



# Beperking van watererosie in aardappelen op lössgrond

Ing. P. M. T. M. Geelen, C. J. E. Crombach & Ir. C. B. Bus

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door:

HPA, LLTB en provincie Limburg

PPO intern projectnummer: 5154087

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320-291111  
Fax : 0320-230479  
E-mail : [info@ppo.dlo.nl](mailto:info@ppo.dlo.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	6
2 MATERIAAL EN METHODEN .....	8
2.1 Proefopzet .....	8
2.1.1 De objecten .....	8
2.1.2 Gangbare teeltwijze, object A .....	8
2.1.3 Verruwingen tussen de rug, object A' .....	9
2.1.4 Mulch, object B en F .....	9
2.1.5 Mulch zonder tanden (object B2) .....	9
2.1.6 Mulch zonder aanaarden (object B3) .....	9
2.1.7 Herfstruggen, object D .....	9
2.1.8 Beddenteelt, object E .....	10
2.1.9 Strodek, object C, G, H.....	10
2.1.10 De 90 cm-rug, object I .....	10
2.1.11 Drempels in 2002 .....	11
2.2 Waarnemingen.....	12
2.2.1 Erosiemetingen .....	12
2.2.2 Het gewas .....	13
2.3 Proefuitvoering .....	13
3 RESULTATEN .....	16
3.1 Erosiemetingen .....	16
3.1.1 1998.....	16
3.1.2 2000.....	17
3.1.3 2001.....	18
3.1.4 Drempels in 2002 .....	18
3.1.5 Regensimulatie in 2002 .....	19
3.1.6 Natuurlijke neerslag .....	20
3.2 Het gewas.....	20
3.2.1 Oogstjaar 1998 .....	20
3.2.2 Oogstjaar 1999 .....	21
3.2.3 Oogstjaar 2000 .....	22
3.2.4 Oogstjaar 2001 .....	23
4 DISCUSSIE .....	26
4.1 Herfstruggen .....	26
4.2 90 cm-ruggen.....	26
4.3 Beddenteelt.....	26
4.4 Mulchen .....	27
4.5 Stro aanbrengen na het poten.....	27
4.6 Drempels in de geulen tussen de ruggen .....	28
5 CONCLUSIES.....	30
LITERATUUR.....	32
BIJLAGE 1. KLANKBORDGROEP EROSIEONDERZOEK AARDAPPELEN .....	34
BIJLAGE 2. PROEFSHEMA'S .....	36

BIJLAGE 3. OVERZICHT OVER DE UITGEVOERDE TEELMAATREGELEN ..... 38

BIJLAGE 4. EROSIEBEPERKING D.M.V. STRO OP TIEN PRAKTIJKPERCELEN ..... 40



Foto 1. De reliëfmeter waarmee de vorm van de ruggen en drempels in 2001 en 2002 is gemeten.

## Samenvatting

Van 1998 tot en met 2002 zijn een tiental methoden vergeleken om watererosie in aardappelen op de hellingen van de lössgrond van Zuid-Limburg tegen te gaan.

Het betrof de volgende systemen: herfstruggen, 90 cm-ruggen, beddenteelt, ruggen- en beddenteelt in mulch en met strodek en drempels in de geulen.

Herfstruggen, 90 cm-ruggen en beddenteelt bleken niet interessant te zijn.

Aardappelen telen in een mulchlaag van gele mosterd is in verschillende varianten onderzocht. De resultaten lieten wat betreft het bodemverlies door erosie in de verschillende jaren niet dezelfde trends zien waardoor een definitief advies op grond van deze proeven niet mogelijk is.

Een strodek van circa twee ton stro per hectare na aanaarden bleek perspectiefvol en praktisch uitvoerbaar te zijn. Het gaat erosie effectief tegen. Het bodemverlies was 75% minder en de waterafvoer was 95% minder dan bij gangbaar. De opbrengst werd er niet nadelig door beïnvloed. Een nadeel is wel de benodigde arbeid en kosten voor het aanbrengen van een strodek.

Eveneens een perspectievolle mogelijkheid bij ruggen op een helling is het maken van drempels in de geulen tussen de ruggen. Dit is vooral perspectiefvol als dit wordt gecombineerd met een iets grovere ligging van de ruggen en het minimaal verdichten van de geulen zodat neerslag snel kan wegzakken.



Foto 2. **Rugopbouw op een helling op lössgrond.**

# 1 Inleiding

Het doel van dit onderzoek is een aantal erosiebeperkende teeltwijzen in de aardappelteelt te verkennen. Hierbij worden de mogelijkheden van praktische uitvoerbare aanpassingen aan bestaande mechanisatie, de noodzaak voor nieuwe mechanisatie, de invloed op opbrengst en kwaliteit en de werking tegen erosie onderzocht.

Reeds halverwege de tachtiger jaren werd te Wijnandsrade onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om aardappelen te telen in een bodembedekker. Dit bleek zonder perspectief, omdat na poten en aanaarden er van de bodembedekker niets meer over was. Het onderzoek heeft zich vervolgens gericht op erosiebeperking in de teelt van maïs en bieten.

De erosieverordening schrijft echter ook de aardappelteler onder een aantal omstandigheden een erosiebeperkende teeltwijze voor. Omdat geen praktisch teeltsysteem voorhanden was, betekende dit dat op bepaalde percelen geen aardappelen meer konden worden geteeld. Recent is in het buitenland ervaring opgedaan met erosiebeperkende teeltsystemen in aardappelen. In dit onderzoek, dat eind 1997 dankzij financiering door HPA, LLTB en de provincie Limburg kon worden opgestart is uitgegaan van deze buitenlandse ervaringen. Nagegaan wordt of deze systemen ook in Zuid-Limburg bruikbaar zijn.

Een goede bescherming tegen erosie wordt verkregen door te telen in een bodembedekker. Deze bodembedekker wordt voor de winter gezaaid. Door vervolgens de bodem zo min mogelijk te bewerken blijven gewasresten in het voorjaar op de bodem of in de bovengrond aanwezig en voorkomen dat de grond afspoelt. Ook geven ze de bodem extra stabiliteit en bevorderen de infiltratie.

Bij de teelt van aardappelen wordt de grond intensief bewerkt. Hierdoor blijft er na het poten en aanaarden nauwelijks iets over van de gewasresten en daarmee evenmin iets van de bescherming tegen erosie.

In dit onderzoek worden drie methoden vergeleken, waarbij de beschermende bodembedekker zo veel mogelijk aanwezig blijft. Het betreft de teelt van aardappelen in herfstruggen, de teelt in bedden en het aanbrengen van een strodek. Herfstruggen zijn volledig op hoogte gebrachte ruggen, die reeds in de herfst zijn gemaakt. In het volgende voorjaar wordt in deze ruggen gepoot. Doordat geen rug meer hoeft te worden gevormd bij het poten en aanaarden kan theoretisch het planten gebeuren met heel beperkte grondverplaatsing. De op de rug aanwezige gewasresten van de bodembedekker hoeven nauwelijks te worden verstoord en blijven een goede bescherming tegen erosie geven.

Bij beddenteelt wordt na het poten geen rug gevormd. Het bed ontstaat tussen de sporen van de trekker. Doordat geen rug wordt gevormd, hoeft de grond nauwelijks beroerd te worden. De aanwezige bodembedekker blijft daardoor intact.

Bij de teelt onder een strodek wordt de bodembedekker niet ter plekke geteeld, maar wordt na het poten aangebracht. De intensiteit van de bodembewerking is bij dit systeem geen belemmering, daar de bodembedekker pas achteraf wordt aangebracht. Er is geen aanpassing van de teeltwijze nodig, anders dan het aanbrengen van het stro.

Daarnaast is geëxperimenteerd met het minimaliseren van de grondbewerking. Het betreft het niet aanaarden en een oppervlakkige, niet kerende grondbewerking. Door de grondbewerking te minimaliseren kunnen resten van de bodembedekker bovenin blijven of op de pootrug blijven liggen. Bij minimale grondbewerking wordt alleen de bovengrond oppervlakkig bewerkt.

Ook een vergelijking aangelegd met ruggen op een onderlinge afstand van 90 cm.

Tot slot is gekeken naar de mogelijkheid om de oppervlakteruwheid te bevorderen waardoor de afstroming wordt geremd en water beter de kans krijgt om in de bodem te infiltreren. Het betreft het aanbrengen van verruwingen (drempels) tussen de aardappelruggen, in de geulen. In het laatste jaar van het onderzoek is dit oriënterend nagegaan. Vervolgens is hiervan een apart verslag verschenen (Geelen & Van Hommerig, 2002).

In 2002 is in opdracht van het HPA het onderzoek naar de werking van drempels in aardappelgeulen op twee plaatsen voortgezet. De resultaten hiervan zijn in dit verslag opgenomen.

Het onderzoek is begeleid door een klankbordgroep. Enkele keren is met deze groep de voortgang en het perspectief van de verschillende systemen besproken. Gedurende de loop van het onderzoek zijn op advies van de klankbordgroep aanpassingen in de proefopzet doorgevoerd. De samenstelling van de groep is vermeld in bijlage 1.



Foto 3. Dremfels in de geulen van gefreesde ruggen.

## 2 Materiaal en Methoden

### 2.1 Proefopzet

Het onderzoek is in eerste instantie uitgevoerd van 1998 tot en met 2001. Een tiental varianten is onderzocht en vergeleken met de gangbare teeltwijze. Niet alle varianten zijn elk jaar aangelegd. Tabel 1 laat zien in welke jaren welke varianten zijn uitgevoerd. Vervolgens zijn in 2002 nog twee proeven met varianten van drempels in de geulen aangelegd.

In 1998 is de proef in drievoud, in 1999 in viervoud en in 2000 en 2001 in vijfvoud uitgevoerd. De proefveldschema's hiervan zijn in bijlage 2 opgenomen.

In een gedeelte van de veldjes is erosie gemeten. In alle veldjes zijn opbrengstbepalingen uitgevoerd. Op het object waarbij verruwingen tussen de ruggen zijn aangebracht, is dit gedaan met een prototype, waarbij slechts tussen twee ruggen werd gewerkt en dus niet over de volle werkbreedte. In deze objecten is alleen de afstroming van water en grond gemeten en is geen opbrengstbepaling gedaan. De wijze van bewerken bracht met zich mee dat dit veldje naast de blokkenproef moest worden aangelegd.

Het aanvullende onderzoek naar het effect van drempels in aardappelgeulen vond plaats in 2002 op twee proefplaatsen met een iets verschillende helling. Er werden 6 objecten in enkelvoud aangelegd waarin eind mei hevige regenval werd gesimuleerd en vervolgens de afstroming van water en grond werd gemeten. Ook de afstroming van water en grond van natuurlijke neerslag is bij diezelfde proefopstelling vastgesteld.

Tabel 1. **Overzicht over de uitgevoerde objecten gedurende de 4 onderzoeksjaren.**

Objecten	1998	1999	2000	2001
Gangbaar (referentieobject)	A	A	A	A
Gangbaar met stro voor rugopbouw	H			
Gangbaar + strodek (na aanaarden aangebracht)	C	C	C	C
Gangbaar met verruwingen tussen de ruggen (drempels)			A'	A'
Mulch met pennenfrees, en tanden	B	B	B1	B1
Mulch met pennenfrees, zonder tanden			B2	B2
Mulch met pennenfrees, en tanden, en niet aanaarden			B3	B3
Herfstruggen	D			
Beddenteelt	E	E		
Beddenteelt + mulch	F	F		
Beddenteelt + strodek	G	G		
Ruggen 90 cm	I			

#### 2.1.1 De objecten

Een beschrijving van de diverse onderzochte teeltwijzen volgt hieronder. In tabel 2 is een overzicht opgenomen van de in de objecten uitgevoerde bewerkingen en de datum waarop deze bewerkingen zijn uitgevoerd.

#### 2.1.2 Gangbare teeltwijze, object A

In deze objecten is in het voorjaar vlak voor poten met behulp van een krukasspitmachine en rotorkoepel een pootbed gemaakt. Er is ongeveer 25 cm diep gewerkt. Alleen in het natte voorjaar van 1999 is de bodem maar 20 cm diep bewerkt. Ongeveer 2 weken na het poten is met behulp van aanaardkappen de rug op hoogte gebracht.



### 2.1.3 Verruwingen tussen de rug, object A'

In 2000 en 2001 zijn bij de gangbare teeltwijze mechanisch verruwingen tussen de ruggen aangebracht. Achter de aanaarder is een loopwiel bevestigd, dat tweemaal per omwenteling een schepje optilt. Dit schepje sleept tussen de ruggen en schraapt grond voor zich uit, totdat het wordt opgetild. Hierdoor ontstaan verruwingen tussen de ruggen in de vorm van drempels. Deze drempels hadden een onderlinge afstand van ongeveer 1 meter en een hoogte van 10 tot 15 cm.

In 2001 is daarnaast in een aanvullend onderzoek eveneens het effect gemeten van de afstroming van water en grond na het maken van drempels bij het frezen. De drempels werden gemaakt met een door het mechanisatiebedrijf Agri Maas in samenwerking met Netagco-Rumptstad vervaardigd mechanisme op de frees. De resultaten zijn in een apart rapport (Geelen & Van Hommerig, 2002) weergegeven.



Foto 4. **Prototype machine om drempels te vormen achter Steketee aanaarder met ruggvormkappen.**

### 2.1.4 Mulch, object B en F

Deze objecten zijn zowel bij beddenteelt (object F) als bij ruggenteelt (object B) aangelegd.

In 1998 is in deze objecten voor de inzaai van de gele mosterd (herfst 1997) een hoofdgrondbewerking uitgevoerd. In de overige jaren is in de herfst geen afwijkende grondbewerking toegepast. In het voorjaar van 1998 werd de grond eerst 35 cm diep bewerkt met een miniwoeler, waarbij de toplaag bovenop bleef. Daarna werd de bovengrond ongeveer 7 cm diep met de rotoeg bewerkt. In de overige jaren is de voorjaarsgrondbewerking in één werkgang uitgevoerd met 20 (1999) tot 25 cm (overige jaren) diep werkende ganzenvoeten, gevolgd door een oppervlakkig (10 á 15 cm diep) werkende pennenfrees. De tanden bleken vaak natte grond boven te halen, met als gevolg dat er kluiten ontstonden. Twee weken na het poten is aangeaard met ruggvormers.

In de laatste twee onderzoeksjaren zijn op dit systeem twee varianten onderzocht:

#### 2.1.5 Mulch zonder tanden (object B2)

In dit systeem is de grondbewerking geminimaliseerd. In het voorjaar is enkel met behulp van een oppervlakkig werkende pennenfrees een pootbed bereid. Ten opzichte van mulch blijven er meer gewasresten bovenop liggen, maar er wordt minder grond losgemaakt. Voor eenzelfde dieptewerking van de frees is het nodig om in vergelijking tot mulch de machine dieper te zetten. (bij mulch trekken de tanden de machine de grond in). Ongeveer twee weken na het poten is aangeaard.

#### 2.1.6 Mulch zonder aanaarden (object B3)

In dit systeem zijn dezelfde werkzaamheden uitgevoerd als in het mulch-object. Alleen het aanaarden is achterwege gelaten.

#### 2.1.7 Herfststruggen, object D

Voor aanleg van de herfststruggen is na inzaai van gele mosterd (nokkenradzaaimachine) met behulp van Groenwegen aanaardkappen een rug opgebouwd. Hiervoor bleken twee bewerkingen nodig. Daarna is nogmaals gele mosterd gezaaid (handwerk) om een goede verdeling van de planten van de bodembedekker te verkrijgen.

Om in de bestaande herfststruggen – met een afgestorven groenbemester erop - te kunnen poten is aan de

pootmachine een aanpassing gemaakt. De elementen zijn voor de geulentrekker voorzien van gekartelde, schuin naar elkaar toestaande snijschijven. Deze dienden om de gewasresten door te snijden om het stropen van gewasresten tijdens het poten te voorkomen.



Foto 5. **Dutzi-pennenfrees (detail).** De tandenrotor voor het maken van een verkruid bed.



Foto 6. **Dutzi-woelscharen (detail).** Al naar gelang de instelling wordt de grond op 25 cm diepte iets opgelicht. De woelscharen en pennenfrees zijn ook gecombineerd gebruikt

### 2.1.8 Beddenteelt, object E

In 1998 zijn in de bedden drie rijen gepoot op een bed van 180 cm breed met een Grimme vl 30 B beddenpootmachine. De grond was bij de beddenpootmachine (met name het gemulchte object) fijner dan volgens de gangbare bewerkingen. De pootmachine vroeg veel trekkracht.

In 1999 is met een zelfbouwmachine gepoot omdat de Grimme vl 30 B niet meer beschikbaar was. Deze zelfbouwmachine legde vier rijen naast elkaar op een pootbed van 150 cm breed. De onderlinge afstand tussen de rijen op het bed bedroeg 30 cm.

### 2.1.9 Strodek, object C, G, H

Het stro is handmatig opgebracht. Hiervoor is ongeveer 2 ton tarwestro per ha verdeeld. In 1998 is het bij de ruggenteelt zowel voor (object H) als na (object C) het aanaarden aangebracht. De overige jaren alleen na het aanaarden. Ook bij de beddenteelt (object G) is na het poten en voor opkomst van de aardappelen, een strodek aangebracht. Hierbij is het stro niet ingewerkt.

### 2.1.10 De 90 cm-rug, object I

In het voorjaar zijn de 90 cm-ruggen met de hand gepoot. Op deze objecten zijn minder poters geplant dan in de overige. Bij 75 cm-ruggen en bij beddenteelt zijn 39000 poters geplant, in de 90 cm-ruggen ongeveer 33000 per hectare. In de ruggen was de plantafstand 34 cm. De ruggen zijn met een Huard-aanaarder opgehoogd.

## 2.1.11 Drempels in 2002

In beide proeven, aangelegd op een helling zijn de volgende objecten in enkelvoud uitgevoerd. Rugopbouw middels frezen en middels aanaarden. En bij beide in aardappelgeulen grote en kleine drempels vergelijken met geen drempels. Dit zou uitgevoerd worden met voor dit doel aangepaste praktijkmachines. Vervolgens zijn in deze proeven metingen uitgevoerd naar de afstroming van water en meegevoerde grond, zowel na natuurlijke neerslag als na een regensimulatiemeting.

Tabel 2. **Overzicht over de uitgevoerde bewerkingen bij de diverse onderzochte teeltvarianten.**

Bewerkingen in de objecten oogst 1998

	object	grondbew herfst	grond- bewerking herfst	grondbew. voorjaar	grondbew. voorjaar	strodek	rug opbouw	strodek
				voorbewerking				
	datum	11/9	12/9	11/5	11/5	19/5	19/5	20/5
A	gangbaar	vaste tand			spitten+rotoreg		ruggen	
B	mulch	vaste tand	spitten	miniwoeler	rotoreg		ruggen	
C	gangbaar + stro	vaste tand			spitten+rotoreg		ruggen	stro
D	herfstruggen	vaste tand	spitten rugopbouw					
E	bedden	vaste tand			spitten+rotoreg			
F	bedden + mulch	vaste tand	spitten	miniwoeler	rotoreg			
G	bedden + stro	vaste tand			spitten+rotoreg			stro
H	gangbaar + stro voor rugopbouw	vaste tand			spitten+rotoreg	stro	ruggen	
I	90 cm-rug	vaste tand			spitten+rotoreg		ruggen	

Bewerkingen in de objecten oogst 1999

	object	grondbew herfst	grond- bewerking herfst	grondbew. voorjaar	grondbew. voorjaar		rug opbouw	strodek
				voorbewerking				
	datum	6/8	6/8	4/5	4/5		21/5	25/5
A	gangbaar	vaste tand	rotoreg+zaaimach.	vaste tand	spitten+rotoreg		ruggen	
B	mulch	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		Rau Rototiller		ruggen	
C	gangbaar + stro	vaste tand	rotoreg+zaaimach.	vaste tand	spitten+rotoreg		ruggen	stro
E	bedden	vaste tand	rotoreg+zaaimach.	vaste tand	spitten+rotoreg			
F	bedden + mulch	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		Rau Rototiller			
G	bedden + stro	vaste tand	rotoreg+zaaimach.	vaste tand	spitten+rotoreg			stro

Bewerkingen in de objecten oogst 2000

	object	grondbew herfst	grond- bewerking herfst	grondbew	grondbew		rug opbouw	strodek
	datum	eind aug.	eind aug.		19/4		8/5	10/5
A	rug gangbaar	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		spitten+ rotoreg		ruggen	
A'	rug als A + stepwiel	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		spitten+ rotoreg		ruggen	
B1	mulch frees+tand	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		Dutzi +tand		ruggen	
B2	mulch frees	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		Dutzi		ruggen	
B3	als B1 niet aanaarden	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		Dutzi +tand			
C	rug gangbaar+stro	vaste tand	rotoreg+zaaimach.		spitten		ruggen	stro

Vervolg tabel 2.

Bewerkingen in de objecten oogst 2001

	object	grondbew herfst	grond- bewerking herfst	grond- bew	grondbew		rug opbouw	strodek
	datum	eind aug.	eind aug.		10/5		22/5	25/5
A	rug gangbaar	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		spitten+ rotoreg		ruggen	
A'	rug als A + stepwiel	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		spitten+ rotoreg		ruggen	
B1	rug mulch + tand	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		Dutzi + tand		ruggen	
B2	rug mulch - tand	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		Dutzi		ruggen	
B3	als B1 niet aanaarden	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		Dutzi + tand			
C	rug gangbaar + stro	vaste tand	Rau Rototiller+zaaimach		spitten + rotoreg		ruggen	stro

## 2.2 Waarnemingen

### 2.2.1 Erosiemetingen

De erosiemetingen gedurende de winter van 1997/1998 zijn in drievoud uitgevoerd, maar alleen op twee relevante objecten; praktijk en herfststruggen. Na het poten in 1998 zijn metingen in tweevoud in alle objecten uitgevoerd.

In 1999 zijn geen erosiemetingen uitgevoerd. Gedurende de natte herfst van 1998 bleek geen geschikt hellend perceel te vinden te zijn waar tijdig een bodembedekker was ingezaaid.

In 2000 en 2001 zijn in één herhaling erosiemetingen uitgevoerd. In 2002 lagen de proeven met drempels in de geulen, in enkelvoud en zijn in alle veldjes metingen gedaan.

De metingen zijn uitgevoerd door aan de bovenzijde van een veldje op twee plaatsen tussen de ruggen een driehoekige plaat tussen de ruggen te plaatsen waardoor geen water het meetveldje kon instromen. Aan de onderzijde van het meetveldje werd eveneens een dergelijke plaat in de grond geslagen. Deze plaat was voorzien van een afvoer, die afwaterde in een opvangbak. De in de bak aanwezige hoeveelheid water is regelmatig gemeten. De in dit water aanwezige, meegevoerde grond is bepaald door van het opgevangen water met grond een monster te nemen nadat de grond zo goed mogelijk in suspensie was gebracht. Dit monster is in de droogstoof ingedampt. De hoeveelheid grond in het water kon zo worden bepaald. Door dit te vermenigvuldigen met de totale hoeveelheid afgestroomd water met grond, kon het totale bodemverlies worden bepaald.

De op het proefveld gevallen neerslag werd gemeten met een regenmeter. Door de per m<sup>2</sup> afgestroomde hoeveelheid grond te delen op de per m<sup>2</sup> gevallen hoeveelheid neerslag is de 'afvoer in % van de neerslag' bepaald.

In 1998, 2000 en 2001 werd vanaf het aanaarden tot in juni gemeten hoeveel water met grond er van de veldjes afstroomde. Hiertoe werd na natuurlijke neerslag het water opgevangen dat afstroomde van een oppervlakte van 1.50 bij 22 m. Om de optredende verschillen zo goed mogelijk te kunnen meten werden de aardappelen van boven naar beneden op de helling gepoot. De concentratie aan grond werd in dit water bepaald, aan de hand waarvan de afvoer aan grond kon worden berekend.

De proef werd in die jaren op een hellend perceel aangelegd. In 1998 bedroeg de helling rond de 14%. In 2000 ongeveer 10% en in 2001 ongeveer 4%. In 1998 werden erosiemetingen in twee herhalingen uitgevoerd, in de overige jaren in één. De wintermetingen (alleen in 1998) werden in drie herhalingen gemeten.

In 2002 zijn de proeven aangelegd te Wijnandsrade en te Merkelbeek. De regensimulatie is te Wijnandsrade uitgevoerd op 23 mei en te Merkelbeek op 30 mei (zie ook foto 11). Daarna is enkele keren op vergelijkbare wijze als in vorige jaren de afstroming door natuurlijke neerslag gemeten. De afstroming als gevolg van natuurlijke neerslag is gemeten op een oppervlakte van 22 bij 1,5 m. De regensimulatiemeting vond op dezelfde veldjes plaats op een oppervlakte van 8 bij 1,5 m. Tijdens deze meting zijn de waarnemingen per geul apart uitgevoerd. Hierbij was de ene geul bereiden bij het poten en bij de rugopbouw en de andere niet. Ook in 2002 zijn de aardappelen van boven naar beneden op de hellingen gepoot. Te Wijnandsrade bedroeg de helling gemiddeld 5,5% en te Merkelbeek liep deze uiteen van 5 tot 7%. Tijdens de regensimulatie was het gewas 2 – 5 cm hoog en de grond iets aangeregend. In 2002 verliep de

regensimulatie als volgt; er is twee keer 4 minuten geregend met een tussenpauze van 5 minuten. Met behulp van de veldspuit werd in die 4 minuten 27 mm water gegeven. De spuit was uitgerust met 8 doppen op een onderlinge afstand van 1 m. De doppen waren van het type Teejet 27 W van Spraying Systems, ze hingen op één meter hoogte boven het gewas. Tijdens het beregenen zijn waarnemingen verricht zoals na hoeveel tijd in iedere geul het water over de drempels begon te stromen en na hoeveel tijd het stromen ophield en hoeveel water en grond er gestroomd heeft. De hoogte van de drempels is op 21 juni vastgesteld te Wijnandsrade, over één meter geullengte, per geul per object, met behulp van een reliëfmeter (foto 1). De rugvorm is vastgesteld te Merkelbeek, eveneens op 21 juni.

### 2.2.2 Het gewas

Op diverse tijdstippen tijdens het groeiseizoen is de gewasstand van de aardappelen beoordeeld. Dit is vastgelegd in het percentage bodembedekking met groen loof, of met een schoolcijfer (0-10, waarbij 10 groen en 0 geel is) voor gewaskleur.

Stengelaantallen werden bepaald door van twee rijen over een lengte van 10 meter het aantal stengels en planten te tellen.

De opbrengst is bepaald aan een oppervlakte van minimaal 15 m<sup>2</sup>. Bij machinale oogst werden 2 rijen of 1 bed gerooid over een lengte van 20 m. Bij handmatige oogst werd een bed of 2 rijen over een lengte van 10 m geoogst. De aardappelen zijn gesorteerd en het onderwatergewicht is bepaald aan de sorteringen 40/50 mm en 50/70 mm. Ook de uitval door misvormingen en groene knollen is bepaald. Voorts zijn de gewassen knollen in 1998 beoordeeld op het voorkomen van schurft, in 1999 op lakschurft (*Rhizoctonia solani*), in 2000 op oppervlakkige schurft, putjes en diepe schurft (pok) en in 2001 op schurft. Er is een schoolcijfer gegeven waarbij een hoog cijfer betekent weinig aantasting (10=vrij van aantasting).

## 2.3 Proefuitvoering

De proeven werden aangelegd in een graanstoppel. Hierin is na een grondbewerking gele mosterd ingezaaid. De mosterd werd in de herfst met kunstmest (1998) of met drijfmest bemest (overige jaren). In 1998 kwam de mosterd maar matig tot ontwikkeling. Hierdoor kwam op een gedeelte van het proefveld veel tarweopslag voor. Als gevolg van het uitblijven van vorst is het gewas lang groen gebleven. In 1999 was de gele mosterd redelijk ontwikkeld; in 2000 en 2001 goed.

Gedurende de winter is een aanvullende kalibemesting uitgevoerd. In het voorjaar is de stikstofbemesting gedeeltelijk voor de grondbewerking gegeven en gedeeltelijk over het gewas in juni.

In 2000 kon tijdig worden gepoot. In de overige jaren lag als gevolg van de weersomstandigheden in het voorjaar, het poottijdstip 2 tot 3 weken later. De voorjaarsgrondbewerking werd vlak voor het poten uitgevoerd. Ongeveer twee weken na het poten werd (op die objecten waar dat nodig was) aangeaard met behulp van aanaardkappen.

Onkruidbestrijding en ziektebestrijding vonden op de gebruikelijke wijze plaats. Begin september werd het aardappelgewas doodgespoten. Het gewas was toen reeds ver op zijn retour. De oogst vond in 1998 onder zeer moeilijke omstandigheden plaats. Door aanhoudende neerslag kon niet op de gebruikelijke wijze worden gerooid. Een gedeelte werd handmatig en een gedeelte met behulp van een voorraadrooier geoogst. De overige jaren kon onder goede omstandigheden worden gerooid. De bedden met een voorraadrooier, de rijen met een tweerijige AMAC voorzien van opzakinstallatie ten behoeve van de oogst van proefvelden.

In 1998 was de opbrengst laag. In 1999 werden zeer goede opbrengsten behaald. In 2000 en 2001 werd een gemiddeld opbrengstniveau bereikt.

Een overzicht van de uitgevoerde teeltmaatregelen is opgenomen in bijlage 3.

Naast de proeven is door de klankbordgroep besloten om ook op een 10-tal percelen van verschillende telers in het voorjaar van 1999 een strodek aan te brengen. De ervaringen hiervan zijn heel in het kort weergegeven in bijlage 4.

In 2002 zijn beide proeven aangelegd op lössgrond, te Wijnandsrade en te Merkelbeek. Te Wijnandsrade is de grond op 8 april met een vaste tandcultivator bewerkt en op 9 april gespit, gerotkopen en gepoot. Te Merkelbeek is de grond op 18 april met een vastetandcultivator bewerkt, gevolgd door een rotkopen en is dezelfde dag gepoot. De planning was om zowel de frees als de aanaarder van een apparaat te

voorzien dat grote en kleine drempels kon maken. Bij de frees is dit uitgevoerd door twee typen scheppen te gebruiken, een smallere voor de kleine drempels en een bredere voor de grote drempels. Bij de aanaarder lukte het niet op tijd om de drempels machinaal aan te brengen. Daarom zijn op de aangearde objecten de drempels handmatig aangebracht, zo veel mogelijk met dezelfde vorm als dit bij de frees het geval was. Dit gebeurde 3 dagen later. Het frezen en aanaarden is uitgevoerd door Landbouwmechanisatiebedrijf Agri Maas in Elsloo. Dit frezen vond plaats met een Netagco Rumpstad rijenfrees en het aanaarden met Netagco Rumpstad Speedridger. Het frezen en aanaarden is op beide proeven uitgevoerd op 14 mei.



## 3 Resultaten

### 3.1 Erosiemetingen

#### 3.1.1 1998

In het eerste jaar zijn ook gedurende de wintermaanden erosiemetingen uitgevoerd, omdat de herfststruggen reeds in het najaar waren aangelegd. Op één van de veldjes met herfststruggen bleek op 13 oktober 1997 erg veel water en grond af te stromen. Deze meting beïnvloedde het resultaat sterk. De twee overige veldjes gaven weinig afstroming te zien.

Al direct na zaai van de gele mosterd viel veel neerslag. 14 Dagen na het zaaien was de gele mosterd 10 cm hoog. Gedurende die eerste twee weken kwamen verschillen voor tussen de herfststruggen en de stoppelbewerking. Daarna waren de verschillen beperkt.

Door het late en natte voorjaar kon pas laat met de voorjaarswerkzaamheden worden begonnen waardoor de afstromingsmetingen tot ver in het voorjaar konden worden voortgezet. De meetperiode liep van 2 oktober tot en met 27 april. In die periode viel 361 mm neerslag. Hiervan stroomde bij de gangbare werkwijze 0.3% en bij herfststruggen 0.4% af, hetgeen neerkomt op respectievelijk 1.1 en 1.6 l/m<sup>2</sup>. Dit had 0.5 g/m<sup>2</sup> bodemverlies tot gevolg bij de gangbare teeltwijze en 10 maal zoveel bij de herfststruggen. De verschillen werden vooral veroorzaakt tijdens de eerste weken naar zaai, toen de bodem nog niet was bedekt. Zowel de afstroming van water als het bodemverlies waren bij beide teeltwijzen laag.

Tabel 3. **Afstroming van grond en water in de winter van 1997/1998. De waarnemingen zijn het gemiddelde van 3 metingen.**

object	afstroming in % van neerslag	hoeveelheid afgestroomd water [l/m <sup>2</sup> ]	concentratie meegevoerde grond [g/l]	bodem verlies [g/m <sup>2</sup> ]
periode 2/10-13/10				
gangbaar	0.50	0.31	1.9	0.2
herfststrug	0.61	0.37	5.5	3.5
periode 14/10-27/4				
gangbaar	0.26	0.78	0.5	0.3
herfststrug	0.40	1.20	0.6	0.6

De eerste meting op 2 juni na 31 mm neerslag, gaf een zeer geringe afvoer aan water en grond. Op 6 juni viel een zeer zware bui (60 mm in iets meer dan één uur) waarbij zeer veel erosie optrad (zie foto 7 en 8). De meetinstallatie kon de afvoer niet aan, waardoor waterafvoer niet kon worden gemeten. De afvoer van grond kon voor een groot gedeelte worden opgevangen, maar slechts tot een hoeveelheid van maximaal 4 á 5 kg /m<sup>2</sup>. Bij gangbaar, mulch en de 90 cm-rug bleek meer dan deze hoeveelheid te zijn afgestroomd.

Bij beddenteelt werd al dan niet met mulch een beduidend lager bodemverlies gemeten. Met strodek was het bodemverlies zeer gering. Ook bij herfststruggenteelt was slechts een relatief geringe hoeveelheid bodem afgestroomd, zie tabel 4.



Tabel 4. Afvoer van water en grond gedurende het voorjaar van 1998 op 2 en 7 juni. De cijfers zijn gemiddelde van 2 waarnemingen.

object		Afvoer in % van neerslag 2/6	afvoer l/m <sup>2</sup> 2/6	Concentratie grond g/l 2/6	Bodemverlies g/m <sup>2</sup> 2/6	Relatief bodemerlies 7/6
gangbaar	A	0,04	0,01	6,0	0,1	>100
mulch	B	0,02	0,01	7,4	0,0	>100
stro na aana.	C	0,37	0,12	1,6	0,2	25
herfstrug	D	0,29	0,09	0,5	0,1	38
bedden	E	0,17	0,05	0,6	0,1	63
bed mulch	F	0,05	0,02	6,4	0,1	63
bed+stro	G	0,00	0,00	16,3	0,0	3
stro voor a.	H	0,59	0,18	2,3	0,3	63
rug 90 cm	I	0,03	0,01	0,8	0,0	>100



Foto 7 en 8. Juni 1998, Ubachsberg. De afstroming na een zeer zware bui. Links het object mulch en rechts het object stro na aanaarden.

### 3.1.2 2000

2000 Was een jaar zonder noodweer maar wel met veel neerslag en veel buien. Op 9 mei zijn de opvangbakken geplaatst nadat op 8 mei was aangeaard en er vervolgens 's avonds een bui viel van 15 mm.

Bij erosiemetingen in 2000 kwam naar voren dat een strodek, en het niet aanaarden van de aardappelen een beduidend lagere afstroming van water en grond tot gevolg had. Een mulchbewerking, al dan niet uitgevoerd in combinatie met een vaste tand leidde tot iets meer afstroming van water, maar tot beduidend meer bodemerlies. Het stepwiel beperkte de afstroming van water nauwelijks maar beperkte wel het bodemerlies. Het object mulch, zowel met als zonder de Dutzi-woelscharen, gevolgd door messeneg en aanaardkappen (object B1 en B2), bleek in dit onderzoek het bodemerlies niet te beperken. Dit was wel het geval als niet werd aangeaard. Niet aanaarden beperkte zowel de afstroming van water als het bodemerlies.

Tabel 5. Afvoer van water en grond van 9 mei tot 6 juni 2000. De waarnemingen zijn in enkelvoud uitgevoerd.

object		82 mm neerslag totaal			
		% neerslag	afvoer (l/m <sup>2</sup> )	conc (g/l)	bodemverlies (g/m <sup>2</sup> )
gangbaar	A	7,0	5,8	6,7	38,6
stepwiel	A'	6,6	5,4	2,2	11,7
mulch + tand	B1	7,9	6,5	13,9	90,5

mulch - tand	B2	9,6	7,9	32,5	256,2
niet aanaarden	B3	2,1	1,7	3,4	5,9
stro na aanaarden	C	0,3	0,2	0,7	0,2

### 3.1.3 2001

De neerslag die in het voorjaar van 2001 viel, leidde nauwelijks tot afstroming. Aan de hand van de geringe hoeveelheden is het niet zinvol om iets te zeggen over verschillen tussen de objecten.

Tabel 6. **Afvoer van water en grond van 19 juni tot 19 juli 2001. De waarnemingen zijn in enkelvoud uitgevoerd.**

object		71 mm neerslag totaal			
		% neerslag	afvoer (l/m <sup>2</sup> )	conc (g/l)	bodemverlies (g/m <sup>2</sup> )
gangbaar	A	0,03	0,02	0	0
stepwiel	A'	0,08	0,06	1.1	0,06
mulch + tand	B1	0	0	0	0
mulch - tand	B2	0,15	0,11	0.7	0,07
niet aanaarden	B3	0,36	0,25	2.3	0,57
stro	C	0	0	0	0



Foto 9. **Object B3: niet aangeaarde ruggen + mulch op 13-06-01. Op de achtergrond de meetopstelling.**

### 3.1.4 Drempels in 2002

De vorm van ruggen en drempels

Op 21 juni is op het proefveld te Merkelbeek de rugvorm gemeten op een stuk waar geen regensimulatie had plaatsgevonden. De rughoogtes verschilden niet tussen de freeskap en de aanaardkap, beide 22 cm, de aanaardkappen hadden wel tot vollere ruggen geleid. Op 3 cm onder de top waren de aangeaarde ruggen 28 cm breed en de gefreesde ruggen 24 cm.

De drempels lagen op de aangeaarde ruggen 60 cm uit elkaar en op de gefreesde ruggen 70 cm.

Te Wijnandsrade zijn de drempelhoogten gemeten bij alle 4 objecten, in beide geulen. Ze zijn in tabel 7 weergegeven.

Tabel 7. **De hoogte van de drempels in de geulen (de afwijking in mm ten opzichte van de gemiddelde helling) bij de linker en rechter geul van de 6 objecten op 21 juni te Wijnandsrade.**

object	linker geul (L)	rechter geul (R)
Aanaardkap- kleine schep (Ak)	26	30
Frees - kleine schep (Fk)	12	37
Aanaardkap - grote schep (Ag)	25	45

Frees – grote schep (Fg)	22	28
--------------------------	----	----

Uit tabel 7 blijkt dat de drempels in de rechter geulen gemiddeld hoger waren dan in de linker geulen. De linker geulen zijn de geulen die tijdens poten en rugopbouw bereiden zijn. De verschillen in drempelhoogte tussen grote en kleine schep en tussen aanaarden en frezen lijken beperkt. Bij het frezen leidde de grotere schep vooral tot het meer beschadigen van de flanken van de ruggen. Daarom is het niet verwonderlijk dat de drempelhoogte bij de grote schep niet duidelijk hoger was dan bij de kleine schep. Voor hogere drempels zonder de flanken te beschadigen was een andere rugvorm nodig geweest.

### 3.1.5 Regensimulatie in 2002

In tabel 8 zijn enkele resultaten weergegeven van de regensimulatie voor zowel de linker als rechter geul en voor de beide proefplaatsen.

De tijd in seconden is gegeven die het duurde voordat het water voorbij de drempels was, onderaan de helling, 2 m voorbij de laatste spuitdop (1<sup>e</sup> x begin stromen). De hoeveelheid opgevangen water (in liters per m<sup>2</sup>) is gegeven na de eerste keer 4 minuten (27 mm = 27 liter per m<sup>2</sup>) beregenen en de hoeveelheid water en grond is weergegeven na twee keer 27 mm beregenen; de hoeveelheid grond is weergegeven in gram per beregende m<sup>2</sup>, inclusief de hoeveelheid grond die in de pijpen naar de opvangbak bleef zitten (zie voor de proefopstelling ook foto 7 en 8).

Tabel 8. **Enkele resultaten van de regensimulatieproef te Wijnandsrade (WR) en te Merkelbeek (MB) apart voor de linker (L) en de rechter (R) geul (A=aanaarden, F=frezen, k=kleine en g=grote drempels).**

Object	A		F		Ak		Fk		Ag		Fg	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
WR 1 <sup>e</sup> x begin stromen, sec.	40	85	23	32	174	132	144	-	204	-	123	190
MB 1 <sup>e</sup> x begin stromen, sec.	173	153	38	70	-	-	171	-	-	-	222	-
WR l water na 4 min/m <sup>2</sup>	5.8	6.3	8.4	5.7	2.2	3.0	3.8	0.1	3.0	0.01	5.1	0.3
MB l water na 4 min/m <sup>2</sup>	1.0	1.3	7.0	3.3	0	0	2.2	0	0.05	0.02	1.2	0
WR l water totaal/m <sup>2</sup>	17.2	16.3	19.8	14.8	12.3	11.4	14.3	4.5	14.3	7.5	12.7	6.7
MB l water totaal/m <sup>2</sup>	9.3	10	15.5	10.7	6.8	3.3	11.8	5.8	8.9	6.7	11.3	5.7
WR gram grond/m <sup>2</sup> totaal	1120	1412	1059	933	1068	1510	594	70	930	351	555	119
MB gram grond/m <sup>2</sup> totaal	2043	1921	976	1137	696	790	1057	710	2105	1281	2614	690

Uit deze tabel blijkt:

1. Dat het water in het object F, frezen, op beide plaatsen het eerst begon te stromen en vervolgens bij object A, aanaardkappen. Bij de overige objecten, met drempels, was een flinke vertraging te zien. Drempels in combinatie met aanaardkappen werkten nog iets beter dan in combinatie met de frees. Het verschil tussen grote en kleine drempels was niet zo duidelijk. Dit is niet verrassend, het komt overeen met de metingen die in tabel 7 zijn weergegeven. Ook de totale hoeveelheid water die werd opgevangen van de eerste 4 minuten beregenen was bij object F op beide proefplaatsen het grootst. Na twee keer 4 minuten beregenen waren er nauwelijks verschillen meer in afgestroomde hoeveelheid water tussen de objecten A en F. Ook bij de objecten met drempels is uiteindelijk veel water afgestroomd. Als bij de eerste keer 4 minuten beregenen de onderste drempel nog stand hield dan spoelde deze bij de tweede keer beregenen weg.
2. Ook blijkt dat het water in de linker geul over het algemeen eerder begon te stromen dan in de rechter geul. Bij de helft van de geulen stroomde het water nog niet over de laatste drempel na de eerste kunstmatige bui van 27 mm in 4 min. De linker geulen waren de bereiden geulen. Een bui van 27 mm in 4 minuten komt maar heel weinig voor. Volgens het KNMI komt een bui van 27 mm in 15 minuten maar eens per 100 jaar voor.
3. Te Wijnandsrade begon het water sneller te stromen en was de totale afstroming van water duidelijk groter dan te Merkelbeek. Dit gold niet voor de meegevoerde hoeveelheid grond. Die was bij de meeste objecten in de proef van Merkelbeek groter.
4. De gefreesde ruggen waren gladder en minder bol dan de aangeaarde ruggen zodat uiteindelijk bij de aangeaarde ruggen meer grond was meegevoerd. Dit was ook bij de objecten met drempels het geval.

### 3.1.6 Natuurlijke neerslag

Na de metingen met kunstmatige regenval waren de drempels op de plaats waar berekend was, weggespoeld. Op de hoger gelegen 12 m van het veldje waren de drempels nog in takt. Daarom kon een deel van het effect van de drempels na natuurlijke neerslag nog gemeten worden.

In onderstaande tabel is dit weergegeven voor twee metingen op 21 juni. Op die dag is de hoeveelheid water en grond vastgesteld in de opvangbakken; opvangbakken zoals op foto 7 en 8 te zien zijn. Hierbij werden de linker en rechter geul niet apart opgevangen en is ook de hoeveelheid grond in de verbindingspijpen niet vastgesteld.

Tabel 9. **De opgevangen hoeveelheid water en grond op beide proefplaatsen op 21 juni op de zes objecten (A=aanaarden, F=frezen, k=kleine en g=grote drempel).**

	A	F	Ak	Fk	Ag	Fg
Wijnandsrade, l water/m <sup>2</sup>	>3,0	>3,0	1,5	2,3	1,4	2,2
Wijnandsrade, gram grond/m <sup>2</sup>	20	29	7	19	12	32
Merkelbeek, l water/m <sup>2</sup>	1,4	2,6	0,8	1,1	0,7	1,2
Merkelbeek, gram grond/m <sup>2</sup>	27	19	4	3	8	10

Te Wijnandsrade werd dagelijks de hoeveelheid neerslag genoteerd. Op 8 juni begon het water zich in de bakken te verzamelen. In de daarop volgende dagen waren er de volgende neerslaghoeveelheden; op 9, 10, 11, 12, 13, 14 en 19 juni respectievelijk 4,5 – 4 – 4,5 – 7 – 3 – 5 en 25 mm; samen dus 53 mm. Toen op 21 juni de metingen werden uitgevoerd, bleken de bakken van de objecten zonder drempels overstroomd te zijn. Te Merkelbeek stond de regenmeter bij de proef. Daar waren de opvangbakken op 17 juni geleegd en viel tot 21 juni 24 mm neerslag (=24 liter/m<sup>2</sup>). Uit tabel 9 blijkt dat;

1. de resterende drempels, die na de metingen van 23 en 30 mei waren overgebleven, het afstromen van water hebben beperkt.
2. Duidelijk is dat de afstroming van water minder groot was op de aangeaarde objecten dan op de gefreesde objecten.
3. Ook hier was het verschil in waterafstroming tussen de grote en kleine drempels niet duidelijk.
4. De hoeveelheid meegevoerde grond viel te Wijnandsrade tegen. Bij de objecten Fk en Fg was het nauwelijks minder dan bij F. Op de aangeaarde objecten met drempels was het wel minder dan op het niet aangeaarde object, maar daar stroomde ook veel minder water.
5. Te Merkelbeek werd op de objecten met drempels veel minder grond meegevoerd dan op de objecten zonder drempels. Maar daar was ook de waterafstroming ongeveer gehalveerd.

## 3.2 Het gewas

### 3.2.1 Oogstjaar 1998

In 1998 kwamen grote verschillen voor in opbrengst. Bij de gangbare teeltwijze en bij de teelt op 90 cm-ruggen was de opbrengst het hoogst. Mulch en beddenteelt kostten ruim 20% opbrengst, een significante reductie. Het strodek kostte 15% en herfststruggen 10% opbrengst. Naarmate de opbrengst hoger lag, waren de knollen verder uitgegroeid. Dit is te zien aan het percentage grove knollen dat toeneemt bij een hogere opbrengst. De totale opbrengst was erg laag evenals het percentage grove knollen. Er kwamen nauwelijks groene knollen voor. Misvormde knollen kwamen bij de 90 cm-ruggen wat meer voor dan bij de overige objecten. Bij beddenteelt was het onderwatergewicht wat hoger dan bij de meeste andere objecten, bij de 90 cm ruggen wat lager. Op de knollen kwam een lichte aantasting van gewone schurft voor. De mate van aantasting werd niet betrouwbaar beïnvloed door verschillen tussen de objecten.

Tabel 10. **De bruto (totaal) en netto (>40 mm) opbrengst in ton/ha en relatief, het percentage grove knollen en het % uitval door groene en door misvormde knollen. Het onderwatergewicht van twee sorteringen en de aantasting door gewone schurft (schoolcijfer, 10=vrij) in 1998.**

Object		bruto opbr ton/ha	rel	Netto opbr ton/ha	rel	%>50 mm	% groen	% misvormd	owg 40/50	owg 50/70	schurft
Gangbaar	A	43,8	100	35,7	100	53	0	4	394	388	8,3
Mulch	B	34,8	79	27,7	78	37	2	3	397	387	8,0
stro na a.	C	37,6	86	30,7	86	46	1	2	398	392	8,0
herfstrug	D	41,5	95	32,6	91	55	2	4	395	395	8,3
bedden	E	30,7	70	25,7	72	38	0	2	401	387	7,7
bed mulch	F	32,7	75	26,8	75	39	0	3	406	394	8,0
bed+stro	G	36,3	83	29,6	83	38	0	3	413	400	8,0
stro voor a.	H	36,5	83	30,0	84	40	0	4	402	397	7,7
rug 90 cm	I	43,7	100	36,4	102	64	0	7	384	387	8,5
lsd (0,05)		7,8	18	7,2	20	12	2,4	3,7	15	13	1,3

### 3.2.2 Oogstjaar 1999

In 1999 zijn geen erosiemetingen gedaan maar wel gewaswaarnemingen. Ook is de opbrengst bepaald. Bij de beddenteelt kwamen minder stengels per m<sup>2</sup> voor. Dit is deels veroorzaakt door het iets lagere plantaantal. De planten waren ook kleiner van stuk. Door de betere ruimtelijke verdeling op het bed sloot het gewas hier desondanks eerder. Tussen de bedden, in de geulen, bleef de bodem langer onbedekt.

De bodembedekking met gele mosterdresten was beperkt. Na het mulchen was de bodem nog met 5% bedekt met gewasresten. Op de aardappelruggen waren nauwelijks gewasresten zichtbaar. Na het poten viel veel neerslag en ontstond er een korst. Bij de ruggenteelt werd deze korst bij het aanaarden gebroken. In de bedden vond geen bewerking meer plaats, zodat de korst aanwezig bleef. Mogelijk dat dit de reden was van de onregelmatige stand die het gewas op de bedden vertoonde.

De verdeling van het stro op de bedden was mooi gelijkmatig. Bij de ruggen lag het vooral onder in de geul. In tegenstelling tot 1998 was de vorm van de bedden matig. De geulen tussen de bedden waren erg ondiep. Er was met de zelfbouwmaschine minder diep gepoot en ook was bij het poten de grond voor de wielen niet op de bedden geschoven.

Op de bedden stierven de aardappelen eerder af. De aardappelen met strodek leken in het voorjaar op het veld forser te groeien dan zonder, maar rijpten ook wat eerder af.

Tabel 11. Gewaswaarnemingen in 1999. Op een aantal data is de bedekking met groen loof geschat, op 23 juni is ook de gewaskleur geschat en op 17 juni is het aantal planten en stengels geteld.

object		% grondbedekking met groen loof op				kleur		st/m <sup>2</sup>	stengels/plant
		15 juni	23 juni	2 juli	30 aug	23-jun	pl/m <sup>2</sup>		
rug gangbaar	A	40	74	89	50	8,0	3,9	17,2	4,4
rug mulch	B	36	65	88	43	7,3	3,9	16,8	4,3
rug +stro na a.	C	40	75	100	33	7,8	3,8	16,5	4,3
bed	E	33	66	75	43	6,5	3,4	13,9	4,0
bed mulch	F	33	63	80	38	6,5	3,6	15,1	4,3
bed + stro	G	35	71	90	23	6,5	3,5	14,7	4,2
lsd (0,05)		6	14	14	22	1,1	0,23	1,2	0,4
rug		39	71	92	42	7,7	3,9	16,8	4,3
bed		33	67	82	34	6,5	3,5	14,6	4,2
onbeh		36	70	82	46	7,3	3,7	15,5	4,2
mulch		34	64	84	40	6,9	3,7	16,0	4,3
stro		38	73	95	28	7,2	3,7	15,6	4,2

In 1999 werden goede opbrengsten gehaald. Beddenteelt leidde tot een 6% lagere bruto-opbrengst. Omdat bovendien bij beddenteelt veel uitval door groene knollen voorkwam en de sortering fijner was, bleef de netto-opbrengst bij beddenteelt 14% lager. In onderwatergewicht kwamen geen verschillen voor.

Bij de ruggenteelt had een strodek of mulchbewerking geen invloed op de opbrengst. Bij beddenteelt was de opbrengst bij mulch lager en bij een strodek iets hoger dan bij een kaal bed. Dit verschil was echter niet statistisch betrouwbaar. Op sommige monsters bleek na wassen veel lakschurft voor te komen. Daarom is op 29/2 en 29/3/2000 beoordeeld op lakschurft, maar er waren geen betrouwbare verschillen tussen de behandelingen aanwezig.

Tabel 12. De bruto- (totaal) en netto- (>40 mm) opbrengst in ton/ha en relatief, het percentage knollen >50 mm, het % uitval door groene en door misvormde knollen. Het onderwatergewicht van twee sorteringen en de aantasting door Rhizoctonia in 1999.

object		bruto ton/ha	rel	netto ton/ha	rel	%> 50	% groen	% misv.	owg 40-50 mm	owg 50-70 mm	Rhizoct. 29/2	Rhizoct. 29/3
rug gangbaar	A	63,9	100	60,0	100	81	0,0	2,0	436	447	6,5	6,5
rug mulch	B	64,9	102	60,5	101	80	0,6	1,7	438	451	7,3	6,8
rug +stro na a.	C	65,0	102	60,7	101	82	0,1	1,7	440	447	6,8	6,3
bed	E	60,7	95	52,3	87	68	5,0	1,4	440	445	7,0	7,0
bed + mulch	F	58,4	91	50,1	84	76	3,7	1,6	424	435	7,3	7,0
bed + stro	G	62,9	98	54,5	91	79	4,4	2,6	435	443	7,0	7,0
lsd (0,05)		5,9		6,3		14	2,2	1,5	16	12	0,9	0,9
rug		64,6	101	60,4	101	81	0,3	1,8	438	448	6,8	6,5
bed		60,6	95	52,3	87	74	4,4	1,9	433	441	7,1	7,0
onbeh		62,3	97	56,2	94	75	2,5	1,7	438	446	6,8	6,8
mulch		61,6	96	55,3	92	78	2,1	1,6	431	443	7,3	6,9
stro		63,9	100	57,6	96	80	2,3	2,1	438	445	6,9	6,6

### 3.2.3 Oogstjaar 2000

De proef van 2000 leverde redelijk goede opbrengsten. Doordat er echter veel misvormde knollen voorkwamen viel de netto-opbrengst toch iets tegen. In 2000 had een strodek geen invloed op de opbrengst of het onderwatergewicht. Wel leek het te leiden tot iets minder vreterij (putjes) in de knollen.

Niet aanaarden gaf een behoorlijke opbrengstderving en iets verlaging van het onderwatergewicht en meer bedekking met schurft. Mulch gaf een verhoging van de opbrengst bij gelijkblijvend onderwatergewicht, waarbij een mulchbewerking in combinatie met een vastetand beter was dan zonder.

Tabel 13. **De grondbedekking met groen loof op 20 juni, de bruto- (totale) en netto- (>40 mm) opbrengst in ton/ha en relatief, het percentage knollen >50 mm netto, het % misvormde knollen, het onderwatergewicht van twee sorteringen en een schoolcijfer (10=vrij) voor putjes, schurftpokken en bedekking met schurft in 2000.**

object		% groen loof op 20 juni	totale opbr. ton/ha	totale opbr. relatief	totaal netto ton/ha	totaal netto relatief	%>50 netto	% misv.	owg 40-50	owg 50-70	putjes	pok	schurft
rug gangbaar	A	74	49,8	100	39,9	100	38	6	395	399	5,8	7,6	6,8
rug mulch + tand	B1	74	54,1	109	43,8	110	47	8	391	397	6,4	7,6	6,6
rug mulch - tand	B2	73	51,7	104	40,9	102	39	8	395	398	6,0	7,8	6,8
B1 niet aanaarden	B3	75	41,5	83	31,4	79	40	9	384	390	6,4	7,4	5,0
rug gangbaar+stro	C	74	49,3	99	38,8	98	31	8	395	389	7,0	7,5	6,0
Isd (0,05)		6	8,2	17	8,9	22	17	4	9	9	1,4	1,7	1,1

### 3.2.4 Oogstjaar 2001

Ook in 2001 zijn redelijke opbrengsten behaald. Betrouwbare opbrengstverschillen deden zich niet voor. Wel was de opbrengst van het object niet aanaarden, evenals in 2000 weer relatief laag en de objecten mulch en gangbaar met stro relatief hoog. Er waren nog aanzienlijk meer misvormde knollen dan in 2001, maar er waren geen betrouwbare verschillen tussen de objecten. Dit gold ook voor het onderwatergewicht en de hoeveelheid schurft op de knollen.

Tabel 14. **De grondbedekking met groen loof op 12 september, de bruto- (totale) en netto- (>40 mm) opbrengst in ton/ha en relatief, het percentage knollen >50 mm netto, het % misvormde knollen, het onderwatergewicht van twee sorteringen en een schoolcijfer voor bedekking met schurft in 2001.**

object		% groen loof op 12 sept.	totale opbr. ton/ha	totale opbr. relatief	totaal netto ton/ha	totaal netto relatief	%>50 netto	% misv.	owg 40-50	owg 50-70	schurft-cijfer
rug gangbaar	A	32	52,1	100	46,2	100	55	11	399	409	5,8
rug mulch + tand	B1	46	55,7	107	49,1	106	60	12	395	404	5,4
rug mulch - tand	B2	34	53,9	104	47,6	103	59	12	397	406	6,0
B1 niet aanaarden	B3	38	51,8	99	44,9	97	62	13	388	401	5,6
rug gangbaar+stro	C	30	55,1	106	48,5	105	57	12	398	406	5,8
Isd (0,05)		11	5,2	10	5,1	11	6	2,3	10	7	0,8



Foto 10. Aardappelen gepoot in mulch in 2001. De gele mosterdresten liggen nog deels bovenop.





## 4 Discussie

### 4.1 Herfstruggen

Reeds in augustus 1998, voordat de proef geoogst was, werd besloten om het object herfstruggen niet verder te onderzoeken, ondanks de goede erosiebeperkende werking. Voor herfstruggen was een dusdanige aanpassing aan mechanisatie nodig dat dit object op korte termijn niet als redelijk alternatief werd gezien.

Met de herfstruggen zijn voorts de volgende ervaringen opgedaan. In het voorjaar was op de herfstruggen tarweopslag een probleem omdat de sterke doorworteling van de tarwe het poten bemoeilijkte. Dit is oplosbaar door aanpassingen aan de pootmachine aan te brengen, zoals is gezien in Zwitserland. Het kan door voor de geulentrekkers op de pootmachine snijschijven aan te brengen. Deze snijschijven zijn ook noodzakelijk als er in het voorjaar nog taaie oogst- of groenbemestingsresten aanwezig zijn die kunnen leiden tot stropen van gewasresten voor de geulentrekkers. De pootmachine moet de rug voldoende diep en breed openbreken om de poter erin te kunnen leggen. De rug moet daarna met zo min mogelijk grondverplaatsing of beschadiging van de bodembedekker op de plaats teruggelegd worden. Voorkomen moet worden dat bij uitdrogen van de rug de pootsleuf open gaat staan, en zodoende leidt tot groene aardappelen.

Als op herfstruggen een bodembedekker wordt ingezaaid, mag de rug niet worden beschadigd, maar het zaad moet wel in een geschikt zaaibed terecht komen om te kunnen kiemen. De bodembedekker moet de gehele rug bedekken. Dus er moet ook zaad op de zijkant van de rug blijven liggen en kiemen. In 1998 ontwikkelde de gele mosterd zich slechts matig en leverde het poten geen problemen op. Na het poten bleef echter weinig bodembedekking over en bleek het moeilijk om de rug intact te houden. De rug bleef zeer grof achter met grote kluiten in de rug. Er kon dan ook niet volledig worden voorkomen dat losse grond werd weggespoeld. Daar waar veel tarweopslag stond, bleef de bodem beter bedekt en werd de grond beter vastgehouden.

### 4.2 90 cm-ruggen

Het object 90 cm-ruggen is na 1998 eveneens niet voorgezet. Het bood te weinig voordeel ten opzichte van 75 cm-ruggen. Bij beide rugvormen was de totale opbrengst vergelijkbaar en bij beide kwamen nauwelijks groene knollen voor. Ook de netto-opbrengst was in beide gevallen gelijk, maar de knollen in de grote rug waren wat grover, waardoor het aandeel 50 mm-opwaarts hoger lag. In de grote ruggen lag de uitval door extra misvormde knollen ook wat hoger. De grotere hoeveelheid grond, die bij het rooien moest worden verzet, leverde geen probleem op.

Groene knollen ontstaan op lössgrond voornamelijk door scheuren in de ruggen, en niet door het afregenen van de zijkanten van de rug. En de lengte van de stolonen wordt vooral bepaald door de vochttoestand van de grond. Een knolnest meer ruimte geven door een grotere rug op te bouwen om groen te voorkomen is daarom niet zinvol.

### 4.3 Beddenteelt

In 1998 en 1999 werden objecten met aardappelen op bedden aangelegd. Dit betroffen zowel kale bedden als bedden met behoud van de mulchlaag, als bedden die na het poten met stro werden bedekt. Na dit tweede onderzoeksjaar is besloten met bedden niet verder te gaan.

Argumenten om beddenteelt in een mulchlaag te onderzoeken waren dat vanuit oogpunt van erosiebeperking van belang is om in een bodembedekker te telen. In de aardappelteelt op ruggen is het moeilijk om voldoende bodembedekking over te houden, nadat de aardappelen zijn aangeaard. Door in een

bed te poten, kan één bewerking, het aanaarden, worden uitgespaard. Hierdoor blijft van de aanwezige plantenresten, meer boven op de grond liggen. De bodem is hierdoor beter beschermd tegen erosie. Bedden zouden ook de neerslag beter opnemen. Dit leidt tot minder afstroming en in droge perioden tot betere opbrengsten, en heeft mogelijk een positief effect op schurft.

In 1998 gaf beddenteelt niet meer groen dan de teelt op ruggen. In 1999 kwam er wel beduidend meer groen voor. Dit werd veroorzaakt door de slechte structuur, als gevolg van enkele hevige buien in het voorjaar, waarschijnlijk in combinatie met het te ondiepe poten door het wat gebrekkige prototype pootmachine. Deze slechte structuur in 1999 met als gevolg een tragere opkomst door het langer koud en nat blijven, leidde, ondanks een betere plantverdeling, tot een tragere bodembedekking en trager sluiten van het gewas. Voorts gaven de bedden bij het rooien veel problemen; grote kluiten en veel grond. De opbrengst lag lager dan bij de teelt op ruggen.

Uit twee jaar onderzoek met de teelt van aardappelen op bedden is dan ook geconcludeerd dat beddenteelt op lössgrond onvoldoende perspectief biedt. De oogstproblemen in combinatie met de slechte opbrengst maken deze teeltwijze voor löss ongeschikt.

Wel was de erosie bij teelt op bedden minder groot dan bij teelt op ruggen. De afstroming werd alleen in 1998 gemeten en toen bleek na een zeer zware bui begin juni dat bij bedden beduidend minder (> 37%) bodemverlies optrad dan bij ruggenteelt. Beddenteelt in combinatie met een strodek bleek het bodemverlies zeer effectief te beperken.

## 4.4 Mulchen

Mulch-objecten hebben alle vier de onderzoeksjaren in de proeven gelegen.

Als gewasresten de ruggen moeten beschermen tegen afstroming dan is het van belang dat er voldoende gewasresten zijn, dat deze niet ondergewerkt worden, dat ze boven in de rug komen en van voldoende lengte zijn. Dit betekent dat er aanpassingen aan grondbewerking, aan de pootmachine en aan de rugopbouw nodig zijn. Zo moeten er schijven voor de elementen van de pootmachine komen die de gewasresten doorsnijden zodat het stropen van gewasresten voor de machine wordt voorkomen.

Voor het poten van aardappelen is voldoende losse grond nodig, omdat anders de pootmachine de grond niet in komt en niet in staat is een rug te vormen. En wat blijft er dan van de bodembedekker over voor een effectieve bescherming tegen erosie?

In 1998 beperkte het mulchen de erosie niet, zowel niet bij de ruggen- als bij de beddenteelt. Noch de afvoer van water, noch het bodemverlies werden erdoor beperkt. De gele mosterd had zich in het najaar en de winter van 1997/ 1998 maar matig ontwikkeld.

In 2000 werd na het poten veel bodemverlies gemeten in het object mulch – tand, in het object dus waar geen diepere grondbewerking van de graanstoppel had plaatsgevonden. Maar ook in het object mulch + tand was nogal wat bodemverlies. In object B3 waar na mulch + tand niet werd aangeaard was de erosie daarentegen heel beperkt.

De knolopbrengst was in 1998 bij het object mulch –20% ten opzichte van gangbaar. Er was geen invloed op het percentage groene en misvormde knollen, op schurft en onderwatergewicht.

Bij het object niet aanaarden (B3) in 2000 zaten de knollen niet dieper. Dieper rooien bleek dan ook niet nodig. Wel rooiden deze veldjes moeilijker. De rooiomstandigheden waren niet optimaal (te nat) en op deze veldjes moest langzamer worden gereden omdat de grond minder goed uitzeefde. Ook leidde niet aanaarden niet tot meer groen. In de hele proef kwam geen groen voor.

## 4.5 Stro aanbrengen na het poten

In 1998 is stro aangebracht zowel voor als na het aanaarden.

Bij stro aanbrengen voor het aanaarden was de achterliggende gedachte dat hierdoor verwaaien van het stro beperkt zou kunnen worden. Dit bleek echter geen probleem te zijn. Als het stro wat grof ligt en enigszins in dotten, is dit geen tot nauwelijks een belemmering voor de gewasgroei.

Bij stro aanbrengen voor het aanaarden werd bij het aanaarden veel stro ondergestopt en daardoor gaf het stro weinig bescherming. Ook spoelde de grond dan juist wat makkelijker af omdat de grond aan de

buitenkant van de rug door het stro minder houvast had. Daarom is dit object in het vervolg niet verder onderzocht.

Stro na het aanaarden

Voor erosiebestrijding is het aanbrengen van een strodek na het aanaarden een veel beter alternatief. Het is gedurende vier jaar vergeleken met rugopbouw zonder strodek. De knolopbrengst was in 1998 bij het object aanaarden met stro om onverklaarbare redenen wat lager dan bij het object aanaarden zonder stro, in 1999 en 2000 waren de opbrengsten gelijk en in 2001 was de opbrengst met stro iets hoger.

Gemiddeld maakte het weinig uit. Vooral de bodemverliezen werden door het stro duidelijk beperkt.

Er zijn echter wel problemen die bij het machinaal aanbrengen van een strodek moeten worden overwonnen. Problemen zoals; hoe kan het stro worden opgebracht, zonder dat dit leidt tot extra sporen en beschadiging van de aardappelruggen? hoe kan het opbrengen van stro gecombineerd worden met chemische onkruidbestrijding? De ervaringen op met het opbrengen van stro op praktijkschaal op de tien percelen in 1999 waren positief, er was geen sprake van extra veronkruiding op de strostroken, zie ook bijlage 4.

## 4.6 Drempels in de geulen tussen de ruggen

Bij dit object zijn geen opbrengstbepalingen uitgevoerd. Dit gebeurde niet omdat van de drempels geen invloed op de opbrengst verwacht werd. In 2000 leidden de drempels tot evenveel waterafstroming als gangbaar maar tot veel minder bodemverlies. In 2001 was er nauwelijks afstroming. In 2001 is in een aanvullende proef met drempels kunstmatig met een regensimulator berekend om erosie te stimuleren, zie Geelen & Van Hommerig, 2002. De conclusie was dat dit systeem mogelijk perspectief biedt en verder onderzoek wenselijk maakt. Hieraan is vervolgens in 2002 aandacht besteed.

2002

1. In 2002 bleek dat op de objecten waar met anaardkappen was gewerkt, veel minder water en grond afstroomde dan waar met de frees was gewerkt en dat het water in de niet bereiden geulen later begon te stromen dan in de bereiden geulen. Dit is niet verrassend; in de lossere structuur vindt het water gemakkelijker een weg naar beneden, de grond in.
2. Ook in 2002 is duidelijk aangetoond dat drempels in de geulen effectief zijn om de afstroming van water en grond verder te beperken. Dat de drempels in de proefopstelling uiteindelijk wel wegspoelden, had met de extreme hoeveelheid water te maken en het verkennen van de grenzen. Er werd berekend met 27 mm neerslag in vier minuten, vervolgens vijf minuten geen neerslag en daarna nog eens met 27 mm in vier minuten, terwijl het volgens de gegevens van het KNMI (bron KNMI) maar eens per 100 jaar voorkomt dat er 27 mm of meer valt in 15 minuten.
3. Een goede vergelijking tussen grote en kleine drempels is het niet geworden. Kennelijk lukte het bij het frezen (en bij het handmatig nabootsen van de drempels van de freesobjecten bij de aangeaarde objecten) niet om een hoogteverschil goed aan te leggen. Het blijkt niet uit de hoogtemetingen (tabel 7) en ook niet uit de water- en grondstromingsmetingen.



Foto 11. Regensimulatie, 30-05-02: na 6 minuten beginnen de ruggen weg te spoelen.



Foto 12. Water in de geul, 23-05-02, object aangeard, grote drempels: de rechter drempels zijn nog in takt, de linker zijn deels weggespoeld.

## 5 Conclusies

Van 1998 tot en met 2002 zijn de volgende methoden vergeleken om watererosie in aardappelen op de hellingen van de lössgrond van Zuid-Limburg tegen te gaan: herfststruggen, 90 cm-ruggen, beddenteelt, ruggen- en beddenteelt in mulch en met strodek en drempels in de geulen.

**Herfststruggen.** Bij de herfststruggen werden de ruggen in het najaar gemaakt en ingezaaid met een bodembedekker. Vervolgens is in het voorjaar in de bestaande ruggen gepoot en niet aangeaard. Het bodemverlies na poten was meer dan 70% minder dan bij de gangbare teeltwijze. Een probleem bij herfststruggen is de praktische uitvoerbaarheid. Herfststruggen hebben alleen het eerste jaar in het onderzoek gelegen.

**90 cm-Ruggen.** 90 Cm-ruggen hebben eveneens alleen het eerste jaar in het onderzoek gelegen. Ten opzichte van 75 cm-ruggen was de opbrengst niet verschillend en er kwamen nauwelijks groene knollen voor. De afstroming van water en bodem verschilde niet duidelijk van 75 cm-ruggen.

**Beddenteelt.** Beddenteelt is de eerste twee jaar onderzocht met drie varianten: 1. kale bedden, 2. bedden waarbij in het najaar een bodembedekker is ingezaaid en in het volgende voorjaar in de mulchlaag is gepoot en 3. kale bedden waarbij na het poten een strodek is opgebracht. Bij het poten ontstonden sporen van trekker met pootmachine in plaats van geulen. Op de bedden trad verslemping op en het rooien was moeilijk. De opbrengst was bruto 10-20% lager en netto nog lager als gevolg van extra groene knollen. Het bodemverlies bij bedden als gevolg van watererosie was in 1998 ruim 35% minder ten opzichte van gangbaar. In combinatie met een strodek was er nauwelijks nog sprake van bodemverlies. Na twee jaar is met onderzoek naar beddenteelt gestopt omdat het te weinig perspectiefvol was.

**Mulch.** Hierbij werd in augustus / september gele mosterd (een bodembedekker) ingezaaid en vervolgens werden hierin in april /mei drie varianten aangelegd (in 2000 en 2001). Er werd met een vaste tand gewerkt, zonder vaste tand (alleen een pennenfrees) en met niet aanaarden. De opbrengsten waren vergelijkbaar met het gangbare systeem, met uitzondering van het object niet aanaarden. Niet aanaarden zorgde in 2000 voor een betrouwbaar lagere opbrengst. Het bodemverlies was jaarsafhankelijk en gaf in de verschillende jaren tussen de objecten niet dezelfde trend te zien. In 2000 beperkte de combinatie van mulch en niet aanaarden heel duidelijk zowel de afstroming van water als het bodemverlies.

**Strodek.** Hierbij is het strodek aangebracht na het aanaarden en in het eerste jaar ook voor het aanaarden. Als stro voor het aanaarden wordt opgebracht, is het moeilijk om een rug te vormen, spoelt de bodem gemakkelijker van de rug af omdat het minder houvast heeft en wordt de erosie minder effectief tegengegaan.

Een strodek aanbrengen na het aanaarden is wel perspectiefvol. Het gaat effectief erosie tegen. Het bodemverlies was 75% minder en de waterafvoer 95% minder dan bij gangbaar. Er is ongeveer 2 ton stro per hectare nodig en dit hoeft niet helemaal egaal verdeeld over de ruggen te liggen. Ook moet het vrij grof liggen. De knopbrengst wordt er gemiddeld niet door beïnvloed. Het enige nadeel van een strodek aanbrengen is dat het arbeidsintensief is en duur.

**Drempels.** Er zijn in 2000 met een prototypeapparaat drempels in de geulen tussen de aardappelruggen gemaakt. Dit bleek de afstroming enigszins tegen te gaan maar vooral het bodemverlies te beperken. In 2001 is een soortgelijke ervaring opgedaan en in 2002 is dit uitvoeriger onderzocht. Vanaf 2001 gebeurde dit met een verbeterd prototype, die op een frees gebouwd was, in samenwerking met een landbouw-mechanisatiebedrijf. In 2002 bleek opnieuw dat drempels in de geulen de afstroming van zowel water als meegevoerde grond effectief tegengaan. Dit kon nog verbeterd worden door een wat rulle structuur van rug en geul; dus door ervoor te zorgen dat de ruggen niet te fijn zijn en te veel in elkaar gedrukt (gepleisterd, gladgemaakt) en de geulen minimaal in elkaar zijn geperst, als gevolg van bijvoorbeeld berijding.



# Literatuur

- Anonymus, 2001. Nieuwe aanpak erosie. Beitels aan ruggenfrees maken hoopjes grond tussen de ruggen. Boerderij 86, no. 37, (12 juni).
- Geelen, P., 1999. Beddenteelt en 90-centimeter-rug ongeschikt voor aardappelen op löss. Oogst-zuid 8 oktober.
- Geelen, P., 1998. Erosiebeperking bij aardappelen. Oogst-zuid, 6 november.
- Geelen, P., 1996. Erosiebeperking in aardappelen. Werkbezoek aan Zwitserland. Van onderzoek naar voorlichting löss/rivierklei 1995. St. Proefboerderij "Wijnandsrade". februari 1996. p. 56-58.
- Geelen, P. M. T. M., 2000. Biologische akkerbouw in Zuid-Limburg. PAV Bulletin Akkerbouw. Jg. 4, december, p. 37-40.
- Geelen, P. & P van Hommerig, 2002. Beperking van erosie in aardappelen door het aanleggen van drempels in aardappelgeulen. Resultaten van het oriënterende onderzoek in 2001. Projectrapport nr. 1115105a, februari 2002, 26 p.
- Geelen, P., H. Kleuters, H. Winteraeken, E. Dijkman & C. Crombach, 2002. Verslag van de studiereis watererosiebeperking in Zwitserland 26 t/m 29 juni 2001, PPO-rapport, februari 2002, 61 p.
- Lang, H. Aufgaben des Zwischenfruchtbaues und seine Integration in Kartoffelfruchtfolgen. Kartoffelbau 45. Jg (8) 1994. p. 304-307.
- Neubauer, W. Reducierte Bodenbearbeitung ja, aber auf die Situation ausrichten – Erfahrungen aus 1994 -. Kartoffelbau, 46 (1) 1995, p. 16-17.
- Queisen, G., 2001. Walletjes moeten erosie voorkomen. Land & Vee, jg. 55, 23 (8 juni), p.3.
- Schmidt, W. 2001. Mulchen auch bei Kartoffeln. DLG-Mitteilungen 1/2001, p. 64-67.
- Scholz, B. Anbau von Kartoffeln. Dämmen oder Beeten? Kartoffelbau, 41 Jg.(3) 1990, p 80-83.
- Spiess, E., & J. Heusser. Beetanbau: Eine Alternative im Kartoffelbau? FAT-Berichte nr 444. 1994 12 p.
- Spiess, E., Mulchverfahren auch im Kartoffelbau? Kartoffelbau, 45 Jg.(2) 1994, p.48-52.
- Spiess, E., & J. Heusser. Beetanbau: Eine Alternative im Kartoffelbau?. Teil 1. Ertragsnachteile, aber qualitative und ökologische Vorteile. Kartoffelbau 46 Jg. (2) 1995, p 45-49.
- Spiess, E., & J. Heusser. Beetanbau: Eine Alternative im Kartoffelbau?. Teil 2. Kartoffelbau 46 Jg (3) 1995 p 123-127.





## Bijlage 1. Klankbordgroep erosieonderzoek aardappelen

G. Backbier	teler	Wissengrachtweg 76	6336 TK Hulsberg
P. van den Berg	LLTB	Postbus 960	6040 AZ Roermond
J. Crijns	DLV	Cortenbach 3	6367 GE Voerendaal
P. Geelen	PPO	Burg. Slanghenstraat 38	6433 AV Hoensbroek
A. Kerckhoffs	St.Boerderij WR	Opfergeltstraat 2	6363 BW Wijnandsrade
M. Kroonen	PPO	Vredeweg 1	5816 AJ Vredepeel
A. Notermans	teler	Kloosterstraat 60	6374 ER Landgraaf
P. Pakbier	teler	Bergseweg 105	6367 HA Ubachsberg
J. Veendrick	teler	Hagendorenweg 1a	6436 CR Amstenrade
R. Wiertz	teler	Heugdenweg 1	6367 PG Voerendaal
Ch. Willems	teler	Beekstraat 6	6301 PP Valkenburg

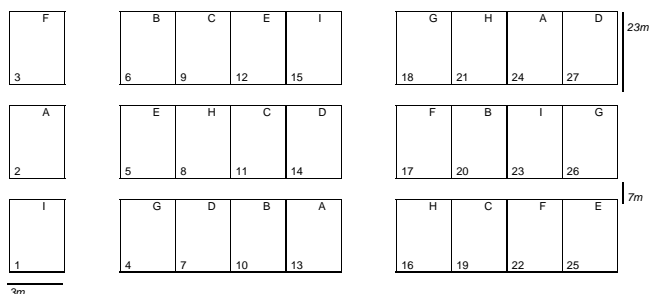


Foto 13. Stro in aardappelen.

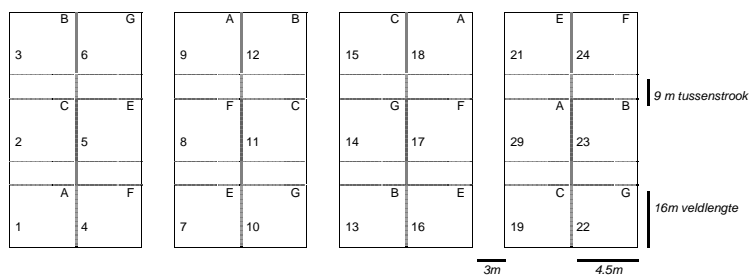


## Bijlage 2. Proefschema's

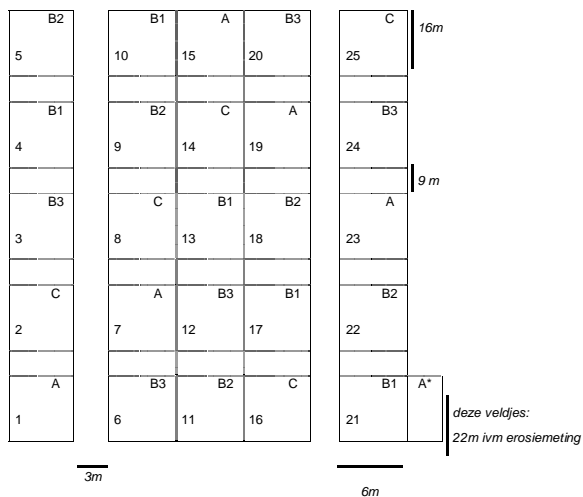
Schema 1998



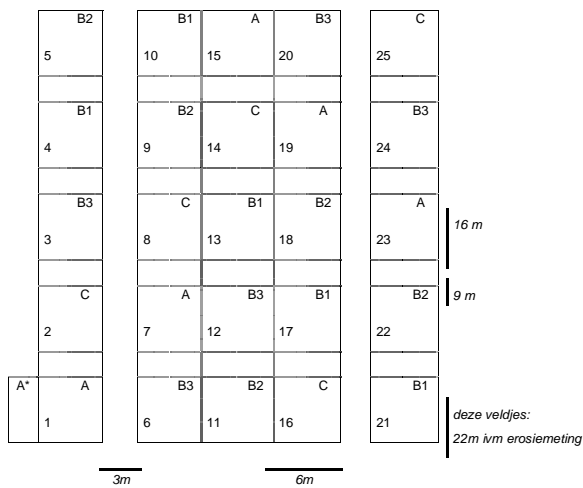
Schema 1999



Schema 2000



Schema 2001





## Bijlage 3. Overzicht over de uitgevoerde teelmaatregelen

	1998	1999	2000	2001
Proefveldhouder	P. Pakbier Ubachsberg	St. Proefboerderij Wijnandsrade	G. Backbier Hulsberg	G. Backbier Hulsberg
Ras en potermaat	Nicola 35/45	Maritiema 35/50	Bintje 35/45	Bintje 35/45
Afstand in rij	34	34	34	34
Voorvrucht	wintertarwe stro afgevoerd	Zomergerst stro op veld	Wintertarwe stro afgevoerd	Wintertarwe stro afgevoerd
Inzaai gele mosterd	12/9/97	6/8/98	eind augustus	eind augustus
Bemesting aan groenbemester	12/9 25 kg N (kas)	3/8/98 40 kuub RDM	20/8/99 25 kuub RDM 137 kg N, 87 kg P2O5	half augustus 27 kuub VDM
Aanvullende K <sub>2</sub> O bemesting	18/3 270 kg K <sub>2</sub> O (kali60) over vorst		20/1 132 K <sub>2</sub> O (Kali60) over vorst	18/1 311 kg K <sub>2</sub> O (kali60)
	7/4 Roundup (4) <sup>1</sup>	-	-	-
Nmin (0-60)			23/3: 24 kg/ha	7/3: 55 kg/ha
N Bemesting aan aardappel	22/4 300 kas	26/4 135 N (kas) 24/6 20 kg N (urean)	23/3 100 N/ha (kas) 8/6 54 N/ha (kas)	19/5 108 kg N (kas)
Pootdatum	13+14/5	4/5	19/4	10/5
Aanaarden (kappen)	19/5 (Groenewegen)	21/5 (Steketee)	8/5 (Steketee)	22/5 (Steketee)
Stro opbrengen	19/5 voor aanaarden 20/5 na aanaarden	25/5	10/5	25/5
Onkruidbestr	25/5 Boxer (3,5) + Sencor (0.5)	21/5 Boxer + Patoran (3+1.5) vo.	11/5 Mirabo (5)	26/5 Mirabo (5)
Doodspuiten	1 sept Reglone (3)	10/9 Reglone (3)	8/9 Reglone (1)	14/9 Reglone (3)
Loofklappen		22/9 alleen ruggen	22/9	
oogst	-	13/15 sept bedden 22 september ruggen	25 sept	5/10

<sup>1</sup> hoeveelheid middel per hectare



## Bijlage 4. Erosiebeperking d.m.v. stro op tien praktijkpercelen

### Inleiding

In overleg met de klankbordgroep is in augustus 1998 besloten om naast de proeven ook op een tiental praktijkpercelen van verschillende telers ervaring op te doen met een strodek.

### Wijze van uitvoering:

Per perceel werd in 1999 naast de gangbare teelt, ter vergelijking een strook met strodek aangelegd; 0,5 ha met 1,5 tot 2 ton stro per hectare. Afgesproken was dat alle teeltmaatregelen gelijktijdig op beide stroken zouden worden uitgevoerd. Aanvankelijk was het de bedoeling twee technieken van stro verspreiden te onderzoeken; 1. stro in een aparte werkgang over het veld blazen met een minimale werkbreedte van 12 m en 2. stro verspreiden in één werkgang achter de aanaarder, in één werkgang samen met 4-rijig aanaarden. Alleen deze laatste methode is getest. In juni en september zijn de percelen beoordeeld.

De deelnemende telers /bedrijven waren:

	Naam	Woonplaats
1	J. Knops	Eys
2	P. Packbier	Ubachsberg
3	H. v. Hoven	Cadier en Keer
4	H. Kleuters	Merkelbeek
5	J. Veendrick	Amstenrade
6	G. Backbier	Hulsberg
7	W. a Campo	Brunssum
8	N. Géron	Mechelen
9	N. Géron (idem)	Mechelen
10	A. Kerckhoffs	Wijnandsrade

### Conclusie:

Stro opbrengen heeft niet tot extra veronkruiding geleid.

Op slechts weinig percelen heeft in onbehandeld water gestroomd tussen de ruggen. Waar dit wel het geval was, was de hoeveelheid afgestroomd water en grond geringer bij het met stro bedekte gedeelte.

Bij een grovere ligging van de rug bleef het stro beter op de rug liggen.

Veel stro is van de rug af, in de geulen terechtgekomen. Het stro is vaak gedeeltelijk met een laagje grond bedekt. Stro ging daar waar het gestroomd heeft, het afstromen van water en grond tegen.