

Invloed van ammoniak op boomkwekerijgewassen en fruitbomen

C.J. van Dijk, J. Franzaring & A.J. van Alfen

Plant Research International B.V., Wageningen
januari 2001

Nota 57

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Gevoeligheid van boomkwekerijgewassen voor ammoniak: een overzicht	5
2.1 Algemeen	5
2.2 Boomkwekerijgewassen	8
3. Praktijkonderzoek	13
3.1 Opzet van het onderzoek	13
3.1.1 Selectie kwekerijen	13
3.1.2 Waarnemingen en metingen	14
3.2 Resultaten	15
3.2.1 Klimaat in het seizoen 2000	15
3.2.2 Abiotische parameters	15
3.2.3 Biotische parameters	16
3.3 Discussie	19
4. Kwekerijen naast veehouderijen	21
4.1 Regelgeving met betrekking tot de intensieve veehouderij	21
4.2 Risico in de directe omgeving van ammoniakbronnen	22
4.3 Schadeclaims	22
5. Conclusies	25
Referenties	27
Bijlage I. Situering meetpunten	6 pp.
Bijlage II. Overzichtsfoto's	3 pp.
Bijlage III. Beslisschema	1 pp.
Bijlage IV. Schademeldingsformulier	1 pp.

Samenvatting

Boomkwekers en fruittelers zijn er op gericht producten van een goede kwaliteit te leveren. Kwaliteitszorg is daarbij een belangrijk onderdeel. Een van de factoren die van invloed is op de kwaliteit van het eindproduct is ammoniak (NH_3) uit nabijgelegen varkens- en kippenhouderijen. Binnen de sector gaan verhalen rond over mogelijke schade aan boomkwekerijgewassen en fruitboomgaarden als gevolg van deze ammoniakuitstoot. Om hierover meer duidelijkheid te krijgen heeft het Productschap voor de Tuinbouw opdracht gegeven aan Plant Research International onderzoek te verrichten naar de invloed van ammoniak op boomkwekerijgewassen in de directe omgeving van intensieve veehouderijbedrijven

Uit het onderzoek is gebleken dat schade door NH_3 aan de fruitteelt en boomkwekerijen in de directe omgeving van stallen van gemiddelde grootte geen algemeen voorkomend probleem is. Acute effecten zoals zichtbare bladbeschadiging en effecten op de fenologie zijn niet waargenomen. “Chronische” effecten waren wel aantoonbaar tot op circa 200 m van een ammoniakbron. Over dit traject werden verhoogde stikstofgehalten in het blad gevonden. Bij sommige plantensoorten was een verandering van de bladstructuur aantoonbaar. Dit effect werd met name in het voorjaar waargenomen wat tot een hogere vorstgevoeligheid van de planten kan leiden. Onderzoek aan conifeerachtigen heeft niet plaatsgevonden door het ontbreken van een geschikt perceel. Echter de effecten die in het voorjaar zijn gevonden aan het blad van verschillende loofboomsoorten zijn een indicatie dat ook conifeerachtige, die in het algemeen gevoeliger zijn dan laan- en vruchtbomen, aan de randen van de winter een verhoogd risico lopen als gevolg van een hogere vorstgevoeligheid.

Hoewel niet direct onderzocht is het niet waarschijnlijk dat deze onvoorziene “bijbemesting” met stikstof via de lucht een negatief effect heeft op de uiteindelijke productkwaliteit van (laan)bomen of een verminderde bewaarbaarheid van fruit.

Naast het uitvoeren van waarnemingen en metingen op een aantal praktijkbedrijven is een literatuurstudie uitgevoerd naar de verschillen in gevoeligheid tussen de verschillende boomkwekerijgewassen en wordt een aanzet gegeven voor de mogelijkheden om voorwaarden te stellen bij vergunningverlening en een plan van aanpak voor het afhandelen van schadeclaims.

1. Inleiding

De bedrijfsvoering van boomkwekers en fruittelers is er op gericht producten van een goede kwaliteit te leveren. De kwaliteit is, naast vakmanschap in toenemende mate afhankelijk van de specifieke wensen van de afnemer. Milieuhygiënische aspecten van het product spelen hierbij een steeds belangrijkere rol. Om aan die eisen te kunnen voldoen is er binnen deze sectoren veel aandacht voor kwaliteitszorg, ofwel welke factoren zijn van invloed op de kwaliteit van het eindproduct. Een van die kwaliteitsbeïnvloedende factoren is ammoniak dat o.a. vanuit de intensieve veehouderij via de lucht wordt verspreid. Al geruime tijd doen binnen de sector verhalen de ronde over mogelijke schade aan boomkwekerijgewassen en fruitboomgaarden als gevolg van de ammoniakuitstoot van nabijgelegen varkens- en kippenhouderijen. Om over deze veronderstelde effecten meer duidelijkheid te krijgen heeft het Productschap voor de Tuinbouw opdracht gegeven aan Plant Research International onderzoek te verrichten naar de invloed van ammoniak op boomkwekerijgewassen in de directe omgeving van intensieve veehouderijbedrijven.

Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen. In een literatuurstudie (Hoofdstuk 2) is nagegaan of er aanwijzingen zijn dat ammoniak bij relatief lage concentraties effecten op boomkwekerijgewassen kan veroorzaken. De acute en chronische effecten zullen in kaart worden gebracht met hulp van de internationale wetenschappelijke literatuur. Het tweede onderdeel (Hoofdstuk 3) omvat het uitvoeren van waarnemingen en metingen op een aantal praktijkbedrijven met als doel het aantonen van eventuele (zichtbare) effecten op boomkwekerijgewassen als gevolg van ammoniakemissies uit intensieve veehouderijen (varkens en legkippen). In Hoofdstuk 4 wordt een aanzet gegeven voor de mogelijkheden om voorwaarden te stellen bij vergunningverlening en een plan van aanpak voor het afhandelen van schadeclaims. Tenslotte worden in Hoofdstuk 5 de resultaten kort samengevat.

Ammoniak (NH_3) wordt door meerdere bronnen geëmitteerd, waarvan de veehouderij verreweg de belangrijkste bron is; stal-emissies leveren daaraan de grootste bijdrage (Tabel 1). Ongeveer de helft van de NH_3 -emissie uit een stal komt neer binnen 5 km van de bron en daarvan een groot deel op minder dan 100 meter van de bron. Daar kunnen deposities bereikt worden van enkele honderden kg stikstof per hectare per jaar. De gemiddelde depositie in Nederland bedraagt circa 37 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ met een regionale variatie van 20 tot 60 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ (Heij & Erisman, 1997).

In de Interimwet Ammoniak & Veehouderij uit 1994 is een tabel opgenomen waarin voor de meest gangbare stal-typen en mestbehandelings-systemen per diersoort de jaargemiddelde emissies staan beschreven. Het is belangrijk op te merken dat er een grote variatie bestaat rondom gemiddelde emissies. De oorzaken van variatie in emissie zijn slechts gedeeltelijk bekend. De verhouding tussen de 5% hoogste 24-uurs-gemiddelden emissies en het jaargemiddelde is bij varkens- en legkippen-stallen ongeveer 3-5. De helft van deze variatie is verklaarbaar uit de groei van de dieren en een seizoenfluctuatie en de andere helft is onverklaarde 'ruis' (bij rundveestallen is de variatie waarschijnlijk aanzienlijk kleiner). Bij een risicoschatting moet met de kans op dergelijke uitschieters rekening gehouden worden. Wel is de verhouding tussen piek-concentraties en gemiddelden kleiner bij zeer grote stallen, omdat daar de variatie in groeistadia van de dieren meestal groter is.

Tabel 1. Ammoniak-emissie (in miljoenen kg NH_3) in Nederland in 1995 (Heij & Erisman, 1997)

Veehouderij	157	
stal en opslag		85
beweiding		14
mestaanwending		58
Kunstmestaanwending,	9	
Industrie en Huishoudens	15	
Totaal	181	157

2. Gevoeligheid van boomkwekerijgewassen voor ammoniak: een overzicht

2.1 Algemeen

Het is algemeen bekend dat ammoniak (NH_3) schade kan toebrengen aan natuurlijke vegetaties en bijdraagt aan de verzuring en vermisting van natuurgebieden. Op korte afstand van een bron neemt de concentratie uiteraard toe en daarmee ook de kans op schade. De meest gevoelige plantensoorten uit voedselarme vegetaties komen daar echter niet voor, deze worden in vrijwel geheel Nederland al bedreigd door de achtergrondconcentraties (Van der Eerden *et al.*, 1998). De bijdrage van één bron is daarmee minder relevant. De omgeving van stallen bestaat echter meestal niet uit natuur maar wordt omringd door agrarisch gebied waaronder boomkwekerijen en fruitboomgaarden. In dit Hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de informatie uit de literatuur met betrekking tot effecten van ammoniak op planten met specifieke aandacht voor boomkwekerijgewassen en fruitbomen.

Het effect dat NH_3 kan hebben op planten is van een aantal stappen afhankelijk: de opname, de assimilatie ofwel omzetting van NH_3 en de eventuele gevolgen voor het metabolisme van de plant als gevolg van deze omzetting (Uit: Fangmeier *et al.*, 1994). Ammoniak komt hoofdzakelijk in het blad via de huidmondjes en lost relatief gemakkelijk op in de waterfilm van de mesophyll cellen en vormt daar NH_4^+ . Het opnameproces wordt gestuurd door het verschil tussen de ammoniakconcentratie in de plant en in de buitenlucht. Is de concentratie in de buitenlucht hoger dan in de plant dan wordt er NH_3 opgenomen. Het omgekeerde proces is ook mogelijk; is de buitenlucht concentratie lager dan wordt door de plant NH_3 afgegeven. Dit komt vooral voor aan het einde van het groeiseizoen wanneer proteïnen en aminozuren worden afgebroken als gevolg van de natuurlijke veroudering van het blad.

Opgenomen NH_3 wordt in de vorm van NH_4^+ enzymatisch omgezet in organische stikstofhoudende componenten zoals proteïnen en aminozuren. De mate van omzetting is afhankelijk van zowel plant- als omgevingsfactoren. De hoogste omzetting wordt bereikt in fysiologisch actief plantenweefsel. Dit is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de plant en wordt beïnvloed door o.a. de instraling, de temperatuur en de watervoorziening. Een voorbeeld hiervan is onderzoek waarbij conifeerachtige werden blootgesteld aan NH_3 . Oudere naalden bleken gevoeliger te zijn en vertoonden eerder beschadiging dan jongere naalden (Tesche & Schmidtchen, 1978). Bij coniferen op korte afstand van een ammoniakbron werden effecten waargenomen in herfst en winter maar niet in de zomer (Van der Eerden, 1982).

Of NH_3 schadelijk is voor een plant is dus voornamelijk afhankelijk van de omzettingcapaciteit van de plant. Als de omzettingcapaciteit onvoldoende is om de opgenomen NH_3 om te zetten kunnen (zichtbare) effecten optreden.

In een studie van Visser & Van der Eerden (1996) wordt het proces van ammoniakschade aan planten onderverdeeld in vier categorieën van afnemende plantschade:

1. Etsing bladoppervlak (acuut)
2. Ammoniumtoxiciteit (acuut)
3. Verstoorde voedingsbalans door stikstofovermaat (chronisch)
4. Bijdrage aan de N-voorziening (chronisch)

Etsing van het bladoppervlak wordt aangemerkt als een pH-effect dat alleen optreedt bij relatief hoge concentraties als gevolg van incidenten ($>3000 \mu\text{g m}^{-3}$ gedurende 1 uur).

Ammoniumtoxiciteit ontstaat door te hoge NH_4^+ concentraties in het celvocht als gevolg van een te lage omzettingcapaciteit. De fotosynthese en processen die via membranen verlopen worden geremd. Effectieve concentraties liggen tussen 100 en 2000 $\mu\text{g m}^{-3}$ als jaargemiddelde.

De omzetting van NH_3 leidt tot een sterke stijging van het gehalte aan organisch gebonden stikstof in het blad. Een overmaat aan stikstof in de plant leidt niet tot meer droge stof productie maar tot een verhoogde gevoeligheid voor abiotische (droogte, vorst) en biotische (ziekte en plagen) stress. De productie van blad neemt relatief toe terwijl die van vruchten en wortels afneemt. De auteurs geven aan dat het niveau waarboven stikstofovermaat optreedt verschilt per plantensoort maar ligt in de range van 1,8 en 3% N in het blad.

Een geringe bijdrage aan de N-voorziening van de plant heeft over het algemeen een positief effect op de groei van de plant en leidt bij agrarische gewassen zelden tot negatieve effecten. Bij natuurlijke vegetaties kan een verandering in de soortensamenstelling optreden.

Ook Hauk *et al.* (1990) stellen dat met betrekking tot NH_3 -effecten de direct aan 'overbemesting' gekoppelde fenomenen belangrijk zijn. Uit experimenten waarbij planten werden blootgesteld aan stal-lucht bleek dat in eerste instantie de groei toenam en pas later negatieve effecten van de additionele stikstofvoorziening werden geconstateerd. Deze effecten hadden vooral met een verstoring van de nutriëntenbalans te maken, de normale verhouding tussen ionen was verstoord door de sterke toename van het stikstofgehalte. Vaak werd aandacht besteed aan de nutriënten calcium en magnesium, maar de N:K verhouding bleek belangrijker te zijn. Zo was bijvoorbeeld de N:K-verhouding in tomaten in schone lucht 2 en in vervuilde lucht 2,5 en in sla respectievelijk 0,4 en 2,3. In naalden van spar ging de N:K verhouding zelfs omhoog van 2,5 naar 7,4.

Naast bladbeschadiging zijn ook andere effectparameters bestudeerd. Er zijn een groot aantal fysiologische responsen, ook bij lage NH_3 -concentraties aangetoond, maar de achterliggende biochemische mechanismen zijn vaak niet geheel duidelijk. Tabel 2 geeft een globaal overzicht van mogelijke effecten op verschillende organisatieniveaus, dat wil zeggen van cel tot plant.

Tabel 2. Effecten van NH_3 op gewassen gerangschikt naar 'organisatie niveau' (Uit: Adaros & Dämmgen, 1994).

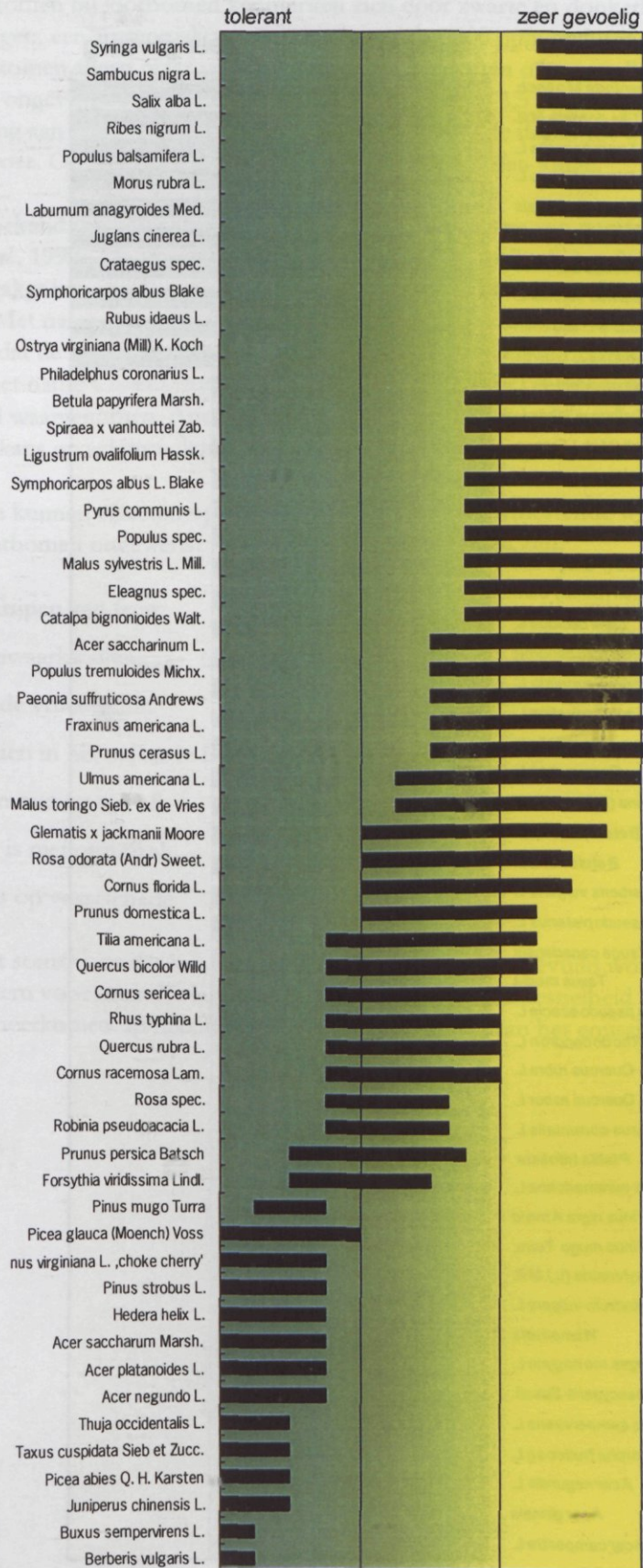
Organisatie niveau	Effecten
Cel	<ul style="list-style-type: none"> • NH_3 lost op in de waterfase (NH_4OH) en NH_4^+ wordt in vacuoles geaccumuleerd, toename van N-reserves in vorm van glutamine en glutamaat en de aminozuren glycine, serine en arginine. • ammoniumtoxiciteit veroorzaakt door toename van activiteit van enzymen die polyaminen, bijv. Putrescine omzetten. • verhoging van de pH waarde heeft effecten op de plastiden en de anthocyaan synthese. Het alkalische milieu bevordert uitvallen van looistoffen in de epidermiscellen: zwarte verkleuring. Ook beïnvloedt dit bepaalde enzymen en reduceert de vet- en suiker synthese. • NH_3 wordt in de chloroplast geprotoneerd naar NH_4^+, waardoor de pH waarde toeneemt. Dit heeft ook een direct effect op de fotosynthese: het elektronen transport wordt beïnvloed en de fotofosforyliserende werking werkt niet meer. De voor de ATP synthese nodige H^+-gradient wordt afgebouwd (ontkoppeling).
Weefsel	<ul style="list-style-type: none"> • reductie van het watertransport omdat de gradiënt van de waterdruk verlaagd is. Dit heeft ook met de verandering van de osmotische potentialen te maken. Gevolg kan verdroging van bepaalde celverbanden zijn. • NH_3 reduceert het transport van assimilaten door het floëem, omdat de 'symplastische beweging' wordt geremd.
Blad	<ul style="list-style-type: none"> • acute effecten bij concentraties boven de 400 ppm (= 560 mg m⁻³). Zwarte en bruine verkleuringen bij piekconcentraties zijn gevolg van looistoffen. Gele randverkleuringen en bladverdroging bij hoge achtergrondconcentraties. Bladschade vooral bij de taxonomische groepen van Compositae, Solanaceae en Cruciferae. • relatieve toename van bladoppervlak, blad wordt dunner, donkerder en 'opgeblazen', meer kans op infectie.
Plant	<ul style="list-style-type: none"> • reductie van wortelgroei en verstoring van spruit/wortel verhouding (minder wortel). • veranderingen op de fenologie (bloem, fruit, veroudering). • reductie van de stevigheid van de plant, minder cellulose en meer proteïnen, meer kans op infectie.
Secondaire en chronische effecten	<ul style="list-style-type: none"> • verlaging van tolerantie voor ziekten en plagen; gereduceerde tolerantie tegen windbeschadiging, droogte en vorst. • tekort aan bepaalde nutriënten zoals K, Ca en Mg en verstoring van verhoudingen N/K en N/P etc. • reductie van opname van water en nutriënten uit de grond. • reductie van de kwaliteit van het gewas (minder vitamines, suikers en secundaire inhoudstoffen), verandering in smaak en reductie van de bewaarbaarheid.

2.2 Boomkwekerijgewassen

Bomen en struiken reageren zeer verschillend op ammoniak. De specifieke gevoeligheid van gewassen uit zich bij overschrijding van schadedrempels als acute, zichtbare symptomen. Er is relatief veel informatie beschikbaar over dergelijke schadesymptomen. Veel auteurs hebben een classificatie van soorten naar gevoeligheidsverschillen gemaakt echter zonder dat de actuele NH_3 -concentraties op het moment van ontstaan van de schade bekend was. Ook is er weinig eenheid in de criteria die de verschillende onderzoekers hebben gebruikt, zodat een éénduidige samenvatting van gegevens uit de literatuur nauwelijks mogelijk is.

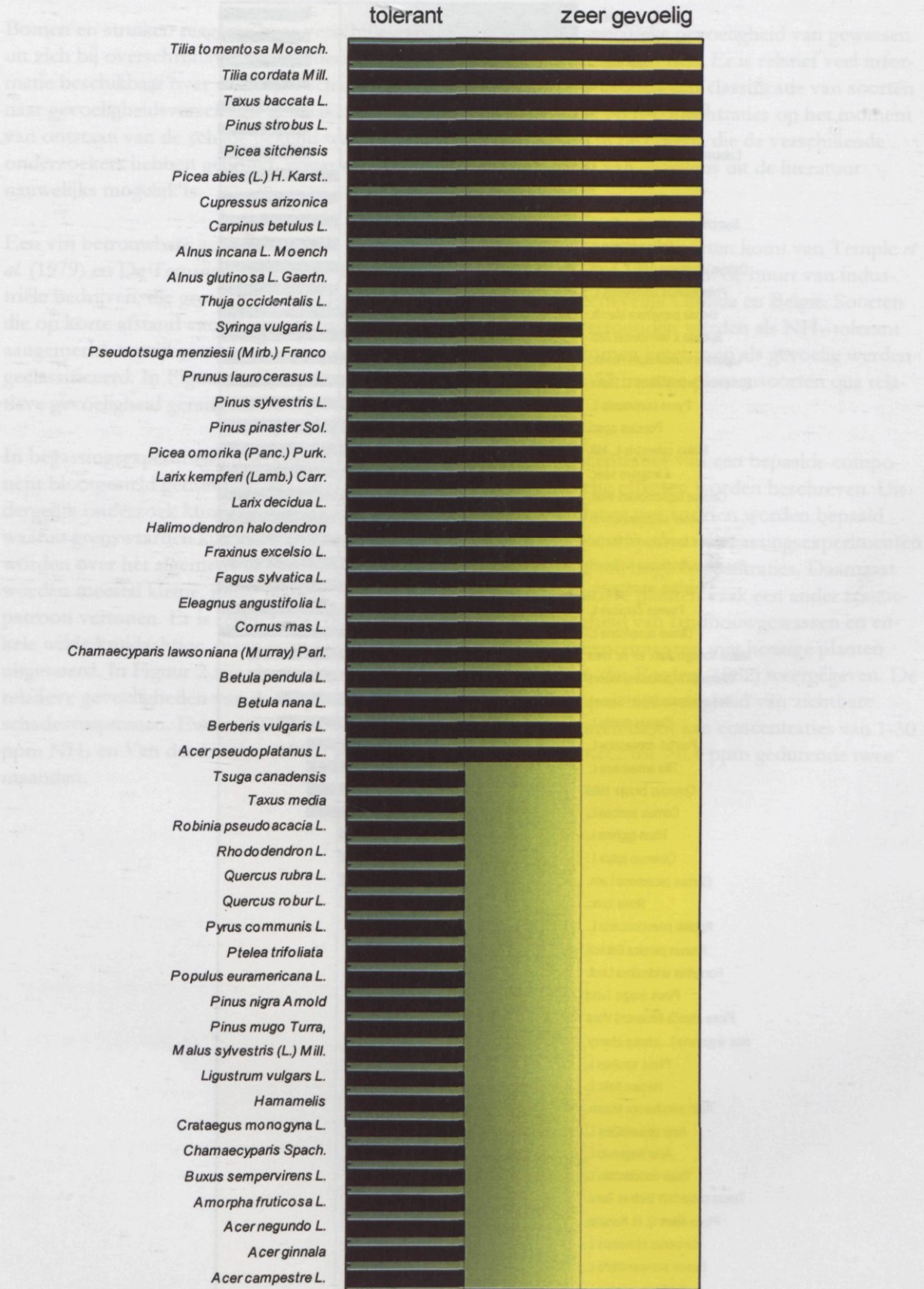
Een vrij betrouwbare aanwijzing over de gevoeligheid van boom- en struiksoorten komt van Temple *et al.* (1979) en De Temmerman (1980). Beide auteurs bestudeerden de vegetatie in de buurt van industriële bedrijven, die grote hoeveelheden NH_3 emitteerden in respectievelijk Canada en België. Soorten die op korte afstand van de emissiebron geen zichtbare effecten vertoonden werden als NH_3 -tolerant aangemerkt, terwijl soorten die nog op grote afstand schadesymptomen lieten zien als gevoelig werden geclassificeerd. In Figuur 1 zijn op basis van deze twee referenties 57 houtige plantensoorten qua relatieve gevoeligheid gerangschikt.

In begassingsexperimenten worden planten aan verschillende concentraties van een bepaalde component blootgesteld gedurende een bepaalde tijd waarna de biologische effecten worden beschreven. Uit dergelijk onderzoek kunnen zogenaamde blootstelling-respons-relaties van soorten worden bepaald waaruit grenswaarden kunnen worden afgeleid voor de betreffende component. Begassingsexperimenten worden over het algemeen uitgevoerd gedurende korte tijd en met vrij hoge concentraties. Daarnaast worden meestal kleine, jonge planten blootgesteld terwijl grote, oudere planten vaak een ander reactiepatroon vertonen. Er is relatief veel bekend over de NH_3 -gevoeligheid van landbouwgewassen en enkele wilde kruidachtige, maar er zijn weinig langdurige begassingsexperimenten met houtige planten uitgevoerd. In Figuur 2 zijn de resultaten van Ewert (1979) en Van der Eerden (1982) weergegeven. De relatieve gevoeligheden van de 37 plantensoorten zijn gebaseerd op de aanwezigheid van zichtbare schadesymptomen. Ewert (1979) stelde planten gedurende 1-500 uren bloot aan concentraties van 1-30 ppm NH_3 en Van der Eerden (1982) gebruikte concentraties van <0.2 tot >0.4 ppm gedurende twee maanden.



Figuur 1. *Relatieve NH₃-gevoeligheid van bomen en struiken (Uit: Temple et al., 1979 en De Temmerman, 1980). De rangorde naar gevoeligheid werd bepaald aan de hand van zichtbare bladbeschadiging rond industriële NH₃-bronnen.*

2.2 Doornhout-rijgewassen



Figuur 2. Relatieve NH_3 -gevoeligheid van bomen en struiken op basis van de begassingsexperimenten van Ewert (1979) en Van der Eerden (1982). De rangorde naar gevoeligheid werd bepaald aan de hand van zichtbare bladbeschadiging.

Acute schadesymptomen bij loofbomen kenmerken zich door zwarte en donkerbruine vlekken op het blad. Acut wil zeggen, een ammoniakconcentratie hoger dan 400 ppm gedurende enkele uren. Dergelijke concentraties komen alleen maar voor bij industriële incidenten of ongevallen. In veestallen zijn de NH_3 -concentraties ongeveer 65 ppm en net buiten de stallen circa 3,5 ppm (Hartung, 1998). Bij kortdurende blootstelling aan hoge concentraties ontstaan pas na enkele dagen tot weken bladrandnecrose of intercostale necrose. Oudere bladeren blijken gevoeliger te zijn dan jonge.

Van ammoniak is bekend dat het met name effecten kan veroorzaken aan coniferen (Van der Eerden, 1982; Hofmann *et al.*, 1990). De effecten zijn soms directe naaldbeschadiging (licht bruine of gele verkleuringen), maar vaker het gevolg van een bemestende werking van ammoniak op een voor bomen ongunstig tijdstip. Met name een verhoogde gevoeligheid voor vorstschade komt voor (Clement, 1996), waarschijnlijk doordat de bomen in het najaar niet op tijd afharden en in het voorjaar te vroeg uitlopen. Uit de praktijk is met name *Chamaecyparis lawsoniana* var. 'Elwoodi' bekend waarbij schade vooral in de winterperiode werd waargenomen. Andere effecten zijn aantasting van de waslaag op het naaldoppervlak en verhoogde kans op schimmelziekten.

Ook bij fruitbomen kunnen effecten optreden als gevolg van een bemestende werking van ammoniak op een voor de fruitbomen ongewenst tijdstip. Voorbeelden hiervan zijn:

- minder goed afrijpen van fruit;
- verminderde bewaarkwaliteit;
- verruwing van de vruchtschil;
- de bomen groeien in het najaar te lang door;
- knoppen sluiten niet op tijd af;
- de knopzetting is niet optimaal;
- verhoogde kans op vorstschade.

Daarnaast komt het soms voor dat het fruit door meelstof uit stallen bevuild wordt; het meelstof is een goede voedingsbodem voor schimmels. Door de relatief hoge depositiesnelheid van de stofdeeltjes zal het overgrote deel neerkomen op maximaal 10 à 20 meter afstand van het emissiepunt.

3. Praktijkonderzoek

3.1 Opzet van het onderzoek

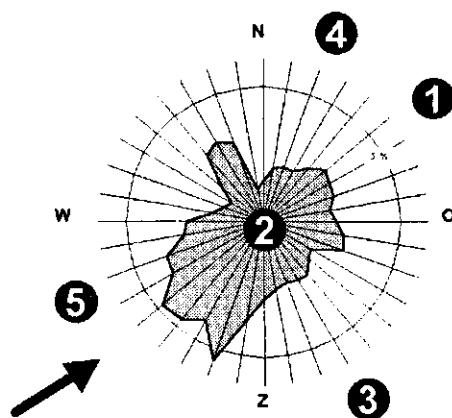
Doel van het praktijkonderzoek is na te gaan of er op kwekerijen op korte afstand van een veehouderij-bedrijf effecten aan laanbomen, fruitbomen en sierheesters zijn waar te nemen. Hiervoor werden vijf kwekerijen (percelen) geselecteerd die op relatief korte afstand van een ammoniakbron liggen. Gedurende het groeiseizoen (mei-oktober 2000) werden op deze percelen waarnemingen en metingen uitgevoerd.

3.1.1 Selectie kwekerijen

In de periode februari-maart 2000 werden diverse percelen van verschillende bedrijven bezocht waarna er vijf zijn geselecteerd op basis van de ligging (rekening houdende met de overheersende windrichting) en afstand ten opzichte van een ammoniakbron, het assortiment en de verdeling hiervan over het perceel. Waarnemingen en metingen werden uitgevoerd op verschillende afstanden van de bron op de volgende percelen:

- 1 Kwekerij van laanbomen (Perceel 1, 4 meetpunten)
- 1 Kwekerij van sierheesters (Perceel 2, 5 meetpunten)
- 1 Kwekerij van diverse boomsoorten en coniferen (Perceel 3, 3 meetpunten)
- 2 Fruitteelt bedrijven (Percelen 4 en 5, elk 3 meetpunten)

De ligging van Percelen 1 en 4 is voor de uitvoering van het praktijkonderzoek het meest optimaal. De ligging is ten Noordoosten van een ammoniakbron wat betekent dat het perceel onder de overheersende wind uit Zuidwestelijke richting ligt (Figuur 3). Perceel 5 ligt ten zuidwesten van de bron en wordt waarschijnlijk in mindere mate blootgesteld aan NH_3 . Op deze drie percelen was het mogelijk om op verschillende afstanden op een denkbeeldige lijn loodrecht op de bron, waarnemingen te doen aan dezelfde plantensoort. Perceel 2 ligt op korte afstand van meerdere bronnen en wordt van verschillende zijden belast. Perceel 3 ligt op relatief grote afstand, zuidelijk van een grote ammoniakbron. Gezien de verdeling van de plantensoorten over het perceel was het niet mogelijk op verschillende afstanden op een lijn waarnemingen te doen maar zijn langs de perceelsrand enkele meetpunten geselecteerd met verschillende boomsoorten. Voor een omschrijving van de percelen en de exacte ligging van de meetpunten zie Bijlage I. Een overzichtfoto van elk perceel is opgenomen in Bijlage II.



Figuur 3. Ligging van de 5 bedrijven ten opzichte van een ammoniakbron en de overheersende windrichting (windroos van Wageningen). Pijl: overheersende windrichting zuidwest (ca. 35% van de tijd).

3.1.2 Waarnemingen en metingen

Op de verschillende meetpunten in de geselecteerde percelen werden gedurende het groeiseizoen de volgende waarnemingen en metingen uitgevoerd:

Abiotisch:

- NH₃-concentratie metingen in de lucht met behulp van zogenaamde diffusiebuisjes (Thijsse *et al.*, 1998). Op elk meetpunt werd een buisje gedurende 1 maand aan de buitenlucht blootgesteld. Over het seizoen werden in totaal drie metingen uitgevoerd. De bepaling van het ammoniumgehalte werd verricht door ECN in Petten (Wyers *et al.*, 1996). Uit het analyseresultaat kan de maandgemiddelde ammoniakconcentratie worden berekend.
- Op vijf tijdstippen werd in opgevangen doorvalwater de pH, geleidbaarheid en het N-gehalte bepaald. De analyses werden verricht door Plant Research International.
- Klimaatgegevens van het seizoen 2000 van de meetstations Volkel en Wageningen zijn vergeleken.
- Lopende het onderzoek werd relevante informatie verzameld betreffende bijzonderheden met betrekking tot de teelmaatregelen zoals: beregening, bemesting en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Biotisch:

- Visuele beoordeling ('bud-break', bloemen, blad-bedekking, veroudering en eventuele schadesymptomen) van de meest relevante soorten/cultivars op verschillende afstanden van bron, afhankelijk van de specifieke situatie op het betreffende perceel. Bij de fruitbomen werd gedurende het seizoen ook de vruchtontwikkeling gevolgd (i.v.m. mogelijke schilverruwing).
- Bepaling van het bladoppervlak, droog gewicht, bladdichtheid en specifiek bladoppervlak; bladeren van 1 jarig hout werden meerdere keer gedurende het seizoen verzameld.
- Bepaling van het N, P en K gehalte in bladmonsters.

Tabel 3. *Overzicht van de geplande waarnemingen.*

Meetnr.	Datum	Beoordeling bomen ^a	Verzameling bladmonsters	Verzameling regenmonsters	Verzameling luchtmonsters
1	9 mei	● ^a	●		
2	6 juni	●	●	●	●
3	18 juli	●	●	●	
4	16 augustus	● ^a	●	●	●
5	10 oktober	●	●	●	
6	1 november	●		●	● ^b

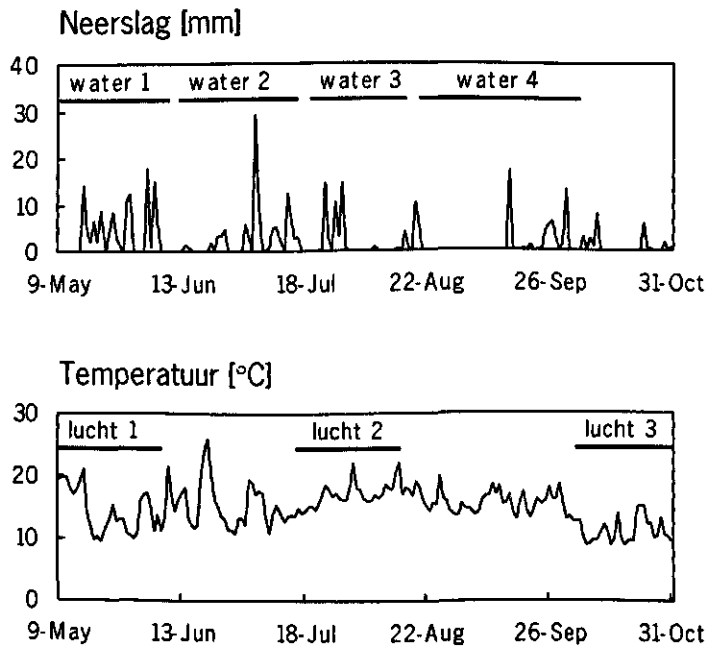
^a met foto's in Bijlage II

^b meting tussen 4 oktober en 7 november

3.2 Resultaten

3.2.1 Klimaat in het seizoen 2000

Figuur 4 geeft overzicht van de temperatuur en neerslag gedurende het groeiseizoen 2000. In de figuren zijn met balkjes de perioden aangegeven waarin regen- en luchtmonsters werden verzameld. In vergelijking met lange termijn weersgegevens (station Volkel) was de temperatuur in mei circa 2.1°C hoger dan gemiddeld en er viel meer neerslag dan gemiddeld. Juni was qua temperatuur 'normaal' met iets minder neerslag dan gemiddeld, maar juli was 1.3 °C kouder en er viel twee keer zoveel neerslag dan gemiddeld. Augustus en september waren iets warmer en droger dan gemiddeld.

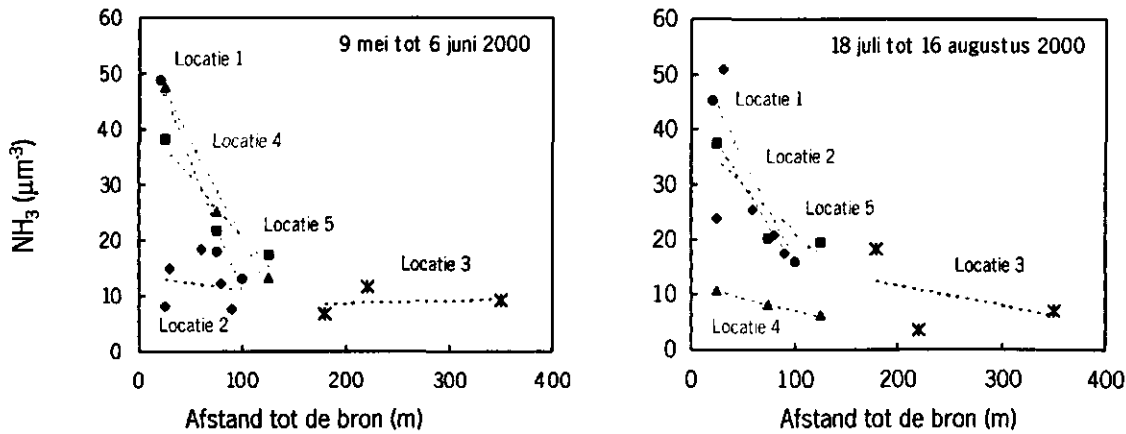


Figuur 4. Hoeveelheid neerslag (boven) en temperatuur (beneden) gedurende het seizoen 2000.

3.2.2 Abiotische parameters

De NH_3 metingen werden uitgevoerd van 9 mei tot 6 juni, 18 juli tot 16 augustus en van 3 oktober tot 31 oktober (Figuur 5). Op perceel 1, 4 en 5 was de ammoniak concentratie het hoogst op korte afstand van de bron en nam af op grotere afstand. Op circa 170 tot 200 m van de bron kwam de concentratie overeen met het achtergrondniveau (voor regio's met relatief veel intensieve veehouderijen: 10-20 $\mu\text{g m}^{-3}$). Opvallend is dat bij deze drie percelen - de naastgelegen bronnen emitteren ongeveer 5000 kg NH_3 jaar⁻¹ - de concentraties een vergelijkbaar patroon vertoonden. Voor perceel 2, dat ingesloten ligt tussen meerdere bronnen, werd een meer gelijkmatig concentratiepatroon gevonden, naar de concentraties waren bij de tweede meetronde duidelijk hoger ten opzichte van de eerste meting. De op de perceelsgrens gesitueerde meetpunten op perceel 3 liggen niet op een denkbeeldige lijn vanaf de bron en zijn daarom minder geschikt om een concentratie-gradiënt aan te tonen. Opvallend is echter dat de concentraties, op een afstand meer dan 300 m ten zuiden van de bron, beneden de 20 $\mu\text{g m}^{-3}$ blijven ondanks een uitstoot van ongeveer 25.000 kg NH_3 per jaar. Ten noordoosten van de bron onder de overheersende windrichting worden waarschijnlijk veel grotere hoeveelheden ammoniak gedeponeerd. Op perceel 4 zijn in de tweede meetronde de ammoniakconcentraties aanzienlijk lager dan in de eerste meetronde. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van een tijdelijke leegstand van de stal tussen twee opfokrondes. Tijdens de analyse van de monsters uit de derde meetronde zijn een zeer waarschijnlijk

een aantal monsters verwisseld. Deze worden noodgedwongen buiten beschouwing gelaten en niet gepresenteerd.



Figuur 5. Maandgemiddelde NH₃-concentraties (µg m⁻³) op verschillende afstanden van vijf ammoniakbronnen, gemeten gedurende twee perioden in het groeiseizoen 2000. Opmerking: de meetpunten op perceel 2 en 3 liggen niet op een denkbeeldige rechte lijn loodrecht op de stal, zie ook Bijlage I.

Gedurende het seizoen is enkele malen het regenwater onder de bomen verzameld (doorvalwater), de meetwaarden moeten als indicatief worden beschouwd. Globaal gezien is er geen relatie gevonden tussen pH, EC-waarden en NH₄⁺ in het doorvalwater en NH₃ in de lucht ofwel de afstand tot de bron. Relatief hoge NH₄⁺-concentraties en EC-waarden in meetronde 2 op perceel 1 en 5 en de NO₃⁻-concentraties op perceel 5 zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van een russentijdse bemesting van de betreffende percelen. Omdat er in de tweede meetronde geen concentratiemetingen in de lucht zijn uitgevoerd, kon niet worden aangegeven of er in die periode ook een verhoging van de ammoniakconcentraties heeft plaatsgevonden.

3.2.3 Biotische parameters

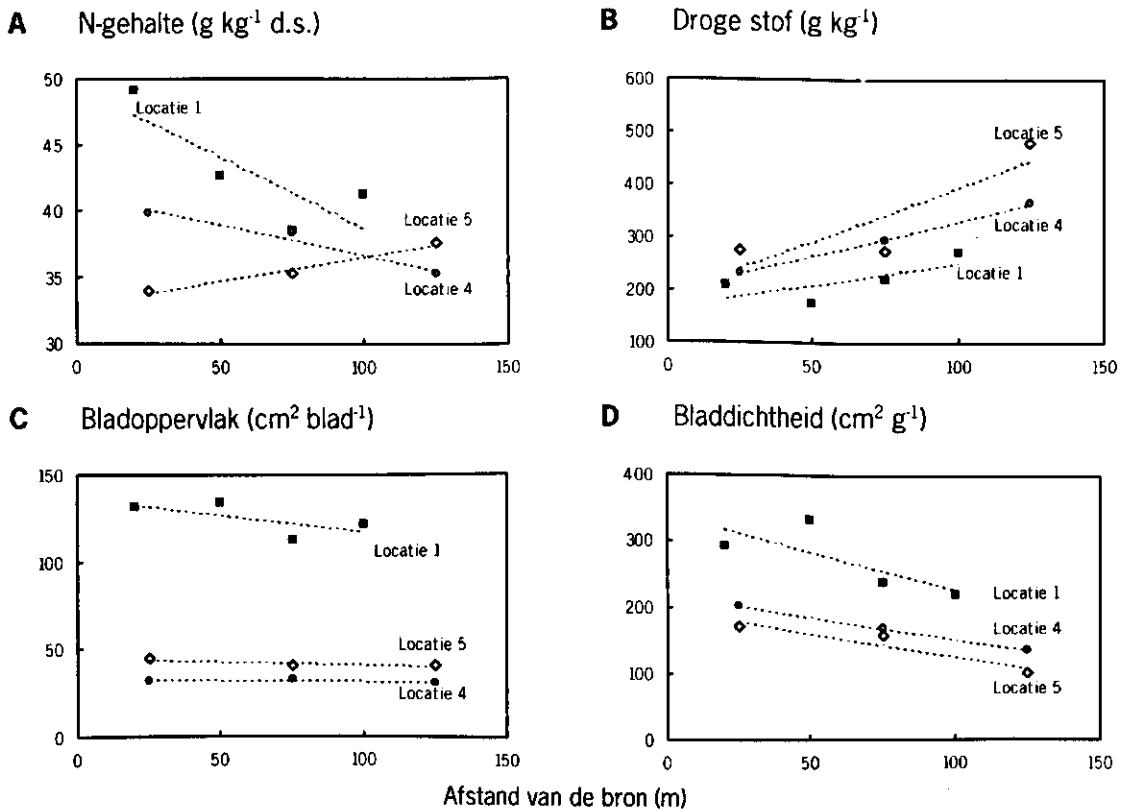
Op geen van de percelen is door ammoniak veroorzaakte bladbeschadiging waargenomen. Ook is gekeken naar mogelijke indirecte effecten zoals vruchtboomkanker, aantasting door ziekten en schilverruwing bij fruit waarvan wordt aangenomen dat ammoniak daarbij een rol kan spelen. Op het perceel met appelbomen (5) is vruchtboomkanker waargenomen, de mate van aantasting varieerde sterk over het perceel. Op perceel 4 is naast Conference ook enkele rijen met Beurre Alexander Lucas aangeplant. Op deze vruchten werd een lichte mate van schilverruwing waargenomen. Later in het seizoen werd perenpokziekte waargenomen waarbij de aantasting dichtbij de bron enigszins groter was dan op grotere afstand. Samenvattend mag geconcludeerd worden dat indirecte effecten op sommige percelen wel zijn waargenomen maar dat geen éénduidig verband kon worden vastgesteld met de ammoniakconcentratie. Met andere woorden: op korte afstand van de bron, waar de hoogste ammoniakconcentraties werden gemeten, kwamen deze effecten niet meer voor dan op de rest van het perceel. Enkele foto's van deze, niet-specifieke symptomen zijn in Bijlage II opgenomen.

In het voorjaar was op perceel 1 (*Liriodendron*) en 4 (*Peer*) een verband aantoonbaar tussen het N-gehalte in het jonge blad en de afstand tot de ammoniakbron: hogere ammoniakconcentraties op korte afstand van de bron leiden tot hogere N-gehalten in het blad. Op perceel 5 (*Appel*) werd echter op grotere afstand van de bron enigszins hogere N-gehalten gevonden (Figuur 6a). Een afstandsafhankelijk verband was ook aantoonbaar voor de bladdichtheid en de droge-stof productie, zij het dat het droge-stof ge-

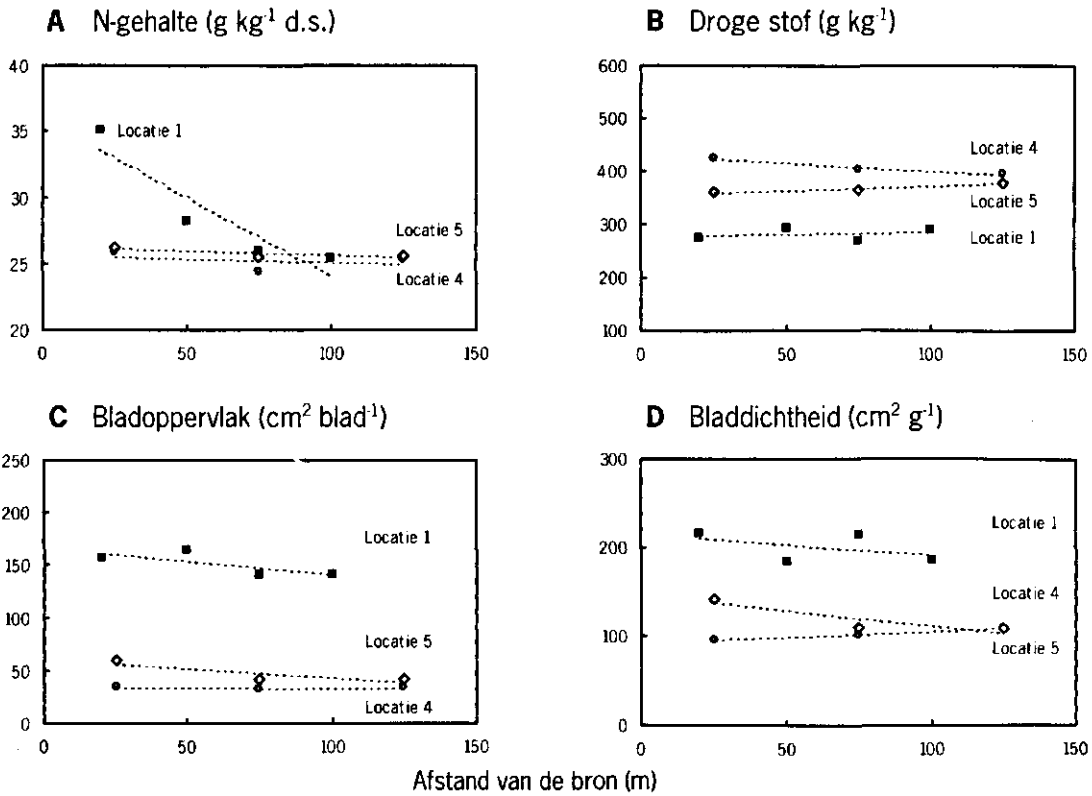
halte op korte afstand van de bron lager was dan op grotere afstand. Voor het bladoppervlak was geen duidelijk verband aantoonbaar. De ligging van percelen 2 (o.a. *beuk* en *haagbeuk*) en 3 (diverse boomsoorten) ten opzichte van de ammoniakbron(nen) was minder geschikt voor het vaststellen van een mogelijke relatie tussen effecten en de afstand tot de bron, deze zijn alleen gebruikt voor visuele waarnemingen. Echter ook op deze percelen werd op korte afstand van de bron het hoogste N-gehalte gemeten.

Relatief hoge N-gehalten op korte afstand van een ammoniakbron gingen gepaard met een relatieve afname van de K-gehalten, wat tot uitdrukking komt in een afname van N:K verhouding.

Op basis van de bladoppervlak en -dichtheid metingen is gebleken dat met name in het voorjaar jonge bladeren van bepaalde boomsoorten op korte afstand van een bron iets groter maar vooral dunner zijn met een lager droge-stof gehalte dan op grotere afstand. Deze tendens verdwijnt in de loop van het seizoen als gevolg van morfologische veranderingen in het groeiende blad (Figuur 6b). Geleidelijk wordt het bladweefsel compacter en de in jongere bladeren nog relatief hoge stikstof concentraties nemen af (Figuur 7). Alleen in het blad van *Liriodendron* (perceel 1) blijft gedurende het gehele seizoen een verband tussen het N-gehalte in het blad en de afstand tot de ammoniakbron aantoonbaar. Het absolute niveau neemt echter af.

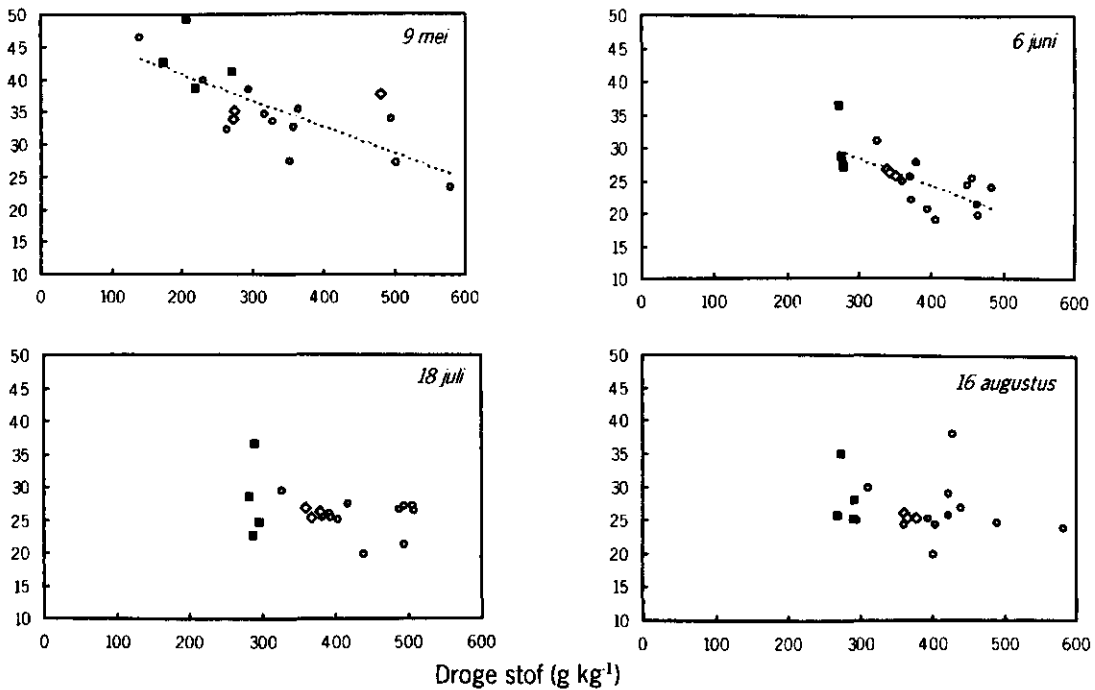


Figuur 6a. Verband tussen afstand tot een ammoniakbron en N-gehalten (a), droge stof productie (b), gemiddeld bladoppervlak (c) en bladdichtheid (d) gemeten in jonge bladeren van *Liriodendron* (perceel 1), Peer (perceel 4) en appel (perceel 5) op 9 mei 2000.



Figuur 6b. Verband tussen afstand tot een ammoniakbron en N-gehalten (a), droge stof productie (b), gemiddeld bladoppervlak (c) en bladdichtheid (d) gemeten in jonge bladeren van Liriodendron (perceel 1), Peer (perceel 4) en appel (perceel 5) op 16 augustus 2000.

N-gehalten (g kg^{-1} d.s.)



Figuur 7. Droge stof productie in relatie tot het N-gehalte in bladeren van verschillende boomkwekerijgewassen op verschillende tijdstippen gedurende het groeiseizoen van 2000.

3.3 Discussie

De NH₃ concentraties zoals die rond de verschillende bedrijven zijn gemeten zijn vergelijkbaar met resultaten uit eerder onderzoek. Met dezelfde meetbuisjes werden rond stallen in Vlaanderen maandgemiddelde ammoniakconcentraties gemeten van 7,8 tot 35 µg m⁻³ (De Fré *et al.*, 2000). De hoogste concentraties die werden gevonden waren echter iets hoger dan in dit onderzoek, omdat er dichterbij de bron en in een andere seizoen werd gemeten. In Schotland werden rond stallen met een vergelijkbare emissie, en met dezelfde methode, ammoniakconcentraties van dezelfde orde grootte gemeten (Pitcairn *et al.*, 1998). De gemeten concentraties kwamen redelijk overeen met de voorspelde waarden die werden berekend met behulp van een verspreidingsmodel voor luchtverontreinigingscomponenten (Nieuw Nationaal Model, 1998; zie ook Bijlage I).

Rond de bedrijven werden maximale maandgemiddelde concentraties tot 50 µg m⁻³ gemeten, wat twee keer zo hoog is dan het voorgestelde kritische niveau van 23 µg m⁻³ voor bescherming van gevoelige vegetaties (Van der Eerden *et al.*, 1998). Als jaargemiddelde stelt de UN-ECE een kritische waarde voor van 8 µg m⁻³ (Werner & Sprangers, 1996).

De relatief hoge NH₃-concentraties op korte afstand van de stallen hebben geen acute schade veroorzaakt aan de verschillende boomkwekerijgewassen (*Liriodendron tulipifera*; *Fagus sylvatica* en *Carpinus betulus*) en fruitbomen (*Pyrus communis* 'Conference' en *Malus domestica* 'Jonagold') die zijn beoordeeld. Ook effecten op de fenologie (uitlopen, bloei en veroudering) zijn in dit onderzoek niet waargenomen. Wel aantoonbaar waren meer 'chronische' effecten als gevolg van een extra aanvoer van stikstof met als gevolg hogere N-gehalten in de bladeren en anatomische veranderingen van jonge bladeren van met name *Liriodendron* maar ook van *Peer* en *Appel*. De effecten werden met name in het voorjaar waargenomen tot op circa 150 meter van de betreffende ammoniakbron.

De stikstofvoorziening in blad wordt sterk beïnvloed door het stadium van de plant. In het voorjaar wordt de groei van jonge bladeren voornamelijk bepaald door de in de knoppen aanwezige nutriënten. Zodra de beschikbare stikstof uit de knoppen is uitgeput moet stikstof via de wortels worden aangevoerd. In dit stadium kan aanvoer van stikstof uit ammoniak via de lucht een belangrijke bron zijn. De plant neemt stikstof op uit de lucht afhankelijk van de ammoniakconcentratie in de buitenlucht en de omzettingcapaciteit, die voor jongere bladeren over het algemeen hoog is.

Het relatief dun en minder dicht bladweefsel kan een verhoogde gevoeligheid voor ziekten en plagen tot gevolg hebben wat als een ongewenst effect moet worden beschouwd. Deze effecten beperken zich overigens tot het voorjaar. Op de betreffende percelen is niet afgeweken van het gangbare regime voor wat betreft het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Vergelijkbare effecten op bladdichtheid en weefselstructuur werden ook geconstateerd bij laanbomen, blootgesteld aan luchtverontreiniging in stedelijk gebied (Gratani *et al.*, 2000).

4. Kwekerijen naast veehouderijen

4.1 Regelgeving met betrekking tot de intensieve veehouderij

De wet- en regelgeving in relatie tot de intensieve veehouderij is volop in beweging en richt zich momenteel met name op de varkenshouderij. Aangejaagd door de varkenspestepidemie en de maatschappelijke discussie daarover heeft het kabinet de wetsvoorstellen 'Herstructurering varkenshouderij' en 'Reconstructie concentratiegebieden' ingediend om de varkenssector ingrijpend te veranderen. Doel van deze voorstellen is om tot een kwaliteitsgerichte productie te komen die voldoet aan de eisen op het gebied van milieu (terugdringing van het mestoverschot en ammoniakuitstoot), gezondheid (verminderde kans op epidemieën) en welzijn van de varkens (ruimere behuizing).

De discussie over de voorstellen is nog in volle gang en de definitieve invulling is nog niet bekend. Duidelijk is wel dat door de nieuwe regelgeving het aantal bedrijven in de sector aanzienlijk zal afnemen en dat alleen relatief grote bedrijven zullen overblijven wat van invloed kan zijn op de kwaliteit gerichte productie van boomkwekerijgewassen.

Een ondernemer die bedrijfsmatig vee houdt en daarvoor een bedrijfsgebouw wil bouwen of verbouwen moet daarvoor in Nederland een milieuvergunning aanvragen bij de gemeente waar het bedrijf gevestigd is. De gemeente toetst of het bedrijf aan de milieuvorwaarden voldoet en geeft aan op welke wijze eventuele nadelige gevolgen moeten worden voorkomen of beperkt. Nadelige gevolgen die hierbij aan de orde kunnen komen zijn: stankhinder en luchtverontreiniging, stofhinder, geluidhinder, ecologische effecten, bodem- en waterverontreiniging.

De Interimwet Ammoniak en Veehouderij en de bijbehorende Uitvoeringsregeling is het wettelijke toetsingskader voor nadelige effecten van verzurende stoffen zoals ammoniak op voor verzuring gevoelige gebieden. Hierin staat beschreven welke gebieden gevoelig zijn voor verzuring en op welke wijze de totale ammoniakemissie vanuit een stal moet worden berekend aan de hand van het aantal dieren en het staltype. Is binnen 3000 m van de betreffende stal een voor verzuring gevoelig gebied aanwezig dan kan met behulp van de zogenaamde 'afstandtabel' uit de Uitvoeringsregeling de ammoniakdepositie op dat gebied worden berekend. De vergunning wordt geweigerd indien de maximaal toelaatbare ammoniakdepositie wordt overschreden.

De directe omgeving van intensieve veehouderijen bestaat meestal niet uit natuur maar uit agrarisch gebied. De praktijk wijst uit dat sommige agrarische gewassen (fruitteelt, boomkwekerij en kasgewassen) risico lopen beschadigd te worden door ammoniak maar de Interimwet voorziet niet in het voorkomen van deze schade. Op basis van jurisprudentie met betrekking tot het aanhouden van minimale afstanden dient hier bij de vergunningverlening wel rekening mee gehouden te worden.

In het licht van de eerder genoemde ontwikkeling naar minder maar grotere veehouderijen is het dus zaak dat telers alert zijn op de mogelijke gevolgen van het oprichten of uitbreiden van veehouderijen in de directe omgeving van hun fruit- of boomkwekerijpercelen.

De vergunningsprocedure kent een aantal momenten waarop formeel bezwaren kunnen worden ingediend (bijvoorbeeld na bekendmaking van de ontwerp-vergunning). Over het algemeen blijkt echter dat als er enig vermoeden bestaat dat gewassen het risico lopen beschadigd te worden dit het beste in een zo vroeg mogelijk stadium van de procedure kan worden gemeld bij de vergunningverlener (de gemeente). Door vroegtijdig een inschatting van het risico te maken kan daarmee rekening gehouden worden bij het opstellen van de ontwerp-vergunning en kunnen indien noodzakelijk nog wijzigingen worden aangebracht in het ontwerp of ligging van de stal. Een methode om een dergelijke risicoschatting uit te voeren staat vermeld in paragraaf 4.2. Deze methode is in de praktijk al door diverse gemeenten gebruikt maar heeft echter geen wettelijke status.

4.2 Risico in de directe omgeving van ammoniakbronnen

Ongeveer de helft van de ammoniakemissie uit een stal komt neer binnen 5 km en het merendeel daarvan op minder dan 200 m van de bron. De Interimwet voorziet alleen in het voorkomen van indirecte effecten als gevolg van ammoniakdepositie. De wet voorziet niet in het voorkomen van directe effecten wat in sommige gevallen tot schade aan planten kan leiden op korte afstand van een bron (Hofman *et al.*, 1990). Op basis van de huidige kennis blijkt dat de kans op schade aan met name fruitteelt, boomkwekerij (en kasgewassen) in de directe omgeving van een bron weliswaar klein is maar niet verwaarloosbaar (Visser & Van der Lierden, 1996). Het risico dat gewassen lopen om beschadigd te worden hangt af van een combinatie van ongunstige factoren die verband houden met emissie, achtergrondbelasting, verspreiding en gevoeligheid van de plant. Met behulp van een beslisschema (Bijlage III) kunnen risicovolle situaties geïnventariseerd worden. Er wordt onderscheid gemaakt in situaties met een te groot risico, verwaarloosbaar risico en situaties waarbij het risico sterk afhankelijk is van de lokale situatie. In het laatste geval kan alleen met behulp van een rekenmodel een risicoschatting worden uitgevoerd, waarbij rekening wordt gehouden met de specifieke omstandigheden rond de bron (windrichting, achtergrondconcentraties en terreinkenmerken). Ook het effect van risicobeperkende maatregelen kan worden berekend. Verhoging van de bronuitlaat is een effectieve manier om de belasting met ammoniak tot 200 m van de bron te verminderen. Bepanting (windsingel) rondom een veehouderij kan ook de negatieve effecten van de ammoniak-uitstoot enigszins verminderen.

4.3 Schadeclaims

Het risico dat planten lopen om beschadigd te worden door ammoniak in de omgeving van een stal hangt af van de mate waarin ongunstige factoren met betrekking tot emissie, verspreiding en gevoeligheid van de plant gecombineerd voorkomen. Deze drie variabelen hebben gemiddelden met een grote variatie, die voor een aanzienlijk deel bepaald wordt door de weersomstandigheden.

Hoewel er grote verschillen zijn in gevoeligheid voor ammoniak tussen plantensoorten (Hoofdstuk 2; Fangmeijer *et al.*, 1996) heeft het slechts in beperkte mate zin om hiermee rekening te houden: van een tuinder kan moeilijk geëist worden dat hij tot in lengte van jaren alleen ongevoelige gewassen teelt als er een NH₃-bron in de buurt is of komt.

In dit hoofdstuk wordt een aanzet gegeven voor een plan van aanpak voor als er onverhoopt schade aan boomkwekerijgewassen zou optreden in de directe omgeving van stallen.

Indien een teler van mening is dat hij schade lijdt of heeft geleden als gevolg van ammoniakemissies uit op korte afstand gelegen stallen en dat onderzoek door een onafhankelijk onderzoeksinstituut gewenst is, kan hiervoor contact worden opgenomen met Plant Research International. Eerst eventueel telefonisch en daarna schriftelijk met behulp van het meldingsformulier (Bijlage IV).

Telefonisch/E-mail:	De heer A.J.van Alfen:	0317-475906, 06-55890992 a.j.vanalfen@plant.wag-ur.nl
	De heer C.J van Dijk:	0317-475910 c.j.vandijk@plant.wag-ur.nl
Per fax:	Plant Research International	t.a.v. de heer van Alfen of van Dijk 0317-423110 o.v.v. ammoniakschade

Eén van bovengenoemde medewerkers neemt binnen één werkdag contact op met de betrokkene(n) en bepaalt in overleg welke onderzoeksstrategie gevolgd moet worden en de daaraan verbonden kosten. Eventueel veldonderzoek wordt binnen vijf werkdagen uitgevoerd. De bevindingen worden binnen één maand gerapporteerd aan de betrokkene(n).

Onderstaand wordt de aard van het beoogde onderzoek beschreven dat uitgevoerd kan worden bij het optreden van gewasschade. Op grond van de informatie op het schademeldingformulier wordt het onderzoek gestart. Uitgangspunten bij het onderzoek zullen over het algemeen zijn:

- bezoeken van het perceel of percelen waarop gewasschade is waargenomen waarbij relevante gegevens worden vastgelegd. Schadebeelden worden vastgelegd;
- verzamelen van bedrijfsgegevens van de betreffende veehouderij;
- verzamelen van informatie over meteorologische omstandigheden tijdens het vermoedelijke tijdstip van het incident;
- bij significante schade zal een beëdigd taxateur ingeschakeld en geïnstrueerd worden om de schade te taxeren. Dit na overleg met betrokkene over de daaraan verbonden kosten.

Schade aan gewassen kan zich uiten in zichtbare beschadiging en in vermindering van de groei. Beschadigingssymptomen zijn soms specifiek voor de component die het veroorzaakt. Vaak zal de beschadiging echter aspecifiek zijn, en op het eerste gezicht lijken op schade door droogte, ziekten of plagen. Ook gelijkensis met schade door pesticiden komt voor. Het uitsluiten van deze oorzaken zal het Plant Research International vaak doen in samenspraak met de Plantenziektenkundige Dienst.

5. Conclusies

Uit dit onderzoek blijkt dat schade door NH_3 aan de fruitteelt en boomkwekerijen in de directe omgeving van stallen van gemiddelde grootte (emissies van 4500-5300 kg NH_3 per jaar) geen algemeen voorkomend probleem is. Acute effecten (zichtbare bladbeschadiging) en effecten op de fenologie (uitlopen, bloei en veroudering) zijn niet waargenomen. Op drie percelen waren echter wel 'chronische' effecten aantoonbaar tot op circa 200 m van een ammoniakbron. Over dit traject werden verhoogde stikstofgehalten in het blad gevonden waarbij de hoogste gehalten voorkwamen op korte afstand van de bron. Deze gehalten leiden niet per definitie tot negatieve effecten maar zijn wel indicatief voor het aantonen van een additionele belasting door ammoniak. Bij sommige plantensoorten was een verandering van de bladstructuur aantoonbaar. Dit effect werd met name in het voorjaar waargenomen wat tot een hogere vorstgevoeligheid van de planten kan leiden. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat het een eenjarig onderzoek betreft, de vraag of hier sprake is van een jaarlijks terugkerend fenomeen kan hiermee niet eenduidig worden beantwoord. Op afstanden groter dan 200 m was het effect verwaarloosbaar ten opzichte van de achtergrondbelasting.

De percelen waar effecten het meest duidelijk waarneembaar waren lagen ten Noordnoordoosten van een bron, wat benadrukt dat de overheersende wind uit Zuidwestelijke richting een belangrijke rol speelt met betrekking tot de verspreiding van ammoniak waarmee zoveel mogelijk rekening moet worden gehouden.

Hoewel niet direct onderzocht is het niet waarschijnlijk dat deze onvoorziene 'bijbemesting' met stikstof via de lucht een negatief effect heeft op de productkwaliteit van (laan)bomen of een verminderde bewaarbaarheid van fruit.

Bij de opzet van het praktijkonderzoek was het de bedoeling ook percelen te selecteren waarop korte afstand van een ammoniakbron coniferen worden geteeld omdat van conifeerachtige bekend is dat ze relatief gevoelig zijn voor ammoniak. Een geschikt perceel is niet gevonden. Echter de effecten die in het voorjaar zijn gevonden aan het blad van verschillende boomsoorten zijn een indicatie dat conifeerachtige, die in het algemeen gevoeliger zijn dan laan- en vruchtbomen, aan de randen van de winter een verhoogd risico lopen als gevolg van een hogere vorstgevoeligheid.

Kwekers blijken op voorhand al rekening te houden met de potentiële risico's door geen conifeerachtige op korte afstand van een bron aan te planten. Op één bedrijf werd ook bij de teelt van *Crataegus* (meidoorn) grotere afstanden aangehouden. Terecht wordt op deze wijze mogelijke schade voorkomen maar of dit op langere termijn een wenselijke ontwikkeling is, is nog de vraag. Het betekent toch een inperking van de mogelijkheden die mogelijk groter wordt als gevolg van de schaalvergroting binnen de veehouderijsector.

Het is te overwegen om aan de hand van een enquête na te gaan of hier sprake is van enkele incidentele gevallen of van een algemeen beeld en wat daarvan de consequenties zijn.

In het licht van bovenstaande conclusies en de ontwikkeling in de intensieve veehouderij naar minder maar grotere bedrijven is het van belang dat kwekers alert zijn op mogelijke gevolgen van het oprichten of uitbreiden van veehouderijen in de directe omgeving van hun fruit- of boomkwekerijpercelen.

Een ondernemer die bedrijfsmatig vee houdt en daarvoor een bedrijfsgebouw wil bouwen of verbouwen moet daarvoor een milieuvergunning aanvragen. De vergunningsprocedure kent een aantal momenten waarop bezwaren kunnen worden ingediend. In de praktijk is het echter zo dat als er enig vermoeden bestaat dat gewassen het risico lopen beschadigd te worden dit het beste in een zo vroeg mogelijk stadium kan worden gemeld bij de gemeente zodat er eventueel nog wijzigingen kunnen worden aangebracht in het ontwerp van de stal. Hoewel de kans op schade gering is, is er een plan van aanpak beschikbaar als er toch onverhoopt schade mocht worden geconstateerd.

Referenties

- Adaros, G. & U. Dämmgen, 1994.
Phytotoxische Wirkungen der aktuellen NH₃-Immissionen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 146, 124 pp. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig.
- Clement, H., 1996.
Interaction of atmospheric ammonia pollution with frost tolerance of plants. A study on winter wheat and Scots pine. Thesis Rijksuniversiteit Groningen.
- De Fré, R., W. Swaans, P. van Avermaet & E. Roekens, 2000.
Ammoniak in de lucht van Vlaanderen. Lucht 17: 79-85.
- De Temmerman, L., 1980.
Les dégâts aigus et subaigus occasionnés aux plantes par une décharge accidentelle d'ammoniac. Revue de l'agriculture 33: 763-776.
- De Visser, P.H.B. & L.J.M. van der Eerden, 1996.
Effecten van Ammoniak op planten in de directe omgeving van stallen; *update* van een Risicoschatting. AB-DLO rapport 72. 62 pp + bijlagen.
- Ewert, E., 1979.
Zur Phytotoxizität von Ammoniak. Hercynia 16: 75-80.
- Fangmeier, A., A. Hadwiger, L.J. van der Eerden, & H.-J. Jäger, 1994.
Effects of atmospheric Ammonia on vegetation - a review. Environmental Pollution 86: 43-82.
- Gratani, L., M.F. Crescente & C. Petruzzi, 2000.
Relationship between leaf life-span and photosynthetic activity of *Quercus ilex* in polluted urban areas (Rome). Environ. Pollution 110 (1): 19-28.
- Hartung, J., 1998.
Art und Umfang der von Nutztierställen ausgehenden Luftverunreinigungen. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 105: 213-216.
- Hauk, S., R. Gutser & H.D. Zeisig, 1990.
Wirkung von Hühnerstallluft auf Pflanzen. In: Ammoniak in der Umwelt. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). 9.1-9.13.
- Heij, G.J. & J.W. Erisman (Eds.), 1997.
Acid Atmospheric Deposition and its Effects on Terrestrial Ecosystems in the Netherlands. Studies in Environmental Science 69. Elsevier, Amsterdam.
- Hofmann, G., D. Heinsdorf & H.H. Krauß, 1990.
Wirkung atmo generer Stickstoffeinträge auf Produktivität und Stabilität von Kiefern-Forstökosystemen. Beiträge f.d. Forstwirtschaft 24: 59-73.
- Nieuw Nationaal Model, 1998.
Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden. TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie. Apeldoorn, 292 pp.
- Pitcairn, C.E.R., I.D. Leith, L.J. Sheppard, M.A. Sutton, D. Fowler, R.C. Munro, S. Tang & D. Wilson, 1998.
The relationship between nitrogen deposition, species composition and foliar nitrogen concentrations in woodland flora in the vicinity of livestock farms. Environmental Pollution 102 (S1): 41-48.
- Temple, P.J., D.S. Harper, R.G. Pearson & S.N. Linzon, 1979.
Toxic effects of ammonia on vegetation in Ontario. Environ. Pollution 4: 297-302.
- Tesche, M. & A. Schmidtchen, 1978.
Schädigungen an Koniferen in der Umgebung von Anlagen der Industriemäßigen Hühnerhaltung. Arch. Phytopath. Pflanzenschutz 14: 327-332.
- Thijsse, T.R., J.H. Duyzer, H.L.M. Verhagen, G.P. Wyers, A. Wayers & J.J. Mols, 1998.
Measurement of ambient ammonia with diffusion tube samplers. Atmospheric Environment 32 (3): 333-337.

Van der Eerden, L.J.M., 1982.

Toxicity of ammonia to plants. *Agriculture and Environment* 7: 223-235.

Van der Eerden, L.J., W. de Vries & H. van Dobben, 1998.

Effects of ammonia deposition on forests in The Netherlands. *Atm. Env.*, 32, 3: 525-532.

Werner, B. & T. Spranger, 1996.

Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. UBA-Texte 71/96, 144pp., Umweltbundesamt Berlin.

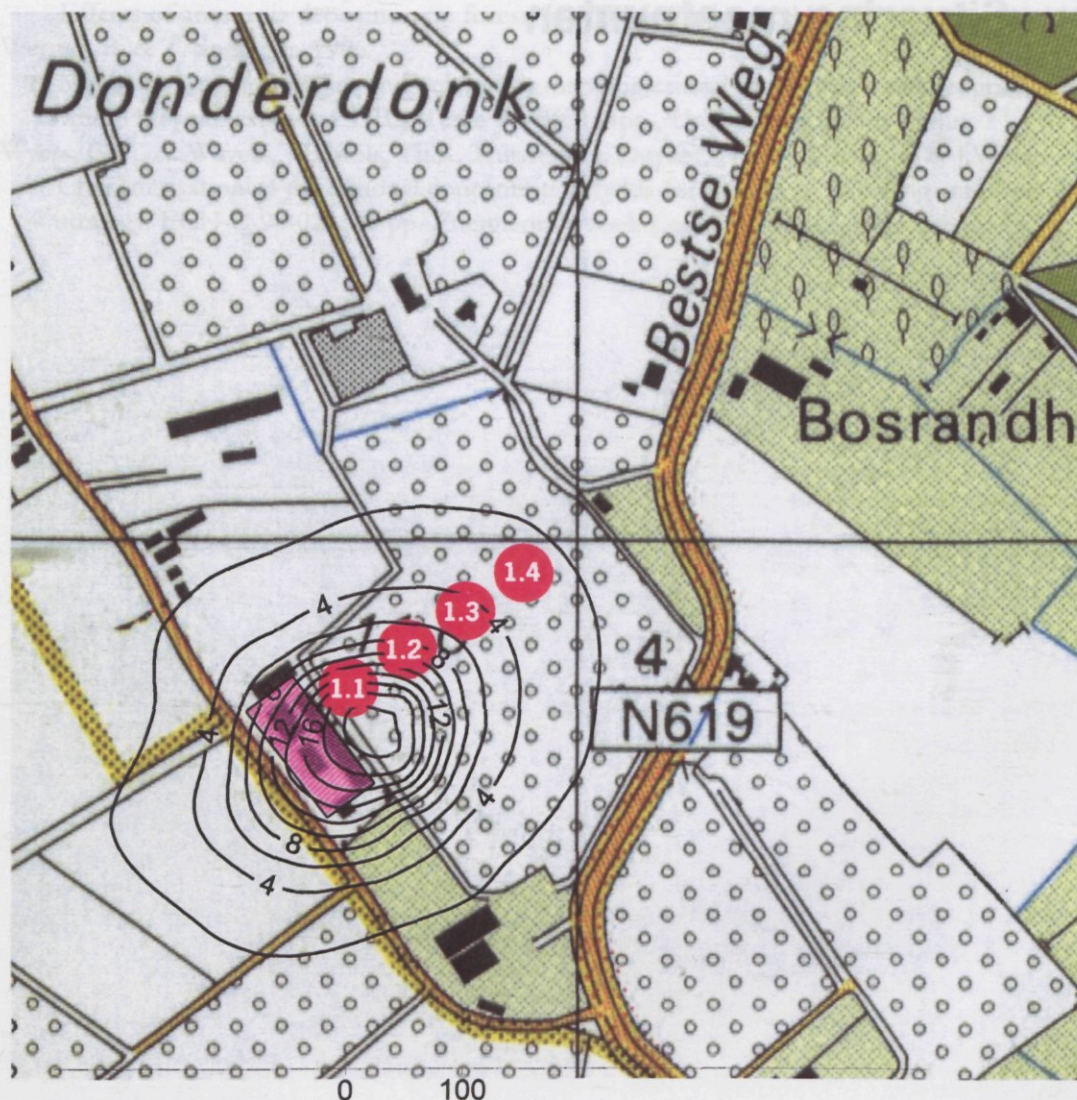
Wyers, G.P., A. Wayers, J.J. Möls, Th.R. Thijsse, J.H. Duyzer, H.L.M. Verhagen & J.W. Erisman, 1996.

Characterisation of the regional concentration fields for ammonia: sampling and monitoring strategy. ECN-C-96-038. 39 pp. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.

Bijlage I.

Situering meetpunten

Perceel 1



- Ammoniakbron: circa 5000 kg jaar⁻¹, varkens
 Soorten: Laanbomen, > 5 m en > 10 jaar, *Acer negundo*, *A. rubrum*, *A. saccharum*,
Sophora japonica, *Tilia palida*, *Fraxinus*, *Magnolia*, *Liriodendron tulipifera*.
 Positie: aanplant loodrecht op stallen onder ZW windrichting
 Bemonstering: *Liriodendron tulipifera* op circa 2 m hoogte van 3-4 bomen per meetpunt

Legenda



Ammoniakbron



Meetpunt

NH₃-Isolijnen (berekende jaargemiddelde concentratie in $\mu\text{g m}^{-3}$, exclusief achtergrondconcentratie)

Perceel 2



Ammoniakbron: 3 bedrijven van elk circa 3000 kg jaar⁻¹, kippen en varkens
 Soorten: sierheesters met *Carpinus* (ca. 3 m en > 5 jaar) en *Fagus* (2 jaar),
 Positie: perceel ligt tussen de stallen, aanplant niet loodrecht op een stal.
 Bemonstering: *Fagus sylvatica* op alle meetpunten en *Carpinus betulus* op meetpunt 2.3.

Legenda



Ammoniakbron

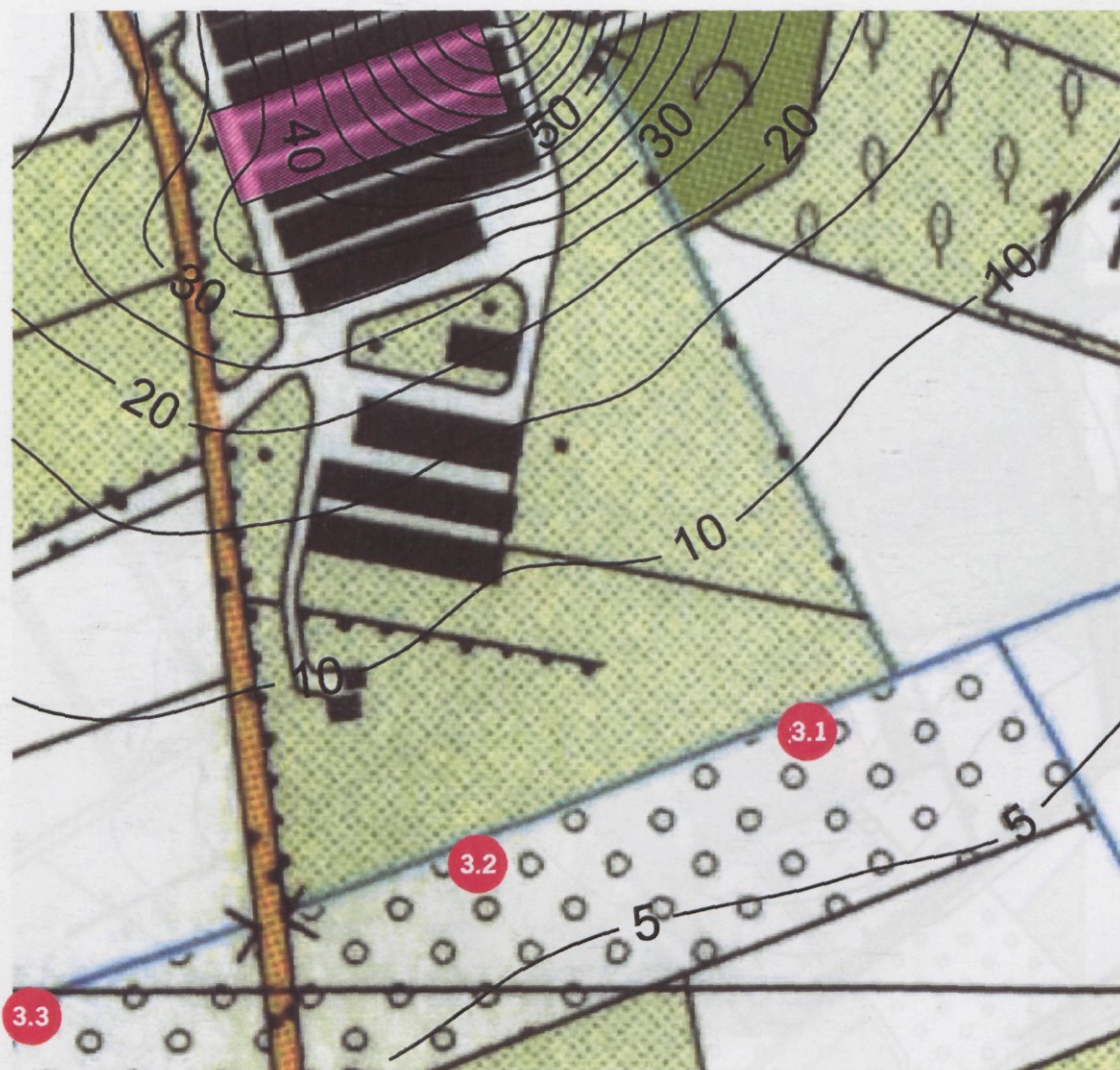


Meetpunt



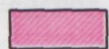
NH₃-Isolijnen (berekende jaargemiddelde concentratie in µg m⁻³, exclusief achtergrondconcentratie)

Perceel 3



- Ammoniakbron: circa 25500 kg jaar⁻¹, kippen
 Soorten: vooral oudere coniferen
 Positie: perceel ten zuiden van stallen, boomrijen niet loodrecht op stallen.
 Bemonstering: *Tilia spec.* op meetpunten 3.1 en 3.2 en *Fagus sylvatica* en *Carpinus betulus* op 3.3.

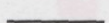
Legenda



Ammoniakbron

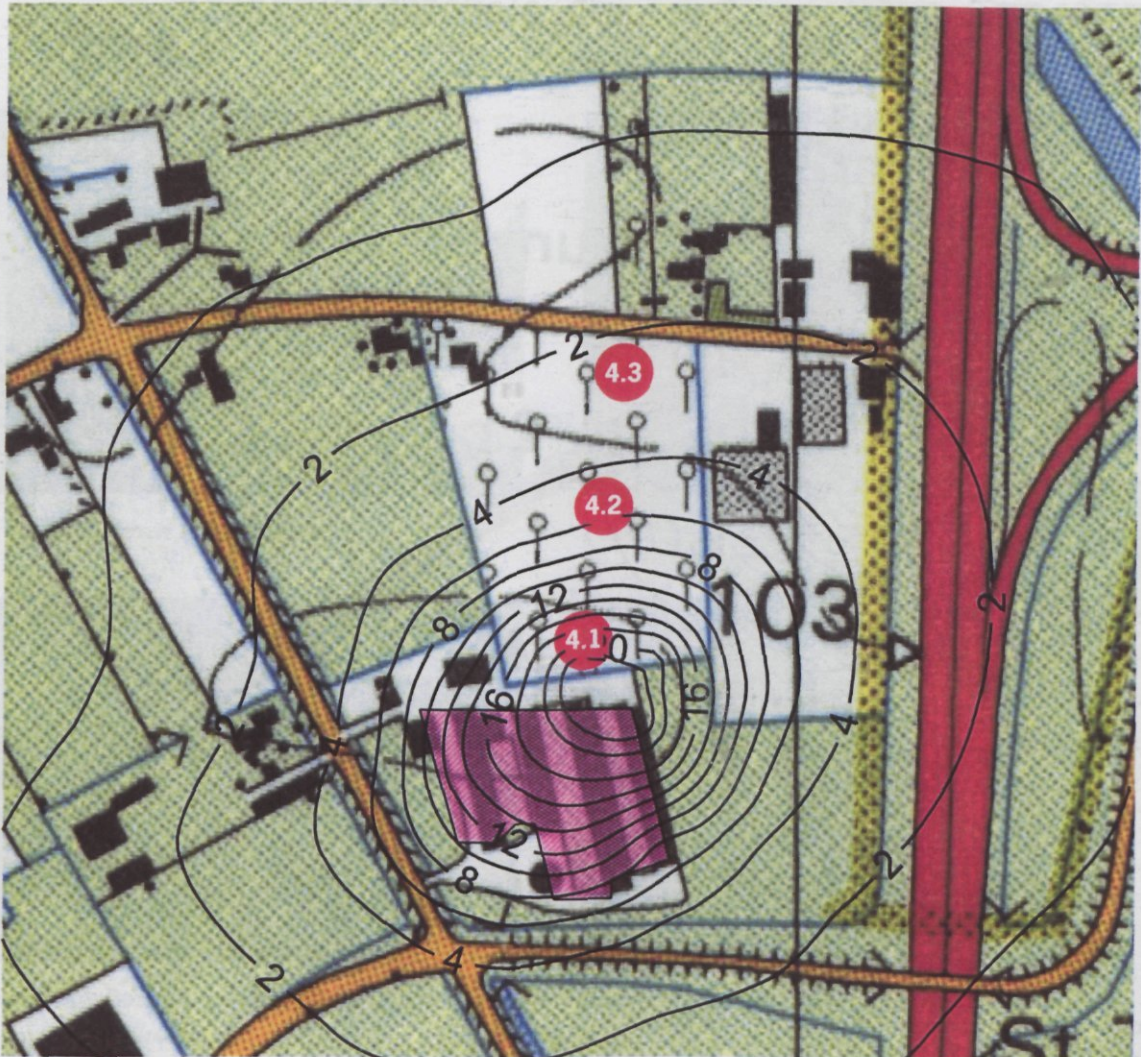


Meetpunt



NH₃-Isolijnen (berekende jaargemiddelde concentratie in µg m⁻³, exclusief achtergrondconcentratie)

Perceel 4



Ammoniakbron: circa 5300 kg jaar⁻¹, vleeskuikens
 Soorten: Fruitbomen, peren "Conference"
 Positie: boomrijen niet helemaal loodrecht op bron en hoofdwindrichting.
 Bemonstering: *Pyrus communis* "Conference" op alle meetpunten

Legenda



Ammoniakbron



Meetpunt



NH₃-Isolijnen (berekende jaargemiddelde concentratie in µg m⁻³, exclusief achtergrondconcentratie)

Perceel 5



Ammoniakbron: circa 4500 kg jaar⁻¹, varkens
 Soorten: Fruitbomen, appels
 Positie: perceel ten ZW van de bron
 Bemonstering: *Malus domestica* "Jonagold" (mutant) op alle meetpunten

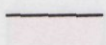
Legenda



Ammoniakbron



Meetpunt



NH₃-Isolijnen (berekende jaargemiddelde concentratie in $\mu\text{g m}^{-3}$, exclusief achtergrondconcentratie)

Bijlage II. Overzichtsfoto's



Foto 1. Perceel 1, Laanbomen.



Foto 2. Perceel 2, Sierheesters.



Foto 3. Perceel 3, zicht vanaf perceelsgrens richting stallen.



Foto 4. Perceel 4, Peren 'Conference'.



Foto 5. Perceel 5, Appels 'Jonagold' (mutant).



Foto 6. Absorptiebuis (ECN-type 'passive sampler') voor NH_3 -meting in lucht.



Foto 7. Perceel 5, 'Vruchtboomkanker'.



Foto 8. Perceel 5, 'Vruchtboomkanker'.



Foto 9. Perceel 5, 'Vruchtboomkanker'.



Foto 10. Perceel 5, 'Vruchtboomkanker'.



Foto 11. Perceel 5, Verdroging van tak van appelboom.



Foto 12. Perceel 5, Verdroging van tak van appelboom.



Foto 13. Perceel 4, Perepokschade aan peer.



Foto 14. Perceel 4, Perepokschade aan peer.



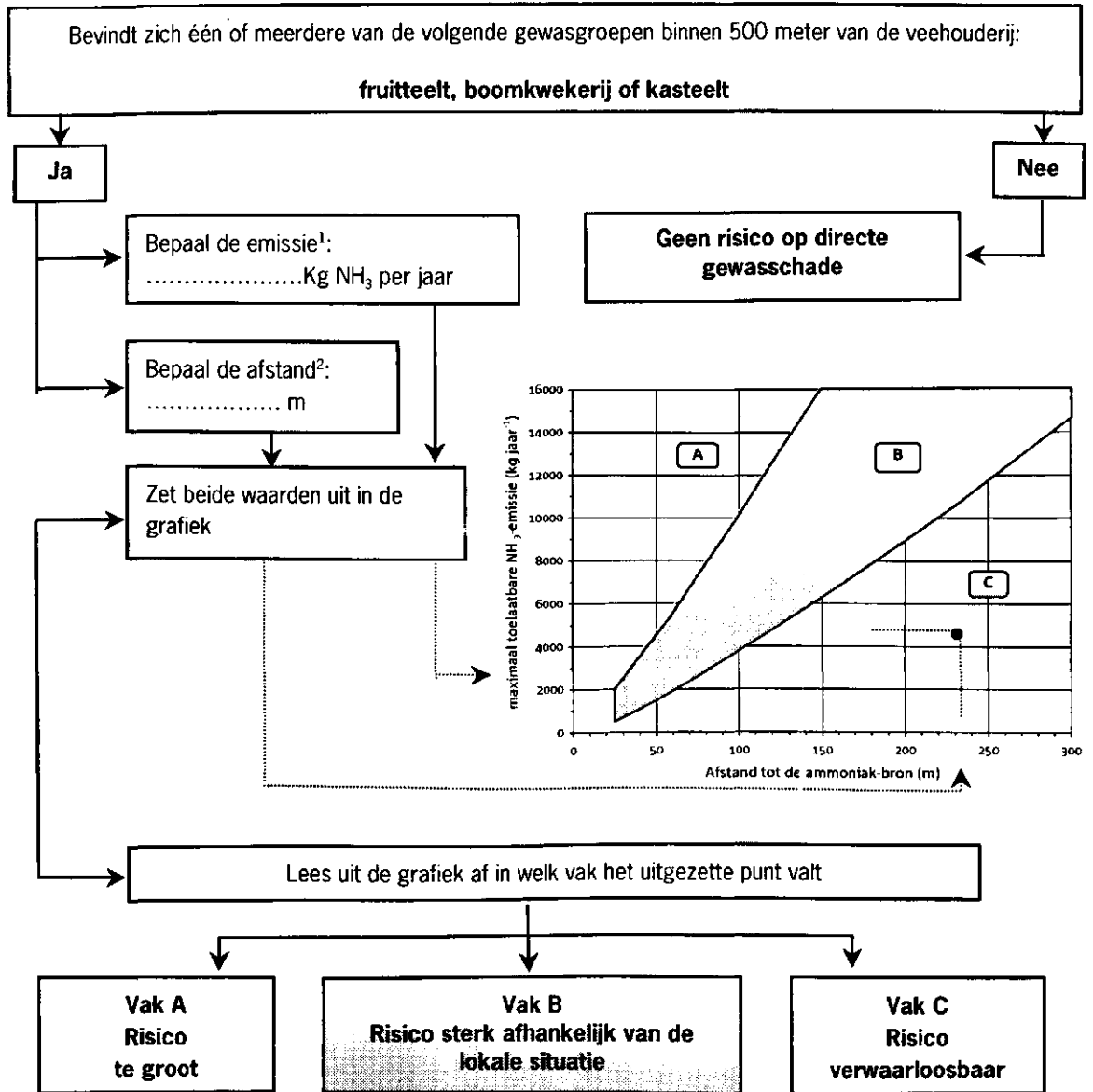
Foto 15. Perceel 4, Schilverruwing aan peer, soort 'Buerre Alexander Lucas'.



Foto 16. Perceel 4, Schilverruwing aan peer soort 'Buerre Alexander Lucas'.

Bijlage III.

Beslisschema



Indien blijkt dat het risico sterk afhankelijk is van de lokale situatie (vak B) kan het PRI met behulp van een modelberekening een risicoschatting voor u uitvoeren, rekening houdende met de specifieke omstandigheden zoals de aard van de bron, de plaats van het emissiepunt op de stal, de architectuur van het terrein rond de bron (zoals de aanwezigheid van windsingels), de windrichting en de regionale en lokale achtergrondconcentraties. Voor de twee andere categorieën spreekt de situatie voor zich: er is geen nadere berekening noodzakelijk.

¹ Emissie in kg NH₃ per dierplaats per jaar (Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij) x aantal dier(plaats)en

² Bij *gelijkmatige verdeling van de emissie over de stal(len)*: afstand (m) tussen het emissiezwaartepunt van de bron en het dichtstbijzijnde punt van het perceel met het gevoelige gewas. Het emissiezwaartepunt is het snijpunt van de diagonalen van de kleinste mogelijke rechthoek die het stallencomplex omgeeft (zie voorbeeld). Bij *ongelijkmatige verdeling (bv stallen met dak en gevelventilatie)*: afstand (m) vanaf het 'gewogen' emissiezwaartepunt ($\Sigma(\text{afstand} \times \text{emissie}) / \Sigma \text{emissies}$).

Voor grotere clusters van bedrijven, stallen die ver van elkaar liggen en andere diercategorieën geldt een aangepaste berekening. Voor informatie hierover kunt u contact opnemen met PRI.

