PLANT RESEARCH INTERNATIONAL

Phytophthora hotspots in het zetmeelaardappelgebied

Vertrouwelijk

P. Raatjes & G.J.T. Kessel

DACOM PLANT Service

Nota 239

WAGENINGEN UR

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL

Phytophthora hotspots in het zetmeelaardappelgebied

Vertrouwelijk

P. Raatjes[1] & G.J.T. Kessel[2]

Nota in opdracht van Agrobiokon

[1] Dacom PLANT-Service BV, Postbus 2243, 7801 CE Emmen
[2] Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen

Plant Research International B.V., Wageningen
april 2003

Nota 239

WAGENINGEN UR

© 2003 Wageningen, Plant Research International 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 Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres	:	Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
	:	Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel.	:	0317 - 47 70 00
Fax	:	0317 - 41 80 94
E-mail	:	postkamer.pri@wur.nl
Internet	:	http://www.plant.wageningen-ur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Doelstelling en werkwijze onderzoek	5
3. Data voor het onderzoek	7
4. Resultaten	9
5. Conclusies en discussie	17
Literatuur	19

Samenvatting

Primaire *P. infestans* haarden hebben grote invloed op de start en het verloop van (regionale) *P. infestans* epidemieën en zijn daarmee van groot belang m.b.t. de uitvoering van bestrijdingsstrategieën. Nadat een primaire haard in een gebied aanwezig is lopen andere (schone) aardappelpercelen een risico besmet te worden en moeten dus beschermd worden. Hoe langer het ontstaan van primaire haarden uitgesteld kan worden, hoe langer gewacht kan worden met de eerste bespuiting. Kennis m.b.t. regionale aspecten van de epidemiologie van de aardappelziekte is echter schaars. Dit rapport beschrijft een eerste verkenning van regionale aspecten m.b.t. de epidemiologie van de aardappelziekte met een analyse naar het optreden van hotspots: plaatsen die bij herhaling geassocieerd worden met het optreden van primaire inoculumbronnen en die daarom extra aandacht in een bestrijdingsstrategie vragen.

Om hotspots op te kunnen sporen is de volledige haardmeldingsdatabase m.b.t. de periode 1995 tot en met 2002 geanalyseerd. In de operationele definitie van hotspots werd gesteld dat er sprake is van hotspots indien, in de huidige dataset, primaire haarden in twee of meer seizoenen binnen korte afstand van elkaar optreden. Als maat voor deze afstand werd 500, 1000, 1500 en 3000 meter gebruikt waarbij de twee kleinste afstanden de meest bruikbare informatie opleverden. Omdat van primaire haarden sprake moet zijn werden alleen de eerste 5, 10 of 15 gemelde haarden per seizoen in de analyse opgenomen.

Met een detectieradius van 1000m en inbegrip van de eerste 15 haarden (van alle typen) per seizoen werden 15 potentiële hotspots gedetecteerd. Alle 15 potentiële hotspots bleken gerelateerd aan slechts 1 andere haard in 1 ander jaar. De overgrote meerderheid (14 haarden) bleek vervolgens niet aan de overige hotspot criteria te voldoen omdat ze voortkwamen uit opslagproblemen (2002) of niet hotspot compatibel waren qua type haard.

In een analyse van het aantal optredende kritieke perioden tussen een gebied met potentiële hotspots en een gebied zonder potentiële hotspots blijkt er geen structureel klimaatverschil tussen de gebieden. Regio's met veel potentiële hotspots hebben dus niet te maken met een structureel slechter klimaat wat de aanwezigheid van veel potentiële hotspots zou kunnen verklaren. Uit analyse binnen de seizoen blijkt wel dat primaire haarden, en derhalve melding daarvan, belangrijk zijn voor het opstarten van de epidemie.

Geconcludeerd wordt dat er geen aanwijzingen zijn gevonden voor structureel optredende hotspots waardoor hotspots geen belangrijke rol kunnen spelen in de (regionale) epidemiologie van de aardappelziekte in het zetmeelaardappelgebied.

1. Inleiding

Phytophthora infestans, de veroorzaker van de aardappelziekte, blijft voor problemen zorgen in de aardappelteelt. Recente substantiële aanvullingen op de bestrijdingsstrategie, mogelijk gemaakt door het Masterplan Phytophthora, hebben de efficiëntie van de bestrijdingsstrategie verder opgevoerd maar de steeds agressievere schimmel, lange groeiseizoenen in de zetmeelaardappelteelt en zeer vroege uitbraken maken het moeilijk het middelengebruik nog verder te verlagen. Aanknopingspunten voor een verdere verfijning van de bestrijdingsstrategie worden mogelijk gevonden in nieuw te ontwikkelen kennis m.b.t. spatiele componenten van de (regionale) epidemiologie van de aardappelziekte. Dit rapport is een eerste verkenning naar mogelijk aanwezige *P. infestans* hotspots in het zetmeelaardappelgebied.

Een (regionale) Phytophthora epidemie kan alleen ontstaan onder gunstige klimatologische omstandigheden in aanwezigheid van inoculum. Een belangrijke factor hierbij is de initiële uitbraak in een gebied omdat schone andere percelen daarna risico lopen op besmetting uit de omgeving. Deze zogenaamde primaire haarden hebben een grote invloed op het verloop van de epidemie. Van Baarlen & Raatjes (2001) constateren zo bijvoorbeeld dat in 1999 één haard in Zuid-West Nederland zo goed als alle percelen tot in de wijde omgeving kon besmetten. Hoe langer het ontstaan van dit type primaire haarden uitgesteld kan worden hoe langer gewacht kan worden met spuiten.

In de afgelopen jaren is vanuit het Masterplan Phytophthora onderzoek geïnitieerd om primaire haarden nauwkeurig te karakteriseren m.b.t. oorsprong en verdere ontwikkeling. Van Baarlen & Raatjes (2001) concluderen dat het aandeel infecties uit zieke moederknollen in 2001 (ruim 40% van de primaire haarden) hoger is dan verwacht. Daarnaast bleken inwaaiende sporen (externe bronnen zoals b.v. een afvalhoop) en infectie vanuit oösporen belangrijke bronnen.

Het inzicht in de ontstaanswijze van primaire haarden is hiermee de afgelopen jaren sterk toegenomen. Nog niet onderzocht is de invloed van de geografische component (ligging) op het ontstaan van primaire bronnen.

De mogelijkheid bestaat dat primaire bronnen bij herhaling op dezelfde locatie of in dezelfde directe omgeving worden waargenomen. Een dergelijke locatie kan een hotspot genoemd worden en vereist een aanpassing van de bestrijdingsstrategie. Mogelijke oorzaken hiervoor zouden kunnen zijn: significante afwijking in (bodem)klimaat, notoire slordigheid of structurele fouten in de bestrijdingsstrategie.

In dit onderzoek is gekeken naar het voorkomen van genoemde hotspots in het aardappelzetmeelgebied en naar mogelijke oorzaken achter de hotspot problematiek.

Het onderzoek is uitgevoerd door Dacom PLANT-Service BV in opdracht van Plant Research International in het kader van Agrobiokon.

2. Doelstelling en werkwijze onderzoek

Dacom heeft sinds het seizoen 1995 de uitbraken van Phytophthora in Nederland geregistreerd via het haardmeldsysteem. Voor dit project zijn de geregistreerde haarden van de seizoenen 1995 t/m 2002 geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar locatie van uitbraak (spatiële component), tijdstip van de waarnemen in het seizoen en het type haard.

In dit onderzoek zal getracht worden de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:
- Zijn er hotspots voor Phytophthora uitbraken in het zetmeelaardappelgebied aan te wijzen?
- Indien er aanwijzingen zijn voor het bestaan van hotspots, welke oorzaken kunnen dan hieraan ten grondslag liggen?

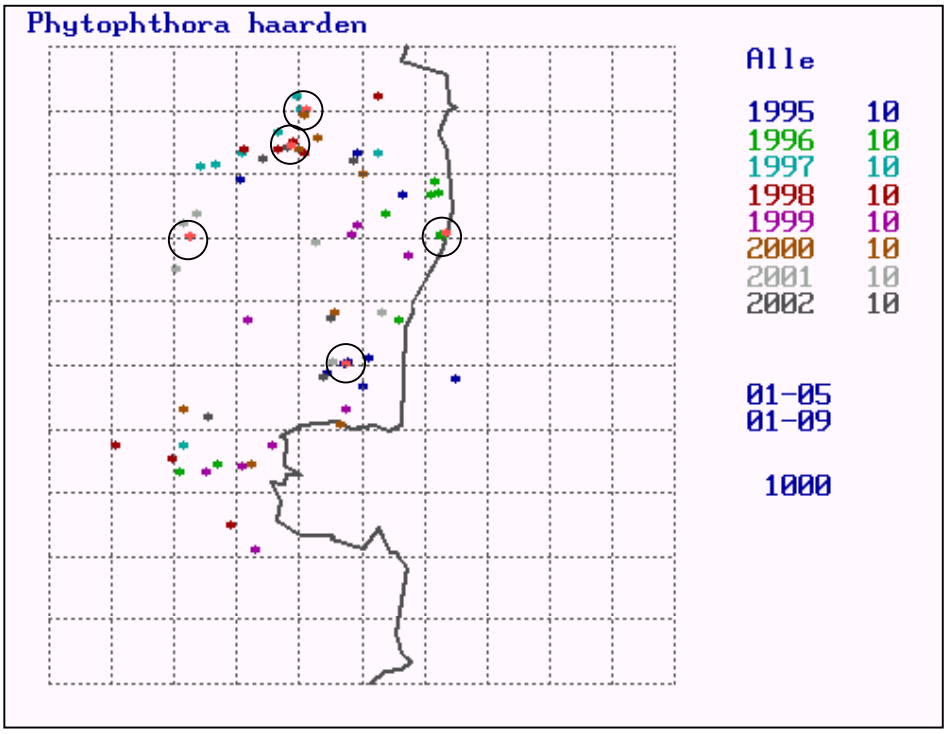
Allereerst dient de definitie van hotspot te worden opgesteld. Wanneer kan er van een hotspot worden gesproken? Er is sprake van een tweetal componenten: plaats en tijd.
Met betrekking tot plaats is (met de huidige dataset) als definitie gesteld dat er sprake is van een hotspot als er in twee of meer seizoenen een haard binnen X meter afstand wordt gemeld. Hierbij moet worden opgemerkt dat eigenlijk pas van een hotspot gesproken kan worden als in meer dan twee seizoenen op (nagenoeg) dezelfde locatie een haard wordt gevonden. Wat betreft de afstand 'X' dient rekening te worden gehouden met factoren als perceelsgrootte, areaal aardappelen in het gebied, etc. Er is daarom gekozen om voor deze factor de afstanden 500, 1000, 1500 en 3000m te hanteren en dit achteraf te evalueren.

Met betrekking tot het tijdstip van waarnemen in het seizoen dient aannemelijk te zijn dat gesproken kan worden over een primaire haard en geen secundaire aantasting. Er is daarom gekozen om met verschillende aantallen eerste haarden per jaar de data m.b.t. het gebied door te rekenen: 5, 10 en 15 eerste haarden.

Voor deze analyse is door Dacom een applicatie ontwikkeld die, op basis van het PLANT-Plus platform en bijbehorende databases, een analyse maakt van mogelijke hotspots. Hierbij kunnen het type haard, de maximum afstand tussen haarden, het aantal opgenomen haarden per jaar en de regio als parameters worden ingesteld. Een voorbeeld van de output is weergegeven in Tabel 2.1. en Figuur 2.1.

Tabel 2.1. Output van een hotspot analyse m.b.v. de Dacom applicatie. Detectieparameters zijn weergegeven in de header. Een haard in de linker kolom is als hotspot gekoppeld aan de haard op dezelfde rij in de rechterkolom. Letters geven het type haard weer (Tabel 3.1). De afstand (m) tussen beide 'hotspot haarden' is weergegeven in de laatste kolom. Uit privacy overwegingen zijn de coördinaten van de haarden gedeeltelijk weggelaten.

```
Hotspots analyse met volgende voorwaarden:
Type haard:   Alle
Afstand:      1000
Max per jaar: 10
Begin:        01-05
Einde:        18-10
Regio:        Zetmeelgebied
Zoekresultaten:
Groningen 113 jh     N 276xxx 555xxx 05-06-97 over de dijk     A 275xxx 554xxx 03-07-96  943
Emmen                A 256xxx 530xxx 10-06-98 Zuidbarge 1      A 256xxx 530xxx 20-06-95  230
Emmen                A 256xxx 530xxx 10-06-98 Zuidbarge 2      V 257xxx 531xxx 20-06-95  631
Sappemeer/Slochteren N 249xxx 578xxx 09-05-00 Froombosch 71 jh N 248xxx 578xxx 05-06-97  757
Valtherbos           A 255xxx 540xxx 11-05-00 Klijndijk        N 254xxx 540xxx 21-06-99 1000
Grietmanswijk 2      O 226xxx 554xxx 14-05-02 smilde           N 227xxx 554xxx 11-06-01  424
Grietmanswijk        O 227xxx 554xxx 14-05-02 Smilde kanaal    N 227xxx 554xxx 11-06-01  110
Klijndijk            O 254xxx 539xxx 19-05-02 Klijndijk        N 254xxx 540xxx 21-06-99 1000
Kielwindeweer        O 246xxx 571xxx 21-05-02 Nieuwe Compagnie N 246xxx 572xxx 13-06-98  922
```



Figuur 2.1. Voorbeeld primaire haarden over de seizoenen, potentiële hotspots zijn omcirkeld en felrood. Detectieparameters: X = 1000m, 10 eerste haarden per seizoen van alle types.

3. Data voor het onderzoek

Het onderzoek naar mogelijke hotspots is gebaseerd op de meldingen van Phytophthora haarden zoals deze sinds 1995 door Dacom zijn vastgelegd. De haarden (kunnen) worden gemeld op vrijwillige en anonieme basis door iedereen die zich beroepsmatig of anderszins met de aardappelteelt bezig houdt. Het opzetten van een netwerk van waarnemers is van 1996 tot 2000 op projectbasis uitgevoerd in samenwerking met de Plantenziektenkundige Dienst. Deze projecten werden mede mogelijk gemaakt door HPA en het Masterplan Phytophthora.

Van iedere haard wordt vastgelegd:
- Een naamsomschrijving / aanduiding
- De ligging middels topografische X-Y coördinaten van het rijksdriehoekssysteem. Deze coördinaten zijn vergelijkbaar met de McSharry coördinaten.
- De datum van waarnemen
- Het aantastingniveau van de haard
- Het type haard.

In Tabel 3.1 worden de classificaties weergegeven die voor het haardtype en het aantastingniveau worden gehanteerd.

Tabel 3.1. Classificatie en omschrijving van haardtypen en de richtlijn voor bepaling van het aantastingniveau t.b.v. haardmelding.

Haardtype (code)	Omschrijving
A	Afvalhoop
B	Biologisch perceel
N	Normaal / Gangbaar perceel
V	Volkstuin
O	Opslag
Aantastingniveau (nr)	**Omschrijving**
0	Eerder gevonden bron definitief geëlimineerd
1	• < dan 20 blaadjes
	• een eerder gevonden, bespoten, bron
	• een afvalhoop < 5 m²
	• enkele stengelaantasting
2	• 20 – 500 blaadjes
	• een enkel haardje
	• een afvalhoop > 5 m²
3	• 500 – 1.000 blaadjes
	• enkele (< 4) haarden op perceel
4	• – 2.000 blaadjes
	• meerder (4 – 6) haarden op perceel
5	• 2.000 – 5.000 blaadjes
	• veel haarden (> 6) op perceel
	• enkele aangetaste blaadjes verspreid <1 ha
6	• 5.000 – 10.000 blaadjes
	• enkele aangetaste blaadjes verspreid perceel > 1 ha
7	• 10.000 – 25.000 blaadjes
	• 1 per m² verspreid een blaadje perceel > 1 ha
8	• 25.000 – 100.000 blaadjes
	• meerdere blaadjes per m² perceel < 1 ha
9	• 100.000 – 200.000 blaadjes
	• bijv. perceel 5 ha met 1 tot 2 blaadjes/m²
10	• meer dan 200.000 blaadjes (b.v. 10 ha met 2 blaadjes/m² in perceel)

De meldingen in het zetmeelaardappelgebied zijn de afgelopen jaren verzameld door verschillende waarnemers, waaronder:
- Plantenziektenkundige Dienst
- Dacom PLANT-Service
- NAK
- Telers
- Proefboerderijen Kompas en Kooyenburg
- Gewasbeschermingshandel: Agrifirm, Robertus, Agrarische Unie, Woldijk, ABC
- DLV
- Hilbrandslaboratorium / HLB

Hendriks (1999) becijfert dat in het seizoen 1999 in de Veenkoloniën zo'n 130 waarnemers actief waren die ruim 20.000 waarnemingen hebben gedaan. De waarnemingsdichtheid wordt daarbij geschat op 90%.

In Tabel 3.3 wordt de aanvang alsmede het verloop van de Phytophthora epidemie over de verschillende jaren samengevat. Deze tabel is eveneens een beschrijving van de dataset, die voor dit onderzoek is gebruikt.

Tabel 3.3. Aantal gemelde haarden in het aardappelzetmeelgebied per jaar en maand.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1ste melding	18 juni	28 juni	17 mei	29 mei	10 mei	9 mei	7 juni	14 mei
Mei	0	0	1	1	4	9	0	14
Juni	36	1	18	70	14	121	17	15
Juli	28	21	149	41	36	24	14	42
Augustus	0	12	21	0	18	5	33	9
September	6	41	9	3	29	10	8	-
Totaal	70	75	252	209	108	176	82	111

Hoewel er veel variatie is over de jaren, met betrekking tot tijdstip van eerste aantasting en uitbreiding van de epidemie op basis van de variatie in weersomstandigheden tussen de seizoenen, kan worden geconcludeerd dat de dataset van voldoende omvang is.

Figuur 3.1. Diverse haardtypes zoals ze tijdens het seizoen aangetroffen kunnen worden: v.l.n.r. een afvalhoop, een perceel en aardappelopslag.

4. Resultaten

In het onderzoek is een analyse uitgevoerd met twee variabele parameters: het aantal eerste haarden per seizoen en het afstandscriterium voor een hotspot. Deze inventarisatie van de haarden heeft een aantal potentiële hotspots opgeleverd zoals weergegeven in Tabel 4.1. Het aantal initiële haarden waarmee het onderzoek is uitgevoerd was respectievelijk 5, 10 en 15 eerste haarden per seizoen. Het aantal haarden in de analyse, over de jaren en per afstandscriterium, bedraagt dan 40, 80 en 120 haarden. Op basis van de totale populatiegrootte en het aantal gedetecteerde hotspots, is het percentage hotspots uitgerekend. In de tabel is tevens een omschrijving gegeven voor de kerngebieden waarin de haarden vallen.

Tabel 4.1. Gedetecteerde hotspots 1995-2002 op basis van aantal eerste haarden per seizoen en afstand.

Initiële haarden per seizoen in analyse	Afstand	Aantal gedetec-teerde Hotspots	Hotspots (%)	Omschrijving gebied
5	500	2	5	Smilde
	1.000	3	7	Smilde, Slochteren
	1.500	6	15	Smilde, Slochteren, Veendam, Klijndijk
	3.000	11	27	Smilde, Slochteren, Veendam, Klijndijk, De Groeve, Dedemsvaart
10	500	3	4	Smilde, Emmen
	1.000	9	11	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen
	1.500	17	21	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen, Veendam
	3.000	35	44	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen, Veendam, Dedemsvaart
15	500	5	4	Smilde, Emmen
	1.000	15	12	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen
	1.500	28	23	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen, Veendam, Dedemsvaart
	3.000	65	54	Smilde, Emmen, Slochteren, Klijndijk, De Groeve, Sellingen, Veendam, Dedemsvaart, Vroomshoop, Onstwedde

Uit de tabel valt op basis van het percentage hotspots binnen de gemelde haarden af te leiden dat een radius van 1.500 en 3.000 meter, zowel bij de eerste 5, 10 als 15 initiële haarden een te grote afstand is om van hotspots te kunnen spreken. Omdat de analyse plaatsvindt over een gebied met intensieve aardappelteelt, voldoen haarden wel aan de technische definitie van hotspot, maar is de spreiding binnen het gebied al dermate groot dat er geen bruikbare conclusie kan worden getrokken.

Het is echter opvallend dat er hotspots in een aantal kerngebieden naar voren komen, die steeds weer terugkomen. Ook bij kleine afstanden en kleine aantallen initiële haarden. Om deze kerngebieden verder te bekijken is een kruisanalyse gemaakt om het effect van grotere radius en meer initiële haarden te beoordelen. Deze resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Aantal hotspots per kerngebied geselecteerd op radius en aantal initiële haarden.

Aantal	Afstand	Smilde	Emmen	Slochteren	Klijndijk	DeGroeve	Sellingen	Totaal
5	500	2	-	-	-	-	-	2
	1000	2	-	1	-	-	-	3
10	500	2	1	-	-	-	-	3
	1000	2	2	1	2	1	1	9
15	500	4	1	-	-	-	-	5
	1000	5	4	1	3	1	1	15

Uit Tabel 4.2 kan worden afgeleid, dat het vergroten van het aantal eerste haarden het aantal hotspots per kerngebied in een aantal gevallen vergroot. Het vergroten van de afstand tussen haarden daarentegen lijkt minder effect te hebben.
Voor meer achtergrond informatie zijn daarom de details van de gevonden hotspots bij 15 eerste haarden en 1.000 meter radius in Tabel 4.3 weergegeven.

Tabel 4.3. Details van de hotspots gevonden onder de 15 eerste haarden per seizoen en 1.000 m. radius. Uit privacy overwegingen zijn de coördinaten gedeeltelijk weggelaten. Een Haard in de linker kolom is als hotspot gekoppeld aan de haard op dezelfde rij in de rechterkolom. Letters geven het type haard weer (Tabel 3.1). De afstand (m) tussen beide 'hotspot haarden' is weergegeven in de laatste kolom.

Groningen 113 jh	N	276xxx	555xxx	05-06-97	over de dijk	A	275xxx	554xxx	03-07-96 943
D Emmen	A	256xxx	530xxx	10-06-98	Zuidbarge 1	A	256xxx	530xxx	20-06-95 230
D Emmen	A	256xxx	530xxx	10-06-98	Zuidbarge 2	V	257xxx	531xxx	20-06-95 631
Holsloot	N	253xxx	527xxx	24-06-99	Ermerveen	V	253xxx	528xxx	18-06-95 757
Poolshoogte	N	252xxx	544xxx	24-06-99	D Odoorn	N	252xxx	543xxx	15-06-98 728
Sappemeer/Slochter	N	249xxx	578xxx	09-05-00	Froombosch 71 jh	N	248xxx	578xxx	05-06-97 757
Valtherbos	A	255xxx	540xxx	11-05-00	Klijndijk	N	254xxx	540xxx	21-06-99 1000
smilde	N	227xxx	554xxx	11-06-01	Smilde	N	227xxx	554xxx	13-06-00 304
Grietmanswijk 2	O	226xxx	554xxx	14-05-02	Smilde	N	227xxx	554xxx	13-06-00 632
Grietmanswijk 2	O	226xxx	554xxx	14-05-02	Smilde kanaal	N	227xxx	554xxx	12-06-01 424
Grietmanswijk	O	227xxx	554xxx	14-05-02	Smilde	N	227xxx	554xxx	13-06-00 361
Grietmanswijk	O	227xxx	554xxx	14-05-02	Smilde kanaal	N	227xxx	554xxx	12-06-01 110
Klijndijk	O	254xxx	539xxx	19-05-02	Klijndijk	N	254xxx	540xxx	21-06-99 1000
Veenoord	O	252xxx	527xxx	21-05-02	Holsloot	N	253xxx	527xxx	24-06-99 800
Kielwindeweer	O	246xxx	571xxx	21-05-02	D Nieuwe Compagnie	N	246xxx	572xxx	13-06-98 922

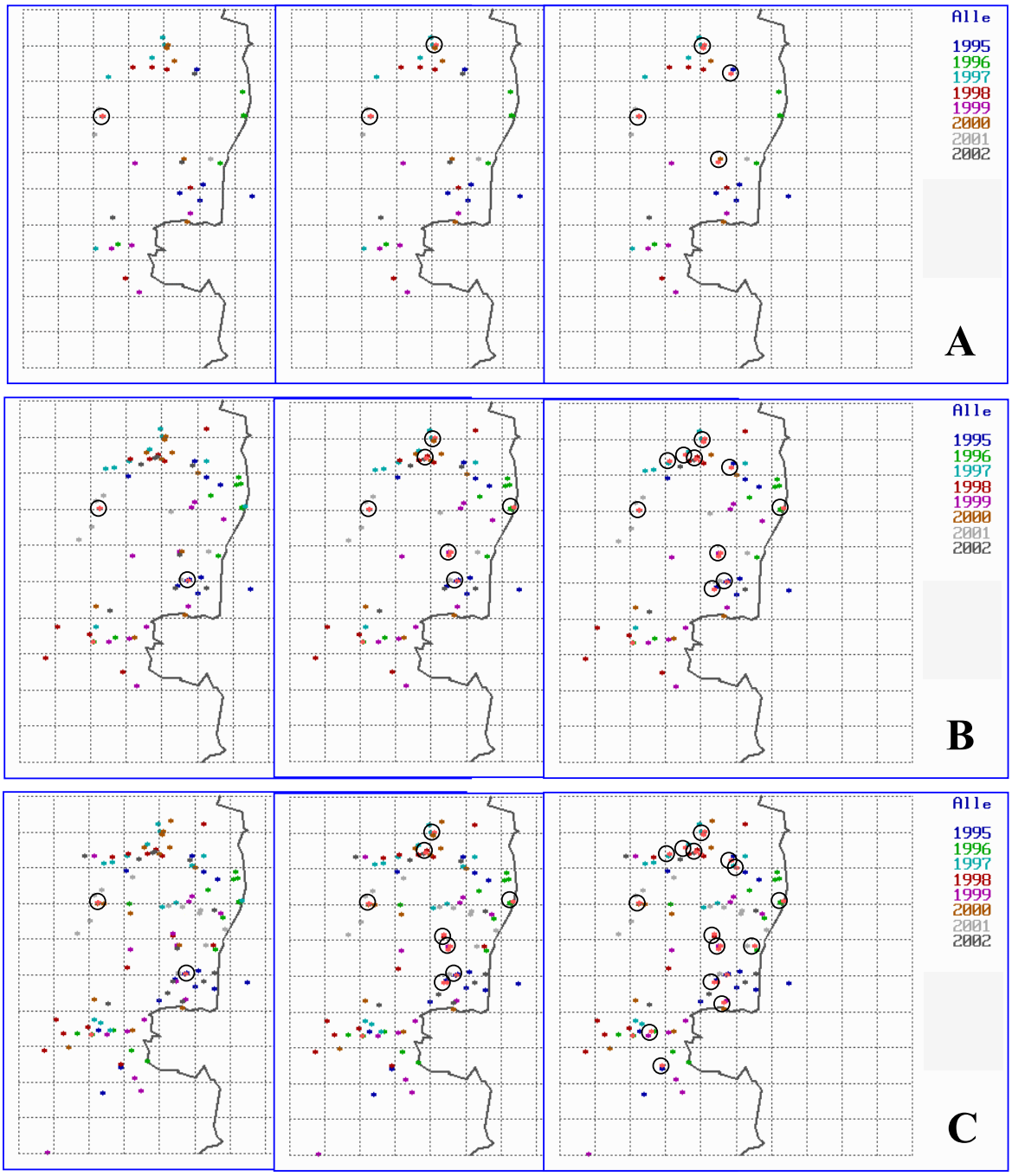
Uit Tabel 4.3 blijkt dat er geen haarden gevonden worden die een relatie hebben met andere haarden uit meerdere jaren. Er is dus altijd sprake van een hotspot-relatie met slechts één haard uit één ander jaar. In 2002 blijken alle hotspot - haarden door een opslagprobleem te worden veroorzaakt, zodat van structurele hotspots geen sprake kan zijn. Verder is duidelijk dat een aantal hotspot - haarden geen relatie met elkaar kunnen hebben, omdat ze van een totaal ander type zijn zoals geïllustreerd door potentiële hotspot 'Groningen 113 jh' die een afvalhoop in 1996 relateert aan een haard in een gangbaar perceel in 1997. Eén locatie (haarden Froombosch 71 jh in 1997 & Sappemeer/Slochteren in 2000) blijft als potentiële hotspot overeind omdat dit beide keren een gangbaar perceel betreft op een afstand van 757 m. Ook hier is toeval echter niet uitgesloten en moet het gedrag van deze 'hotspot' in de toekomst afgewacht worden.

Als in meer detail wordt gekeken naar de typen haarden in de hotspots, komen de resultaten naar voren, zoals weergegeven in Tabel 4.4 waarbij de eerste 15 haarden zijn meegenomen en een radius van 1.500 meter. Bij deze tabel moet worden opgemerkt dat de haarden in afvalhopen grotendeels vóór 1999 zijn geconstateerd en dat de haarden in opslag bijna allemaal in 2002 zijn geconstateerd. Het is op zich logisch dat het aandeel haarden in normale percelen hoog is, omdat hier de waarnemingsintensiteit ook het hoogst is.

Tabel 4.4. Typering hotspots naar het type haard na analyse met als zoekparameters 15 primaire haarden en radius 1.500 meter.

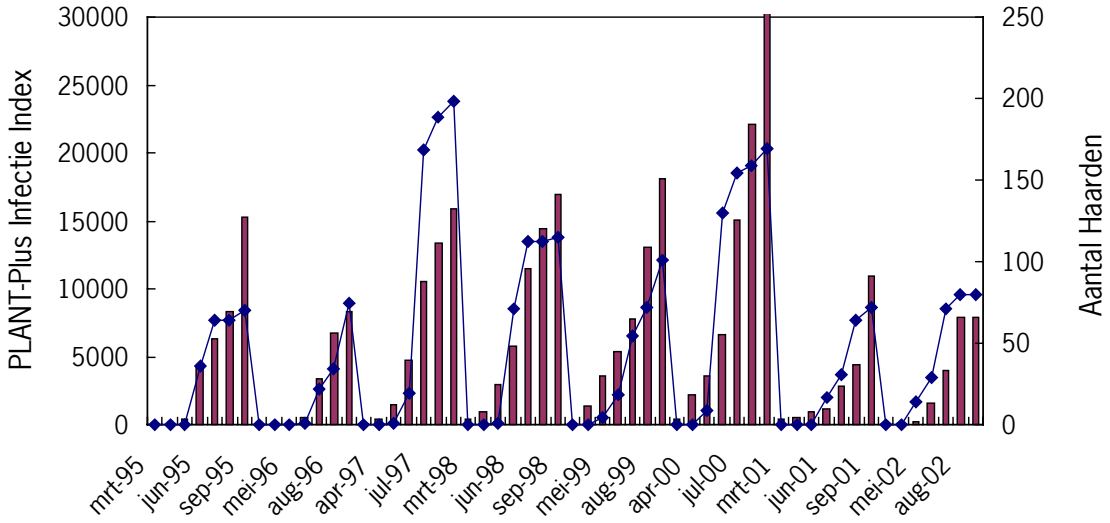
Type	Aandeel
Normaal Perceel	54 %
Opslag	23 %
Afvalhoop	16 %
Volkstuin	7 %
Biologisch perceel	0 %

De data en de analyse ondersteunen het structureel voorkomen van hotspots als gevolg van notoire slordigheid of structurele problemen in het bouwplan en rotatieschema dus niet. Een andere mogelijkheid die het optreden van de hotspots in de kerngebieden zou kunnen veroorzaken, zijn structureel afwijkende klimaatomstandigheden. Van Baarlen en Raatjes (2001) concluderen immers dat optreden en ouderdom van haarden sterk correleert met infectiemomenten, zoals deze door het Dacom model worden berekend. In Figuur 4.1 zijn daarom in eerste instantie haarden en potentiële hotspots in kaartvorm weergeven.



Figuur 4.1. Haarden en hotspots (felrood en omcirkeld) met 5 (A), 10 (B) en 15 (C) eerste uitbraken per seizoen en v.l.n.r. 500,1000,1500 meter als afstandscriterium.

Om een indruk te krijgen van het effect van de weersomstandigheden op de ontwikkeling van haarden is een vergelijking gemaakt tussen de gecumuleerde kritieke perioden over de seizoenen 1995 t/m 2002 en het aantal gemelde haarden. Dit is weergegeven in Figuur 4.2. De kritieke perioden zijn berekend op basis van het PLANT-Plus adviesmodel.

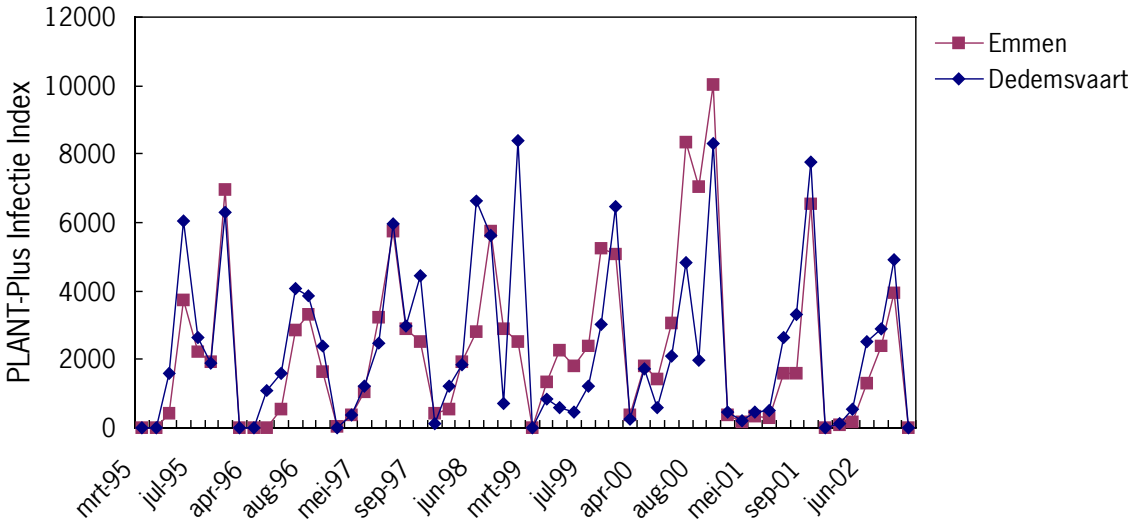


Figuur 4.2. Weergave van cumulatieve kritieke perioden (staafjes) en het aantal gevonden haarden in het zetmeelgebied (lijn) over de maanden maart t/m september in de periode 1995 t/m 2002.

Uit Figuur 4.2 valt af te leiden dat er een duidelijke correlatie is tussen infectiekansen en het optreden van haarden. De weersomstandigheden bepalen dus in sterke mate het optreden van haarden en de ontwikkeling van de epidemie. In de jaren 1997 en 2000 is een verrassingseffect te zien: zeer vroeg infectiegevaar leidt tot veel vroege uitbraken. Hierbij lijkt vooral het optreden van kritieke perioden rondom opkomst cruciaal.

Om te kunnen beoordelen of hotspots veroorzaakt worden door structureel afwijkende weersomstandigheden zijn optredende kritieke perioden op basis van het PLANT-Plus model vergeleken voor een locatie met hotspots (omgeving Emmen) en een locatie zonder hotspots (omgeving Dedemsvaart). De uitkomsten zijn weergegeven in Figuur 4.3.

In Figuur 4.3 is te zien dat er geen structurele verschillen tussen de stations zijn te zien. In sommige jaren is de situatie in Emmen ernstiger, terwijl in andere jaren in Dedemsvaart meer infectiegevaar optreedt. De analyse weerlegt derhalve de hypothese dat het optreden van hotspots samenhangt met structureel lokaal afwijkende weersomstandigheden.



Figuur 4.3. Vergelijking van kritieke perioden per maand voor een tweetal stations over de jaren 1995 t/m 2002.

Samenvattend impliceert het voorgaande dat hotspots niet structureel voorkomen als gevolg van locatie specifieke problemen of regionale klimaatsverschillen.

Het optreden van primaire haarden is daarentegen wel degelijk van invloed op de ontwikkeling van de epidemie in de directe omgeving van de initiële haard. In Tabel 4.5 is daarom een analyse gemaakt van haardmeldingen binnen de seizoenen. Op het moment van melden van een nieuwe haard is gekeken naar de afstand tot de dichtstbijzijnde eerder gemelde haard. Deze afstand is in de laatste kolom in Tabel 4.5 weergegeven. Uit de tabel blijkt dat er in bepaalde gevallen gesproken kan geworden van een melding in een 'nieuw' gebied op grote afstand (bijv. 30 kilometer) en dat andere meldingen op korte afstand van een reeds bestaande haard liggen, hetgeen duidt op secundaire aantastingen.

Als voorbeeld is in 2001 te zien dat de eerste twee haarden separaat ontstaan in Roswinkel en Smilde op grote afstand. Vervolgens ontstaan er uitbreidingen op kleine afstand in het gebied Smilde. Dan ontstaan een aantal nieuwe kernen, rondom Emmen en Drouwen. De volgende haarden ontstaan dan weer grotendeels op kleine afstand van bestaande haarden.

Het melden (via het haardmeldsyteem) en elimineren van lokale initiële haarden is dan ook van groot belang om de epidemie op regionaal niveau beter te kunnen controleren. Door op de hoogte te zijn van aanwezige haarden in de omgeving, kunnen telers met een bestrijdingstrategie op basis van kritieke perioden uitbreiding naar hun gewassen effectief voorkomen.

Tabel 4.5. Ontwikkeling van de regionale epidemie binnen de seizoenen 1999-2001 op basis van de eerste 20 gevonden haarden.

1999									
Schoonebeek	A	257xxx	522xxx	21/05/99	de vledders-	A	238xxx	538xxx	10/05/99	25287
Hardenberg	N	237xxx	511xxx	28/05/99	Schoonebeek	A	257xxx	522xxx	21/05/99	22825
vriezenveen	A	239xxx	495xxx	31/05/99	Hardenberg	N	237xxx	511xxx	28/05/99	15717
Dedemsvaart	N	230xxx	510xxx	08/06/99	Hardenberg	N	237xxx	511xxx	28/05/99	7071
Ter Wisch	N	269xxx	551xxx	10/06/99	Schoonebeek	A	257xxx	522xxx	21/05/99	31385
Gramsbergen	N	243xxx	515xxx	14/06/99	Hardenberg	N	237xxx	511xxx	28/05/99	7211
Buinermond	N	258xxx	555xxx	18/06/99	Ter Wisch	N	269xxx	551xxx	10/06/99	11705
Klijndijk	N	254xxx	540xxx	21/06/99	Buinermond	N	258xxx	555xxx	18/06/99	15524
Buinermond	N	259xxx	556xxx	21/06/99	Buinermond	N	258xxx	555xxx	18/06/99	1910
oostermaatweg	N	241xxx	491xxx	23/06/99	vriezenveen	A	239xxx	495xxx	31/05/99	4876
Poolshoogte	N	252xxx	544xxx	24/06/99	Klijndijk	N	254xxx	540xxx	21/06/99	4272
lieveren	N	225xxx	569xxx	29/06/99	de vledders-	A	238xxx	538xxx	10/05/99	33495
Volkstuinen	V	225xxx	574xxx	30/06/99	lieveren	N	225xxx	569xxx	29/06/99	4311
Noorderdwarsweg	N	226xxx	508xxx	30/06/99	Dedemsvaart	N	230xxx	510xxx	08/06/99	3891
Holsloot	N	253xxx	527xxx	24/06/99	Schoonebeek	A	257xxx	522xxx	21/05/99	6860
Aveloo/Schalkhaar	N	210xxx	470xxx	30/06/99	oostermaatweg	N	241xxx	491xxx	23/06/99	37944
Schoonebeek	N	253xxx	520xxx	05/07/99	Schoonebeek	A	257xxx	522xxx	21/05/99	3981
Westerbork	N	237xxx	540xxx	07/07/99	de vledders-	A	238xxx	538xxx	10/05/99	1237
2000										
Tripscompagnie	A	251xxx	573xxx	10/05/00	Sappemeer/Sloc	N	249xxx	578xxx	09/05/00	5942
Slochteren	A	249xxx	577xxx	11/05/00	Sappemeer/Sloc	N	249xxx	578xxx	09/05/00	1324
Valtherbos	A	255xxx	540xxx	11/05/00	Tripscompagnie	A	251xxx	573xxx	10/05/00	33185
schoonebeek	A	256xxx	519xxx	11/05/00	Valtherbos	A	255xxx	540xxx	11/05/00	21024
Zuidwolde	O	225xxx	522xxx	22/05/00	schoonebeek	A	256xxx	519xxx	11/05/00	30304
Hardenberg	N	239xxx	511xxx	24/05/00	Zuidwolde	O	225xxx	522xxx	22/05/00	16859
Nieuwe Pekela	O	260xxx	566xxx	24/05/00	Tripscompagnie	A	251xxx	573xxx	10/05/00	11011
Nieuwe compagnie	N	248xxx	571xxx	31/05/00	Tripscompagnie	A	251xxx	573xxx	10/05/00	4031
Kropswolde	O	243xxx	573xxx	07/06/00	Nieuwe compagn	N	248xxx	571xxx	31/05/00	5385
Dedemsvaart eo	N	217xxx	505xxx	11/06/00	Zuidwolde	O	225xxx	522xxx	22/05/00	18651
De Groeve 1	N	245xxx	570xxx	13/06/00	Nieuwe compagn	N	248xxx	571xxx	31/05/00	2220
De Groeve 2	N	245xxx	570xxx	13/06/00	De Groeve 1	N	245xxx	570xxx	13/06/00	806
Exloo	N	254xxx	545xxx	13/06/00	Valtherbos	A	255xxx	540xxx	11/05/00	5099
Buinen	N	252xxx	550xxx	13/06/00	Exloo	N	254xxx	545xxx	13/06/00	5701
Valthe	N	256xxx	541xxx	13/06/00	Valtherbos	A	255xxx	540xxx	11/05/00	1803
Nieuwlande	N	238xxx	524xxx	13/06/00	Zuidwolde	O	225xxx	522xxx	22/05/00	12305
Ommelanderwijk	N	257xxx	568xxx	13/06/00	Nieuwe Pekela	O	260xxx	566xxx	24/05/00	3606
Tweede Exloermond	N	259xxx	548xxx	13/06/00	Exloo	N	254xxx	545xxx	13/06/00	5831
Valthermond	N	259xxx	543xxx	13/06/00	Valthe	N	256xxx	541xxx	13/06/00	3536
2001										
Hoogersmilde	N	224xxx	548xxx	08/06/01	Roswinkel	N	264xxx	540xxx	07/06/01	40636
smilde	N	226xxx	557xxx	08/06/01	Hoogersmilde	N	224xxx	548xxx	08/06/01	8982
smilde	N	227xxx	554xxx	11/06/01	smilde	N	226xxx	557xxx	08/06/01	2921
Zandzoom	N	254xxx	530xxx	12/06/01	Roswinkel	N	264xxx	540xxx	07/06/01	13006
Drouwen Seresta	N	251xxx	553xxx	13/06/01	Roswinkel	N	264xxx	540xxx	07/06/01	18334
Smilde	N	228xxx	558xxx	14/06/01	smilde	N	226xxx	557xxx	08/06/01	2915
smilde	N	220xxx	544xxx	15/06/01	Hoogersmilde	N	224xxx	548xxx	08/06/01	5940
Nieuw Buinen	N	256xxx	553xxx	18/06/01	Drouwen Serest	N	251xxx	553xxx	13/06/01	4753
Oudemolen	N	238xxx	563xxx	25/06/01	Smilde	N	228xxx	558xxx	14/06/01	11442
Laudemarke	N	270xxx	545xxx	26/06/01	Roswinkel	N	264xxx	540xxx	07/06/01	8450
Eerste exloermond	N	262xxx	552xxx	26/06/01	Nieuw Buinen	N	256xxx	553xxx	18/06/01	6231
Tweede Exloermond	N	261xxx	550xxx	26/06/01	Eerste exloerm	N	262xxx	552xxx	26/06/01	1188
Vlieghuis	N	252xxx	521xxx	27/06/01	Zandzoom	N	254xxx	530xxx	12/06/01	10105
Valtherblokken	N	257xxx	541xxx	27/06/01	Roswinkel	N	264xxx	540xxx	07/06/01	6403
Sleen/benneveld	N	249xxx	533xxx	27/06/01	Zandzoom	N	254xxx	530xxx	12/06/01	5999
Nw adam/Rietlanden	N	255xxx	529xxx	27/06/01	Zandzoom	N	254xxx	530xxx	12/06/01	1805
Zuides, Onstwedde	N	263xxx	551xxx	28/06/01	Eerste exloerm	N	262xxx	552xxx	26/06/01	1560

5. Conclusies en discussie

Doel van het in dit rapport beschreven onderzoek was het opsporen van hotspots in het zetmeel-aardappelgebied m.b.t. primaire inoculumbronnen voor *Phytophthora infestans*, de veroorzaker van de aardappelziekte. Als dergelijke hotspots een belangrijke rol spelen in (regionale) epidemieën van de aardappelziekte vereisen zij ter plaatse een aanpassing van de bestrijdingsstrategie. Hiervoor is een database geanalyseerd waarin alle haardmeldingen over de periode 1995 tot en met 2002 zijn opgenomen. Met veel voorkomende rotaties van 1:2 en 1:3 betekent dit dat hotspot - haarden maximaal respectievelijk 4 en 3 keer waargenomen kunnen zijn. Als operationele definitie van een hotspot is daarom gekozen voor vroege haarden die in de periode 1995 – 2002 twee keer of vaker voorkomen op (nagenoeg) dezelfde locatie. De meest efficiënte zoekparameters m.b.t. hotspots behelsden de eerste 15 haarden per seizoen die binnen een radius van 1000m van elkaar optraden. Op deze manier werden vijftien haarden / locaties als potentiële hotspot aangemerkt. Elke van deze 15 potentiële hotspots kwam tot stand doordat haarden uit slechts twee seizoenen gematched werden middels de zoekparameters. Hotspots die vaker dan 2 keer gemeld zijn in de periode 1995 – 2002 werden niet aangetroffen. Bij nadere inspectie bleken 14 van deze 15 potentiële hotspots niet als echte hotspot aangemerkt te kunnen worden omdat er sprake was van opslagproblemen (2001 → 2002) of incompatibiliteit van de haardtypen met het hotspotprincipe (b.v. een geïnfecteerde volkstuin gelinkt aan een geïnfecteerd gangbaar perceel of een afvalhoop gelinkt aan een gangbaar perceel in Tabel 4.3). Eén hotspot linkte een haard in een gangbaar perceel in 1997 aan een haard in een perceel in 2000 op een afstand van 757 m.

In een tweede analyse bleken er geen structurele klimaatsverschillen (uitgedrukt als kritieke perioden) voor te komen tussen regio's waar veel potentiële hotspots gevonden worden en regio's waar dit niet het geval is.

Zonder regionale klimaatverschillen en met slechts één echte gedetecteerde potentiële (!) hotspot werd het zoekresultaat te mager gevonden om van een structurele hotspots te kunnen spreken. Aanpassing van de bestrijdingsstrategie om problemen in hotspots te vermijden lijkt dan ook niet nodig.

Toch heeft deze retrospectieve analyse van de haardmeldingsdatabase meer opgeleverd dan (afwezigheid van) hotspots. Met dit type analyse kunnen per seizoen de dominante primaire bronnen van *P. infestans* inoculum op eenvoudige wijze geïdentificeerd worden (b.v. opslagproblemen in 2002 in Tabel 4.3). Daarnaast kan de ontwikkeling van de epidemie op regionaal niveau gevolgd worden. Gebaseerd op de teeltgeschiedenis van een perceel en het verloop van het voorafgaande seizoen kan dit in de toekomst leiden tot voorspellingen m.b.t. welk type primaire bronnen als meest risicovol aangemerkt kunnen worden voor het komende seizoen. De inhoud en functionaliteit van dit type databases neemt toe met de jaren. De lessen die uit dergelijke databases geleerd kunnen worden zullen in de toekomst hun nut voor de sector bewijzen.

Literatuur

Hendriks, H.
Waarnemen en registreren seizoen 1999, publicatie Masterplan Phytophthora.

Baarlen, P. van & P. Raatjes.
Karakterisering van primaire haarden van *Phytophthora infestans* tijdens het teeltseizoen 2001, publicatie Masterplan Phytophthora.