



wetenschapswinkel exemplaar

wetenschapswinkel



Adviesbrief

Verspreiding van organisch stof rond de mengvoederbedrijven in Doetinchem: oriëntatiemeting organisch stof

G. Doekes
J.M. van Loon – Steensma
J.J.G. Spithoven

164

Verspreiding van organisch stof rond de mengvoederbedrijven in Doetinchem: oriëntatiemeting organisch stof

adviesbrief

164

Gert Doekes
Jantsje van Loon
Jacques Spithoven

Wageningen, juni 2001

Institute for Risk Assessment Sciences
Division Environmental and Occupational Health
Universiteit Utrecht

Wetenschapswinkel
Stafafdeling Onderzoekstrategie
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
0317 – 484661 / 484062

De Wetenschapswinkel is onderdeel van de Stafafdeling Onderzoekstrategie van Wageningen UR. Organisaties die niet beschikken over middelen om onderzoek te laten uitvoeren kunnen hier aanvragen indienen. De Wetenschapswinkel bemiddelt en stelt financiën beschikbaar. De aanvragen moeten passen in het centrale thema van Wageningen Universiteit: landbouw, milieu, natuur en voeding.

W 405428

Verspreiding van organisch stof rond de mengvoederbedrijven in Doetinchem:
oriëntatiemeting organisch stof

Adviesbrief

G. Doekes
J.M. van Loon - Steensma
J.J.G. Spithoven

Wageningen UR; Wetenschapswinkel (no. 164)

Omslag	:	Bas Holtzer
Uitgave	:	juni 2001
Prijs	:	fl. 15,00

VOORWOORD

Doetinchem heeft een groot aantal fabrieken en overslagbedrijven die geconcentreerd zijn langs de IJssel. Tegen dit industrieterrein liggen enkele woonwijken. Door deze situering treedt in de woonwijken overlast op door stank-, stof- en geluidhinder van o.a. mengvoederfabrieken, een asfaltcentrale, een bandenfabriek en een pindaverwerkingsbedrijf. In de betrokken woonwijken is een wijkraad actief, 'Stichting Wijkraad Doetinchem Zuid'. Deze Wijkraad heeft al verschillende activiteiten ondernomen om klachten m.b.t. stank-, stof- en geluidhinder onder de aandacht van het gemeentebestuur te brengen. Naar aanleiding hiervan zijn enkele hinderwetvergunningen aangepast en maatregelen genomen. De Wijkraad constateerde dat bewoners in de wijken het gevoel hebben dat er ondanks getroffen maatregelen relatief veel luchtwegklachten voorkomen en vermoedde een relatie met de uitstoot van met name de mengvoederfabrieken op het industrieterrein. Daarom heeft de Wijkraad in het najaar van 1999 aan de Wetenschapswinkel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum gevraagd of er meer kennis beschikbaar was of verzameld kon worden over de aard van de uitstoot van de vier mengvoederfabrieken en de daaraan gekoppelde gezondheidsklachten. De toenmalige leerstoelgroep Gezondheidsleer van Wageningen Universiteit zag in de aard van de problematiek voldoende aanleiding om een afstudeerstudie te begeleiden naar de mate van emissies en verspreiding in de woonwijk van zgn. organisch stof. Ondanks vele pogingen binnen en buiten Wageningen werd geen geïnteresseerde student gevonden. In de zomer van 2000 is in Doetinchem toch meetapparatuur geplaatst, die door contactpersonen te Doetinchem is bediend. Vanwege de verhuizing van de leerstoelgroep naar de Universiteit Utrecht, heeft het nog geruime tijd geduurd voordat de verzamelde monsters konden worden geanalyseerd, geïnterpreteerd en verwerkt in onderhavige adviesbrief. De meting van organisch stof is gefinancierd door het onderzoeksfonds van de Wetenschapswinkel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

Gert Doekes, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht

Jantsje van Loon, Wetenschapswinkel Wageningen UR

Jacques Spithoven, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht

SAMENVATTING

Doetinchem heeft een groot aantal fabrieken en overslagbedrijven die geconcentreerd zijn langs de IJssel. Tegen dit industrieterrein liggen enkele woonwijken. Door deze situering treedt in de woonwijken overlast op door stank-, stof- en geluidhinder van o.a. mengvoederfabrieken, een asfaltcentrale, een bandenfabriek en een pindaverwerkingsbedrijf. Op verzoek van de 'Stichting Wijkraad Doetinchem Zuid' is via bemiddeling van de Wetenschapswinkel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum door de toenmalige leerstoelgroep Gezondheidsleer van Wageningen Universiteit een oriëntatiemeting verricht naar de verspreiding en aard van organisch stof rond de mengvoederbedrijven in Doetinchem. Op drie locaties, namelijk 100 meter ten westen, 500 meter ten westen en 900 meter ten oosten van de veronderstelde bron, zijn gedurende 19 dagen in de zomerperiode van 2000 m.b.v. GROMOZ apparaten stofmonsters verzameld. Behalve totaal stof zijn ook de gehalten aan endotoxine, eiwit, glucanen en koolhydraten bepaald van de monsters bepaald. In deze oriëntatiemetingen is geen aandacht besteed aan vluchtige organische verbindingen, die verantwoordelijk zijn voor geurhinder. Ook is onbekend of de meetperiode representatief is omdat geen gegevens zijn verzameld over de aard van de productie en/of overslag in de meetperiode of andere perioden. In de meetperiode was het opvallend regenachtig weer, waarbij de wind voornamelijk uit westelijke richting kwam. Onbekend is of de meetpunten representatief zijn omdat nauwelijks iets bekend is over het verspreidingsgedrag van organische stofdeeltjes rond een puntbron.

Onderstaande tabel geeft de gemiddelde gemeten concentraties \pm standaarddeviatie (SD) en mediane concentraties op de drie meetlocaties:

	Locatie A n = 17	Locatie A n = 17	Locatie B n = 6	Locatie B n = 6	Locatie C n = 17	Locatie C n = 17
	Gem. \pm SD	Mediaan	Gem. \pm SD	Mediaan	gem. \pm SD	Mediaan
Totaal stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,18 \pm 16,54	38,05	37,56 \pm 30,73	28,01	48,88 \pm 21,98	45,91
Endotoxine (EU/ m^3)	8,84 \pm 11,29	4,15	4,68 \pm 5,57	2,96	11,43 \pm 12,82	4,20
Eiwit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,56 \pm 0,32	0,59	0,40 \pm 0,32	0,25	0,77 \pm 0,53	0,75
Glucanen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,28 \pm 0,26	0,17	0,14 \pm 0,10	0,14	0,28 \pm 0,26	0,21
Koolhydra-ten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,33 \pm 0,38	1,36	1,32 \pm 0,67	1,13	1,69 \pm 0,61	1,81

Uit de gemeten waardes blijkt dat op geen enkele wijze een effect van emissie van het mengvoederbedrijf kon worden aangetoond: de gemiddelde concentraties op de locatie A (ten westen, dichtbij bron) en locatie C (ten oosten, verder van bron) zijn vergelijkbaar. Het lijkt daarom niet aannemelijk dat emissies van organisch stof van de mengvoederbedrijven te Doetinchem frequent bij omwonenden aanleiding zouden geven tot gezondheidseffecten zoals die in relatie tot organisch stof belasting in de literatuur beschreven zijn.

Wel liggen de gemiddelde gemeten totaal stofwaarden rond de door de overheid gestelde grenswaarden van de jaargemiddelde grenswaarde voor fijnstof. De daggemiddelde grenswaarde werd op de meetlocaties echter niet overschreden.

In de gevonden buitenluchtmetingen werden de as. MAC waarde voor bacteriële endotoxines, maar ook de advieswaarde geen enkele maal overschreden.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

Samenvatting

Inhoudsopgave

Inleiding 9

Organisch Stof 11

Oriëntatiemeting 13

Vraagstelling 13

Werkwijze 13

Monstername 13

Meetpunten 14

Gravimetrische stofmeting 14

Extractie 14

Analyses 15

Statische analyses 15

Resultaten 17

Discussie 19

Literatuur 23

Bijlage 1: de 3 meetlocaties rond de mengvoederfabriek Mervo te Doetinchem 25

Bijlage 2: Concentraties totaal stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 27

Bijlage 3: Concentraties endotoxines (EU/ m^3) 29

Bijlage 4: Concentraties eiwit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 31

Bijlage 5: Concentraties glucanen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 33

Bijlage 6: Concentraties koolhydraten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 35

INLEIDING

Doetinchem heeft een groot aantal fabrieken en overslagbedrijven (waaronder mengvoederbedrijven, een asfaltcentrale, een bandenfabriek en een pindaverwerkingsbedrijf) die geconcentreerd zijn langs de IJssel. Voor de uitstoot van (bepaalde) stoffen en geur en geluidsproductie zijn wettelijke normen geformuleerd. De provincie en/of gemeente houdt toezicht op het voldoen aan de wettelijke normen.

Voor de mengvoederfabrieken worden de diverse grondstoffen per schip via de IJssel aangevoerd. Nadat de grondstoffen per lopende band uit de schepen zijn geladen worden ze gemengd en eventueel tijdelijk opgeslagen, waarna de mengvoerders per vrachtwagen worden afgevoerd. Het laden en lossen van de schepen en vrachtwagens en het transport per vrachtwagen gaat gepaard met de nodige stof- en geuroverlast voor de direct omwonenden. Ook bij het mengen ontstaat stof- en geuroverlast. De Stichting Wijkraad "Doetinchem Zuid", die de woonwijken rondom de industriezone langs de IJssel vertegenwoordigt, heeft al verschillende activiteiten ondernomen om de stof- en geurklachten onder de aandacht van het gemeentebestuur te brengen. De Wijkraad is vanaf 1995 door de Chemiewinkel Utrecht ondersteund bij o.a. het controleren of de bedrijven voldoen aan de geldende voorschriften. Naar aanleiding hiervan zijn enkele hinderwetvergunningen aangepast waardoor o.a. geur- en stofbeperkende installaties zijn geplaatst.

De wijkraad heeft geconstateerd dat de bewoners in de betreffende wijken ondanks het plaatsen van de geur- en stofbeperkende installaties, het gevoel hebben dat er relatief veel luchtwegklachten voorkomen. Een gezondheidsenquête uit 1996 toonde aan dat in de wijk bij 1 op de 6 gezinnen klachten aan neus, keel en oren voorkomen. Na overleg tussen wijkraad en gemeente heeft de GGD-arts overlegd met de plaatselijke huisartsen. Dit heeft geen beeld opgeleverd van significant meer voorkomende aandoeningen in de wijken rondom de fabrieken. Daarnaast heeft de gemeente Doetinchem opdracht gegeven tot een onderzoek naar de stofuitstoot van het industrieterrein. Uit dit onderzoek (maart 1998) blijkt dat niet kon worden aangetoond dat de lokale stofbronnen, gelegen ten oosten van de onderzochte wijk een belangrijke bijdrage leveren in de fijnstofbelasting.

In Barcelona is onderzoek verricht naar de oorzaak van het voorkomen van perioden met verhoogde opnamen in het ziekenhuis wegens astma-aanvallen. Op sommige dagen werden wel 70 personen extra opgenomen en sommigen van hen overleden door de aanval. In het begin tastten de onderzoekers in het duister over de oorzaak van deze epidemieën. Na verloop van tijd bleek echter dat bij een silo van een soja-overslag in de haven geen juist functionerende filters aanwezig waren. Hierdoor werden op bepaalde dagen, waarop soja verladen werd en welke de wind in de richting van de stad stond, de verhoogde aantallen ziekenhuisopnamen veroorzaakt. Toen de silo was gerepareerd bleken massale ziekenhuisopnamen wegens astma-aanvallen sterk verminderd te zijn (Anto et al., 1989).

De Wijkraad heeft aan de Wetenschapswinkel van Wageningen Universiteit gevraagd of er meer kennis beschikbaar is of verzameld kan worden over de aard van de uitstoot van de vier mengvoeder-fabrieken en de daaraan gekoppelde gezondheidsklachten. De leerstoelgroep Gezondheidsleer heeft vervolgens in samenwerking met de Wijkraad een oriëntatiemeting verricht naar de mate van emissies en verspreiding in de omringende woonwijk van zgn. organisch stof.

ORGANISCH STOF

Organisch stof bestaat uit deeltjes met een hoog gehalte aan componenten van biologische oorsprong – dus van plantaardig of dierlijke materiaal, of van micro-organismen als schimmels en bacteriën. Dergelijke biologische componenten kunnen als allergenen(*), of via andere, niet-allergische mechanismen ontstekingsreacties(*) in de bovenste of diepere luchtwegen(*) veroorzaken. Blootstelling aan organisch stof binnen mengvoederbedrijven is geassocieerd met luchtwegklachten en aantoonbare longfunctieveranderingen(*) bij de werknemers (zie o.a. proefschrift Tj. Smid, 1993). De meest verantwoordelijke componenten in het stof zijn niet direct aan te wijzen. Bacteriële endotoxines(*) spelen waarschijnlijk een belangrijke rol in de inductie van ontstekingen(*) in de luchtwegen, maar mogelijk ook de van schimmels en plantenmateriaal afkomstige β - (1 \rightarrow 3)-glucanen(*). Daarnaast is het stof rijk aan potentiële allergenen(*), van o.a. tarwe en soja, in concentraties waarbij in b.v. bakkerijen beroepsastma kan ontstaan. Naar allergische sensitisatie(*) is in de mengvoederindustrie echter nog weinig gekeken. De vraag is in hoeverre verspreiding van stof in de lucht rond deze bedrijven aanleiding kan geven tot vergelijkbare gezondheidsklachten bij omwonenden. Het bekendste voorbeeld op dit gebied zijn de “soja-astma” epidemieën in de 80-er jaren rond de haven van Barcelona. Bij recent onderzoek rond een sojafabriek in Utrecht werden dergelijke dramatische effecten niet gevonden. Wel bleek bij omwonenden met CARA(*), met name die met atopie(*), de longfunctie(*) significant verminderd op dagen na “blootstelling” (d.w.z. wanneer de woning benedenwinds was geweest t.o.v. de fabriek), en kon in de nabije omgeving van de fabriek in het luchtstof en stof op straat soja-antigeen(*) worden aangetoond.

Wettelijk vastgelegde normen voor stofblootstelling – zowel die voor zgn. ‘hinderlijk stof’ in de werkomgeving als die voor stofbelasting en toegelaten emissies in de buitenlucht – houden tot heden i.h.a. geen rekening met specifieke eigenschappen van organisch stof. In diverse werksituaties kan er daarom sprake zijn van een verhoogd risico op luchtwegklachten als gevolg van b.v. allergeen- of endotoxineblootstelling, terwijl de stofconcentraties ruim binnen de norm zijn. Hoewel voor de buitenlucht dergelijke vergelijkingen niet gemaakt zijn, is het zeer aannemelijk dat zich daar een vergelijkbare situatie kan voordoen. Op grond hiervan leek het zinvol om, ondanks dat eerdere metingen aangaven dat de mengvoederindustrie niet leidt tot overschrijding van normen voor buitenluchtkwaliteit m.b.t. totaal en fijn stof (PM₁₀)(*), een reeks metingen te verrichten waarin niet alleen de totale stofconcentraties, maar ook diverse biologische agentia worden gemeten, waarvan bekend of waarschijnlijk is, dat zij allergische of andere ontstekingsreacties kunnen uitlokken. Vervolgens zou dan kunnen worden nagegaan in hoeverre er in de woonwijk(en) in Doetinchem een verhoogde blootstelling aan deze componenten voorkomt welke aan emissies van de mengvoederbedrijven is toe te schrijven.

De met een * aangegeven begrippen staan hieronder toegelicht:

- Luchtwegen: alles waar de lucht door stroomt van buiten tot in de longen: de neus(holte), en keelholte (bovenste luchtwegen), daarna de luchtpijp, welke zich dieper in de longen vertakt in de bronchiën en bronchiolen (de diepere luchtwegen). De kleinste vertakkingen – de bronchiolen – monden tenslotte uit in de longblaasjes.
- Ontsteking(s)reactie: bij contact met vreemde stoffen, o.a. met schadelijke micro-organismen als bacteriën, vertoont het lichaam vaak afweerreacties. Behalve dat ze beschermen tegen schadelijke organismen kunnen deze ontstekingsreacties ook vaak leiden tot ‘symptomen’ of ‘ziekte’; de symptomen kunnen heel verschillend zijn, en o.a. variëren van een niesbui of hoesten (bij inademing van hinderlijk stof), tot puistjes en zweren bij een huidinfectie.

- Allergie: ontstekingsreacties waarbij mensen sterk overgevoelig reageren op bepaalde stoffen waartegen ze 'allergisch gesensitiseerd zijn', d.w.z. dat zij er specifieke antistoffen tegen zijn gaan maken (vaak zgn. "IgE" antistoffen). Hooikoortspatiënten maken b.v. IgE antistoffen aan tegen graspollen, en reageren daardoor sterk op bloeiend gras: inademing van stuifmeeldeeltjes (=graspollen) veroorzaakt een ontstekingsreacties in de neusholte en op de oogleden, waardoor de typische hooikoortsverschijnselen ontstaan. Astma-patiënten met b.v. kat-allergie maken IgE antistoffen tegen eiwitten op huidschilfers van katten, en inademing van kat-huidschilfers veroorzaakt een ontstekingsreactie in de (diepere) luchtwegen, en kan daardoor een astma-aanval veroorzaken. Bij 'bakkers-astma' zijn de patiënten allergisch gesensitiseerd tegen eiwitten in meelstof, etc.
- Antigeen is een stof waartegen veel (of sommige) mensen bij regelmatig contact antistoffen gaan aanmaken. Vaak beschermen deze antistoffen vooral tegen de schadelijke werking van de antigenen, met name als het om schadelijke bacteriën, virussen, etc. gaat. In andere gevallen echter leidt de antistofproductie vooral tot (heviger) ontstekings- en afweerreacties die niet zozeer beschermen, maar juist de oorzaak van ziekteverschijnselen zijn. In dat geval is er sprake van allergische sensitisatie en allergie (zie boven) en wordt het antigeen allergeen genoemd.
- Atopie: aanwezigheid van IgE antistoffen tegen (algemeen voorkomende) allergenen. Hoewel iedereen in meer of mindere mate regelmatig allergenen als graspollen, kat- en hond-huidschilfers en bv. schimmelsporen inademt, produceert slechts een minderheid IgE antistoffen tegen deze allergenen. Dit wordt ook wel 'atopische sensitisatie' genoemd, en komt vooral veel voor bij mensen met hooikoorts, astma, en eczeem.
- Longfunctie: Longfunctie veranderingen bij astma bestaan vooral uit vernauwing van de luchtwegen, waardoor de patiënten minder makkelijk kunnen ademen. Longfunctie veranderingen kunnen worden gemeten door zo hard mogelijk op/in een zgn. 'piekstroommeter' te blazen, een buisje waarmee de maximale snelheid waarmee iemand kan uitademen, wordt gemeten.
- Endotoxines: Stoffen op de wand van veel bacteriën, waarop afweercellen van het menselijk lichaam zeer sterk kunnen reageren. Dit gaat buiten de productie van antistoffen om, en is daarom geen allergische reactie. De symptomen bij inademing kunnen echter deels dezelfde zijn, zoals vernauwing van de luchtwegen, slijmproductie, hoesten, etc.
- $\beta(1,3)$ -glucanen: Stoffen uit de celwand van schimmels en ook in plantenmateriaal, waar het lichaam ook (sterk) op kan reageren, op een manier die sterk vergelijkbaar is met de reactie op endotoxines.
- PM10: Stofdeeltjes met een diameter $<10 \mu\text{m}$, welke diep in de luchtwegen kunnen doordringen.
- CARA: chronische aspecifieke respiratoire aandoeningen (zoals astma, bronchitis).

ORIËNTATIEMETING

Het doel van de oriëntatiemeting was om meer inzicht te verkrijgen in de aard en verspreiding van organisch stof in de omgeving van de mengvoederbedrijven. Aan de hand hiervan zou eventueel besloten kunnen worden tot het opzetten van vervolgonderzoek.

Vraagstelling

De volgende vragen lagen aan de oriëntatiemeting ten grondslag:

- In welke mate – in welke hoeveelheden, en tot welke afstanden meetbaar - wordt het stof, afkomstig van de mengvoederfabrieken in Doetinchem verspreid over de nabijgelegen woonwijken?
- In hoeverre bevat het stof componenten met een bekende of te verwachten allergene of ontstekingsbevorderende werking?

Werkwijze

Monstername

Om de bijdrage aan stofconcentraties in de lucht, en de daarin aanwezige componenten vast te stellen, zijn in de maanden juli en augustus 2000 metingen uitgevoerd met zgn. GROMOZ (“groot monster zuiger”) apparatuur. De GROMOZ is een soort high volume sampler, waarmee 50 m³ lucht per uur kan worden aangezogen en gefilterd. De lucht wordt aangezogen op een hoogte van ongeveer 1,5 m, dus op een hoogte waarop ook lucht wordt ingeademd. De metingen vonden plaats gedurende 6 tot 8 uur op dagen met droog weer. Dit omdat tijdens en kort na regen de stofconcentraties in de lucht laag zijn door uitspoeling. Bovendien is de GROMOZ apparatuur niet gemaakt voor buitenlucht metingen, en daarom niet regenbestendig. Wanneer in de directe omgeving van het apparaat (d.w.z. binnen enkele meters) geen activiteiten plaatsvinden waardoor stof van de grond opwaait, leveren de metingen een redelijk beeld van het stof zoals dat ook kan worden ingeademd. Dezelfde apparatuur werd op soortgelijke wijze eerder ingezet bij vergelijkbare projecten van de leerstoelgroep Gezondheidsleer van Wageningen UR in Utrecht en Steenbergen.

Om statistische redenen zou er bij voorkeur minimaal 10 dagen lang gemeten moeten worden bij een windrichting tussen NO en ZO, en bij voorkeur 5 dagen met een windrichting tussen ZW en NW. Een minimum van 20 meetdagen zou derhalve wenselijk zijn. In de bewuste meetperiode konden 19 meetdagen worden gerealiseerd, waarvan slechts 2 met NO wind. Omdat voorts onduidelijk is in hoeverre de gebruikte grondstoffen en de samenstelling van de producten, en daarmee de samenstelling van de emissies van het bedrijf van dag tot dag variëren, was het de intentie de meetreeks uit te smeren over een langere periode (b.v. twee maanden). Ook hier was sprake van een beperking: alle meetdagen vielen binnen een periode van net iets meer dan een maand (van 19 juli t/m 21 augustus 2000).

Uit de gewichtstoename van de filters is de stofconcentratie in de bemonsterde lucht berekend, en na extractie van de filters en diverse laboratorium analyses voor de bewuste componenten, tevens de concentraties van o.a. endotoxines en/of mengvoedercomponenten. Door steeds tegelijkertijd op meerdere punten te meten, en daarbij de overheersende

windrichting te registreren, kon voor elke meetdag een vergelijking worden gemaakt tussen een "belast" en een "onbelast" of ten minste "minder belast" punt.

Meetpunten

Meetpunt A bevond zich ten westen op slechts 100 meter afstand van de op dat moment belangrijkste operationele mengvoederfabriek. In parallelle richting bevond zich meetpunt B op ca. 500 m. van de mengvoederfabriek. Het derde meetpunt, het controlepunt, lag in oostelijke richting van de fabriek op ongeveer 900 meter van de fabriek (punt C). Bijlage 1 geeft een kaart met de meetpunten A, B en C en de operationele fabriek MERVO.

Indien organisch stof vanaf de fabriek via de lucht over de wijk werd verspreid, zouden de te meten concentraties het hoogst moeten zijn op punt A, dan op punt B, en beide hoger dan op punt C. Een dergelijk verband zou vooral bij oostenwind naar voren moeten komen.

Indien andere bronnen een belangrijke rol spelen, zouden concentratie hoogten een andere volgorde vertonen. In het bijzonder zou het verschil tussen punt A en punt B dan niet of nauwelijks meetbaar zijn, en zouden ook de concentraties op punt C vaak hoger dan die op de punten A en B kunnen zijn.

Gravimetrische stofmeting

De GROMOZ apparaten werden tijdens de meting voorzien van 25 cm Whatman (GF/A) glasvezel filters, die onder geconditioneerde omstandigheden in Wageningen waren voorgewogen. Na de meting werden de filters in folie verpakt en gekoeld opgeslagen gedurende maximaal enkele weken, waarna zij werden vervoerd naar Wageningen, en aldaar - opnieuw na enige dagen conditionering - werden nagewogen. Het verschil tussen de na- en de voorweging werd geïnterpreteerd als het gedurende de meting op het filter verzamelde stof, en dus als de gemiddelde totale concentratie stofdeeltjes (TSP: 'total suspended particles') in de tijdens de meting aangezogen lucht.

Extractie

Na weging werden de filters doormidden geknipt, waarna de beide helften afzonderlijk werden geëxtraheerd tbv. enerzijds de endotoxine- en glucanen- en anderzijds de eiwit-, koolhydraten en antigeen-bepalingen. De extractie voor endotoxinen vond plaats in 20 ml pyrogeen-vrij gedestilleerd water met 0,05% Tween (naar Douwes et al., 1995): 1 uur schuddend in een schudmachine, kort schuddend of vortexen met de hand, en nogmaals 30 min in de schudmachine, waarna de buizen werden gecentrifugeerd bij 1000 x G. Van het supernatant na centrifugering werden enkele ml afgepipetteerd en ingevroren voor de endotoxine analyse.

Om glucanen te extraheren werd de buis met het pellet en de resterende vloeistof weer 30 min. geschud, en vervolgens gedurende 1 uur geautoclaveerd bij 120°C (Douwes et al., 1996). Na weer een incubatie schuddend bij kamertemperatuur, gedurende 15 min, werden de buizen gecentrifugeerd gedurende 15 min. bij 2500 x G. Het supernatant van deze buizen werd afgepipetteerd en bewaard bij -20°C voor latere analyse van glucanen.

Extractie van antigenen vond plaats van de andere helft van het filter, in 10 ml fosfaat-gebufferd fysiologisch zout (PBS) (Houba et al., 1996), met achtereenvolgens:

- 2 min. vortexen;
- 15 min. ultrasonificatie;
- 2 min. vortexen, gevolgd door 60 min. schudden in een schudmachine;
- 15 min. centrifugeren bij 2800 x G.
- Na centrifugering werd het filterpellet m.b.v. een glazen pasteurpipet verder op de bodem van de buis 'uitgeperst', en werd de centrifugering herhaald, waarna tenslotte monsters van het supernatant werden uitgevuld en ingevroren bij -20°C, voor nadere analyse.

Analyses

Endotoxines werden gemeten m.b.v. een kinetische Limulus Amebocyt Lysaat (LAL) test (Douwes et al., 1995), en β -(1->3)-glucanen met een specifieke inhibitie enzym inhibitie assay EIA met affiniteits-gezuiverde polyclonale konijn IgG anti- β -(1->3)-glucaan antistoffen (Douwes et al., 1996). Tarwe, gerst en soja anti- c.q. allergenen werden gemeten m.b.v. specifieke inhibitie IgG₄ EIAs met pools van humane sera met eens sterke IgG₄ reactie op het betreffende antigeen (Hollander et al., 1994; Houba et al., 1996). Eiwit werd gemeten m.b.v. de Lowry methode met als standaard runder serum albumine, en koolhydraten m.b.v. de zgn. Dubois methode (Dubois, 1956). De concentraties gemeten in de filterextracten werden, aan de hand van het bemonsterd volume buitenlucht (250-400 m³) en het extractie-volume (20 resp. 10 ml), omgerekend naar gemiddelde luchtconcentraties.

Statistische analyses

Van de gemeten waardes zijn voor elk meetpunt de rekenkundige en geometrische gemiddelden, en de mediane concentraties berekend van elk van de gemeten componenten. Ook is gekeken naar de verschillen tussen de op dezelfde dag op verschillende punten gemeten concentraties, en nagegaan in hoeverre deze verschillen systematisch afweken van 0. In het bijzonder is een antwoord gezocht op de vraag of van een of meer componenten de concentraties significant hoger waren op een meetpunt dichtbij de fabriek (punt A), vergeleken met het controle meetpunt (punt C).

RESULTATEN

In totaal werden op 19 dagen metingen verricht. O.a. vanwege de regenachtige weersomstandigheden gedurende de zomermaanden in 2000 konden echter niet alle op deze 19 meetdagen verzamelde monsters worden verwerkt. Ook begaf het GROMOZ apparaat het op locatie B na enkele meetdagen, eveneens vanwege de regen. Slechts op twee meetdagen werd een N/O wind geregistreerd. Gedurende de natte zomer van 2000 kwam de wind overwegend uit het westen.

In de bijlagen 2 t/m 6 staan voor alle monsters de berekende luchtconcentraties vermeld van respectievelijk totaal stof, endotoxine, eiwit, koolhydraten en glucanen. In de laatste kolom staat het berekende verschil tussen de concentraties op locaties A en C (respectievelijk dichtbij en verder van de veronderstelde bron).

Op basis van deze resultaten zijn voor alle vijf parameters gemiddelden, standaarddeviaties en mediane waarden uitgerekend voor locaties A, B (slechts voor 6 meetdagen) en C.

Tabel 1: *Vergelijking van de gemiddelde concentraties \pm standaarddeviatie (SD) en midiane concentraties op locatie A (direct naast, aan de westzijde van de mengvoederfabriek), locatie B (ten westen, verder van de mengvoederfabriek) en locatie C (ten oosten, op ruime afstand van de bron) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,000001 gram per m^3) en EU/m^3 (EU komt overeen met gecertificeerde standaard van *E.coli* endotoxine en komt ongeveer overeen met 0,000000001 gram per m^3).*

	Locatie A n = 17	Locatie A n = 17	Locatie B n = 6	Locatie B n = 6	Locatie C n = 17	Locatie C n = 17
	Gem. \pm SD	Mediaan	Gem. \pm SD	Mediaan	gem. \pm SD	Mediaan
Totaal stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,18 \pm 16,54	38,05	37,56 \pm 30,73	28,01	48,88 \pm 21,98	45,91
Endotoxine (EU/m^3)	8,84 \pm 11,29	4,15	4,68 \pm 5,57	2,96	11,43 \pm 12,82	4,20
Eiwit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,56 \pm 0,32	0,59	0,40 \pm 0,32	0,25	0,77 \pm 0,53	0,75
Glucanen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,28 \pm 0,26	0,17	0,14 \pm 0,10	0,14	0,28 \pm 0,26	0,21
Koolhydra- ten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,33 \pm 0,38	1,36	1,32 \pm 0,67	1,13	1,69 \pm 0,61	1,81

Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde concentraties op de locatie A (ten westen, dichtbij bron) en locatie C (ten oosten, verder van bron) vergelijkbaar zijn. Dichtbij de fabriek zijn de waardes gemiddeld zelfs lager dan op locatie C, maar deze verschillen zijn verre van significant: de verschillen tussen de gemiddelden en medianen zijn in het algemeen veel kleiner dan de SDs voor waarden gevonden op één meetpunt.

De gemiddelde concentraties zijn het laagst op locatie B, maar hier is slechts enkele dagen gemeten. Uit bijlage 2 blijkt dat juist op die betreffende meetdagen de concentraties op alle 3 locaties relatief laag zijn. Voor de eerste 4 meetdagen is de totale stof concentratie gemiddeld 27,12 25,18 en 40,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor respectievelijk de locaties A B en C.

Tabel 2 toont de gemiddelde en mediane waarden voor de verschillen in concentraties op punten A en C. Geen van de verschillen was significant verschillend van 0 over de periode van 16 dagen waarvoor van zowel A als C een monster geanalyseerd kon worden.

Tabel 2: *Gemiddelde en mediane verschillen tussen concentraties gemeten op dezelfde dag (n=16 dagen) op locaties A en C. Alle concentratie(verschillen) in microgram /m³, behalve die voor endotoxine (EU/m³).*

Component	Verschil Concentratie (A) – Concentratie (C)	
	Gemiddelde (± SD)	Mediaan
Totaal stof (µg/m ³)	- 5,31 (± 10,24)	- 1,67
Endotoxine (EU/m ³)	- 2,92 (± 14,95)	- 0,61
Eiwit (µg/m ³)	- 0,20 (± 0,35)	- 0,15
Koolhydraat (µg/m ³)	- 0,36 (±0,50)	- 0,26
Glucanen (µg/m ³)	+ 0,01 (± 0,08)	+ 0,02

Als de waarden gemeten op verschillende punten op een reeks dagen worden vergeleken, dan blijkt dat voor de meeste parameters een zeer significante correlatie kon worden gevonden (Tabel 3). Met andere woorden: concentraties van organisch stof in de buitenlucht vertoonden een duidelijke dag-tot-dag variatie die echter onafhankelijk lijkt van (punt)bronnen in of rond Doetinchem zelf. Kennelijk zijn er andere factoren die de concentraties (organisch) stof in de lucht doen toe- en afnemen, onafhankelijk van de mengvoederfabriek (de veronderstelde puntbron).

Tabel 3: *Correlaties (Pearson's R) tussen niet- en log-getransformeerde waarden van totaal stof, endotoxine, eiwit, koolhydraat en glucanen gemeten in de lucht op dezelfde dagen (n=16) op meetpunten A en C*).*

Component	R (lineair)	R (log-log)
Totaal stof	0,82	0,72
Endotoxine	0,27	0,58
Eiwit	0,80	0,69
Koolhydraten	0,62	0,71
Glucanen	0,96	0,89

*) Voor slechts 4 meetdagen konden ook de concentraties op punt B vergeleken worden met die op locaties A en C.

Alle correlaties zijn zeer significant ($p < 0.01$) m.u.v. die voor endotoxine (lineair). Vergelijkbare correlaties werden gevonden, in verschillende gevallen echter niet significant i.v.m. de geringe aantallen (hier niet getoond).

Specifieke IgG₄ inhibitie immunoassays werden toegepast voor het meten van soja, tarwe, en mais-eiwitten in de extracten: bekende mengvoeder componenten alle tevens potentiële allergenen. In geen van de filters konden concentraties van deze componenten boven de detectielimiet worden aangetoond.

DISCUSSIE

Er is tot heden, ook internationaal, nog weinig ervaring met het meten van organisch stof componenten in de buitenlucht, op enkele zeer specifieke uitzonderingen na, zoals de meting van soja allergenen rond de haven van Barcelona. De hier toegepaste meetopzet en technieken kunnen dan ook niet als een gestandaardiseerde meetmethode worden beschouwd. Gegevens m.b.t. afvangkarakteristieken, reproduceerbaarheid, sensitiviteit etc. zijn niet of slechts m.b.t. de laboratorium-assays voorhanden. De gemeten concentraties moeten daarom wellicht meer als indicatief voor een orde van grootte dan als absolute waarden worden geïnterpreteerd. Anderzijds is er geen reden om verschillen tussen gemeten concentraties in afgevangen stof niet direct te vertalen als vergelijkbare verschillen in concentraties in de bemonsterde lucht. Dus binnen een reeks metingen als deze, uitgevoerd binnen een beperkte meetperiode en op twee dicht bij elkaar gelegen locaties, kunnen in ieder geval voldoende onderlinge vergelijkingen gemaakt worden. Daarbij leveren b.v. de sterke correlaties tussen concentraties gemeten op de beide meetpunten een sterk argument, dat de 'ruis' in een meetmethode als deze acceptabel is in verhouding tot de tussen de filters en dagen gevonden verschillen, dus dat de variantie voor de verschillende parameters voor een belangrijk deel inderdaad verklaard wordt door werkelijke verschillen in luchtconcentraties.

Uit de gemeten waardes (Tabel 1 en Bijlage 2 t/m 6) blijkt dat op geen enkele wijze een effect van emissie van het mengvoederbedrijf kon worden aangetoond, ook niet als rekening wordt gehouden met de windrichting. Meetpunten waren zo gekozen dat een substantiële bijdrage van emissies van het bedrijf zou moeten leiden tot aantoonbaar hogere luchtconcentraties van organisch stof op locatie A, in vergelijking met het controle punt C. In feite waren echter de gemiddelde concentraties op punt C zelfs iets hoger dan op punt A, en het gemiddelde verschil voor concentraties gemeten op dezelfde dag negatief (Tabel 1 en 2). Deze verschillen tussen A en C (en ook die tussen A en B en tussen B en C) waren echter gering en niet significant. Voorts kon ook op basis van de meting van specifieke eiwit allergenen in de luchtstofmonsters – alle waarden bleven onder de detectielimieten – geen bijdrage van mengvoedercomponenten aan organisch stofconcentraties in de buitenlucht worden aangetoond.

Deze resultaten zijn vrijwel identiek met de uitkomsten van een eerder onderzoek naar luchtconcentraties van organisch stof rond een mengvoederfabriek in Markelo (Doekes en Spithoven, 1997). Ook in die studie, uitgevoerd met twee meetlocaties aan weerszijden, op ~300 m van de fabriek, konden geen verhoogde concentraties worden aangetoond op het meetpunt dat zich benedenwinds bevond, en daarom als 'belast' werd gedefinieerd. Allergeenconcentraties waren wel incidenteel aantoonbaar, zonder dat er echter sprake was van een relatie met de plaats t.o.v. de fabriek.

Een andere overeenkomst met de studie in Markelo, en ook met een eerdere studie rond een drogerij in Steenbergen (Knuijt et al., 1995), is de opmerkelijk sterke correlatie die voor diverse componenten gevonden kan worden tussen concentraties gemeten op twee verschillende locaties, maar op dezelfde dag (Tabel 3). Er is kennelijk sprake van zeer reële dag-tot-dag verschillen in de buitenlucht-concentraties van organisch stof, maar deze vertonen in veel minder mate variatie in de ruimte (dus verschillen tussen locaties) op een schaal als in deze studies – dus met onderlinge afstand tussen de meetpunten van 0.5-1 km -, en zijn dus relatief onafhankelijk van lokale bronnen.

In een eerder onderzoek naar verspreiding van organisch stof rond een soja fabriek in Utrecht (van Strien et al., 1995), waarin ook gebruik werd gemaakt van GROMOZ apparatuur, konden duidelijk verhoogde concentraties soja allergeen worden aangetoond op het terrein direct bij de fabriek. Ook in dat onderzoek was echter geen sprake van aantoonbaar verhoogde allergeenconcentraties in de woonwijken direct naast de fabriek.

De absolute concentraties aan totaal stof zijn in Doetinchem iets lager, maar vergelijkbaar aan de gemiddelde gemeten totaal stof concentraties rond het mengvoederbedrijf te Markelo (Ov) in de periode augustus - oktober 1996. Hier werd ongeveer $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ totaal stof gemeten (Doekes en Spithoven, 1997) tegenover $44,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Doetinchem (gemiddelde locatie A en C gedurende de meetdagen).

Te Doetinchem waren concentraties eiwit en koolhydraten in het afgevangen stof lager dan in Markelo. In Markelo werd gemiddeld ongeveer $2,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eiwit en $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ koolhydraten (Doekes en Spithoven, 1997) gemeten tegenover ongeveer $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eiwit, $1,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ koolhydraten te Doetinchem (gemiddelde locatie A en C gedurende de meetdagen).

De concentraties glucanen te Markelo en Doetinchem waren ongeveer vergelijkbaar: respectievelijk $0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ glucanen te Markelo (Doekes en Spithoven, 1997) en $0,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ glucanen te Doetinchem (gemiddelde locatie A en C gedurende de meetdagen).

De gemiddelde concentratie aan endotoxines was te Doetinchem opvallend hoger dan in Markelo. In het bijzonder geldt dit voor de gemiddelden, als gevolg van een paar hoge uitschieters, en minder voor de mediane waarden. Opvallend was daarnaast dat de gemeten concentraties endotoxine de minste correlatie vertoonden met die van de diverse andere componenten (Tabel 3).

Verklaringen voor voor deze wat afwijkende resultaten m.b.t. endotoxines kunnen gezocht worden in (a) technische problemen in de uitvoering van de lab-analyses, waarbij extracten in feite in een te geringe verdunning waren getest, de reproduceerbaarheid te wensen overliet, en waarschijnlijk hierdoor een aantal waarden overschat zijn; (b) het feit dat in deze studie, in tegenstelling tot de eerdere studies, de filters en stofresten na extractie bij lagere centrifugesnelheid (1,000 g ipv. 2,500 g) waren gescheiden van het supernatant. In recente experimenten met huisstof extracten is gebleken dat op deze wijze bijna 2x zoveel endotoxine activiteit kan worden gevonden in het supernatant, waarschijnlijk omdat een belangrijk deel van de endotoxine geassocieerd is met kleine deeltjes welke alleen bij hogere snelheden van het supernatant gescheiden worden. Een en ander zou betekenen dat in werkelijkheid de endotoxine concentraties in Doetinchem niet wezenlijk hoger waren dan in de eerdere studies op andere locaties.

De gevonden concentraties aan eiwit, koolhydraten en glucanen waren ook vergelijkbaar met die welke eerder gevonden zijn in het onderzoek uitgevoerd in augustus - oktober 1994 rond een drogerij in Steenbergen (Brabant) (Knuit, et al., 1995). In Steenbergen werden geometrische gemiddelden van b.v. totaal stof $60-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, endotoxines $0,7-1,0 \text{ EU}/\text{m}^3$ eiwit $8-11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en koolhydraten $3-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten (Knuit et al., 1995). O.g.v. die meetserie van 24 dagen werd geconcludeerd dat er op enkele (2-4) dagen sprake was geweest van een duidelijke bijdrage van het bedrijf aan stof- en endotoxineconcentraties. Op de meeste dagen was dit echter niet het geval, terwijl er net als in Doetinchem en Markelo voor de diverse componenten duidelijke correlaties werden gevonden tussen beide meetpunten, en dus geconcludeerd werd dat variaties in de 'achtergrond' concentraties vooral bepalend waren voor de meting van de totaal stof, endotoxines, eiwit en koolhydraten.

Voor 'organisch stof', c.q. daarin veel voorkomende componenten, zijn voor de buitenlucht geen specifieke normen geformuleerd. Voor fijnstof is wel een advieswaarde opgesteld, namelijk een grenswaarde van een jaargemiddelde concentratie van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, met als daggemiddelde een grenswaarde van $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze laatste waarde werd in Doetinchem niet gemeten, maar de gemiddelde gemeten totaal stofwaarden liggen rond de grenswaarde van de jaargemiddelde concentratie.

Uit een onderzoek in opdracht van de Gemeente Doetinchem blijkt dat in juni en oktober en november 1997 de gemiddelde fijnstofconcentratie in Doetinchem $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. De gemiddelde concentratie in referentiegebied Eibergen bedroegen gedurende dezelfde periode $38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Buro Blauw, 1998).

Voor één van de genoemde componenten (n.l. bacteriële endotoxines) is een wettelijk vastgelegde norm voor blootstelling in de werkomgeving in voorbereiding; ondanks een eerder advies voor een gezondheidkundige advieswaarde van $50 \text{EU}/\text{m}^3$ zal deze norm, met het oog op wat thans technisch realiseerbaar is, vooralsnog op $200 \text{EU}/\text{m}^3$ gesteld worden. Deze voor het werkmilieu voorgestelde norm zal waarschijnlijk (veel) te hoog zijn voor toepassing in de algemene bevolking, waaronder risicogroepen als astma- en andere CARA patiënten, zeer jonge kinderen, chronisch zieken en ouderen. In de hier gevonden buitenluchtmetingen werden de as. MAC waarde, maar ook de advieswaarde echter geen enkele maal overschreden.

Onbekend is of de meetperiode representatief is. Er zijn geen gegevens verzameld over de hoeveelheid en aard van de productie en/of overslag in de meetperiode of andere perioden. Al eerder werd opgemerkt dat het in de maanden juli en augustus opvallend regenachtig weer was, waarbij de wind voornamelijk uit westelijke richting kwam.

Een kritiekpunt op de onderzoeksopzet is dat er slechts op twee (en enkele dagen op drie) locaties is gemeten. Er is nauwelijks iets bekend over het verspreidingsgedrag van organische stofdeeltjes rond een puntbron. Het kan best zijn dat stofdeeltjes niet vlak bij de puntbron neerslaan, terwijl de geuremissie juist nabij de bron het best is waar te nemen.

Ook zou in verband met activiteiten rond het bedrijf zoals transport er misschien ook deels van een meer diffuse bron sprake kunnen zijn. Dan zou de belasting dicht bij het bedrijf het hoogste moeten zijn.

Er is geen aandacht besteed aan vluchtige organische verbindingen. Organische verbindingen zijn verantwoordelijk voor geurhinder en in principe niet uit te sluiten als potentiële oorzaak van gezondheidsklachten. Tot op heden zijn in populatie studies dergelijke effecten nog niet aangetoond.

Samenvattend kan echter wel worden geconcludeerd dat op basis van de hier gerapporteerde concentraties het niet aannemelijk is dat emissies van organisch stof van de mengvoederbedrijven te Doetinchem frequent bij omwonenden aanleiding zouden geven tot gezondheidseffecten zoals die in relatie tot organisch stof belasting in de literatuur beschreven zijn.

LITERATUUR

Antó, J.M., J. Sunyer, R. Rodriguez-Roisin, M. Suarez-Cervera, L. Vazques and the Toxicoepidemiological Committee (1989).

Community outbreaks of asthma associated with inhalation of soybean dust.
N Engl J Med 1989; 320: 1097-1102.

Doekes, G., J.J.G. Spithoven (1997).

Organisch stof in de buitenlucht rond een mengvoederbedrijf; metingen in de omgeving van CLV West-Twente te in Markelo (Ov.) om de periode augustus-oktober 1996.

Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer (no. 1997-283).

Douwes, J., et al. (1995).

Influence of various dust sampling and extraction methods on the measurement of airborne endotoxin.

Appl Environ Microbiol 61: 1763-1769.

Douwes, J., et al. (1996).

Measurement of β -(1-3)-glucans in occupational and home environments with an inhibition enzyme immunoassay.

Appl Environ Microbiol 62: 3176-3182.

Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, F. Smith (1956).

Colorimetric method for determination of sugars and related substances.

Anal Chem 1956; 28: 350-356.

Hollander, A., D. Heederik, P. Versloot, J. Douwes (1994)

Inhibition and Enhancement in the Analysis of Airborne Endotoxin Levels in Various Occupational Environments.

Am Ind Hyg Assoc J 54: 647-653.

Houba, R. (1996).

Occupational respiratory allergy in bakery workers; relationships with wheat and fungal α -amylase aeroallergen exposure.

Landbouwniversiteit Wageningen, Proefschrift.

Knuit, C.G.M., A.D. Wientjes, G. Doekes (1995).

Organisch stof concentraties in de buitenlucht in de omgeving van een drogerij.

Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer (no. 1995-477).

Smid, T. (1993).

Exposure to organic dust and respiratory disorders; an epidemiological study in the animal feed industry.

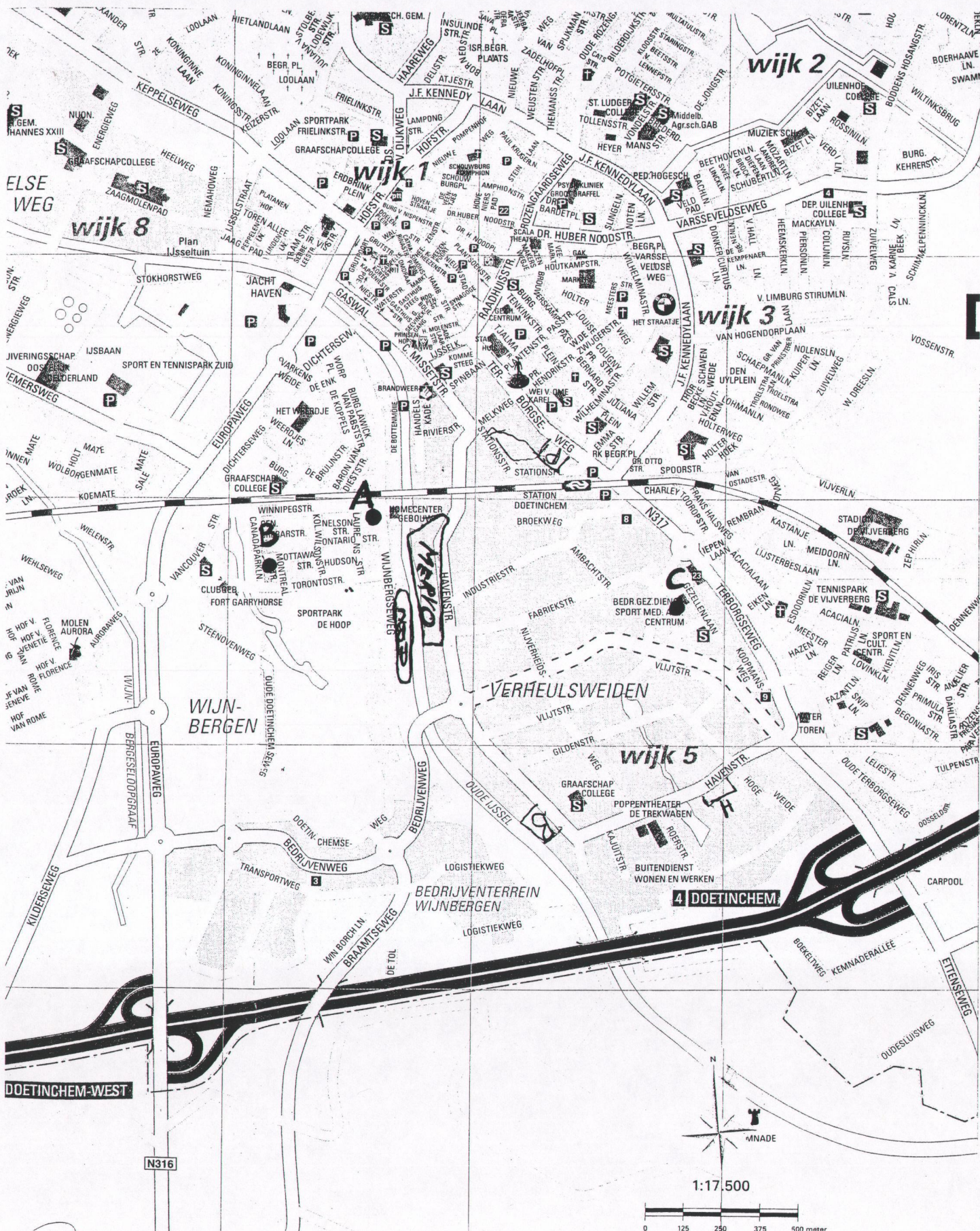
Landbouwniversiteit Wageningen, Proefschrift.

Strien, R. van, et al. (1995)

Een epidemiologisch onderzoek naar de invloed van de uitstoot van stof door een
sojafabriek op de gezondheid van omwonenden.

Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Humane Epidemiologie en
Gezondheidsleer (no. 1995-478).

BIJLAGE 1: De 3 meetlocaties rond de mengvoederfabriek MERVO te Doetinchem



BIJLAGE 2: Concentraties totaal stof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Punt A	Punt B	Punt C	Windricht. 's ochtends	Windricht. 's middags	Conc. Verschil A - C
19-07	16,42	13,69	44,25	N/W	N/W	- 27,84
20-07	21,24	20,39	34,05	N	N/W	- 12,81
21-07	30,71	29,52	48,22	N/W	N/W	- 17,50
22-07	40,09	37,12	34,74	N	N	5,35
24-07	38,93		52,47	N/O	N/O	- 13,54
25-07		26,50		N/O	N	
27-07		98,13	105,67	Z/ZW	Z/ZW	
31-07	83,88		85,30	W	W/NW	- 1,42
01-08	61,18		63,09	Z/ZW	Z/W	- 1,91
07-08	34,47		26,90	N/W	N/W	7,57
08-08	42,81			N/W	N/W	
09-08	34,37		32,87	N	Z	1,50
11-08	49,84		69,33	N/W	N/W	- 19,49
12-08	53,05		52,76	N	W	0,29
15-08	38,05		47,43	Z/W	N/W	- 9,38
16-08	51,47		45,91	Z/W	Z/W	5,55
17-08	34,06		33,61	Z/W	Z/W	0,45
18-08	34,16		36,14	Z/W	Z/W	- 1,98
21-08	18,40		18,22	N/O	N/O	0,18
GEM.	40,18	37,56	48,88			
SD	16,54	30,73	21,98			
GM	37,12	30,44	44,79			
Median	38,05	28,01	45,91			

BIJLAGE 3: Concentraties Endotoxines (EU/m³)

Datum	Punt A	Punt B	Punt C	Conc. Verschil A - C
19-07	3,42	2,56	4,20	- 0,78
20-07	1,26	15,76	2,86	- 1,60
21-07	12,43	3,67	28,02	- 15,59
22-07	4,15	2,59	0,91	3,24
24-07	3,82		29,11	- 25,28
25-07		3,34		
27-07		0,13	1,84	
31-07	0,10		0,53	- 0,43
01-08	12,44		40,89	28,45
07-08	2,25		1,62	0,63
08-08	4,44			
09-08	6,57		3,87	2,80
11-08	2,22		29,28	- 27,07
12-08	0,77		2,61	- 1,85
15-08	23,53		8,00	15,53
16-08	41,71		20,04	21,67
17-08	0,90		9,16	- 8,26
18-08	24,79		8,99	15,80
21-08	5,36		2,41	2,96
GEM.	8,84	4,68	11,43	
SD	11,29	5,57	12,82	
GM	3,95	2,36	5,61	
Median	4,15	2,96	4,20	

BIJLAGE 4: Concentraties eiwit ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Punt A	Punt B	Punt C	Conc. Verschil A - C
19-07	0,13	0,24	0,68	- 0,55
20-07	0,33	0,20	0,23	0,09
21-07	0,16	0,16	0,32	- 0,16
22-07	0,28	0,26	0,35	- 0,07
24-07	1,05		2,40	- 1,35
25-07		0,53		
27-07		0,99	0,97	
31-07	0,81		0,87	- 0,06
01-08	1,21		1,42	- 0,21
07-08	0,23		0,48	- 0,25
08-08	0,61			
09-08	0,42		0,56	- 0,14
11-08	0,78		1,04	- 0,26
12-08	0,74		0,90	- 0,16
15-08	0,59		0,75	- 0,15
16-08	0,80		0,76	0,04
17-08	0,77		0,85	- 0,08
18-08	0,31		0,41	- 0,10
21-08	0,33		0,15	0,19
GEM.	0,56	0,40	0,77	
SD	0,32	0,32	0,53	
GM	0,47	0,32	0,63	
Median	0,59	0,25	0,75	

BIJLAGE 5: Concentraties glucanen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Punt A	Punt B	Punt C	Conc. Verschil A - C
19-07	0,02	0,03	0,03	- 0,01
20-07	0,10	0,12	0,04	0,05
21-07	0,09	0,10	0,02	0,06
22-07	0,11	0,14	0,09	0,02
24-07	0,67		0,75	- 0,09
25-07		0,15		
27-07		0,33	0,39	
31-07	0,58		0,72	- 0,14
01-08	0,93		0,78	0,15
07-08	0,09		0,21	- 0,12
08-08	0,18			
09-08	0,14		0,09	0,05
11-08	0,38		0,34	0,04
12-08	0,56		0,45	0,12
15-08	0,24		0,23	0,01
16-08	0,25		0,28	- 0,03
17-08	0,17		0,16	0,01
18-08	0,08		0,13	- 0,05
21-08	0,08		0,05	0,03
GEM.	0,28	0,14	0,28	
SD	0,26	0,10	0,26	
GM	0,18	0,11	0,17	
Median	0,17	0,13	0,21	

BIJLAGE 6: Concentraties koolhydraten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Punt A	Punt B	Punt C	Conc. Verschil A - C
19-07	1,09	1,62	1,22	- 0,13
20-07	1,13	0,83	1,88	- 0,75
21-07	0,70	0,71	1,27	- 0,57
22-07	1,05	0,94	1,01	0,04
24-07	1,83		2,91	- 1,08
25-07		1,31		
27-07		2,49	1,93	
31-07	1,56		1,81	- 0,25
01-08	2,03		2,31	- 0,28
07-08	1,04		1,09	- 0,05
08-08	1,42			
09-08	0,91		1,85	- 0,94
11-08	2,44		1,74	0,71
12-08	1,38		1,58	- 0,20
15-08	0,86		0,95	- 0,09
16-08	1,37		1,95	- 0,58
17-08	1,66		1,93	- 0,27
18-08	1,36		2,68	- 1,32
21-08	0,69		0,68	0,01
GEM.	1,33	1,32	1,69	
SD	0,48	0,67	0,61	
GM	1,25	1,2	1,59	
Median	1,36	1,13	1,81	

