

Biologische grondontsmetting

Bestrijding van bodemziekten voor een gezonde bodem

Bertus Meijer, Jan Lamers

Met medewerking van: Stefan Bertrums
Bert Snoek
Fred Geers, eindredactie

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bomen en Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente
juni 2004

PPO nr. 415

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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.

PPO publicatienr. 415; € 7,-

Dit onderzoek werd gefinancierd door het Productschap voor de Tuinbouw, Stichting Proef en Selectie en LNV

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO)
Bomen**

Postbus 118, 2770 AC Boskoop
Rijneveld 153, Boskoop
Tel. 0172 - 236700
Fax 0172 - 236710
Infobomen.ppo@wur.nl
www.ppo.wur.nl



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO)
Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente**

Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Edelhertweg 1, Lelystad
Tel. 0320 - 291111
Fax 0320 - 230479
Infoagv.ppo@wur.nl
www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	pag.
1 Samenvatting	5
2 Grondontsmetting en alternatieven	6
2.1 Chemische grondontsmetting	6
2.2 Zwarte braak.....	6
2.3 Groenbemesting en organische stof	6
2.4 Vruchtwisseling	6
2.5 Biologische grondontsmetting	7
2.6 Biofumigatie.....	7
2.7 Fysische grondontsmetting.....	7
3 Biologische grondontsmetting	9
3.1 Methode biologische grondontsmetting	9
3.1.1 Werking biologische grondontsmetting op verschillende grondsoorten	10
3.1.2 Duurzaamheid.....	10
3.1.3 Risico's	10
3.1.4 Wind.....	10
3.1.5 Massa van ondergewerkte groenbemester	11
3.1.6 Foliebeschadiging	11
3.1.7 Folielegger	11
3.2 Het effect van biologische grondontsmetting	12
3.2.1 Het effect op nematoden	12
3.2.2 Het effect op verschillende ziekteverwekkers	13
3.2.3 Het effect op onkruiden	14
4 Kostenevaluatie van diverse ontsmettingsmethodes.....	15
4.1 Teelt van groenbemesters.....	15
4.2 Inunderen.....	15
4.3 Stomen.....	15
4.4 Chemisch grond ontsmetten.....	15
4.5 Biologisch grond ontsmetten	16
5 Stappenplan	18
Werkwijze van het stappenplan.....	19
6 Nuttige publicaties	23
7 Verklarende woordenlijst.....	24

Voorwoord

In 1992 is de basis gelegd voor de huidige methode van biologische grondontsmetting. In een samenwerking tussen Wageningen Universiteit (W. Blok) en PPO-AGV (J. Lamers) werden de eerste proeven uitgevoerd om te komen tot ontsmetting van percelen waar bodemmoeheid was ontstaan door de herhaalde teelt van asperge. In later onderzoek zijn een variatie aan bodemschimmels, aaltjes en bacteriën onderzocht op hun gevoeligheid voor deze ontsmettingsmethode. In laboratoriumexperimenten aan Wageningen Universiteit werd gebruik gemaakt van potproeven, waarin de grond biologisch ontsmet kon worden. Met behulp van deze potproeven kon het mechanisme verder bestudeerd en geoptimaliseerd worden. Inmiddels was de methode geschikt om in de praktijk toegepast te worden. In een drietal projecten werd de introductie in de praktijk begeleid met praktijkonderzoek. Het betrof projecten voor bestrijding van aspergemoehheid en van verwelkingsziekten in aardbei en boomkwekerijgewassen.

De onderzoeksprojecten werden gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, Stichting Proef en Selectie en LNV. Deze projecten werden uitgevoerd door PPO-AGV en PPO Bomen. De gehele looptijd werd samengewerkt met Wageningen Universiteit.

Doelstelling in de projecten was implementatie in de praktijk, verbeteren van de methode en economische evaluatie ten opzichte van andere methodes.

Met deze brochure willen de schrijvers een extra bijdrage leveren aan de implementatie. De inhoud moet zowel voor telers als voor intermediairs voldoende handvaten bieden om op een verantwoorde wijze te kunnen kiezen voor al dan niet toepassen van grondontsmetting.

Bij uiteindelijke keuze voor biologische grondontsmetting geeft deze brochure bruikbare informatie voor de teler om deze behandeling met succes uit te voeren. In die zin zet deze brochure gangbare methoden op een rij en biedt ruimte voor nieuwe wegen in de richting van een voor milieu en teler duurzame oplossing. In de afgelopen jaren is gebleken dat biologische grondontsmetting in sommige gevallen zelfs een uitstekend alternatief kan zijn voor chemische ontsmetting. Deze brochure wil in de keuze tot deze vorm van aanpak een stimulans zijn.

De samenstellers

Bertus Meijer, gewasonderzoeker PPO Bomen, Boskoop

Jan Lamers, senior wetenschappelijk onderzoeker bodemziekten PPO AGV, Lelystad

1 Samenvatting

Telers maken ieder jaar voor de elk van hun percelen de keuze om vruchtwisseling toe te passen, een groenbemester te telen of de grond al of niet te ontsmetten. In belangrijke mate wordt die keuze beïnvloed door economische aspecten als opbrengst (-derving) van het gewas, en de kosten en effectiviteit van de in te zetten procedure.

Omdat in veel gevallen de meest effectieve procedure - chemische grondontsmetting – minder mag worden toegepast, zal een teler vaker moeten besluiten tot een andere strategie. Onderzoek heeft de laatste decennia veel handvaten gegeven voor het toepassen van verschillende milieuvriendelijke alternatieven voor chemische grondontsmetting. De verschillende keuzemogelijkheden zijn verwerkt in een stappenplan, dat door telers kan worden gebruikt om een keuze te maken bij het bestrijden van bodemproblemen. Keuzemogelijkheden in het stappenplan moeten worden beoordeeld op effectiviteit en bij voorkeur ook in deze volgorde worden ingezet. Een ruime rotatie is bijvoorbeeld meestal beter dan het telen van een groenbemester, die weer wat beter is voor de bodem dan zwarte braak. Deze is weer beter dan chemische grondontsmetting. Biologische grondontsmetting is relatief nieuw en kan in een aantal gevallen ook een goed, of zelfs beter alternatief zijn voor chemische ontsmetting. Als belangrijkste voorbeeld geldt het effect van biologische grondontsmetting op *Verticillium*. Hoge percentages van de aanwezige *Verticillium* kunnen worden gedood. Positieve resultaten werden in de praktijk behaald in de productie van aardbeien, en in de teelt van *Acer*, *Tilia* en *Catalpa*. Bij de teelt van *Cotinus* trad echter nog te veel infectie op, ook na sterke verlaging van de dichtheid met *Verticillium*.

Voor verschillende andere bodempathogenen is in deze brochure aangegeven wat het effect van verschillende methodes is. Omdat er continu ontwikkelingen en nieuwe inzichten zijn, is er voor gekozen om voor de informatie over aaltjes te verwijzen naar digitaal, zodat deze brochure bij gebruik van deze faciliteit minder aan veroudering onderhevig zal zijn.

De kosten voor verschillende methoden zullen per bedrijf verschillen, mede omdat het ene bedrijf meer werk in loonwerk zal moeten laten uitvoeren dan het andere bedrijf. Een kostenevaluatie is opgenomen, waarmee de teler voor zijn situatie de economische afweging zal kunnen maken.

2 Grondontsmetting en alternatieven

Bodemgezondheid is een belangrijk item in alle teelten. Het vormt letterlijk en figuurlijk de basis van een gezonde teelt. Door de vernauwing van de vruchtwisseling in de akkerbouw en toenemende specialisatie in bepaalde tuinbouwsectoren nemen de problemen met bodempathogenen echter toe. Schadelijke bodemorganismen houden telers en wetenschappers al decennia lang bezig. De alternatieven om ziektes of plagen vanuit de bodem te bestrijden zijn chemisch, fysisch of biologisch; met bijvoorbeeld compost en organische mest, teelt- en vruchtwisseling en de teelt van groenbemesters. De meest gebruikte methodes worden hier beschreven.

2.1 Chemische grondontsmetting

Eind jaren zeventig in de vorige eeuw was de algemeen geaccepteerde denkwijze nog dat het de geëigende weg was om grond geheel of gedeeltelijk chemisch te ontsmetten. Chemische grondontsmetting werd gezien als een noodzakelijke cultuurmaatregel, die regelmatig moest worden herhaald om van de bodemproblemen af te komen. In die tijd was er nog nauwelijks discussie over een verbod op het gebruik van grondontsmettingsmiddelen en er werd weinig gesproken over het behoud van het bodemleven of de weerstand van de bodem tegen ziekten. Methylbromide was nog toegelaten en aan het gebruik van Metamnatrium, Di-Trapex en Basamid werden nauwelijks beperkingen gesteld. Inmiddels zijn echter in Nederland alleen Basamid en Metamnatrium nog toegelaten als grondontsmettingsmiddelen in bijvoorbeeld de boomkwekerij, groenteteelt, fruitteelt en bollenteelt. De eisen zijn de afgelopen jaren bovendien in enkele stappen aangescherpt tot een maximale toepassing van eens per vijf jaar.

2.2 Zwarte braak

Zwarte braak is geschikt als bestrijdingsmethode van een aantal nematoden, maar ook tegen onkruid wordt zwarte braak toegepast. In sommige gevallen is het van belang dat zeer regelmatig een grondbewerking moet worden uitgevoerd. De grondbewerkingen op onbeteeld land kunnen echter leiden tot verslechtering van structuur en beïnvloeden het bodemleven negatief.

2.3 Groenbemesting en organische stof

Telers grijpen de laatste jaren steeds meer terug op de teelt van groenbemesters als middel tegen nematoden. Door de teelt van groenbemesters neemt de organische stof en daarmee de bodemvruchtbaarheid toe. Als alternatief voor het verhogen van de organische stof in de bodem wordt ook steeds vaker gebruik gemaakt van compost en stalmest. Hiermee wordt ook aandacht besteed aan dat deel van het bodemleven dat de ziektevering bepaalt.

2.4 Vruchtwisseling

Sommige telers passen steeds meer teelt- en vruchtwisseling toe. Met name in de akkerbouw en in de boomteeltcentra zijn de mogelijkheden voor teelt en vruchtwisseling beperkt. Hierdoor komen steeds vaker besmettingen met aaltjes of bijvoorbeeld *Verticillium* voor. Vooral in zaailingenteelten blijft het risico van schade door kiemplantenziekte groot. Verschillende bodempathogenen kunnen ook in de teelt van plantgoed schade veroorzaken.

2.5 Biologische grondontsmetting

Biologische grondontsmetting is een zeer specifieke vorm van ontsmetten. Hierbij wordt door fermentatie of vergisting van een ondergewerkte groenbemester onder folie een groot deel van de bodempathogenen gedood. Alleen de bodempathogenen die ook in water gemakkelijk overleven, lijken soms over te blijven.

2.6 Biofumigatie

Bij biofumigatie worden speciale gewassen geteeld zoals bladrammenas, kool, broccoli en mosterd. Deze gewassen bevatten glucosinolaten, die nadat de celstructuur kapot is gegaan, in bijvoorbeeld isothiocyanaat wordt omgezet. Deze stoffen waar Monam aan verwant is doden ook enkele bodemorganismen.

Bij deze methode kan ook het onderwerken van soedangras worden genoemd. Hierbij komen cyaniden vrij uit de ondergewerkte groene massa, waardoor een groot deel van de aanwezige nematoden en mogelijk ook *Verticillium* worden gedood. Omdat het wortellessieaaltje ook door soedangras kan worden vermeerderd is deze methode – hoewel soms met dit doel toegepast - voor dit specifieke aaltje niet de meest voor de hand liggende methode.

2.7 Fysische grondontsmetting

De volgende fysische methodes voor het ontsmetten van de grond worden toegepast:

Stomen: dit kan relatief eenvoudig in overdekte teelten in de volle grond worden uitgevoerd. Buiten spelen weersomstandigheden een belangrijke rol. Verder kan op minder draagkrachtige gronden structuurbederf ontstaan bij gebruik van te zware machines. Op veengrond is de temperatuur moeilijk te realiseren door de grote hoeveelheid vocht in de grond, droge weersomstandigheden zijn extra belangrijk. Op zand- en kleigrond zijn al wel goede ervaringen opgedaan met het stomen. Buiten is het stomen onder droge omstandigheden bijna jaarrond toe te passen. Stomen heeft als voordeel ten opzichte van chemisch ontsmetten dat er geen wachttijd is na toepassing. Het is echter wel een dure methode. Door stomen kunnen alle pathogenen worden bestreden. Het effect van de bestrijding hangt sterk samen met de diepte waar de stoom goed kan doordringen. Die diepte hangt sterk af van de methode van stomen. Een goede werking wordt verkregen indien de grond minimaal één uur een temperatuur van 70°C heeft gehad. Er zijn vier methoden van stomen:

- **stomen met onderdruk**, hier wordt een goede ontsmetting verkregen tot grotere diepte (draindiepte);
- **zeilstomen**, een eenvoudige methode, werking tot 30 cm diep;
- **injecteren**, een geavanceerde methode waarbij de bewerkingsdiepte en de rijnsnelheid van de combinatie de ontsmettingsdiepte bepalen.



Mobiele stoominstallatie (injectie) op zandgrond.

Verhitten: de afgelopen jaren zijn ervaringen opgedaan met een Engelse machine die de grond verhit. Op de voorzijde van de machine zit een freesmachine, die een grondlaag van 30 cm op een transportband gooit. Deze transportband voert de grond naar een lange trommel met schoepen. In deze trommel wordt de grond verhit, waarna het weer op de ondergrond teruggebracht wordt. Doordat de grond eerst op een zeefrek valt komen de grootste kluiten onderop en de fijne delen daar bovenop. De fijne delen zijn heter dan het binnenste van de grote kluiten. Voor één ha is 38 uur verhitting nodig.

Inundatie: in de bollenteelt is dit de belangrijkste methode van grondontsmetting. Inundatie is het onder water zetten van land met als resultaat bestrijding van bodemschimmels, aaltjes en enkele onkruiden zoals distel (*Cirium*) en klein hoefblad (*Tussilago*). Als nadeel kan het uitspoelen van een deel van de nutriënten worden genoemd.

Voor zover bekend worden de volgende aaltjes bestreden; *Pratylenchus* soorten (wortellesieaaltjes), *Meloidogyne* soorten (wortelknobbelaaltjes), *Rotylenchus* (vrijlevende wortelaaltjes), *Ditylenchus* (o.a. stengelaaltjes), *Aphelenchoides subtenuis* (krokusknolaaaltjes) en *Globodera* (aardappelcysteaaltjes).

Solarisatie: door gebruik van zonnewarmte en folie wordt in zuidelijke landen de temperatuur in de bouwvoor een aantal weken sterk opgevoerd. Temperaturen tot 50°C worden hierbij gerealiseerd. *Verticillium* is erg gevoelig voor deze temperatuurverhoging. In Nederland is de instraling onvoldoende om van deze methode gebruik te kunnen maken.

3 Biologische grondontsmetting

Bij calamiteiten in het bodemleven moeten telers kunnen beschikken over beheersingsinstrumenten. Biologische grondontsmetting is in een aantal gevallen zo'n instrument. Bodemmoehed in de teelt van asperges was ooit de aanleiding om te zoeken naar mogelijkheden om een perceel te kunnen behouden voor de aspergeteelt. Na jaren onderzoek bleek dat de bodemmoehed goed was te bestrijden door een teelt van een groenbemester, het onderwerken daarvan en het afdekken van de bodem met luchtdichte folie.

3.1 Methode biologische grondontsmetting

In verschillende onderzoeksprojecten en praktijkdemonstraties werd de methode geoptimaliseerd. Hieronder volgt een beschrijving van belangrijke handelingen in het gehele proces. Ze zijn te onderscheiden in zeven duidelijke stappen.

1. Vaststellen dat biologische grondontsmetting de beste methode is om te ontsmetten. (Zie stappenplan verderop in deze brochure)
2. Telen van groenbemester (engels raaigras word veel gebruikt, ook andere raaigrassen of bijvoorbeeld *Tagetes* kunnen geschikt zijn, 40 ton/ha).
3. Onderwerken groenbemester; fijn verdelen door twee of drie werkgangen met freesmachine, eventueel afgewisseld met spitmachine. Er wordt in principe 20-30 cm diep ingewerkt, bij inwerken tot grotere diepte zal een grotere massa organische stof ingewerkt moeten worden. Als alternatief voor een geteelde groenbemester is het in theorie mogelijk om organisch materiaal aan te voeren; afvalmateriaal van veilingen, of elders geteelde groenbesters zijn dan opties. Er zal dan meer aandacht besteed moeten worden aan het verdelen van de massa in de bouwvoor, omdat materialen kunnen gaan "stropen". Met het aanvoeren is nog weinig ervaring opgedaan.
4. Aandrukken; het aandrukken van de toplaag na de grondbewerking zorgt voor een veel lagere hoeveelheid lucht, waardoor er zeer snel een zuurstofloze situatie ontstaat.
5. Beregenen; voldoende water is noodzakelijk om de verschillende processen in gang te zetten. 30-40 mm beregenen is maatstaf, op lemige gronden die droog zijn tijdens het onderwerken moet de bovengrens aangehouden worden.
6. Afdekken; de meeste proeven werden uitgevoerd met kuilfolie van Hermetix. In proeven met diverse folies in 2001 tot 2003 bleek Hytibarrier folie van Hyplast een evengoed tot beter resultaat te geven. Laatstgenoemde folie is dunner en kan met minder kosten worden opgebracht en afgevoerd. Het afdekken moet snel na het beregenen plaatsvinden, en bij grotere oppervlakten is het voorhanden zijn van voldoende personeel een voorwaarde. De teler moet er rekening mee houden dat de grensstrook van het afgedekte perceel (ongeveer 1 m breed) minder goed zal worden ontsmet. In veel gevallen zijn door gaten in de folie de resultaten van de ontsmetting minder goed. Er moet daarom op gelet worden dat bij het leggen geen gaten ontstaan, of dat de gaten direct worden gedicht. Ook gaten door vogels (kraaien en meeuwen) moeten worden gedicht.
7. Stoppen van de ontsmetting; door het afhalen van de folie wordt het proces stopgezet. Meestal wordt een periode van zes tot tien weken aangehouden. In een aantal gevallen bleek ook na drie weken voldoende ontsmettend effect. Hoe lager de temperatuur is geweest, hoe

langer ontsmet moet worden. Ontsmetten in de periode tot eind september is goed mogelijk, ontsmetten in de winter is niet mogelijk vanwege de lagere temperaturen.

3.1.1 Werking biologische grondontsmetting op verschillende grondsoorten

In de meeste gevallen is biologische grondontsmetting tot nu toe uitgevoerd op zandgronden, leemhoudende zandgronden en kleigronden. De werking is hier over het algemeen goed. Zowel op zandgrond als op kleigrond zijn geen structuurproblemen waargenomen.

Op veengrond is tot dusver alleen in een kas biologische grondontsmetting uitgevoerd, hier waren positieve effecten in de bestrijding van *F. oxysporum*.

Op dalgrond werd een demonstratie uitgevoerd, hier werd een positief effect gevonden op de bestrijding van *Verticillium*, en werden geen structureffecten gevonden.

3.1.2 Duurzaamheid

Biologische grondontsmetting lijkt minder versturend te zijn voor het bodemleven dan stomen. Na stomen is het bodemleven volledig verstoord en is er weinig of geen ziektevering waardoor ziekteverwekkers weer snel kunnen toeslaan. Na biologische grondontsmetting blijft de ziektevering in stand, waardoor niet zo snel opnieuw ontsmet hoeft te worden.

3.1.3 Risico's

Bij het uitvoeren van biologische grondontsmetting loopt de teler een aantal risico's. Het belangrijkste risico is dat door omstandigheden (lage temperatuur, perforatie plastic) het effect van biologische grondontsmetting vermindert of zelfs geheel verloren gaat. In een aantal van de gevallen zal daardoor te weinig doding optreden.

3.1.4 Wind

Wind en vooral windvlagen kunnen een belangrijke storende factor zijn bij het leggen van folie. Na het onderwerken kan de procedure niet meer worden onderbroken. Dat betekent dat de weersvoorspelling vanaf de start van het onderwerken tot en met het afdekken met folie gunstig moet zijn. Verder kan de wind tijdens de ontsmetting de folie lostrekken. Een losgetrokken strook folie verstoort de ontsmetting in grote mate, en moet zo snel mogelijk weer worden vastgelegd. Goed ingraven van de randen van de foliestroken, zakjes met grond en water op de folie voorkomen loswaaien.



Om opwaaien van folie tegen te gaan, kan water worden opgezet.

3.1.5 Massa van ondergewerkte groenbemester

Indien de ondergewerkte massa onvoldoende is, zal ontsmetting niet of onvoldoende plaatsvinden. In principe is voor ontsmetting de massa vast te stellen en bij te sturen door extra verse organische stof uit te rijden, bijvoorbeeld een snee gras van elders. Hoe langer een teelt staat, hoe meer organisch materiaal over een grotere diepte moet worden ingewerkt. Voor asperges wordt 80 ton tot 80 cm diep ingewerkt.

3.1.6 Foliebeschadiging

De folie kan worden beschadigd door vogels: in Noord-Holland bleek biologische grondontsmetting vrijwel onmogelijk vanwege de grote schade die aangericht werd door meeuwen. Elders in het land komt ook schade aan folie voor door kraaiachtigen. Het afplakken van vogelgaatjes wordt aanbevolen, maar blijkt soms te arbeidsintensief. Vogelwering is mogelijk door afwisseling van diverse afschrikmiddelen. Hierin kan door telers worden samengewerkt. Ook zijn er gespecialiseerde instanties die ingeschakeld kunnen worden om vogels te weren.

3.1.7 Folielegger

De afgelopen jaren is in een samenwerkingsverband tussen Abemec, PPO en Mertens BV een folielegger ontwikkeld. Met deze machine kan folie van het type Hytibarrier worden gelegd met een capaciteit van ongeveer 0,25 ha per uur (2 personen). De folie wordt uitgerold en gelijktijdig verlijmd aan de liggende strook. Alleen aan de uiteinden moet de folie worden ingegraven.



Folielegger die door Abemec Sevenum en PPO is ontwikkeld.

3.2 Het effect van biologische grondontsmetting

Er zijn verschillende methodes om het effect van de ontsmetting te meten. Allereerst kan worden gemeten hoe snel en hoe laag het zuurstofgehalte in de bouwvoor daalt. Ook kan het oxidatie en reductieproces (redoxpotentiaal) in de bodem worden gemeten. Deze methoden zijn voor telers minder geschikt.

Het effect van een ontsmetting kan het best worden vastgesteld door bemonstering van het perceel na ontsmetten, en de gegevens te vergelijken met een onbehandeld gedeelte of met de gegevens van voor de ontsmetting. Er moet op gelet worden dat de monsters genomen worden van exact dezelfde perceelsgedeeltes, dit in verband met afwijkingen die mogelijk zijn binnen een perceel. Ook dienen per keer meerdere (minimaal twee) monsters genomen te worden omdat de variatie in de uitslag groot is. In verschillende onderzoeken en in praktijkdemonstraties is het effect op verschillende nematoden en ziekteverwekkers komen vast te staan. Voor een aantal ziekteverwekkers is het effect nog niet of onvoldoende onderzocht.

De keuze voor de methode van grondontsmetting is afhankelijk van de problematiek. Grofweg onderscheiden we de volgende problemen:

- aaltjes (nematoden)
- schimmels en bacteriën
- onkruid
- bodemmoetheid
- de combinatie van twee problemen

3.2.1 Het effect op nematoden

Meloidogyne fallax

M. fallax is het wortelknobbelaaltje. Dit aaltje kan schade toebrengen aan verschillende gewassen in o.a. de boomkwekerij en de akkerbouw.

Uit een onderzoek aan de Wageningen Universiteit & Researchcentrum bleek dat *M. fallax* door biologische grondontsmetting goed wordt bestreden.

Pratylenchus penetrans

P. penetrans is het wortelbesie aaltje, dit aaltje is zeer polyfaag. Dit wil zeggen dat het zich kan vermeerderen op, en schade kan toebrengen aan een groot scala aan gewassen. *P. penetrans* vermeerdert zich sterk op nagenoeg alle grasachtigen en Rosaceae. Op grasachtigen is er echter geen duidelijke schade.

Biologische grondontsmetting laat in veel proeven een grote doding zien tot wel 100%. Doordat *P. penetrans* het wortelstelsel van een aantal planten gevoeliger maakt voor infectie door *Verticillium dahliae* is de beperking van de schade bij aanwezigheid van beide organismen groot. Omdat *P. penetrans* in nagenoeg alle situaties goed kan worden bestreden door een teelt van de groenbemester *Tagetes*, komt een biologische grondontsmetting voor bestrijding van alleen *P. penetrans* niet in aanmerking.

Globodera pallida

G. pallida veroorzaakt aardappelmoetheid; 25-95% van de aaltjes kunnen worden gedood door biologische grondontsmetting. Andere methoden dan biologische grondontsmetting zijn vanwege de langdurige overleving van de aaltjes in cysten niet voorhanden. De laatste jaren is gebleken dat de teelt van raketblad (*Solanum sisymbriifolium*) tot een sterke verlaging van het aardappelcyste-aaltjes kan leiden. Zaad van raketblad is echter nog beperkt verkrijgbaar.

Paratrichodorus

Paratrichodorus is het vrijlevend wortelaaltje. Dit aaltje komt voor op veel gewassen in de akkerbouw en de bollenteelt en tast al in een vroeg stadium van de teelt de ondergrondse plantedelen aan. Het aaltje kan verder het tabaksratelvirus overbrengen. Het aaltje kan zuurstofloze omstandigheden goed doorstaan. In de eerste BGO-proeven werden ingegraven monsters met *Paratrichodorus* niet of onvoldoende bestreden door biologische grondontsmetting. In een recente proef op Vredepeel bleek een natuurlijke besmetting met *Trichodorus* wel bestreden te worden. Ook door middel van inundatie kan *Paratrichodorus* worden bestreden, werking is dan vanwege de temperatuur alleen goed in de zomer.

Ditylenchus

Ditylenchus is het stengelaaltje. Recentelijk is bij PPO Bloembollen in Lisse ontdekt dat *Ditylenchus* niet alleen door inundatie, maar ook door biologische grondontsmetting goed bestreden kan worden.

3.2.2 Het effect op verschillende ziekteverwekkers

Verticillium dahliae

V. dahliae is de veroorzaker van verwelkingsziekte. De schimmel komt zeer algemeen voor, en kan in zeer veel gewassen schade veroorzaken. Biologische grondontsmetting biedt de beste mogelijkheid om een perceelsbesmetting met *V. dahliae* terug te dringen. Het doden van 80-95% van de *V. dahliae* is met biologische grondontsmetting mogelijk, dit is beter dan bijvoorbeeld chemische ontsmetting.

Door het sterk terugdringen van zowel *V. dahliae* als *P. penetrans* kan in de aardbeienteelt zonder risico een productietoename worden gerealiseerd ten opzichte van niet ontsmetten.

In de boomteelt wordt in een aantal gevallen voor *Acer* en *Catalpa* een afname van infecties gevonden na biologische grondontsmetting (Goud, 2002). Daarnaast bleek de aantasting van *Tilia* sterk beperkt te kunnen worden. Er zijn echter aanwijzingen dat voor extreem gevoelige gewassen - zoals *Cotinus* - ook bij door biologische grondontsmetting verlaagde *V. dahliae* getallen, hoge percentages aangetaste planten gevonden blijven worden. Mogelijk moet voor een dergelijk gevoelig gewas de bodem meer weerstand opbouwen, of moet dieper worden ontsmet. Daarnaast blijft het bij een aantasting door *V. dahliae* noodzakelijk om zieke planten en gewasresten af te voeren om te voorkomen dat de schimmel zich via microsclerotien op de afgestorven plantendelen over het perceel verspreidt.



Op een perceel met natuurlijke besmetting van Verticillium dahliae komen ook na biologische grondontsmetting nog veel infecties van de zeer gevoelige Cotinus voor.

Fusarium oxysporum

Fusariumrot komt op veel gewassen voor. Een goede doding van *Fusarium* is over het algemeen wat moeilijker te bereiken dan bij sommige andere schimmels. Dit betekent dat de eisen aan de ontsmetting nog hoger zijn. In verschillende proeven werd 50-95% van de *Fusarium*-schimmels gedood. Ziektekiemen die na de ontsmetting nog over zijn veroorzaken aantasting. Indien het gewas lang blijft staan, zoals bij asperges, dan kan de aantasting zich nog flink uitbreiden. Ook kan de *Fusarium* langs de wortels omhoog komen indien op grotere diepte onvoldoende ontsmet is. Er is nog geen onderzoek uitgevoerd naar hoe lang de lagere besmetting op het aspergegewas blijft voortbestaan.

Pythium

Pythium is pionier en een zwakteparasiet. Omdat *Pythium* door biologische grondontsmetting niet volledig wordt gedood, zou deze schimmel zich na ontsmetting zeer snel kunnen vermeerderen. Aangezien ook andere schimmels en bacteriën na biologische grondontsmetting van de vrijgekomen voedingsstoffen profiteren, concurreren deze *Pythium*. Tot nu toe is na biologische grondontsmetting nog geen schade van *Pythium* waargenomen.

Rhizoctonia solani

Rhizoctonia-ziekte komt voor op aardappel. Van *R. solani* kennen we een groot aantal anastomose-groepen (AG). Van AG 3 schimmels die voorkomt op aardappel is bekend dat deze veel schade geeft. Van twee proeven met monsters met *R. solani* AG 3 werden zeer goede bestrijdingsresultaten bereikt tot 100 %. Van AG 2-2 werd eenmaal een goed en eenmaal een minder goede doding vastgesteld.

Ralstonia solanacearum

R. solanacearum veroorzaakt bruinrot bij aardappel. Een perceel met bruinrot bleek na biologische grondontsmetting vrij van besmetting te zijn in tegenstelling tot de controle.

3.2.3 Het effect op onkruiden

Tot dusver zijn er geen aanwijzingen dat biologische grondontsmetting perspectieven biedt voor het doden van onkruidzaden. Alleen muur (*Stellaria media*) bleek bestreden te worden. Mogelijk dat in de toekomst aanpassingen ontwikkeld kunnen worden die wel perspectieven bieden. Enkele wortelonkruiden zoals kiek (*Rorippa sylvestris*) worden wel bestreden door biologische grondontsmetting. Op heremoes (*Equisetum*) werd een gering effect waargenomen. Ook hier geldt dat in de toekomst aanpassingen aan de procedure tot betere resultaten kunnen leiden. Wellicht zijn zaden goed bestand tegen anaërobe omstandigheden, maar wortels, rhizomen, bollen of planten veel minder.

4 Kostenevaluatie van diverse ontsmettingsmethodes

4.1 Teelt van groenbemesters

De kosten van de teelt van een groenbemester kunnen worden onderverdeeld in directe teeltkosten en mogelijke kosten van land. De directe teeltkosten hebben betrekking op de aanschaf van zaad, het land bewerken en de inzet van arbeid. Op proefbedrijf PPO De Noord werd gemiddeld € 750 uitgegeven aan de teelt van groenbemesters: € 140 voor zaad, € 20 voor herbiciden, € 170 voor bemesting en € 180 voor loonwerk. Bovendien was gemiddeld 11,5 uur arbeid (€ 245) nodig. Het gemiddelde werd behoorlijk beïnvloed door de teelt van *Tagetes*. Het *Tagetes*-zaad was duurder en bovendien was bij *Tagetes* vanwege de trage groei in het begin een chemische onkruidbestrijding nodig.

Wanneer groenbemesters in een biologisch systeem worden geteeld waarbij de inzet van herbiciden niet toegestaan is, vormt het onkruid een groot probleem. Op de proeflocatie te Horst is in het biologische blok in bepaalde jaren rond de 80 uur/ha aan arbeid voor het wieden in de *Tagetes* ingezet. Dit leidde tot een onaanvaardbare hoge kostenpost.

Het is in de reguliere boomteelt (o.a. rozenteelt) echter niet ongebruikelijk om op percelen met veel *Pratylenchus* (wortellesie-aaltje) eerst een jaar *Tagetes* te telen alvorens het boomkwekerijgewas te planten.

Wanneer een groenbemester tussen twee cultuurgewassen niet voldoende tot ontwikkeling komt, kan het nodig zijn extra land te huren. In dat geval moeten de kosten van een jaar grondhuur toegevoegd worden aan de kosten van de groenbemesting. De jaarkosten van de grond bedragen € 1302 (bij een grondrente van 3% over een gemiddelde kostprijs van landbouwgrond in Nederland van € 43.400 in 2002).

4.2 Inunderen

Op proefbedrijf PPO De Noord werd gemiddeld € 325 /ha uitgegeven aan loonwerk voor het egaliseren en het opzetten van dijkes. Verder was 8 à 10 uur arbeid per ha nodig zodat de kosten liggen tussen de € 500 en 550. Wil inundatie effectief zijn dan moet het land minstens zes weken onder water staan. In de regel is een dergelijke tijdsperiode geen probleem tussen twee teelten zodat geen extra landhuur nodig is.

4.3 Stomen

Stomen wordt voornamelijk in kassen en op erfpercelen toegepast waarbij stoom gegenereerd door een aanpassing aan de verwarmingsketel of een aparte stoominstallatie door leidingen naar het te behandelen blok wordt geleid dat met dekzeilen wordt afgedekt. Daarnaast bestaan langzaam rijdende stoominstallaties voor volvelds stomen.

Volvelds stomen wordt gedaan door de loonwerker. Dit kost € 1,60 per m², € 16.000 /ha.

4.4 Chemisch grond ontsmetten

Chemische grondontsmetting mag vanwege de milieueffecten nog slechts in beperkte mate worden toegepast. Vanaf 2000 hooguit eens in de vijf jaar en alleen op recept. De kosten van een chemische grondontsmetting (inclusief loonwerk voor het injecteren) variëren

van € 600 tot € 1.300 afhankelijk van het gebruikte middel.

De nog toegelaten middelen met de toegepaste dosering en de prijzen van 2002 zijn:

Nat is slechts één middel beschikbaar!

Tabel 1
Kosten van chemische grondontsmetting

Middel	merk o.a.	kg/ha	prijs in €	kosten in €
metam-natrium	Monam	700	1,71	1 197,00
cis- dichloorpropeen	Nematrap ¹⁾	160	6,93	1 109,00
aldicarb	Temik	30	17,06	512,00
ethoprofos	Mocap ²⁾	50	9,60	480,00
loonwerk				110,00

¹⁾ vanaf 2003 niet toegelaten

²⁾ alleen nog toegelaten in aardappels en lelie; opgebruikstermijn 2004-2008)

4.5 Biologisch grond ontsmetten

De kosten van biologische grondontsmetting bestaan uit het telen of aanvoeren en onderwerken van organisch materiaal, het opbrengen van plastic, het controleren van het plastic gedurende de afdekperiode en vervolgens het verwijderen van plastic.

Tabel 2
Kosten van biologische grondontsmetting in € per ha.

Handelingen	reden	opmerking	kuilfolie	dun plastic
grond	jaar onbenut	huur/pacht/rente	1.302,00	1.302,00
bemonsteren	bepalen noodzaak + effectiviteit	2*€ 109	218,00	218,00
teelt groenbemester	bemesten + beregenen		750,00	750,00
onderwerken + aanrollen	minimaal 40 ton vers /ha	3 werkgangen	250,18	250,18
beregemen	voldoende vocht	½ uur + diesel	15,65	15,65
afdekken met plastic	zuurstofloos houden	plastic	2.500,00	1.500,00
	arbeid	50 uur	1.064,50	
	loonwerk opbrengen+lijmen			1.000,00
controleren op vastliggen		0.5 uur/2 dgn	298,06	
vogels verjagen	huur materiaal (100€) + 2u/week		440,64	440,64
verwijderen	na 8 weken	10 à 20 uur	425,80	212,90
afvoeren	onbrandbaar bedrijfsafval	1350 kg à € 0,25	337,50	
		338 kg à € 0,25		84,38
Totaal			7.602,33	5.773,74

Een alternatieve methode van biologisch grondontsmetten bestaat uit een combinatie van het telen van een groenbemester en inunderen: na het onderwerken van de groenbemester wordt het perceel onder water gezet en gehouden. Nu is water minder luchtdicht dan plastic zodat geheel anaëroobe omstandigheden niet verkregen worden (de toplaag is niet ontsmet). In de eerste proeven leek deze methode ziektes wel te bestrijden.

Tabel 3
Samenvatting kostenoverzicht van de verschillende grondbehandelingsmethoden.

Methodie	Variant	kosten in €/ha
Inunderen		500,00
Groenbemester	Gemiddeld	750,00
Grondontsmetten	Chemisch, nat	1.300,00
Biologisch ontsmetten	Dun plastic	4.470,00
	Kuilfolie	6.300,00
Stomen	Volvelds	16.000,00
Omzetten	Vanaf	25.000,00

Landhuur is hier niet meegerekend. Per regio zijn er verschillen in huurprijs; gemiddeld zou gerekend kunnen worden met € 1300,00 maar in specifieke teeltcentra ligt de huurprijs aanzienlijk hoger.

Diverse kosten zijn gemiddelden per hectare, bij kleine en vooral gerende percelen zijn de kosten relatief sterk hoger.



Raaigras als groenbemester voor biologische grondontsmetting.

5 Stappenplan

Voor het bereiken van de meest (kosten-) efficiënte methode om problemen met bodemziekten, nematoden en onkruiden te overwinnen is een stappenplan ontwikkeld.

Dit stappenplan is gebaseerd op gebruik van de tabel met de gegevens over efficiëntie van de ontsmetting en de tabel digitaal. Deze laatste tabel vindt u via de website www.kennisakker.nl, door het aanklikken van “advies” komt u in digitaal. In de tabel digitaal staan gegevens over aaltjesgevoeligheid van een groot aantal groenbemesters, akker-, groente-, en bolgewassen. Vanaf 2004 worden ook de gegevens van boomkwekerijgewassen toegevoegd aan deze tabel.

Bij het ter perse gaan van deze brochure bent u voor de boomteelt nog aangewezen op de tabel in deze brochure.

Ook voor informatie over een aantal schimmels dient u gebruik te maken van de tabel in deze brochure. Streven is om in de nabije toekomst ook voor veel voorkomende schimmel-gewascombinaties een invultabel te maken zoals digitaal. Deze tabel zal dan ook via www.kennisakker.nl/advies te vinden zijn.



*Een teelt van Tagetes,
een effectieve aanpak
tegen het
wortellesieaaltje.*

Werkwijze van het stappenplan

Dit plan is ontwikkeld om een juiste keuze te maken als verantwoorde oplossing voor bodemproblemen. Het werkt als volgt:

1. U stelt vast dat u gewasschade heeft; u stelt de ziekteverwekker/plaag vast of laat dat doen door bemonstering
2. Hebt u een van de volgende bodemproblemen, handel dan via de informatie in Hoofdstuk 2 en 3 en de genoemde tabellen.

Aaltjes

Stel via gegevens uit hoofdstuk 2 en 3, het advies van digitaal of de tabel vast of het door u te telen gewas kan worden vervangen door een niet (of minder) gevoelig gewas, ras of op een andere plaats in de vruchtwisseling. Indien dit niet mogelijk is, bepaal dan welke methode de nematoden het best bestrijdt. Kies op basis van werking, kosten en milieu de volgende stap:

- braak
- Tagetes
- biologische grondontsmetting
- chemisch
- stomen
- verhitten

Schimmels

Bepaal met behulp van informatie uit hoofdstuk 2 en 3 en de tabel 4 welke methode de schimmel het best bestrijdt. Kies op basis van werking, kosten en milieu de volgende stap:

- braak
- biologische grondontsmetting
- stomen
- verhitten
- chemisch
- inundatie

Bacterien

Bepaal met behulp van informatie uit hoofdstuk 2 en de tabel welke methode de bacterie het best bestrijdt. Kies op basis van werking, kosten en milieu de volgende stap:

- biologische grondontsmetting
- stomen
- verhitten
- chemisch
- inundatie

Onkruiden

bepaal met behulp van tabel 2 welke methode onkruid het best bestrijdt. Kies op basis van werking, kosten en milieu de volgende stap

- braak
- stomen
- verhitten
- chemisch
- inundatie
- biologische grondontsmetting

Tabel 4

Vatbaarheid boomkwekerijgewassen voor *Verticillium dahliae* (Vd) en *Pratylenchus penetrans* (Pp). Zie voor nadere toelichting achter de tabel; p. 22)

v = vatbaar, r = resistent

Gewas ¹⁾	Vd	Pp	Vd	Pp	opmerking
			zie literatuur nr.		
Acer	v	v	8	11	alle soorten voor zover getoetst
Aesculus	v	v	8	9	minder vatbaar volgens 4
Ailanthus	v	v	8		hemelboom
Alnus	r	v	8	9	
Amelanchier	v	v		11	
Berberis	v	v		9	alle soorten voor zover getoetst minder vatbaar voor Pp lijkt te voorzichtig ingeschat
Betula	r	v	8	9	
Buxus	v	v		11	in Horst resistent tegen Pp
Carpinus	r	v	4,7	11	vatbaar voor Pp, maar minder gevoelig
Carya	r		7		
Castanea	v		8		kastanje, soms vatbaar voor Vd
Catalpa	v		8		
Celtis	r		1		
Ceratonia	v		5		
Cercidiphyllum	r		1,7		
Cercis	v	v	8		
Chaenomeles		v		9	
Cladrastis	v		1,5,7		
Cornus	v	v	1,7	9, 11	Vdgevoeligheid niet eenduidig in literatuur
Corylus		v		9	
Cotinus	v	v	8	9	meest gevoelige geslacht <i>Verticillium</i>
Cotoneaster		v		9	
Crataegus	v/r	v	6,7	11	6=vatbaar, 7=resistent
Cydonia oblonga	v		1,5,6,7		kweeper
Cytisus		v		9	
Daphne	v	v	8	9	mogelijk niet gevoelig voor Pp maar wel vatbaar
Diospyros	v		5,7		
Diospyros	v		5,7		
Eleagnus	v		8		resistent volgens 2
Erica	v		8		
Fagus	r	v	8	11	vatbaar volgens 5
Forsythia		v		9	
Fraxinus	v	v	1,3,4	9	alle soorten voor zover getoets
Gaultheria		v		9	
Ginkgo biloba	r	v	1,2,7	9	
Gleditsia	r		7		
Gymnocladus	v		5,7		doodsbeenderenboom
Hamamelis		v		9	
Hibiscus	v	v	7	9	
Hippophae		v		9	
Hypericum		v		9	
Ilex	r	v	1,7		
Juglans	v	v	7		
Koelreuteria	v		8		

Vatbaarheid boomkwekerijgewassen voor *Verticillium dahliae* (Vd) en *Pratylenchus penetrans* (Pp)

v = vatbaar, r = resistent

Gewas ¹⁾	Vd	Pp	Vd zie literatuur nr. ²⁾	Pp	opmerkingen
Laburnum		v		9	
Ligustrum	v	v		11	vatbaar voor Pp maar niet gevoelig
Liquidambar	r		1.7		
Liriodendron	v	v	8	9	minder vatbaar, erg gevoelig voor Pp
Lonicera	v		8		
Maclura	v		5.7		
Magnolia	v		1.4		
Mahonia		v		11	
Malus	v/r	v	8	10.1	minder vatbaar Vd = 4, vatbaar = 5
Morus	v/r		1.7		moerbeï
Nyssa	v		5.7		
Ostrya	r		7		
Osmanthus	v		5.7		
Phellodendron	v		5.7		
Philadelphus		v		9	
Physocarpus		v		9	
Pieris		v		9	wel vatbaar voor Pp maar niet gevoelig
Platanus	r		8		
Populus	r	v	8	9	minder vatbaar voor Pp lijkt te voorzichtig ingeschat
Potentilla		v		10.1	
Prunus	v	v	1	11	minder vatbaar volgens 3,4
Pyracantha	r		1.7		
Pyrus	r		8		vatbaar volgens 5
Quercus		v	8	10	mogelijk minder gevoelig voor Pp maar wel vatbaar
Rhamnus		v		9	
Rhododendron	v		7		
Rhus	v		8		
Ribes	v	v	8		
Robinia	v	v	8	9,10	minder vatbaar voor Vd volgens 4
Rosa	v	v	8	11	Vd: multiflora meest vatbaar; Pp: verschil/soort
Rubus	v	v	8		
Salix	r	v	8	9	vatbaar voor Pp maar minder gevoelig
Sambucus	v		8		
Sassafras	v		7		
Schinus	v		5		
Sophora	v/r		1,5,7		honingboom, resistent = 1
Sorbus	v/r	v	1,3,7	9	vatbaar volgens 3
Spiraea	v	v	8	11	
Symphoricarpos		v		9	
Syringa	v	v	8	11	
Tilia	v	v	1.3	9	
Ulmus	v	v	1,3,4	9	
Viburnum	v	v		9	
Vitis		v		9	
Weigela	v	v	7		
Zelkova	r		1		

Gewasgevoeligheid per geslacht

¹⁾ De gegevens voor zover die bekend zijn komen binnen de geslachten overeen, d.w.z. alle soorten binnen een geslacht zijn vatbaar of niet vatbaar. Wel bestaan er soms binnen geslachten verschillen in vatbaarheid. In enkele gevallen worden tegenstrijdige gegevens vermeld in de literatuur.

²⁾ **Literatuurverwijzingen**

- 1 = Kopinga & Kam, 1987
- 2 = Smith & Neely, 1979
- 3 = Kemperman, 1986
- 4 = Pearce & Gibbs, 1981
- 5 = Pirone, 1972
- 6 = Blodgett, 1964
- 7 = Sinclair & Hudler, 1984
- 8 = Hiemstra & Harris, 1998
- 9 = van Teylingen, 1995
- 10 = rapport Schepman, 1996
- 11 = brochure Aaltjesbeheersing, 2002

6 Nuttige publicaties

- Lamers, Ir. J. G., Blok, ir. W. J., Coenen, Ing. G. C. M., Molendijk, ir. . P. G., en Termorshuizen, dr. Ir. A.J.; 'Een nieuwe aanpak van bodemschimmels en aaltjes', PAV-bulletin november 1997
- Hiemstra, J. A., Harris, D. C.; 'A compendium of Verticillium wilts in tree species', 1998
- Meijer, Ing. H.; 'Eerste resultaten Biologische grondontsmetting', artikel vakblad "De Boomkwekerij", nr 13, 2000
- Meijer, Ing. H.; 'Bodem wil rust na Biologische grondontsmetting', artikel vakblad "De Boomkwekerij", nr 11, 2001
- Jansma, J. E., Vlaming, E., Boer, M. de en Blok, W.; 'Biologische grondontsmetting: als preventieve maatregelen tekort schieten staat teler niog niet met lege handen', artikel "Ekoland" nr. 7/8, 2001
- Goud, J. C.; 'Verticillium Wilt in Trees, detection, prediction and disease amnagement', proefschrift Wageningen Universiteit, 2003.
- Zeeland, M.G. van, Weide, R.Y. van der, Groeneveld, M.W., Scheepens, P.C., Uffing, A.J.M. 'Effecten van biologische grondontsmeting on onkruiddruk', Wageningen, PPO; nr. 520274.

Internet:

- www.ppo.wur.nl
- www.kennisakker.nl

7 Verklarende woordenlijst

Biofumigatie

Bij biofumigatie worden speciale gewassen geteeld van de familie van de *Brassicales* (bladrammenas, kool, broccoli, mosterd), die na inwerken giftige glucosinolaten vrijlaten. Deze stoffen, verwant aan Monam, doden ook enkele bodemorganismen.

Bodempathogenen

Ziekteverwekkers in de bodem, die schade kunnen veroorzaken aan het cultuurgewas.

Digiaal

Adviesprogramma over alen en vruchtwisseling op het bedrijf; meer informatie: www.digiaal.nl

Inundatie

Bij deze methode, die in de bollenteelt veel wordt toegepast komt het land onder water te staan. Bodemschimmels, aaltjes en enkele onkruiden zoals distel en klein hoefblad worden daardoor effectief bestreden

Redoxpotentiaal

Met twee verschillende elektroden wordt een spanningsverschil gemeten, dat een indicatie geeft welke reductieprocessen in de bodem optreden.

Solarisatie

Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van zonnewarmte en folie. In zuidelijke landen wordt deze methode met succes toegepast. De temperatuur in de bouwvoor wordt bij deze methode een aantal weken sterk opgevoerd.