een veldproef aangelegd op een erosiegevoelig perceel op lössgrond, waarop snijmaïs in continueelt wordt verbouwd (proefschema in Bijlage 1). De proef is twee jaar voortgezet en had zes behandelingen in viervoud (Tabel 2). In totaal waren er 24 veldjes.

Tabel 2 Behandelingen bij de veldproef in Mechelen (2000 en 2001)

	Rogge	Drijfmest	Grondbewerking	Inzaaien
A	Nee	Ja	Ploegen, zaaibedbereiding met rotorkoep	Precisiezaai
B	Ja	Nee	Ploegen, zaaibedbereiding met rotorkoep	Precisiezaai
C	Ja	Ja	Ploegen, zaaibedbereiding met rotorkoep	Precisiezaai
D	Ja	Ja	Niet-kerende grondbewerking	Directzaai (mulchzaai)
E	Ja	Ja	Geen grondbewerking, spuiten voor zaai	Directzaai
F	Ja	Ja	Geen grondbewerking, spuiten na zaai	Directzaai

De 24 veldjes hadden een breedte van 9 meter (12 rijen) en een lengte van 30 meter. Bij de behandelingen A en C t/m F is in het voorjaar 30 m³ rundveedrijfmest emissie-arm in de rogge toegediend via zodenbemesting. De rogge van behandelingen B t/m D is voor de grondbewerking doodgespoten met glyfosaat. Om erosie zoveel mogelijk te beperken, zou de rogge zo laat mogelijk moeten worden doodgespoten. Om deze reden zijn bij de behandelingen met directzaai twee tijdstippen van doodspuiten toegepast: bij behandeling E is de rogge voor de zaai doodgespoten met glyfosaat, bij behandeling F is de rogge na de zaai doodgespoten met Titus. Overige onkruidbestrijding en bemesting zijn volgens advies uitgevoerd (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998). De behandelingen D t/m F kregen een extra stikstofgift van 25 kg N/ha ter compensatie van de verwachte lagere stikstofmineralisatie, omdat er geen vanggewas was ondergewerkt. De snijmaïs is begin mei met een directzaaimachine gezaaid. Na de oogst van de snijmaïs is rogge als vanggewas geteeld (behalve bij behandeling A). De niet-kerende grondbewerking (behandeling D) is uitgevoerd met een

pennenfrees. Hiermee kan tot een bewerkingdiepte van maximaal 25 cm de grond goed losgemaakt worden. Het wintergewas wordt door de bovengrond gewerkt, waardoor een sponsachtige bovenlaag met relatief veel waterbergend vermogen ontstaat. Bij de kerende grondbewerkingen (ploegen) is voor de zaaibedbereiding gebruik gemaakt van een rotorkoepel.

2.2 Waarnemingen

Bodem

Op verschillende tijdstippen zijn grondmonsters genomen voor onderzoek op N-mineraal (0-30, 30-60, 60-90 cm): voor de bemesting in het voorjaar per veldje, in de eerste helft van juli per behandeling en na de oogst van de snijmaïs in het najaar per veldje (oktober).

Erosie

Tijdens het groeiseizoen is een permanente meetopstelling voor erosie opgesteld. Hiertoef zijn stukken van ongeveer 20 meter bij 1,50 meter uitgezet en afgegrensd (in 1999 en 2000 twee per behandeling, in 2001 één per behandeling). Op het laagste punt van een afgegrensd deel van elk veldje is een trechter van anderhalve meter breed geplaatst, waarmee de waterafvoer en het bodemverlies kon worden opgevangen in een bak. Deze bak is op geregelde tijdstippen geleege (periode mei-september). Om een maximale hoeveelheid afstroming te verkrijgen (zodat verschillen tussen behandelingen goed zichtbaar worden), zijn de bewerkingen loodrecht op de hoogtelijnen uitgevoerd. Dit betekent dat de absolute waarden met betrekking tot erosie niet rechtstreeks vertaald kunnen worden naar een praktijksituatie waarin de maïs met de hoogtelijnen mee is gezaaid. In dit rapport worden relatieve waarden weergegeven, deze geven een representatief beeld van het effect van de verschillende behandelingen.

Maisopbrengst

Voor elk veldje is de maïsopbrengst bepaald (ton drogestof/ha). Tevens is het stikstofgehalte van de maïs bij de oogst bepaald (kg N/ha).

2.3 Statistische analyse

Statistische analyses van de veldproef (2000 en 2001) zijn uitgevoerd met Genstat. Er zijn variatieanalyses uitgevoerd voor stikstofvoorraad in de bodem in het voorjaar en het najaar, maïsopbrengst en N-gehalte van de geoogste maïs, met als factoren jaar en behandeling. Tevens zijn variantenanalyses voor de afzonderlijke jaren uitgevoerd met als factor jaar. Als het effect van de behandeling significant was ($P < 0,05$), werd met behulp van een LSD-toets onderscheid gemaakt tussen de verschillende niveaus.

3 Resultaten

3.1 Bodem

3.1.1 Toediening van drijfmest en zaai van snijmaïs

De emissiearme toediening van rundveedrijfmest in de rogge verliep zonder bijzonderheden of problemen. De directzaai van maïs gaf wel problemen. In 2000 was in Mechelen de bodem relatief hard en ontstonden er bij het zaaien sleuven, waarin het maïszaad werd neergelegd. Deze sleuven werden vervolgens niet goed dichtgedrukt door de machine. De snijmaïs sloeg hierdoor minder goed aan. In 2001 was de zaatechniek verbeterd vergeleken met 2000. Er waren extra veren aangebracht om voldoende diep te kunnen zaaien. Het zaaiakouter was verder voorzien van een extra rol. Deze rol drukte het zaad vast, waardoor het zaad beter in de grond kwam te liggen. In 1999 te Eys waren er geen problemen bij de zaai. De grond was losser en er waren geen sleuven zichtbaar.

3.1.2 Stikstof

Bij de oriënterende proef in 1999 bleek uit de resultaten van de bodemanalyses dat bij directzaai na de oogst minder stikstof in de bodem aanwezig was dan bij mulchzaai (44-62 kg N/ha versus 75 kg N/ha in de laag 0-90 cm). De verschillen waren echter gering.

In 2000 en 2001 was de stikstofvoorraad in de bodem afhankelijk van het tijdstip van bemonstering (Tabel 3). Verschillen tussen de behandelingen waren zowel in 2000 als in 2001 niet significant ($P < 0,05$). Door de data van 2000 en 2001 gezamenlijk te analyseren, worden enkele trends zichtbaar. In het voorjaar was de stikstofvoorraad laag, vooral bij de behandelingen met het vanggewas rogge. In het najaar was de stikstofvoorraad in de bodem het laagst bij directzaai.

Tabel 3 Verloop van de stikstofvoorraad (kg N/ha) in de bodem (0-90 cm)

	2000			2001			2000 & 2001	
	Vj	Juli	Nj	Vj	Juli	Nj	Vj	Nj
OR, dm, ploegen	17 x	126	51	18	201	58	18 a	56 x
R, Odm, ploegen	4 y	104	37	13	200	62	9 b	51 xy
R, dm, ploegen	5 y	81	38	11	166	61	9 b	50 xyz
R, dm, niet-kerend	5 y	109	40	10	155	58	8 b	50 xyz
R, dm, direct voor	3 y	69	31	8	164	39	6 b	35 y
R, dm, direct na	1 y	72	27	6	128	44	5 b	38 yz
P*	0,057		0,192	0,106		0,233	<0,001	0,055

* P-waarde (F-probability): hoe lager de P-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

(R = rogge, OR = geen rogge, dm = drijfmest, Odm = geen drijfmest, direct voor = doodspuiten voor directzaai, direct na = doodspuiten na directzaai) (Vj = voorjaar, Nj = najaar). Getallen in dezelfde kolom met verschillende letters (a, b) zijn significant verschillend ($P < 0,05$). Getallen in dezelfde kolom met verschillende letters (x, y) geven een tendens voor een verschil aan ($0,05 < P < 0,10$). Waarnemingen in juli zijn enkelvoudig bepaald en niet statistisch getoetst

3.2 Erosie

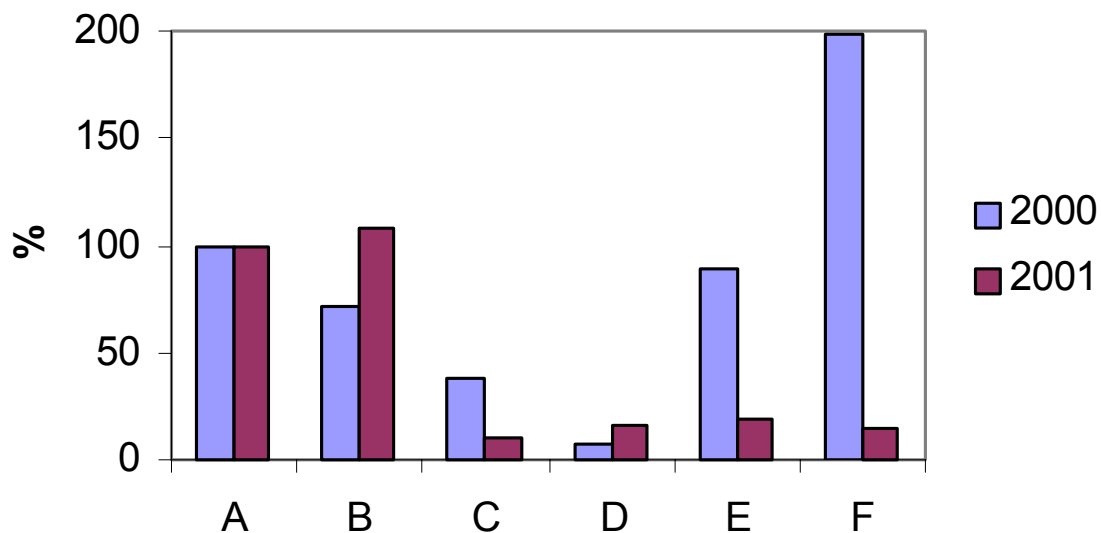
Om mogelijke verschillen tussen behandelingen duidelijker (meetbaarder) naar voren te laten komen, is de maïs van de helling af gezaaid. Dit betekent dat de absolute waarden met betrekking tot erosie niet rechtstreeks vertaald kunnen worden naar een praktijksituatie waarin de maïs met de helling mee gezaaid is. In dit rapport worden relatieve waarden weergegeven, deze geven een representatief beeld van het effect van de verschillende behandelingen.

3.2.1 Water

In 1999 bleek directzaai van maïs voor een aanzienlijke vermindering van erosie te zorgen. De hoeveelheid afgespoeld water nam in de periode mei-juli met 25 tot 60% af ten opzichte van mulchzaai. Hoe later de rogge doodgespoten was, hoe groter de erosiebeperking.

In 2000 en 2001 was de watererosie het kleinst bij de niet-kerende grondbewerking (behandeling D) (Figuur 1). Opvallend was de relatief hoge watererosie bij directzaai in 2000 (behandelingen E en F). Bij deze behandelingen was de toplaag gedurende het groeiseizoen vaak zo hard, dat het regenwater niet door de bodem werd opgenomen. Het water dat afspoelde was wel vrij schoon, wat blijkt uit de waarden voor bodemerosie (zie 3.2.2.). In 2001 was de watererosie bij de behandelingen met directzaai wel laag. Opvallend was verder de lage erosie bij behandeling C (ploegen, vanggewas, toediening van drijfmest).

Figuur 1 Watererosie in de periode mei-september bij de behandelingen uit de veldproef in 2000 en 2001 (erosie bij behandeling A=100%)



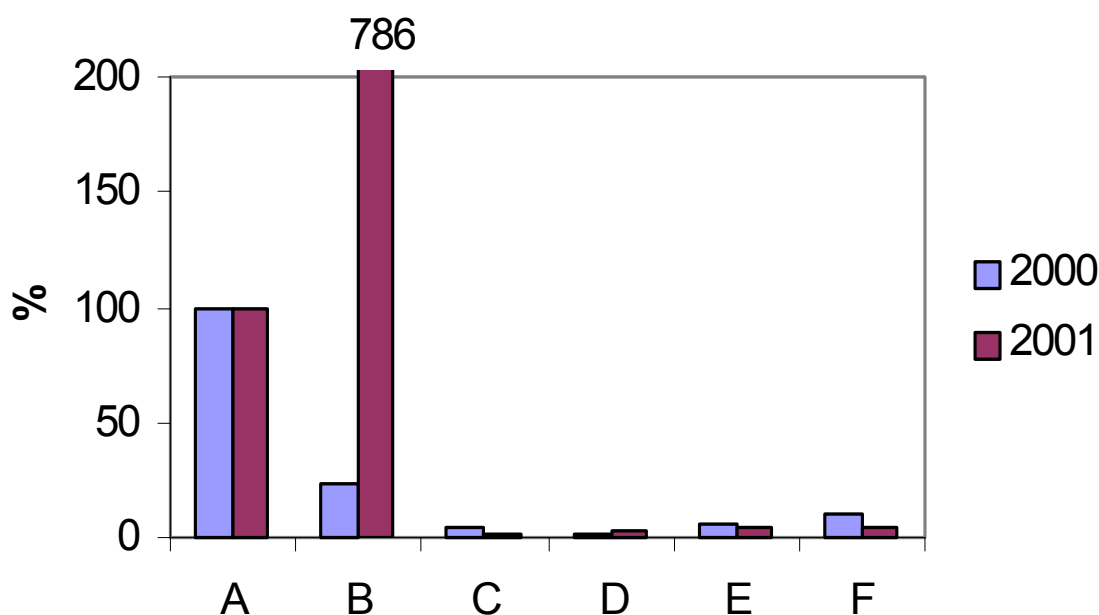
3.2.2 Bodem

In de oriënterende proef in 1999 nam de hoeveelheid afgespoelde gronddeeltjes bij directzaai met 80 tot 95% af vergeleken met mulchzaai. Hoe later de rogge doodgespoten was, hoe groter de erosiebeperking.

In 2000 daalde de bodemerosie door introductie van een vanggewas. Toediening van drijfmest zorgde voor een verdere reductie. De bodemerosie was het kleinst bij de niet-kerende grondbewerking. Ploegen en directzaai gaven vrijwel dezelfde bodemerosie te zien. In 2001 viel de zeer hoge bodemerosie bij behandeling B (ploegen, vanggewas, geen drijfmest) en de lage bodemerosie bij behandeling C (ploegen, vanggewas, drijfmest) op. Het schijnbaar positieve effect van drijfmest is moeilijk te verklaren. Bij de drijfmesttoediening (emissie-arm) is de bodem een keer extra losgemaakt en er komt ook wat meer organische stof in de bodem. Dit is echter onvoldoende reden voor de grote verschillen.

In het algemeen was de bodemerosie bij de niet-kerende grondbewerking en bij directzaai relatief laag. De erosie trad met name in mei en juni op.

Figuur 2 Bodemerrosie in de periode mei-september bij de behandelingen uit de veldproef in 2000 en 2001 (erosie bij behandeling A=100%)



3.3 Maïsoopbrengst

In 1999 was bij directzaai de beginontwikkeling van de maïs wat trager dan bij mulchzaai. In een later stadium trok dit grotendeels bij. Bij mulchzaai was de maïsoopbrengst 14,7 ton ds/ha, bij directzaai met doodspuiten voor zaai was dit 15,0 ton ds/ha en bij directzaai met doodspuiten na zaai was dit 13,8 ton ds/ha.

In 2000 en 2001 was het effect van de behandelingen op de maïsoopbrengst groot (Tabel 4). Met name bij directzaai was de opbrengst significant lager dan bij de andere behandelingen ($P < 0,05$). Ook bij de niet-kerende grondbewerking bleef de opbrengst 1-2 ton ds/ha achter vergeleken met de opbrengst bij ploegen, de verschillen waren hier echter niet significant. In 2000 was de variatie in maïsoopbrengst en N-gehalte van de geoogste maïs groter dan in 2001. Het N-gehalte van de geoogste maïs was in 2000 het laagst bij de behandelingen met directzaai ($P < 0,05$). In 2001 werden geen significante verschillen tussen de behandelingen gevonden ($P < 0,05$).

Tabel 4 Maïsoopbrengst (ton ds/ha) en N-gehalte (g N/kg ds)

	2000 opbrengst	2001 opbrengst	Gemiddelde 2000 en 2001	2000 N-gehalte	2001 N-gehalte	Gemiddelde 2000 en 2001
OR, dm, ploegen	14,9 ab	13,7 a	14,3 ab	11,6 a	12,1	11,8 a
R, Odm, ploegen	15,8 a	13,9 a	14,8 a	11,3 ab	12,0	11,7 ab
R, dm, ploegen	13,8 ab	13,6 a	13,7 ab	10,3 cd	11,6	10,9 bc
R, dm, niet-kerend	12,6 b	13,0 a	12,8 b	10,6 bc	11,2	10,9 bd
R, dm, direct voor	6,6 c	10,7 b	8,7 c	8,6 e	11,5	10,1 d
R, dm, direct na	4,5 c	8,0 b	6,3 c	9,5 de	11,9	10,7 cd
P*	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,367	0,001

* P-waarde (F-probability): hoe lager de P-waarde, des te groter de waarschijnlijkheid dat een verschil een effect is van de behandelingen.

(R = rogge, OR = geen rogge, dm = drijfmest, Odm = geen drijfmest, direct voor = doodspuiten voor directzaai, direct na = doodspuiten na directzaai). Getallen in dezelfde kolom met verschillende letters (a, b) zijn significant verschillend ($P < 0,05$)

4 Discussie

De effecten van de verschillende behandelingen zijn samengevat in Tabel 5.

Tabel 5 Effect van de verschillende behandelingen op watererosie, bodemerosie, stikstof en maïsofbrengst

	Watererosie	Bodemerosie	Stikstof	Opbrengst
OR, dm, ploegen	-	-	+/-	+
R, Odm, ploegen	-	--	+/-	++
R, dm, ploegen	+	+	+/-	+
R, dm, niet-kerend	++	+	+/-	+/-
R, dm, direct voor	+/-	+	+	-
R, dm, direct na	-	+	+	--

(R = rogge, OR = geen rogge, dm = drijfmest, Odm = geen drijfmest, direct voor = doodspuiten voor directzaai, direct na = doodspuiten na directzaai) (beoordeling varieert van -- tot ++, waarbij ++ betekent dat het betreffende systeem zeer goed scoort op het betreffende punt)

Om directzaai van maïs op grote schaal bij veehouders te introduceren, moet het mogelijk zijn dierlijke mest in het voorjaar toe te dienen. Dit is essentieel voor een goede benutting van de stikstof uit deze mest. Een goede benutting is weer belangrijk om stikstofverliezen zo veel mogelijk te voorkomen. Najaarstoediening van drijfmest heeft een negatief effect op het Minas-stikstofoverschot in vergelijking met voorjaarstoediening.

Bij de behandelingen met de traditionele grondbewerkingen (ploegen) is het effect van toediening van drijfmest te zien (vergelijking van behandeling B zonder drijfmest en behandeling C met drijfmest). Uit de resultaten blijkt dat drijfmesttoediening de kans op erosie beperkt. Een duidelijke verklaring voor dit effect is echter niet te geven. Bij de drijfmesttoediening (emissie-arm) is de bodem een keer extra losgemaakt en er komt ook wat meer organische stof in de bodem. Dit is echter onvoldoende reden voor de grote verschillen. Verder was de maïsofbrengst lager bij de behandeling met drijfmesttoediening. Dit komt in principe niet door verschillen in stikstofgift: alle behandelingen kregen dezelfde hoeveelheid werkzame stikstof uit drijfmest en kunstmest. Mogelijk was de werkelijke benutting van de stikstof uit de drijfmest lager dan verwacht.

Een vanggewas in de winter blijkt, ook bij behandelingen waarbij het gewas ondergeploegd wordt, duidelijk effect te hebben op erosie in de zomerperiode (vergelijking van behandeling A zonder vanggewas en behandeling C met vanggewas). De gewasresten zorgen waarschijnlijk voor een grotere wateropnamecapaciteit van de bodem gecombineerd met een betere binding met de bodemdeeltjes. De maïsofbrengst blijft ongeveer gelijk.

De niet-kerende grondbewerking was in dit onderzoek het meest belovend in het kader van erosiebestrijding, met name bij beperking van watererosie. De maïsofbrengst was echter 1-2 ton ds/ha lager dan bij ploegen. Een niet-kerende grondbewerking zou eventueel gelijktijdig met het zaaien kunnen worden uitgevoerd. Dit werkt kostenbesparend, zodat genoeg genomen kan worden met een iets lagere opbrengst (het geld dat bespaard wordt door het weglaten van een bewerking zou bestemd kunnen worden voor aankoop van ruwvoer, zodat de netto ruwvoeropbrengst gelijk blijft).

Directzaai gaf de beste resultaten op het gebied van stikstof. Er zijn nog geen geschikte indicatoren gevonden voor de werkelijke nitraatbelasting van het grondwater, maar de weinige relaties die er zijn suggereren een verband tussen de hoeveelheid residuaire minerale N in de bodem bij oogst of in het late najaar en de nitraatconcentratie in de bodem (ten Berge, 2002). Bij directzaai was in het algemeen na de oogst minder stikstof in de bodem aanwezig. Naar verwachting zal de stikstofuitspoeling in de winter dan ook minder zijn bij directzaai in vergelijking met de andere behandelingen.

De resultaten van directzaai met betrekking tot erosie waren sterk wisselend. In de oriënterende proef in 1999 nam de watererosie met 25-60% af ten opzichte van mulchzaai en de bodemerosie zelfs met 80-95%. Deze afname van erosie was groter dan in eerder onderzoek gevonden was (bijvoorbeeld De Roo, 1995). Daarentegen was het effect van directzaai op de erosie in vergelijking met ploegen in 2000 en 2001 gering. In 1999 gaf directzaai goede maïsofbrengsten, mits de rogge op tijd doodgespoten was. Deze hoopgevende resultaten (minder erosie, goede maïsofbrengst) bleken helaas niet uit de veldproef van 2000 en 2001. De maïsofbrengst in de veldproef was dusdanig laag (5-10 ton ds/ha) dat we moeten concluderen dat directzaai nog niet praktijkrijp is. Alhoewel men bij de directe inzaai van maïs genoeg kan nemen met een wat lagere opbrengst door de lagere bewerkingskosten, is een dergelijk lage opbrengst in de praktijk niet acceptabel. Bovendien was de

kwaliteit van deze maïs waarschijnlijk ook lager dan normaal (geen cijfers beschikbaar), omdat de kolven van een groot aantal planten niet volledig tot ontwikkeling kwamen. De slechte maïsopbrengst in de veldproef is waarschijnlijk voornamelijk veroorzaakt door problemen tijdens het maïszaaien. De grond was vrij hard en er ontstonden sleuven, die niet goed dichtgedrukt konden worden, met name in 2000. In 2001 was de zaaietechniek bij directzaai verbeterd en werden gunstiger resultaten verwacht. De maïsopbrengst was inderdaad hoger, maar nog steeds niet acceptabel. Een voorwaarde voor geslaagde directzaai lijkt een enigszins losse grond zoals in de oriënterende proef in 1999. Deze losse grond gaf zichtbaar betere zaairesultaten. Dit zou mogelijk bereikt kunnen worden door minimaal één grondbewerking per jaar uit te voeren (bij de veldproef was in het geheel geen grondbewerking uitgevoerd). Deze grondbewerking zou in het najaar uitgevoerd kunnen worden direct ná de oogst van de snijmaïs en vóór de inzaai van het vanggewas. Het effect van een dergelijke grondbewerking is in dit onderzoek niet meegenomen.

5 Conclusies

- Emissiearme drijfmesttoediening in het voorjaar in een vanggewas is goed mogelijk.
- De teelt van een vanggewas in de winter verkleint de kans op erosie in de zomer, ook al wordt het vanggewas omgeploegd in het voorjaar.
- De traditionele methode van grondbewerking (ploegen) in combinatie met een vanggewas is nog steeds het meest aantrekkelijk voor veehouders. Bij deze methode kan in het voorjaar drijfmest worden toegediend en de maïsofbrengsten zijn goed.
- Alternatieve methoden van grondbewerking (niet-kerende grondbewerking, geen grondbewerking) in plaats van ploegen bij de teelt van snijmaïs op erosiegevoelige gronden verminderen de kans op erosie (met name bodemerrosie) en stikstofuitspoeling.
- Directzaai van snijmaïs is nog niet praktijkrijp. De maïsofbrengsten zijn bij deze methode te laag.
- Niet-kerende grondbewerking is mogelijk wel acceptabel, maar ook hierbij zijn de maïsofbrengsten relatief laag.
- Perspectieven van alternatieve methoden van grondbewerking kunnen mogelijk verbeteren door het invoeren van een grondbewerking na de oogst van de snijmaïs.

Praktijktoepassing

Waar snijmaïs op erosiegevoelige gronden geteeld wordt, kunnen veehouders bij de huidige stand van zaken het beste kiezen voor de traditionele methode van grondbewerking (ploegen) in combinatie met een vanggewas. Hierbij is drijfmesttoediening in het voorjaar goed mogelijk (een belangrijke voorwaarde voor toepassing door veehouders in de praktijk gezien Minas) en ook de maïsopbrengst is goed. Teelt van een vanggewas is wel noodzakelijk om erosie zoveel mogelijk te beperken.

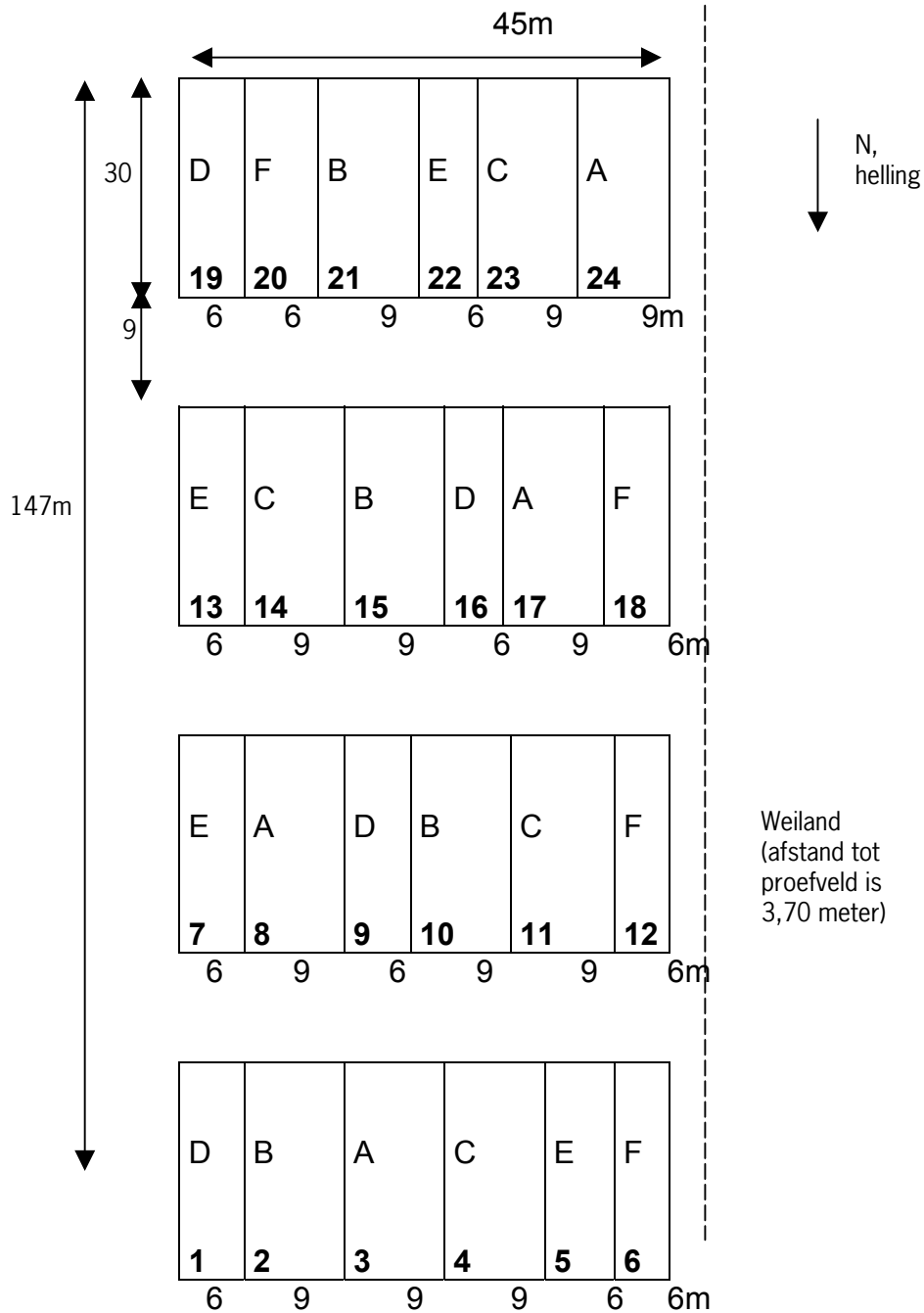
Directzaai van snijmaïs biedt weliswaar perspectieven voor beperking van erosie en stikstofspoeling, maar is nog niet praktijkrijp door de te lage maïsopbrengsten. Het is dan ook nog geen optie voor veehouders met snijmaïs. Niet-kerende grondbewerking is mogelijk wel acceptabel, maar ook hierbij zijn de maïsopbrengsten aan de lage kant. Misschien kunnen de maïsopbrengsten en daarmee de perspectieven van alternatieve methoden van grondbewerking nog verbeteren als er een grondbewerking in het najaar wordt uitgevoerd en/of de zaaitechniek verbetert.

Literatuur

- Ammon, H.U., C. Bohren & T. Anken, 1992. Bandfrassaaten von Mais in grüne Pflanzenbestände mit mechanischer oder chemischer Regulation der Grünbedeckung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 13: 647-656.
- Berge, H.F.M. ten (Ed.), 2002. A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Report 31. Plant Research International B.V., Wageningen, 144 p.
- Binard, M. & A. Bollinne, 1980. Contribution à l'étude quantitative des modifications des risques d'érosion résultant des remembrements (1). Pedologie XXX 3: 323-333.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 1998. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad, 53 p.
- Frielinghaus, M., G. Kuhn & H. Schafer, 1996. Erfahrungen mit konservierender Bodenbearbeitung hinsichtlich des Schutzes vor Wasser- und Winderosion. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundigen Gesellschaft 80: 149-152.
- Geelen, P.M.T.M., F.J.P.M. Kwaad, E.J. van Mulligen, A.G. Wansink, M. van der Zijp & W. van den Berg, 1996. Optimalisatie van erosieremmende teeltsystemen van maïs en suikerbieten op lössgrond. PAGV-verslag nr. 211.
- Kornmann, M. & K. Köller, 1997. Direktsaat von Maïs. Erfahrungen von Feldversuchen. Landtechnik 4/97: 178-179.
- Kwaad, F.J.P.M., M. van der Zijp & P.M. van Dijk, 1998. Soil conservation and maize cropping systems op sloping loess soils in the Netherlands. Soil & Tillage Research 46: 13-21.
- Mouraux, D., O. Cappellen, G. Foucart, G. Trappeniers, P. Scokart & J.F. Ledent, 1992. Vers une meilleure gestion de l'azote en culture de maïs: sous-semis, semis sous couvert et localisation de l'azote. Revue de l'agriculture 45, 2: 389-404.
- Papesch, J. & K. Steinert, 1998. Mulch- und Direktsaat. Lösungen für Maïs und Zuckerrüben. Landtechnik 2/98: 64-65.
- Pol-van Dasselaar, A. van den & E. Bleumer (1999). Maïs telen zonder bewerking van grond geeft minder erosie. Land en Vee, 17-12-99.
- Pol-van Dasselaar, A. van den & H. Everts (1999). Beperking van erosie en nitraatuitspoeling na voorjaarstoediening van dierlijke mest en directzaai van maïs. Intern Rapport 398. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad, 11 p.
- Pol-van Dasselaar, A. van den & H. Everts (2000). Maïsteelt op onbewerkte grond kan interessant zijn. Directzaai biedt perspectief op löss en klei op veen, maar kent ook risico's. Boerderij/Veehouderij 85, no. 1 (11 januari 2000): 22VE-23VE.
- Roo, A.P.J. de (red.), P.M. van Dijk, C.J. Ritsema, N.H.D.T. Cremers, J. Stolte, K. Oostindie, R.J.E. Offermans, F.J.P.M. Kwaad & M.A. Verzandvoort, 1995. Erosienormeringsonderzoek Zuid-Limburg. Veld- en simulatiestudie. Rapport 364.1. Staring Centrum, Wageningen, 234 p.
- Schmidtlein, E.M., A. Heissenhuber & H. Steinhauser, 1987. Ökonomischen Auswirkungen der anwendung von Erosionsschutzmaßnahmen im Silomais- und Zuckerrubenanbau. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 64, 6: 643-658.

Bijlagen

Bijlage 1. Proefschema veldproef 2000-2001



Weggetje (afstand tot proefveld ongeveer 9 meter)

Voor verklaring van de behandelingen: zie Tabel 2.