

# Full paper

## Beheersmaatregelen in de bakkerij

Een interventiestudie naar de effectiviteit van stofbeheersing

T. Rens<sup>1</sup>, V. Zaat<sup>2</sup> en R. Houba<sup>2</sup>

### Samenvatting

Beroepsgebonden allergische luchtwegklachten komen veelvuldig voor in de meelverwerkende sectoren. Onderzoek wijst uit dat tot 25% van de werknemers gesensibiliseerd kan zijn tegen meelstof allergenen. Sensibilisatie is een belangrijke voorspeller voor de ontwikkeling van allergie. Sensibilisatie is daarom ook voor de Sociaal Economische Raad (SER) en de Gezondheidsraad het kritische effect om de hoogte van een eventuele grenswaarde vast te stellen. Op dit moment wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om een grenswaarde voor meelstof van 0,12 mg/m<sup>3</sup> (8 uur TGG) in te voeren.

Het doel van dit onderzoek was om inzicht te krijgen in de blootstelling aan meelstof bij werknemers in de bakkerijsector voor en na het invoeren van bron- of ruimteafzuiging, en om na te gaan in welke mate het implementeren van beheersmaatregelen kan bijdragen aan het kunnen voldoen aan deze voorgestelde grenswaarde.

Het onderzoek bestond uit drie verschillende interventies bij drie verschillende bakkerijen. Bij elke interventie werden metingen voor en na installatie van de afzuiging gedaan. Persoonlijke blootstellingsmetingen werden aangevuld met stationaire metingen. Per meting werd zowel de concentratie inhaleerbaar stof als de concentratie tarweallergenen in de lucht bepaald.

De resultaten laten een duidelijke afname van de persoonlijke blootstelling zien bij toepassing van bronafzuiging, met een gemiddelde daling van de persoonlijke daggemiddelde blootstelling tussen de 68% en de 76%. Ruimteafzuiging met gebruik van elektrostatische filters bleek de persoonlijke stofblootstelling van de bakkers niet te verlagen. Wel was er een meetbare verlaging in de achtergrondconcentratie van meelstof van gemiddeld 33%. Opvallend genoeg werd een overall stijging van de concentratie tarweallergenen geconstateerd na installatie van de ruimteafzuiging, al was de spreiding in gemeten concentraties zeer groot. Uit de mate van reductie in de blootstelling bij gebruik van bronafzuiging kan afgeleid worden dat de deegkuipen en stortpunten belangrijke bronnen van blootstelling zijn. Ondanks de

### Abstract

Occupational allergic respiratory symptoms are common in the flour processing industries. Research shows that up to 25% of the workers can be sensitized against typical allergens in flour. Sensitization is an important predictor for the development of allergy. Therefore for the Social and Economic Council of the Netherlands (SER) and the Dutch Health Council the risk of sensitization is the critical effect of exposure to flour dust with regard to establishing an occupational exposure limit (OEL) for flour dust. At this moment the SER is conducting a feasibility study for introducing an OEL of 0.12 mg/m<sup>3</sup> (8 hour TWA).

The aim of this study is to get insight into the personal exposure to flour dust of bakery workers before and after the installation of the control measures, specifically local and general ventilation.

The study consisted of three separate intervention studies in three different bakeries. In each study, exposure was measured before and after the installation of ventilation equipment. Personal exposure measurements were supplemented with stationary measurements. For each measurement the concentration of inhalable dust and wheat allergens was determined.

The results show a clear decrease in personal exposure with the use of local ventilation, with an average decrease in full-shift personal exposure levels between 68% and 76%. General area ventilation with electrostatic filters showed no decrease in personal exposure levels of bakery workers, although the background concentration of flour dust showed a decrease of 33%. Unexpectedly, an increase of wheat allergen concentrations was observed after installation of general area ventilation with electrostatic filters, although the variability of the results was large. The levels of exposure reduction show that dough barrels and dumping of ingredients are important sources of exposure. Despite the effective introduction of the control measures (intervention), the observed exposure levels of flour dust still frequently lie above the proposed OEL of 0.12 mg/m<sup>3</sup>. Realization of personal exposure levels below 1.2 mg/m<sup>3</sup>, the alternative as proposed by the sector, will perhaps be feasible in the long term. To be able to reach this exposure level, a comprehensive package of control

<sup>1</sup> arbeidshygiënist, Nederlands Bakkerij Centrum (NBC), Wageningen

<sup>2</sup> arbeidshygiënist, Nederlands Kenniscentrum voor Longaandoeningen (NKAL) & Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Universiteit Utrecht

effectieve interventie bleek de blootstelling aan meelstof meestal nog boven de voorgestelde grenswaarde van 0,12 mg/m<sup>3</sup> meelstof te liggen. Het realiseren van een persoonlijk blootstellingsniveau beneden 1,2 mg/m<sup>3</sup>, het niveau dat door een aantal sectoren is voorgesteld als haalbaar alternatief, zou op termijn wellicht wel mogelijk zijn. Hiervoor is de implementatie van een breed pakket van maatregelen nodig, omdat ook andere bronnen bijdragen aan de blootstelling van een bakker.

Dit onderzoek geeft inzicht in de mate van reductie in blootstelling bij het installeren van afzuiging in bakkerijen. Gezien de beperkte omvang van de meetseries is aanvullend onderzoek gewenst. Verder wordt aanbevolen om:

- In kaart te brengen wat de kosten zijn in relatie tot de behaalde reductie.
- Te kijken naar de meest effectieve manier van installatie (capaciteit, duur van afzuiging, etc.).
- Over de hele linie van de arbeidshygiënische strategie onderzoek te doen naar het effect van beheersmaatregelen.
- Een meerjarenplan op te stellen met de branches om toepassing van bewezen effectieve aanpassingen te stimuleren.
- Het effect van ruimteafzuiging met elektrostatische filters op de blootstelling aan tarweallergenen nader te onderzoeken.

## 1 Inleiding

In de bakkerijsector worden ongeveer 10.000 werknemers blootgesteld aan meelstof. De functies met de hoogste blootstelling zijn broodbakker, brood- en banketbakker, deegmaker en medewerker technische dienst (de Pater et al., 2003). De blootstelling van deze werknemers wordt gemiddeld voor ongeveer 75% bepaald door piekblootstellingen, zoals tijdens het storten van meel (Meijster et al., 2008). Bekende allergenen in meelstof zijn: tarwe, rogge en enzymen zoals alfa-amylase. Omdat de allergenen van de verschillende graansoorten vaak weinig van elkaar verschillen, is er regelmatig sprake van kruisreacties.

Het belangrijkste risico van blootstelling aan meelstof is het ontwikkelen van sensibilisatie en allergie tegen één van de graansoorten of enzymen. Beroepsastma kan uiteindelijk het gevolg zijn. In een onderzoek in Nederland onder 270 werknemers in 4 verschillende meelverwerkende sectoren (ambachtelijke bakkerijen, industriële bakkerijen, meelmaalderijen en grondstofproducenten) werden blootstellingsmetingen gecombineerd met onderzoek naar sensibilisatie. In totaal bleek 25% van de blootgestelde medewerkers gesensibiliseerd te zijn voor meelstofallergenen (Peretz et al., 2005). Verschillende studies tonen aan dat er bewijs is voor een relatie tussen de hoogte van de blootstelling en het risico op IgE gemedieerde sensibilisatie (Vandenplas,

measures is necessary, since multiple sources contribute to the overall exposure.

This study provides insight into the possible reduction in exposure levels when installing a couple of technical control measures. However, due to the limited size of the measurement series, additional research is still needed. Furthermore, it is recommended to:

- Assess the costs of ventilation in relation to the achieved reduction.
- Examine the most effective way of installation of such control measures (such as the ventilation capacity).
- Examine the effect of a variety of control measures: technical, organizational, personal protective equipment.
- Establish a long-term plan with the industry sectors to encourage application of proven effective control measures.
- Further investigate the effect of general ventilation with electrostatic filters on the exposure to wheat allergens.

2011). Het risico op het ontwikkelen van allergie is verder persoonsafhankelijk en soms genetisch bepaald. Reductie van blootstelling aan meelstof verkleint het risico op het ontstaan van allergie en is feitelijk de enige goede maatregel om dit probleem te beheersen. Is er eenmaal sprake van klachten of sensibilisatie dan volstaat alleen zeer rigouze terugdringen van de blootstelling om verergering van klachten te voorkomen. (Meijster et al., 2011). De relatie tussen blootstelling aan meelstof en beroepsallergie was voor de overheid in 1997 aanleiding om samen met de betrokken sectoren het Arboconvenant Grondstofallergie te sluiten, met als doel de risico's voor medewerkers te minimaliseren. In het daarop volgende sector-brede programma "Blij met Stofvrij" nam stofbeheersing een belangrijke plaats in. Daarnaast is de gezondheidsbewaking sectoraal goed verankerd. In de CAO Bakkersbedrijf is afgesproken dat werknemers 4-jaarlijks mee kunnen doen aan een gezondheidskundig onderzoek om vroege signalen van allergie op te sporen. Voor bakkers met beroepsastma zijn voorzieningen beschikbaar om hen te ondersteunen bij het zoeken naar ander werk.

De laatste jaren wordt steeds meer geïnvesteerd in ruimteafzuiging en bronafzuiging om stofblootstelling, vooral bij het storten van meel, te reduceren. Daar zijn een aantal redenen voor aan te wijzen. Soms is (beroeps)

allergie van een medewerker of van de eigenaar een aanleiding om maatregelen te treffen. Maar ook is er een tendens in de ambachtelijke bakkerij om vanuit een centrale productielocatie meerdere winkels te bevoorraden. Dit geeft ruimte om te investeren in technische maatregelen. Binnen de branche is echter niet goed bekend wat het effect van afzuiging is op de blootstelling, wat werkgevers ervan kan weerhouden dit type maatregel te introduceren. In het verleden is onderzoek gedaan naar de belangrijkste determinanten van blootstelling op basis van meetgegevens (Meijster, 2009) en zijn in het kader van het Arboconvenant Grondstofallergie reductiefactoren van verschillende beheersmaatregelen berekend (de Pater et al., 2003). Op basis daarvan werd voorspeld dat bronafzuiging de persoonlijke blootstelling met een factor 2 kon verlagen. Ruimteafzuiging had naar verwachting geen effect op de persoonlijke blootstelling. Een model is ontwikkeld om inzicht te krijgen in de kosten en baten van verschillende interventiescenario's (Meijster et al., 2011). Hoewel het niet mogelijk was om de kosten van interventies te berekenen, is aangetoond dat het reduceren van de blootstelling een financieel voordeel oplevert voor alle stakeholders (werknemers, werkgevers en maatschappij).

Om het risico op allergie te beperken heeft de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid aan de SER en de Gezondheidsraad gevraagd te adviseren of het nuttig en mogelijk is om een grenswaarde voor meelstof in te voeren. En zo ja, op welke wijze en op welk niveau deze grenswaarde ingesteld zou moeten worden. De Gezondheidsraad stelt dat er geen veilige blootstellingswaarde vastgesteld kan worden waar beneden geen sensibilisatie meer optreedt (Gezondheidsraad, 2004). De SER adviseert een streefrisiconiveau van 1% extra kans op sensibilisatie voor inhaalbare allergene stoffen te accepteren (SER, 2009). De Gezondheidsraad heeft in 2004 al berekend dat de extra kans op overgevoeligheid voor meelstof bij een bepaalde blootstelling lineair verloopt tot een blootstelling van  $3 \text{ mg/m}^3$  (8-uurs tijdgewogen gemiddelde (TGG)), en heeft op basis van het voorgestelde streefrisiconiveau een gezondheidskundige advieswaarde van  $0,12$



Figuur 1 Voor installatie afzuiging

$\text{mg/m}^3$  (8-uurs TGG) voor blootstelling aan meelstof op de werkplek afgeleid (Gezondheidsraad, 2004). Onlangs heeft de Gezondheidsraad de grenswaarde voor meelstof opnieuw geëvalueerd, waarbij ze komt tot een iets hogere gezondheidskundige advieswaarde van  $0,2 \text{ mg/m}^3$ . Op de evaluatie kon ten tijde van het schrijven van dit artikel nog worden gereageerd. Het definitieve advies wordt in de loop van dit jaar verwacht. In het huidige onderzoek is uitgegaan van het advies uit 2004.

De SER heeft een haalbaarheidsstudie uitgevoerd waarbij deze afgeleide gezondheidskundige advieswaarde het uitgangspunt was. Volgens een scenariostudie naar het effect van beheersmaatregelen, die in opdracht van de bakkerijsector door IndusTox is verricht, is een blootstelling van maximaal  $0,12 \text{ mg/m}^3$  op dit moment technisch niet haalbaar (Jongeneelen, 2013). Een blootstellingsniveau van  $1,2 \text{ mg/m}^3$  (behorende bij 10% in plaats van 1% extra kans op overgevoeligheid) zou in de meeste sectoren, met uitzondering van de ambachtelijke bakkerij, in de toekomst wel haalbaar kunnen zijn. De SER heeft de haalbaarheidsstudie afgerond en op 22 december 2016 aan de minister van SWZ geadviseerd om een grenswaarde van  $1,2 \text{ mg/m}^3$  (8-uurs TGG) in te voeren.

Het doel van dit onderzoek was om een indicatie te krijgen van de effectiviteit van een aantal beheersmaatregelen in bakkerijen en om na te gaan in welke mate het implementeren van beheersmaatregelen kan bijdragen aan het kunnen voldoende aan deze voorgestelde grenswaarde.

## 2 Methode

### 2.1 Selectie bedrijven

Leveranciers van ventilatieapparatuur zijn benaderd om binnen hun klantenbestand bakkerijen te vinden die, binnen het tijdsbestek van het onderzoek, bron- of ruimteventilatie gingen installeren. Hier kwamen drie geschikte bakkerijen uit naar voren, die hebben deelgenomen aan dit onderzoek.



Figuur 2 Na installatie afzuiging



*Figuur 3 Stortkoker en mengkuipen*



*Figuur 4 Afzuigunit (zwarte kast) boven de werktafel*

## 2.2 Beschrijving interventies

### 2.2.1 Bakkerij 1 – installatie bronafzuiging

Bakkerij 1 betrof een brood- en banketbakkerij met 90 werknemers. Voor het storten van het meel wordt gebruik gemaakt van een silo. De deegkuipen (deegkneders) zijn voorzien van een deksel, om te voorkomen dat het bloem opstuift tijdens het begin van het kneedproces.

Als interventie werd in bakkerij een afzuiging geïnstalleerd op de 3 kneders en op de stortplek voor meel uit de silo (zie figuur 1 en 2).



*Figuur 5 Gebruik zakgoed (oude situatie)*

### 2.2.2 Bakkerij 2 – installatie ruimteafzuiging

Bakkerij 2 betrof een ambachtelijke broodbakkerij met 30 werknemers. Ook in deze bakkerij wordt gebruik gemaakt van een silo en worden de deegkuipen met een deksel afgesloten tijdens het kneden.

In de bakkerij is aan de muur een afzuigunit met elektrostatische filters geplaatst (zie figuur 3 en 4). De filters zijn gemaakt van polypropyleen en worden elektrostatich geladen door de langsstromende lucht, waardoor de vezels de stofdeeltjes vasthouden. De lucht



*Figuur 6 Stortpunt en kneder met afzuiging (nieuwe situatie)*



wordt aangezogen bij de afzuigunit en de gefilterde lucht wordt uitgeblazen in de werkruimte. Er zijn 3 uitblaaspunten: linksonder, rechtsonder en bovenop de unit. De lucht wordt schuin naar voren geblazen. In deze bakkerij zijn geen bronmaatregelen getroffen.

### 2.2.3 Bakkerij 3 – installatie bronafzuiging

Bakkerij 3 is een grote industriële bakkerij waar onder andere koekjes met crème-vulling worden geproduceerd. De productie is constant gedurende 21 uur per dag. In de bakkerij werd het storten van zakken met tarwebloem vervangen door een silo met afzuiging en spiraaltransport (zie figuur 5 en 6). Silo en kneder vormen samen één installatie.

### 2.3 Meetstrategie

Op basis van een inventariserend onderzoek werd een meetstrategie opgesteld. Om een zo goed beeld te krijgen van het effect van de interventie op de 8-uurs blootstelling, zijn voornamelijk persoonlijke blootstellingsmetingen uitgevoerd, die zijn aangevuld met stationaire metingen. Daar waar sprake was van verschillende taken binnen een functie werd zoveel mogelijk gedurende 8 uur gemeten. In het geval van repeterende taken werd een representatief gedeelte van de werkdag gekozen en kon worden volstaan met een meetduur van 4 uur. Stationaire bronmetingen werden uitgevoerd om meer informatie te krijgen over het effect van de maatregel op de stofontwikkeling bij het storten van meel. Deze metingen werden uitgevoerd zo dicht mogelijk bij de stortplaats van meel. Door middel van stationaire achtergrondmetingen is beoordeeld in hoeverre de bronaanpak effect had op de stofconcentratie in de rest van de werkruimte. Deze metingen werden uitgevoerd op plekken die zover mogelijk verwijderd waren van de bekende stofbronnen.

Bij bakkerijen 1 en 2 zijn gedurende 2 werkdagen voor en na installatie van de afzuiging metingen uitgevoerd, op dezelfde werkdagen en bij dezelfde personen. Zowel bij de voor- als bij de nameting verschilden de werkzaamheden tussen dag 1 en dag 2 enigszins. Voor het beoordelen van de resultaten is er daarom voor gekozen om deze gepaard te presenteren. Er wordt steeds een voormeting met de corresponderende nameting vergeleken.

Bij bakkerij 3 werd gedurende één dag voorafgaand aan de interventie en één dag na ingebruikname van de silo's gemeten. Op beide meetdagen zijn twee meetseries uitgevoerd van elk 4 uur, wat gezien het constante productieproces als representatief kan worden beschouwd voor de blootstelling gedurende een werkdag. Er zijn persoonlijke metingen gedaan bij twee productiemedewerkers, een stationaire bronmeting en een stationaire achtergrondmeting. Tijdens de voormeting waren andere medewerkers aanwezig dan tijdens de nameting.

### 2.4 Meetmethode

De metingen zijn uitgevoerd met een draagbare pomp (Gilair; flow circa 2 l/min) en een PAS6 monsternametekop voor inhaleerbaar stof (Gezondheidsraad, 2004). De stofdeeltjes zijn opgevangen op een 25 mm teflon filter (Millipore). Tijdens elke meetdag is een veldblanco genomen waarmee de uiteindelijke meetresultaten zijn gecorrigeerd. De inhaleerbare meelstoffractie op de teflonfilters werd gravimetrisch bepaald door voor- en naweging van de filters op een analytische balans (NEN, 1994). De detectielimiet werd bepaald aan de hand van de resultaten van de naweging van de veldblanco's en bedroeg 0,054 mg/m<sup>3</sup>.

Daarnaast zijn de filters geanalyseerd op tarweallergenen. Analyse naar tarweallergenen vindt plaats via Sandwich Immuno Assay volgens het protocol dat in het kader van het Arboconvenant Grondstofallergie is beschreven door de Pater et al. (2003). De detectielimiet voor tarweallergenen was 0,20 µg/filter.

Voor het berekenen van de reductiefactoren wordt, daar waar een waarde beneden de detectielimiet uitkomt, 2/3 van de detectielimiet genomen.

## 3 Resultaten

De meetresultaten worden in tabel 1 en figuur 7 weergegeven. In de bakkerijen 1 en 3 is bij de deegmakers een afname (59%-89%) van de blootstelling aan meelstof te zien na het installeren van de afzuiging.

De gemiddelde afname van de blootstelling bij bakkerij 1 was 68%. Het blootstellingspatroon bij bakkerij 3 was voor alle meetmomenten gelijk in tegenstelling tot het blootstellingspatroon bij de bakkerijen 1 en 2. Voor deze resultaten kan het betrouwbaarheidsinterval berekend worden. Het geometrisch gemiddelde (GM) over de vier metingen bij de deegmaker van bedrijf 3 tijdens de voormeting is 3,81 mg/m<sup>3</sup> meelstof, en tijdens de nameting 0,90 mg/m<sup>3</sup>, wat gelijk staat aan een daling van 76%. De daling in gemeten concentraties meelstof tijdens het werken met silo's en afzuiging is echter niet significant (op basis van vergelijking van het 95% betrouwbaarheidsinterval van beide meetsets).

In bakkerij 2 is bij de deegmaker geen afname van de blootstelling na inschakeling van de afzuigunit in de ruimte geobserveerd. Bij de ovenist werd de blootstelling aan meelstof na inschakeling van de afzuigunit wel lager. Bij bakkerij 1 kunnen de hogere gemeten concentraties bij de deegmaker en de bronmeting op dag 2 van de voor- en de nameting worden verklaard door de grotere hoeveelheid bloem die op dag 2 werd verwerkt.

Bij bakkerij 3 werd tijdens één van de nametingen door de medewerker eipoeder opgelost in water. Eipoeder is extreem stoffig. Dit kan het relatief hoge meetresultaat van één van de nametingen verklaren.

Alle stationaire metingen lieten een daling van de concentratie meelstof zien. De grootste afname trad op

bij de locaties van de stationaire metingen bij bakkerij 1. De gemeten concentratie meelstof van één stationaire achtergrondmeting (voormeting, dag 1) was opvallend hoog. Bij deze meting was de hoeveelheid tarweallergeen per mg meelstof relatief laag ten opzichte van de andere voormetingen op diezelfde dag. Een mogelijke verklaring voor de hoge concentratie meelstof is daarom dat in de buurt van de achtergrondmeting met bijstortproducten is gewerkt. Een andere, minder plausibele, verklaring kan zijn dat er toch een vervuiling van het filter met ander stof is opgetreden tijdens het verwerken en wegen van de filters.

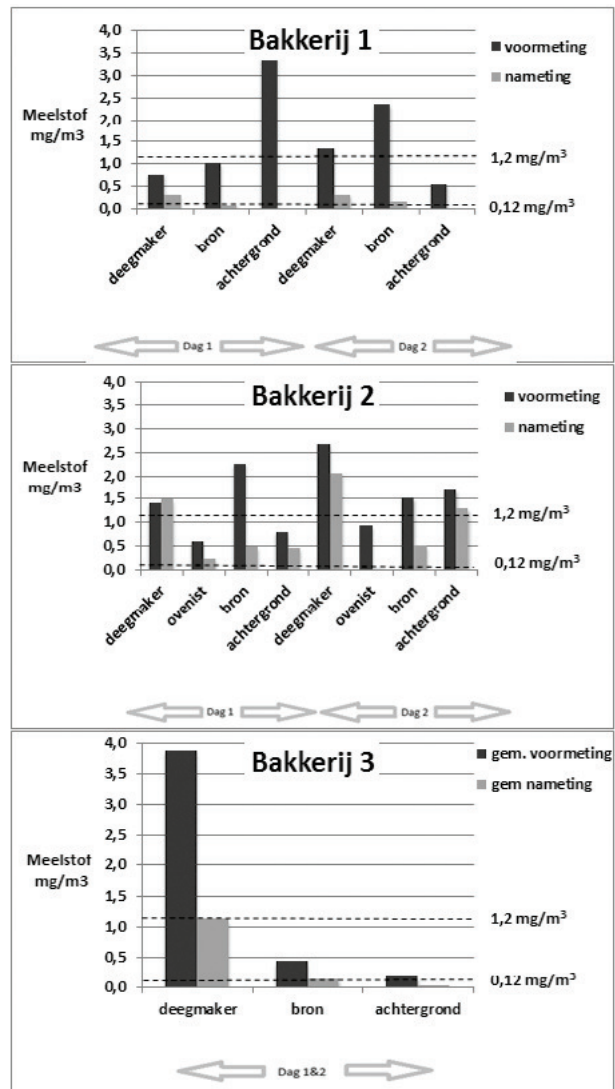
Bij bakkerij 2 valt op dat bij de stationaire meting bij de bron een grote afname van de stofconcentratie is te zien na inschakeling van de afzuigunit. De gefilterde uitblaaslucht van de afzuigunit was naar de bron gericht, wat waarschijnlijk de reden van de daling bij de bron is. De achtergrondconcentratie laat een daling zien. De achtergrondmeting was, in verband met de beperkte ruimte, geplaatst in de buurt van de kleinbroodstraat. Deze werd aan het eind van de dag schoongemaakt met perslucht. Door het gebruik van perslucht dwarrelt stof op, waardoor de daling waarschijnlijk lager is dan elders.

Bij bakkerij 1 en 3 wordt bij alle persoonlijke metingen een daling van de blootstelling aan tarweallergenen waargenomen (38%-97%). Ook voor de daling van de blootstelling aan tarweallergenen werd bij bakkerij 3 het betrouwbaarheidsinterval berekend. Het geometrisch gemiddelde was  $50,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijdens de voormeting en  $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijdens de nameting. De daling van de blootstelling aan tarweallergenen is significant, ondanks het relatief kleine aantal beschikbare metingen.

Bij bakkerij 2 valt de stijging van de concentratie tarweallergenen bij de stationaire metingen, bij de deegmaker op dag 1 en bij de ovenist op dag 2 op.

De concentratie tarweallergenen bij de achtergrondmetingen in bakkerij 3 is bij voor- en nametingen lager of iets boven de detectielimiet. Alle andere stationaire metingen bij bakkerijen 1 en 3 laten een daling van >90% zien.

Bij bakkerij 2 lijkt de concentratie tarweallergenen per milligram stof toe te nemen bij een werkende afzuiging. Wat hier de oorzaak van is, is op dit moment nog niet duidelijk. Er is bijvoorbeeld onvoldoende bekend over het effect van een elektrostatisch filter op de verschillende stoffracties in de lucht. Meer metingen en nader onderzoek is wenselijk. Een stijging van tarweallergenen verhoogt namelijk de kans op sensibilisatie en zou een ongewenst effect kunnen zijn van deze vorm van afzuiging.



Figuur 7 Meetresultaten drie bakkerijen

#### 4 Discussie en conclusies

Interventiestudies vinden (nog) weinig plaats terwijl er wel behoefte is aan kennis ten aanzien van het kwantitatieve effect van diverse beheersmaatregelen. In de eerste plaats ten behoeve van de bedrijven zelf die graag meer inzicht zouden willen in het te verwachten effect van hun investeringen. In de tweede plaats voor de brancheorganisaties die, in hun overleg met de SER over grenswaarden, meer inzicht zouden willen hebben in wat haalbare grenswaarden zijn en de investeringen die hiermee voor hun leden gepaard gaan. Tenslotte voor de adviseurs die met deze kennis gericht de bedrijven kunnen ondersteunen en adviseren.

Vanwege de beperkte onderzoeksperiode zijn een aantal pragmatische keuzes gemaakt ten aanzien van het aantal interventies en het aantal metingen per interventie. Het aantal metingen per individuele interventie is daarom beperkt en bij het beoordelen van de meetresultaten moet enige voorzichtigheid worden betracht. Zeker ten aanzien van het toetsen van de gevonden waarden aan de voorgestelde norm van de SER. Desondanks geven de

Tabel 1 Overzicht van alle meetresultaten in de 3 bakkerijen

Bakkerij	Meting	Soort meting	Voormeting		Nameting		Behaalde reductie	
			meelstof (mg/m <sup>3</sup> ) *	tarwe allergeen (µg/m <sup>3</sup> ) **	meelstof (mg/m <sup>3</sup> ) *	tarwe allergeen (µg/m <sup>3</sup> ) **	meelstof	tarwe allergeen
Bakkerij 1	Meting 1	Persoonlijk deegmaker	0,77	18,7	0,32	3,68	-59%	-80%
		Stationair bron bij deegkuip	1,02	43	0,15	3,32	-85%	-92%
		Stationair achtergrond	3,44	14,6	<LOD	<LOD	-99%	-98%
	Meting 2	Persoonlijk deegmaker	1,35	38	0,33	5	-76%	-87%
		Stationair bron bij deegkuip	2,37	67,8	0,09	3,44	-96%	-95%
		Stationair achtergrond	0,56	23,3	<LOD	<LOD	-95%	-99%
Bakkerij 2	Meting 1	Persoonlijk deegmaker	1,42	38,8	1,49	33,4	5%	-14%
		Persoonlijk ovenist	0,58 ***	1,61	0,24	8,31	-59%	416%
		Stationair bron (bij deegkuip)	2,27	16,9	0,48	18,5	-79%	9%
	Meting 2	Stationair achtergrond (kleinbroodstraat)	0,80	2,96	0,46	7,76	-42%	162%
		Persoonlijk deegmaker	2,69	25,2	2,07	33,4	-23%	32%
		Persoonlijk ovenist	0,93	3,07	0,06	1,07	-93%	-65%
Bakkerij 3	Meting 1	Stationair bron (bij deegkuip)	1,53	9,5	0,51	11,2	-67%	18%
		Stationair achtergrond (kleinbroodstraat)	1,70	8,46	1,29	21,8	-24%	157%
		Deegmaker 1	5,03	41,9	0,53	1,65	-89%	-96%
		Deegmaker 2	3,27	39,3	1,22	3,17	-63%	-92%
	Meting 2	Stationair bron (bij deegkuip)	0,59	5,06	0,13	<LOD	-78%	-98%
		Stationair achtergrond	0,18	<LOD	<LOD	<LOD	-70%	nvt
		Deegmaker 1	3,68	57,7	2,29 ****	3,91	-38%	-93%
		Deegmaker 2	3,48	70,8	0,44	2,31	-87%	-97%
		Stationair bron (bij deegkuip)	0,28	8,34	0,16	0,31	-43%	-99%
		Stationair achtergrond	0,17	<LOD	0,06	0,46	-66%	70%

\* < LOD = beneden de detectielimiet voor meelstof van 0,054 mg/m<sup>3</sup>

\*\* < LOD = beneden de detectielimiet voor tarweallergeen van 0,20 µg/filter

\*\*\* meting 6 uur

\*\*\*\* oorzaak mixen eipoeder?

meetresultaten een consistent beeld en vormen nuttige informatie over de mate van effect van de onderzochte interventies.

Uit de metingen blijkt dat de daggemiddelde stofblootstelling van de deegmakers varieerde van 0,32 tot 5 mg/m<sup>3</sup>. Deze resultaten zijn goed vergelijkbaar met resultaten uit eerdere meetstudies in deze sector. Dit suggereert dat deze studie een representatief beeld geeft van blootstellingsniveaus in de bakkerijsector.

Overall kan gesteld worden dat bronafzuiging op de deegkuipen een effectieve beheersmaatregel is. Een reductie van de gemiddelde persoonlijke blootstelling van de deegmakers van 68%-76% kan aanzienlijk worden genoemd. Andere stofbelastende werkzaamheden zorgen ervoor dat er bij de deegmakers, ondanks afzuiging, nog steeds sprake is van gezondheidskundig relevante blootstelling. Dat betekent dat installatie van bronafzuiging op de deegkuipen weliswaar een belangrijke maatregel is, maar niet de enige maatregel kan zijn. Voorbeelden van andere relevante werkzaamheden zijn het bijstorten van

producten uit zakgoed en schoonmaken. De persoonlijke blootstelling van de deegmaker is hoger als het verwerkte volume hoger is. Dit is terug te zien in het verschil tussen de meting van dag 1 en dag 2 bij bakkerij 1.

De stationaire metingen laten zien dat door de bronafzuiging op de silo en de mengkuipen, de stofconcentratie in de hele productieruimte daalt. De maatregel beïnvloedt dus ook de blootstelling van de andere werknemers in positieve zin, zoals bijvoorbeeld ovenisten.

In tegenstelling tot de bronafzuiging lijkt ruimteafzuiging nauwelijks de blootstelling te kunnen verlagen. Het ontbreken van een duidelijk positief effect van ruimteafzuiging is consistent met verwachtingen op grond van eerder onderzoek. Zoals besproken in de inleiding blijkt dat 75% van de dagblootstelling wordt veroorzaakt door piekblootstellingen als gevolg van taken en handelingen met directe blootstelling aan meelstof. Dit verklaart waarom ruimteventilatie op afstand maar een hele beperkte invloed kan hebben op de dagblootstelling

van werknemers die direct bij de “stofwolk” staan. Ruimteventilatie heeft wel een merkbare invloed op de achtergrondblootstelling (bakkerij 2: stationaire achtergrondmeting en meting bij de ovenist die een deel van zijn werkzaamheden op afstand van de belangrijkste bronnen uitvoert). Daarmee heeft het niet de voorkeur als primaire bronmaatregel. Als additionele maatregel, nadat alle bronnen beheerst zijn, kan ruimteventilatie echter wel toegepast worden.

Dat ruimteafzuiging wel effect kan hebben op de achtergrondblootstelling wordt ondersteund door (niet gepubliceerde) metingen die door de leverancier van de afzuigunit zijn uitgevoerd. Deze metingen zijn uitgevoerd met een Dust Track meter met opzetstuk voor het meten van PM10. De Dust Track werd hoog in de ruimte, ver van de belangrijkste stofbronnen, aan de muur bevestigd. De duur van de voormeting was 13 dagen (woensdag t/m maandag). De nameting had een duur van 9 dagen (dinsdag t/m woensdag). De gemiddelde stofconcentratie bij deze metingen halveerde na installatie van de afzuigunit.

De resultaten van dit onderzoek ondersteunen eerdere inschattingen van blootstellingsreducties aan meelstof bij verschillende interventies.

Meijster (Meijster, 2009) heeft een dataset van 910 persoonlijke blootstellingsmetingen geanalyseerd en de voornaamste determinanten van blootstelling geïdentificeerd. Hoewel er in die periode nog maar beperkt gebruik gemaakt werd van beheersmaatregelen, kon wel een inschatting gemaakt worden van het effect van een aantal beheersmaatregelen op de persoonlijke blootstelling. Het vervangen van zakgoed en het gebruik van een gesloten silo hadden duidelijk effect op de blootstelling aan meelstof (respectievelijk -68% en -43% bij traditionele bakkerijen en -51% en -36% bij industriële bakkerijen). Het huidige onderzoek liet een gemiddelde (GM) blootstellingsreductie van 76% zien bij bakkerij 3 waar zakgoed werd vervangen door een gesloten systeem met afzuiging. Daarmee komen de gevonden resultaten uit beiden onderzoek overeen. In hetzelfde onderzoek van Meijster werd geen significant effect gevonden bij gebruik van lokale afzuiging. Als oorzaak werd genoemd dat de kwaliteit van de lokale afzuiging vaak onvoldoende was door niet optimale plaatsing of onvoldoende capaciteit. Uit de blootstellingsreductie bij bakkerij 1 (gemiddeld -68%) blijkt dat bij een goede installatie wel degelijk een reducerend effect bewerkstelligd kan worden.

In 2003 is in het kader van het Arboconvenant grondstofallergie uitgebreid blootstellingsonderzoek gedaan. Onderdeel van dit onderzoek was het inschatten van mogelijke reductiefactoren bij verschillende beheersmaatregelen (de Pater et al., 2003).

De te verwachten reductie voor de blootstelling aan inhaalbaar stof bij het gebruik van bronafzuiging in de ambachtelijke bakkerij was 50%. Ook dit correspondeert goed met de bevindingen in dit onderzoek, dat in veel meer gecontroleerde omstandigheden is uitgevoerd.

Ondanks de aanzienlijke reductie in blootstelling is de kans op overschrijding van de grenswaarde van 0,12 mg/m<sup>3</sup> ook na installeren van bronafzuiging zeer groot (zie Figuur 7). Al moet, gezien het beperkte aantal metingen, wel enige voorzichtigheid betracht worden met de beoordeling van de gegevens. Een grenswaarde van 1,2 mg/m<sup>3</sup> is vanuit praktisch perspectief hoogstwaarschijnlijk wel realiseerbaar.

Beheersen van de blootstelling aan meelstof begint bij de bron. Echter, er zal altijd een pakket van maatregelen nodig zijn om de blootstelling voldoende te beheersen. Deze maatregelen dienen zich op de andere blootstellingsbronnen te richten. Zo heeft een studie in Zuid Afrika laten zien dat een gemiddelde reductie van 50% gehaald kan worden na een intensief trainingsprogramma waarin werknemers principes van Good Housekeeping aangeleerd kregen (Baantjies et al., 2014).

Dat blootstellingsreductie, naast de gezondheidkundige voordelen, ook financiële voordelen heeft voor alle stakeholders is door Meijster et al. aangetoond (2011). Om een goede kosten-baten analyse te kunnen maken is meer onderzoek nodig naar de kosten en effecten van verschillende interventies.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- Bronafzuiging op de deegkuipen kan persoonlijke blootstellingsniveau's substantieel verlagen (68-76%).
- De voorgestelde gezondheidkundige grenswaarde voor meelstof van 0,12 mg/m<sup>3</sup> wordt vooralsnog niet gehaald, ook niet na implementatie van bronafzuiging.
- Het niveau dat door een aantal sectoren in de meelverwerkende industrie wordt voorgesteld (1,2 mg/m<sup>3</sup> 8-uurs TGG) zou, met het toepassen van bronmaatregelen, wellicht wel gerealiseerd kunnen worden.
- Naast bronafzuiging zijn er aanvullende maatregelen nodig om de door de SER voorgestelde grenswaarde te realiseren. Deze maatregelen dienen zich te richten op de andere blootstellingsbronnen zoals het afwegen en bijstorten van grondstoffen, schoonmaak en individuele werkwijze.

## 5 Aanbevelingen

Dit onderzoek geeft een aantal relevante aanknopingspunten voor de aanpak van meelstofallergie in bakkerijen. Aanbevelingen om een verdere verlaging van de blootstelling te realiseren:

- Voer vervolgonderzoek uit bij meerdere bedrijven naar het effect van verschillende bronmaatregelen (met name afzuiging op de deegkuip en bij het stortpunt van de weegbunker).
- Breng in kaart wat de kosten zijn in relatie tot de behaalde reductie zodat voor de meest kostenefficiënte aanpassing gekozen kan worden. Eventuele baten van de investering zijn: minder kosten door allergie, betere hygiëne etc.



- Onderzoek welke specifieke kenmerken bij afzuiging nodig zijn voor de hoogste blootstellingsreductie. Denk daarbij aan de capaciteit van de afzuiging, de duur van de afzuiging, lekkage langs de randen, positionering en onderhoud.
- Onderzoek systematisch het effect van overige interventies in bakkerijen over de hele linie van de arbeidshygiënische strategie. Voorbeelden zijn:
  - o (Bron)afzuiging
  - o Het gebruik van afzuigkabinetten bij het afwegen en doseren van grondstoffen
  - o Vervanging van grondstoffen door minder stuwende alternatieven (broodverbetermiddelen in de vorm van pasta).
  - o Stofzuigen in plaats van vegen.
- Stel in overleg met de betrokken branches een meerjarenplan op om te komen tot een verlaging van de blootstelling aan meelstof bewezen effectieve aanpassingen.
- Onderzoek het effect van ruimteafzuiging met elektrostatische filters op de blootstelling aan tarwe-allergenen.

## 6 Dankwoord

Een woord van dank is op zijn plaats voor het NKAL voor de inhoudelijke begeleiding, het IRAS voor het beschikbaar stellen van de meetapparatuur en onderzoeksfaciliteiten, en de bakkerijen en leveranciers van ventilatieapparatuur voor de hartelijke ontvangst en medewerking.

## 7 Literatuur

- Baantjies, R., Meijster, T., Heederik, D., Sander, I., & Jeebhay, M. (2014 Dec). Effectiveness of interventions to reduce flour dust exposures in supermarket bakeries in South Africa. *Occup Environ Med*. 2014 Dec;71(12):811-8. *Occup Environ Med*, 71(12):811-8
- de Pater, N., Doekes, G., Miedema, E., Goede, H., van Hemmen, J., & Heederik, D. (2003). *Expositie aan stof, tarwe-allergenen en schimmel alpha-amylase*. Den Haag: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
- Gezondheidsraad. (2004). *Wheat and other cereal flour dusts*. Den Haag: publication no. 2004/02OSH
- Jongeneelen, F. (2013). *Haalbaarheid grenswaarde meelstof NBOV 20febr2013*. Opgehaald van [www.industox.nl/Haalbaarheid%20grenswaarde%20meelstof%20-%20NBOV%20febr%202013-2.pdf](http://www.industox.nl/Haalbaarheid%20grenswaarde%20meelstof%20-%20NBOV%20febr%202013-2.pdf), website laatst bezocht op 25 jan 2017
- Meijster, T. (2009). Exposure intervention and health impact assesment. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap nr 2*, 73-75
- Meijster, T., Duuren-Stuurman van, B., Heederik, D., Houba, R., Koningsveld, E., Warren, N., & Tielemans, E. (2011). Cost-benefit analysis in occupational health: a comparison of intervention scenarios for occupational asthma and rhinitis among bakery workers. *Occup Environ Med.*, Oct 68(10): 739-45
- Meijster, T., Tielemans, E., Schinkel, J., & Heederik, D. (2008). Evaluation of peak exposures in the dutch flour processing industry: implications for intervention strategies. *Ann Occup Hyg*, Oct;52(7): 587-96

- Meijster, T., Warren, N., Heederik, D., & Tielemans, E. (2011). What is the best strategy to reduce the burden of occupational asthma and allergy in bakers? *Occup Environ Med.*, Mar;68(3):176-82
- NEN. (1994, februari). *NEN-EN 481*. Nederlands Normalisatie Instituut
- Peretz, C., de Pater, N., de Monchy, J., Oostenbrink, J., & Heederik, D. (2005). Assessment of exposure to wheat flour and the shape of its relationship with specific sensitization. *Scandinavian Journal of work, environment & health*, 65-74
- SER. (2009). *Aanpak inhaleerbare allergene stoffen op de werkplek*. Den Haag: ISBN 90-6587-991-9 / CIP
- Vandenplas, O. (2011, mei 20). *Occupational Asthma: Etiologies and Risk Factors*. Opgehaald van PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21738881>