

Tijdstudies en vergelijkende piekblootstellingsmetingen in ambachtelijke bakkerijen

T. Jongedijk¹, M. Meijler¹, R. Houba¹ & D. Heederik¹

Summary

Dust exposure in bakeries can cause occupational allergy. Information about exposure levels in bakeries, however, is limited and no data are available on peak exposures. In occupational asthma, there is some evidence that short periods of high exposure are more important than an equivalent dose accumulated at a lower exposure over a longer time. Moreover, characterization of short-term (peak) exposures is useful for control strategies to reduce exposure. In this study 46 full shift personal dust measurements were done in 4 small bakeries. To get more insight into the relation between activity pattern and the full-shift mean dust exposure, all bakers were observed continuously during the dust measurement. A considerable part of the total variability in exposure (71%) is explained by differences in activity pattern. Peak exposures were measured with a real-time dust monitor. All peaks were assigned to corresponding activities using video monitoring during the measurements. In bakeries with low mechanisation grade, more than 50% of the peaks were caused by scattering wheat flour on the workbench during dough forming. In the more mechanized bakeries, most peaks were caused by adding ingredients in the dough mixer. Control strategies to reduce exposure may therefore vary by bakery. A high correlation was found between the number of peak exposures and the full shift time-weighted averages. This shows that high peak exposures and high daily averages will be difficult to disentangle, and the importance of peak exposures causing occupational asthma will be difficult to prove.

Inleiding

Bakkersastma of meelstofallergie is een beroepsgebonden allergische luchtwegaandoening die wordt veroorzaakt door blootstelling aan meel- en graanstof. Hierbij is voornamelijk de direct allergische reactie (type 1-reactie) op basis van IgE van belang (Sutton et al, 1984; Prichard et al, 1985). Allergenen die de ziekte veroorzaken zijn afkomstig van meelstof zelf (Baldo et al, 1980; Musk et al, 1989) of van bakadditieven, waarvan het enzym α amylase de belangrijkste is (Weiss et al, 1987; Baur et al, 1988; Blanco Carmona et al., 1991). Uit buitenlands epidemiologisch onderzoek blijkt dat ongeveer één op de vijf bakkers allergisch is voor meelstof en dat bij circa zeven procent van de bakkers bakkersastma voorkomt. In Nederland zijn ongeveer 40.000 mensen werkzaam in de bakkerssector (NBS, 1992). Dit zou betekenen dat in Nederland ongeveer 8000 bakkers allergisch reageren en dat zo'n 2800 bakkers astma hebben.

De sensibilisatie van bakkers is onder andere gerelateerd aan de intensiteit en duur van de blootstelling aan meelstof (Musk et al., 1989). Preventieve maatregelen om de blootstelling aan meelstof te verminderen zouden kunnen bijdragen aan een gezondere werkomgeving. Onderzoek dat tot nu toe bij bakkers is uitgevoerd, is echter voorna-

Samenvatting

Blootstelling aan stof in bakkerijen kan de oorzaak zijn van allergie. Expositiegegevens zijn echter schaars, met name voor wat betreft piekblootstellingen. Dit is van belang omdat er aanwijzingen zijn dat korte perioden van hoge blootstelling van meer belang zijn voor het ontstaan van allergie dan gelijkwaardige doses, die over een langer tijdsbestek worden opgedaan. Voorts is de bepaling van piekblootstelling van belang voor beheersmaatregelen.

In dit onderzoek werden 46 stofmetingen over de gehele werkdag verricht in 4 kleine bakkerijen. Om tot een beter inzicht te komen in de relatie tussen expositie en de aard van de werkzaamheden werd tegelijkertijd een continue observatie van de werkzaamheden uitgevoerd. Een belangrijk gedeelte van de onderscheiden variatie in blootstelling komt voor rekening van verschillen in activiteitenpatroon.

Piekexposities werden gemeten met een stofmonitor met directe uitlezing; zij konden worden gerelateerd aan activiteiten middels video-registratie. In bakkerijen waar ambachtelijk werd gewerkt kwamen meer dan 50% van de pieken voor rekening van het storten van bloem op de werktafel bij het maken van deeg. In meer gemechaniseerde bakkerijen werden de pieken veroorzaakt door het toevoegen van bestanddelen aan de deegmixapparatuur. Derhalve dienen beheersmaatregelen van bakkerij tot bakkerij gezien te worden.

Er werd een sterke correlatie gevonden tussen het aantal piekexposities en het tijdsgewogen gemiddelde over een gehele werkdag. Beide expositiematen zijn derhalve niet gemakkelijk op zichzelf te analyseren. Daarom is de rol van piekblootstellingen voor het ontstaan van allergie in deze arbeidssituatie niet zonder meer duidelijk.

melijk gericht op de effecten van blootstelling aan meelstof op de gezondheid. In de internationale literatuur zijn tot op heden slechts enkele blootstellingsstudies gepubliceerd (Musk et al., 1989; Brisman & Belin, 1991; Burdorf et al, 1994), en het verband tussen blootstelling en gezondheidseffecten kan moeilijk worden gelegd. Om deze reden is er in 1990 door de vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer van de Landbouw Universiteit Wageningen (in samenwerking met de vakgroep Lucht-kwaliteit) een vijfjarig longitudinaal epidemiologisch onderzoek gestart bij werknemers in bakkerijen, brood- en meelfabrieken in Nederland. Het voornaamste doel van dit onderzoek is het leggen van een relatie tussen blootstelling en het vóórkomen van allergische luchtwegaandoeningen. Dit artikel beschrijft een onderzoek naar de expositie aan stof in kleine ambachtelijke bakkerijen in Nederland; het is uitgevoerd als onderdeel van het hiervoor beschreven project.

In deze bakkerijen zijn een groot aantal 8-uurs persoonlijke blootstellingsmetingen verricht. Specifiek is gekeken naar de stofblootstelling per uitgevoerde taak. In ambachtelijke bakkerijen voeren bakkers alle taken uit die nodig zijn bij de productie van brood of banket. Verschillen in blootstelling tussen personen zouden verklaard kunnen worden door verschillen in de verhouding van tijdsbesteding aan de brood- en banketproductie, de verrichte taken en de werkwijze van de personen. M.b.v. tijdstudies is

1. Vakgroep Humane Epidemiologie en Gezondheidsleer, Postbus 238, 6700 AE Wageningen, tel: 08370-82080

daarom geprobeerd om een zo goed mogelijk verband te leggen tussen meelstofblootstelling en tijdsbesteding. Verder zijn met een apparaat dat continu de stofconcentratie weergeeft (mini-RAM) bewerkingen opgespoord die een hoge blootstelling aan meelstof veroorzaken. Er is tot op heden vrijwel niets bekend over de variatie van de meelstofblootstelling in de tijd. Er wordt gespeculeerd dat naast de hoogte van de daggemiddelde stofconcentraties tevens het aantal en de hoogte van de pieken van belang is voor het ontstaan van bakkersastma (Malo & Chan-Yeung, 1993; Venables, 1994), maar duidelijke bewijzen hiervoor ontbreken. Inzicht in het piekenpatroon gedurende werkdagen is noodzakelijk om hierover uitspraken te kunnen doen. Bovendien zou aan de hand van informatie over handelingen die hoge stofbelasting opleveren, gezocht kunnen worden naar gerichte maatregelen om stofblootstelling te reduceren.

Onderzoeksopzet

Selectie van de bakkerijen

In 21 ambachtelijke bakkerijen werd een oriënterend werkplekonderzoek uitgevoerd met behulp van een checklist. Aan de hand van de checklisten is een keuze gemaakt voor vier bedrijven waar blootstellingsmetingen zijn verricht. Besloten werd om banketbakkerijen niet mee te nemen in het blootstellingsonderzoek omdat deze relatief weinig meel gebruiken. Omdat er slechts weinig bekend is over de invloed van bedrijfskarakteristieken als productie en automatisering op de hoogte van de stofblootstelling, werden de overige bakkerijen ingedeeld in twee groepen: bakkerijen met een productie groter respectievelijk kleiner dan 2000 kilo meel per week. Uit elke groep werd één geautomatiseerd en één handmatig bedrijf gekozen. Een bedrijf werd als geautomatiseerd gekarakteriseerd als er afgesloten deegkneders werden gebruikt, er een narijskast aanwezig was en de broden automatisch werden opgebeld. Op deze manier werden vier in productiegrootte en automatiseringsgraad verschillende bakkerijen geselecteerd.

Meetstrategie

In elke ambachtelijke bakkerij werden gedurende een week elke werkdag persoonlijke inhaleerbaar stofmetingen uitgevoerd. De inhaleerbaar stofmetingen werden uitgevoerd met een Pas-6 filterhouder met een debiet van 2,0 liter per minuut (van der Wal, 1983; Ter Kuile, 1984), gedurende 6 tot 8 uur. Om de persoonlijke metingen van de bakkers in het vervolg van de studie goed in te kunnen delen in blootstellingscategorieën, zijn tijdens de persoonlijke monsternamen tijdstudies uitgevoerd. Daarnaast werden in elke bakkerij gedurende twee werkdagen metingen verricht met de Mini-RAM, een apparaat dat continu de stofconcentratie in de lucht weergeeft. Bij de metingen

van de Mini-RAM is een middelingstijd gehanteerd van 10 seconden (observatietijden van steeds 10 sec.).

Productieproces

Afhankelijk van het productieproces kunnen bakkers in ambachtelijke bakkerijen grofweg in drie groepen worden ingedeeld: broodbakkers, banketbakkers en 'mixed'-bakkers. De broodbakker begint het bakproces met het afwegen van meel en andere ingrediënten. Het afwegen kan op verschillende manieren gebeuren, variërend van het computergestuurd storten van tarwemeel uit de silo in de deegkneder tot het handmatig scheppen van meel op de weegschaal. Alle benodigde ingrediënten worden in de deegkneder samengevoegd waarna het kneden kan beginnen. Machinaal of handmatig worden er van het pas geknede deeg bollen gevormd die daarna het eerste rijsp proces ondergaan. Bij het handmatig vormen van bollen wordt veel meel gestrooid om plakken te voorkomen. Na een bepaalde rijstijd wordt het deeg tot een broodvorm gekneed. Dit wordt in de bakblikken gelegd waarna het deeg weer enige tijd moet rijzen. Hierna gaan de blikken de oven in.

Banketbakkers zijn een groot deel van hun tijd met werkzaamheden bezig waarbij nauwelijks meelstof wordt gebruikt (snijden van taartstukken, garneren, versieren en dergelijke). De verwachting is dan ook dat de blootstelling van deze groep bakkers een stuk lager is dan die van de broodbakkers.

Een derde categorie ambachtelijke bakkers houdt zich bezig met zowel de productie van brood als van banket. Om ze te kunnen onderscheiden worden ze verder in dit artikel geclassificeerd als 'mixed' bakker.

Tijdstudies

De tijdsbesteding van alle (13) bakkers werd dagelijks geregistreerd met behulp van tijdstudies, teneinde een eventueel verband aan te tonen tussen meelstofblootstelling en tijdsbesteding. Een tijdstudie is een vorm van arbeidsmeting waarbij de tijdsduur van verschillende handelingen binnen een taak gemeten wordt. Er zijn verschillende manieren om tijdstudies uit te voeren, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt in continue en discontinue tijdstudies. Voorbeelden van discontinue meetmethoden zijn multimomentopnames (Ritzler, 1962), de stationsklokmethode en tijdsregistratie door werknemers zelf (van der Schilden, 1990). In dit onderzoek is echter gekozen voor de continue meetmethode (van der Schilden, 1990), omdat deze veel nauwkeuriger is.

Bij de continue meetmethode worden alle uitgevoerde handelingen, die eventueel van tevoren zijn geclassificeerd, continu waargenomen en geregistreerd. Een *handeling* is een duidelijk begrensd deel van de totale werktijd (bijvoorbeeld 'zak openen'). Omdat handelingen tamelijk moeilijk van elkaar te onderscheiden waren

Tabel 1. Voorbeeld van een hoofdbewerking in een ambachtelijke bakkerij met onderverdeling in deelbewerkingen, werkmethoden en handelingen

Hoofdbewerking	Bewerkingen	Werkmethoden	Handelingen
broodbakken	1. afwegen van meel	1.1 handmatig zak op weegschaal	1.1.1 pakt zak 1.1.2 opent zak 1.1.3 giet meel er uit 1.1.4 zet zak weg
		1.2 uit silo met computer	
	2. kneden van het deeg		
	3. rijzen van het deeg 4. bakken van deegbol		

is gekozen voor het observeren van bewerkingen. Een *bewerking* (bijvoorbeeld 'afwegen van meel') omvat meerdere handelingen. Bewerkingen kunnen op verschillende manieren, met verschillende *werkmethoden*, worden uitgevoerd. In tabel 1 wordt getracht het verschil tussen bewerkingen, werkmethode en handelingen duidelijk te maken. De continue tijdstudies zijn uitgevoerd met behulp van een 3-klokkenplank en een standaardformulier, waarop de geobserveerde tijden werden genoteerd.

De bakkers werden de gehele werkdag geobserveerd. Met behulp van het standaardformulier werd de totale tijd uitgerekend die aan een bewerking werd besteed. Vervolgens werd deze totale tijd uitgedrukt in een percentage ten opzichte van de totale observatietijd (= de tijd dat de pomp werd gedragen). De percentages van die bewerkingen waarbij duidelijk zichtbaar met meelstof werd gewerkt, werden per persoonlijke meting opgeteld tot een totaal blootstellingspercentage. Dit percentage geeft dus de tijd per dag weer die een bakker besteedt aan bewerkingen die blootstelling aan meelstof tot gevolg hebben. Omdat er tussen bakkerijen verschillen bestonden in bewerkingsmethoden, heeft dit als gevolg dat een bewerking bij de ene bakkerij wel en bij de andere bakkerij niet mee wordt geteld in het totale blootstellingspercentage. Een voorbeeld hiervan is opbollen: wanneer dit geautomatiseerd gebeurt, treedt nauwelijks blootstelling aan meelstof op. Deze bewerking werd dan ook niet meegeteld bij het totale blootstellingspercentage van metingen in die bakkerij.

Aan de hand van de gegevens over de tijdsbesteding van alle bakkers werden de persoonlijke metingen ingedeeld in blootstellingscategorieën. Bakkers werden *broodbakkers* genoemd als ze meer dan 20% van de tijd besteedden aan bewerkingen die blootstelling aan meelstof tot gevolg kunnen hebben. *Banquetbakkers* waren minder dan 5% van de tijd bezig met bewerkingen die blootstelling aan meelstof tot gevolg kunnen hebben. De tussengroep werd gevormd door *mixed* bakkers. Afhankelijk van zijn werkzaamheden kan een bakker dus de ene dag in de categorie broodbakkers vallen en de andere dag in die van de mixed of banquetbakkers. Deze manier van indelen betekent ook dat een bakker die bijvoorbeeld veel de oven bedient (een 'brood'-taak), niet persé in de categorie broodbakkers terecht hoeft te komen: bij het bedienen van de oven treedt immers geen blootstelling aan meelstof op. De afkappunten van 5 en 20% zijn gekozen aan de hand van de statistisch meest gunstige indeling. Met de gegevens werden in SAS (Statistical Analysis System, versie 6.07) een aantal berekeningen uitgevoerd. De volgende procedures zijn gebruikt: Univariate, Anova, Gln, Nested en Ttest.

Mini-RAM metingen

De Mini-RAM is een apparaat dat momentane stofconcentraties meet volgens het Tyndall-principe (lichtverstrooiing). De stofconcentraties kunnen worden opgeslagen in een datalogger (Metrosonics dl-3200). Er kan zo real-time worden gemeten, waardoor het mogelijk wordt om de variatie van de blootstelling in de tijd zichtbaar te maken. De monsterneming is passief: er vindt luchtuitwisseling in de meetkamer van de Mini-RAM plaats door diffusie, convectie en door allerlei andere luchtbewegingen, bijvoorbeeld veroorzaakt door de drager van de Mini-RAM.

De Mini-RAM is vooral geschikt voor het meten van thoracaal stof. In bakkerijen komt echter ook vrij veel stof voor met een deeltjesgrootte van meer dan 9 µm. Van deze deeltjes wordt de concentratie dus onderschat. Ondanks het feit dat de Mini-RAM slechts relatieve concentraties weergeeft, zijn de gegevens zeer bruikbaar voor het onderscheiden van piekblootstelling.

Door middel van de persoonlijke real-time metingen werd een beter inzicht verkregen in bewerkingen die een hoge stofblootstelling veroorzaken. Daarnaast werd getracht bakkerijen en bewerkingen te vergelijken aan de hand van het aantal pieken. De werknemer die de meeste tijd besteedde aan het maken van deeg werd gevraagd de Mini-RAM zes à acht uur te dragen. In elke bakkerij werden deze Mini-RAM metingen een of twee keer verricht. Mini-RAM en datalogger werden voor elke meting gecalibreerd (nulpuntsbepaling). Gedurende de metingen werden de meeste handelingen gefilmd met een video-camera. Deze camera was niet verbonden met de Mini-RAM, zoals dit wel het geval is bij de zogenaamde PIMEX-opstelling (zie bijvoorbeeld Lumens, 1992).

Met behulp van de videofilm was het mogelijk om achteraf de juiste bewerking bij de piekconcentraties in de tijdgrafiek te noteren. Daarna zijn alle pieken boven de 4 mg/m³ binnen de totale gefilmde tijd en binnen de dataloggertijd geteld. De totale gefilmde tijd is de tijd dat er met de video-camera is gefilmd, terwijl de dataloggertijd de tijd is dat de datalogger is meege dragen door de bakker. Omdat er niet continu gefilmd is, is de dataloggertijd altijd langer dan de gefilmde tijd. Dit betekent dat een aantal pieken niet herleidbaar zijn omdat deze niet gefilmd zijn. Er is gekozen voor een grens van 4 mg/m³, omdat dit het niveau is van de Amerikaanse TLV-waarde voor graanstof.

Resultaten

Tijdstudies

In totaal waren 46 bruikbare persoonlijke metingen beschikbaar. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de persoonlijke metingen per bedrijf. De verschillen tussen de bedrijven zijn gering en niet significant. In een variantie-analyse werd slechts 13% van de variantie in de

Tabel 2. Rekenkundig gemiddelde (AM), geometrisch gemiddelde (GM), de geometrische standaarddeviatie (GSD) en de range van de persoonlijke metingen per bedrijf (mg/m³)

bedrijf	N	n	AM	GM	GSD	range
klein + handmatig	1	4	1,99	1,91	1,42	1,17-2,65
groot + handmatig	3	16	3,03	2,02	3,15	0,11-7,97
groot + geautomatiseerd	5	14	1,47	1,10	2,22	0,33-4,64
klein + geautomatiseerd	4	12	1,23	0,93	2,30	0,23-2,62
totaal	13	46	1,99	1,37	2,61	0,11-7,97

n = aantal persoonlijke metingen
N = aantal personen

Tabel 3. Rekenkundig gemiddelde (AM), bereik van AM, geometrisch gemiddelde (GM) en de geometrische standaarddeviatie (GSD) van de persoonlijke metingen per blootstellingscategorie (mg/m³)

blootstellingscategorie	% tijdbestede aan meeltaken	n	AM	GM	GSD	range
broodbakker	≥20	26	2,72	2,27	1,89	0,50-7,97
mixedbakker	≥5	9	1,37	0,74	3,33	0,11-4,64
banketbakker	<5	11	0,79	0,68	1,86	0,23-1,49

n = aantal persoonlijke metingen

stofblootstelling verklaard door de onafhankelijke variabele bedrijf.

Aan de hand van de gegevens over de tijdsbesteding werden de persoonlijke metingen ingedeeld in blootstellingscategorieën. De indeling van een meting in een bepaalde categorie is op deze manier afhankelijk van de tijd die besteed is aan bewerkingen die blootstelling aan meelstof tot gevolg kunnen hebben. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde concentraties per blootstellingscategorie.

In tabel 3 is duidelijk te zien dat broodbakkers de hoogste blootstelling hebben en banketbakkers de laagste. Mixed bakkers, die én brood- én banketwerkzaamheden uitvoeren vormen een tussengroep. Met de student's t-test is getoetst of de verschillen tussen de blootstellingscategorieën significant zijn. Alle verschillen waren significant, behalve het verschil tussen mixed- en banketbakkers. In een gesente variantie-analyse met bedrijf en blootstellingscategorie werd maar liefst 71% van de variantie in de stofmetingen door de blootstellingscategorieën verklaard. Een groot deel van de variantie in daggemiddelde blootstelling blijkt dus verklaard te kunnen worden door het tijdsbestedingspatroon van de bakkers. De methode om persoonlijke metingen in te delen in blootstellingscategorieën aan de hand van tijdsbesteding blijkt goed bruikbaar te zijn. Opgemerkt dient te worden dat deze indeling niet voldoet wanneer er gekeken wordt naar eventueel optredende gezondheidseffecten (epidemiologische benadering), omdat de bakkers per dag kunnen wisselen van categorie. De blootstellingspercentages zullen over een langere periode gemiddeld moeten worden om tot een 'gemiddelde' blootstellingscategorie te komen.

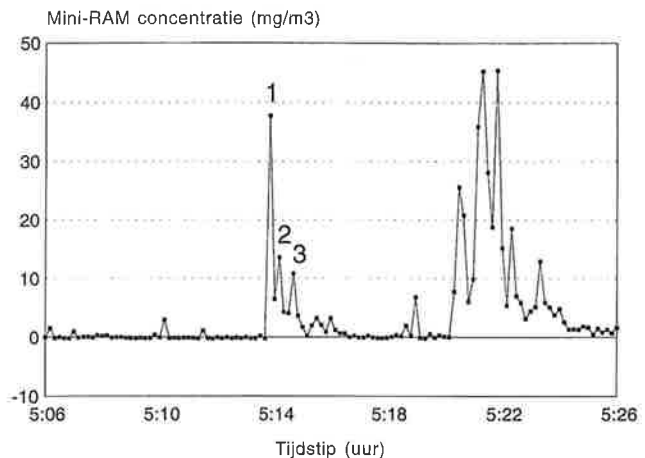
Mini-RAM metingen

In totaal waren zes metingen beschikbaar voor verwerking. De Mini-RAM werd zes tot acht uur gedragen door een bakker tijdens het uitvoeren van zijn werkzaamheden. Door de video-opnames en de grafieken te combineren konden de handelingen worden opgespoord die corresponderen met de pieken in de grafiek. Een voorbeeld van een Mini-RAM meting wordt getoond in figuur 1.

In deze voorbeeldgrafiek is te zien dat de achtergrondconcentratie laag is. Tijdens het meel storten met de silo (piek 1) loopt de concentratie op tot boven de 35 mg/m³. Ook het storten van een emmer met toevoegingen in de pas gevulde deegkneuder (piek 2) levert een blootstelling op van boven de 10 mg/m³. Bij het aanzetten van de deegkneuder ontstaat er een kleinere piek (piek 3). In het tweede deel van de grafiek zijn een aantal hoge pieken te zien die veroorzaakt worden door een fout van de bakker. De bakker had hier de verkeerde hoeveelheid meel in de deegkneuder met de silo gestort. Het meel moest overgeheveld worden in een zak.

Alle persoonlijke metingen met de Mini-RAM zijn op dezelfde wijze behandeld als hiervoor beschreven. De pieken waren allemaal kortdurende pieken. In tabel 4 wordt

Figuur 1. Verloop van de meelstofconcentratie in de tijd (piek 1: meel storten uit silo; piek 2: legen van emmer met toevoegingen in pas gevulde deegkneuder; piek 3: aanzetten van deegkneuder; pieken in tweede deel van de grafiek worden veroorzaakt door werkzaamheden om een eerder gemaakte fout te herstellen)



per bewerking het aantal pieken boven de 4 mg/m³ vermeld evenals het percentage ten opzichte van het totaal aantal gefilmde pieken per bakkerij. De bewerking 'overig' bevat die pieken die niet herleidbaar waren met behulp van de video.

De bewerking meel strooien veroorzaakt in de handmatige bakkerijen ongeveer de helft van het totaal aantal gefilmde pieken. Bij de geautomatiseerde bedrijven varieert dit van 12 tot 17% van het totaal aantal pieken per bedrijf. Dit verschil wordt voornamelijk veroorzaakt door de mate van automatisering: in de handmatige bedrijven wordt tijdens het opbollen met meel gestrooid terwijl in de meer geautomatiseerde bedrijven het deeg met behulp van een opbolmachine wordt opgebald. Ten tweede wordt het verschil veroorzaakt door de productie van andere producten zoals bladerdeeg of krentenbrood. Deze producten worden incidenteel gemaakt. In de grote geautomatiseerde bakkerij werd juist tijdens de Mini-RAM meting krentenbrood gemaakt, waardoor het percentage van 17% daar nog aan de hoge kant is. Normaliter werd er weinig meel gestrooid gedurende de werkdag. Ook bij de bewerking handmatig afwegen treedt er verschil in aantal pieken op tussen de bedrijfstypen. De manier van afwegen hangt af van de productiegrootte, de mate van automatisering en van de persoonlijke voorkeur. Bij de kleine handmatige bakkerij werd het meel voornamelijk op de weegschaal geschept en afgewogen. In de grote geautomatiseerde bakkerij werden alleen de toevoegingen handmatig afgewogen. De hoeveelheid meel werd geprogrammeerd en direct gestort in de deegkneuder. In de overige bakkerijen werd het meel vaker per zak of aangebroken zak afgewogen. Het scheppen van meel op de

Tabel 4. Piekpercentage boven de 4 mg/m³ per bewerking per bakkerij en de piekfrequentie per bakkerij

bewerking	Bakkerij								Totaal aantal pieken	
	klein handmatig		groot handmatig		groot geautomatiseerd		klein geautomatiseerd			
meel strooien	14	50%	23	56%	6	17%	4	12%	47	34%
afwegen (handmatig)	6	21%	2	5%	3	8%	1	3%	12	9%
toevoegen aan deegkneder	2	7%	6	29%	8	22%	12	33%	28	20%
opbollen	3	11%	3	7%	0	0%	1	3%	7	5%
oven	2	7%	0	0%	1	3%	6	17%	9	6%
leegschrapen deegkneder	0	0%	0	0%	5	14%	0	0%	5	4%
deegkneder aanzetten	0	0%	1	2%	3	8%	2	6%	6	4%
schoonmaken	0	0%	3	7%	0	0%	0	0%	3	2%
overig	1	4%	3	7%	10	28%	8	22%	22	16%
Totaal	28	100%	41	100%	36	100%	34	100%	139	100%

weegschaal veroorzaakt de meeste pieken. Op deze manier werden verschillende bewerkingen beschreven. De pieken die bij de bewerking oven staan vermeld werden overigens veroorzaakt door de damp die uit de oven komt en niet door meelstof.

Het aantal pieken per tijdseenheid geeft een maat waarmee bakkerijen vergeleken kunnen worden. In tabel 5 worden de bakkerijen vergeleken aan de hand van het totaal aantal pieken dat geteld is binnen de datalogger-tijd. Het totaal aantal pieken is hier hoger dan in tabel 4, aangezien hier gebruik is gemaakt van de totale meetduur, en niet alleen van de gefilmde tijd.

Hoe vaker een piekconcentratie optreedt hoe hoger de gemiddelde dagblootstelling zou moeten zijn. Om na te gaan in hoeverre piekblootstelling van invloed is op de persoonlijke stofblootstelling is een aantal bewerkingen geselecteerd, die blijkens de Mini-RAM resultaten tot hoge piekconcentraties leidde. Dit waren afwegen, bolvormen en meelstrooien. Het effect van het uitvoeren van deze bewerkingen op de persoonlijke dagblootstelling is getoetst met de student's t-test. Een groep bakkers die relatief weinig tijd aan een bewerking besteedde werd vergeleken met een groep die relatief veel tijd aan deze bewerking besteedde. In tabel 6 is te zien dat de blootstelling van de bakkers die relatief veel tijd besteden aan deze bewerkingen significant hoger is. In een geneste variantie-analyse met de verklarende variabelen bedrijf en de drie bewerkingen samen wordt 47% van de variantie verklaard door de drie bewerkingen.

Discussie en conclusie

Tijdstudies

In plaats van de vaak gebruikte tijdregistratie door werknemers zelf werd in dit onderzoek gekozen voor continue tijdmetingen. Het grote nadeel van de traditionele tijdregistratie is namelijk dat er een beroep moet worden gedaan op het geheugen en de inzet van de werknemers. Hoewel zelfrapportage wel bruikbaar kan zijn voor de

inschatting van hoofdbewerkingen (functies), is deze methode vermoedelijk onnauwkeurig voor de registratie van meer gedetailleerde taken (bewerkingen, werkmethode en handelingen). Bovendien is de methode niet gevalideerd.

Bij continue tijdmetingen worden alle uitgevoerde bewerkingen geregistreerd door een waarnemer. De methode van continue tijdmetingen is nauwkeurig maar ook erg arbeidsintensief. Het maximum aantal werknemers dat tegelijk in de gaten moest worden gehouden was vijf. Omdat een aantal hiervan niet of nauwelijks bewerkingen uitvoerde die leiden tot blootstelling aan meelstof, was deze observatiemethode goed mogelijk.

De resultaten van de tijdstudies zijn goed te noemen: maar liefst 71% van de variantie in de persoonlijke stofblootstelling werd verklaard door middel van een door waarnemingen gecreëerde indeling in blootstellingscategorieën. De variabele bedrijf verklaarde bijvoorbeeld slechts 13% van de variantie. Informatie over de uitgevoerde taken blijkt daarmee belangrijker te zijn dan informatie over bedrijfskenmerken.

De continue tijdmeting heeft daarnaast nog een aantal voordelen. Ten eerste wordt het inzicht in de tijdsbesteding en het blootstellingspatroon vergroot. Ten tweede vallen de verschillen tussen de bedrijven grotendeels weg door de indeling van de persoonlijke metingen alleen te baseren op bewerkingen die leidden tot blootstelling. Een bakker in een geautomatiseerd bedrijf die zich veel met opbollen bezighoudt, hoeft niet per se in de categorie broodbakker te vallen: in een geautomatiseerd bedrijf is de blootstelling aan meelstof bij opbolwerkzaamheden laag.

De gebruikte methode is nog niet eerder gebruikt in arbeidshygiënisch onderzoek, maar lijkt een valideerbare methode te zijn voor het indelen van metingen in categorieën.

Mini-RAM metingen

Het uitvoeren van persoonlijke real-time metingen in

Tabel 5. Vergelijking van bakkerijen aan de hand van het totaal aantal pieken, geteld binnen de dataloggertijd

	handmatig klein	handmatig groot	groot geautomatiseerd	klein geautomatiseerd
aantal pieken	75	94	44	40
dataloggertijd (uur)	10,4	6,8	3,9	7,0
aantal pieken per uur	7,2	13,8	11,4	5,7

Tabel 6. Resultaten van de student's t-test waarbij gekeken is naar het verschil in persoonlijke dagblootstelling ten gevolge van het in meer of mindere mate uitoefenen van bepaalde bewerkingen

bewerking	afkappunt blootgestelde tijd	aantal bakkers boven afkappunt	T	p
afwegen	>2%	14	-2,7	<0,01
bolvormen	>15%	8	-3,2	<0,01
meelstrooien	>0%	13	-2,1	<0,04
afwegen + bolvormen + meststrooien	>10%	19	-2,5	<0,02

T = toetsingsgrootheid

p = de kans om dit of een extremer resultaat waar te nemen zonder dat de nulhypothese (geen verschil tussen beide groepen) wordt verworpen

ambachtelijke bakkerijen is zinvol voor het achterhalen van bewerkingen die aanleiding kunnen geven tot hoge piekblootstelling. De laatste jaren wordt veel onderzoek verricht met de Mini-RAM (o.a. Lumens, 1992), maar tot nu toe is dit onderzoek vooral gericht geweest op het zichtbaar maken van blootstelling en niet op kwantitatieve beoordeling van pieken. In het nu bij bakkers uitgevoerde onderzoek is getracht de pieken nader te kwantificeren en op deze manier bewerkingen en bedrijven te vergelijken.

Door het vergelijken van bakkerijen werd getracht een beter inzicht te verkrijgen in de verschillende werkmethoden en de invloed van verschillende bedrijfskenmerken. De methode lijkt bruikbaar te zijn, maar er dienen wel enkele kanttekeningen te worden geplaatst. Het aantal verrichte metingen in bakkerijen was gering, waardoor de resultaten enigszins vertekend kunnen zijn. In dit onderzoek is er bijvoorbeeld op een dag gemeten waarop veel krentenbrood werd gemaakt. In de andere bakkerijen werd deze bewerking niet uitgevoerd. Daarnaast is niet continu gefilmd. Alleen de tijden waarop gefilmd werd met de videocamera worden met elkaar vergeleken waardoor er zowel een over- als onderschatting van het aandeel van een bepaalde bewerking kan optreden. De bewerkingen die hoge pieken veroorzaken, zullen immers veel gefilmd worden waardoor het aandeel van die bewerkingen overschat wordt. Echter wanneer een bewerking vaak werd uitgevoerd is op een gegeven moment gestopt met filmen waardoor juist een onderschatting van het aandeel van die bewerking kan zijn opgetreden. Getracht is om deze fout te ondervangen door te starten met filmen aan het begin van de werkdag en ongeveer even lang te filmen. Voor goede resultaten zou continu gefilmd moeten worden, wat echter ook een aanzienlijk grotere tijdsinvestering zou vragen.

Concluderend kan de Mini-RAM bruikbaar zijn voor het vergelijken van bewerkingen en voor het vergelijken van bedrijven, mits dezelfde bewerkingen worden gefilmd en er even lang wordt gefilmd. Tevens dienen de metingen zoveel mogelijk op 'normale' dagen uitgevoerd worden.

Algemeen

De bewerkingen meelstrooien, afwegen en bolvormen, veroorzaakten hoge pieken bij de real-time metingen en hadden een grote invloed op de hoogte van de persoonlijke stofblootstelling. In de literatuur wordt wel gesuggereerd dat er een relatie zou zijn tussen piekblootstelling en gezondheidsklachten (Malo & Chan-Yeung, 1993; Venables, 1994) maar uit dit onderzoek blijkt dat dit moeilijk aan te tonen zal zijn. Veel en hoge pieken leiden immers ook tot hoge daggemiddelden. Het is moeilijk te achterhalen welke van de twee kenmerken dan verantwoordelijk is

voor het ontstaan van gezondheidsklachten. Indien wordt uitgegaan van meelstof als blootstellingsmaat, is ten behoeve van epidemiologisch onderzoek bij bakkers het vaststellen van de dag gemiddelde blootstelling waarschijnlijk voldoende voor het relateren van blootstelling aan gezondheidsklachten (voor de afzonderlijke allergenen zou dit anders kunnen liggen). Het bepalen van piekblootstelling is daarentegen zeer nuttig voor het vaststellen van beheersmaatregelen. Welke beheersmaatregelen tot de grootste blootstellingreductie leiden, verschilt waarschijnlijk per bedrijf. Het aantal pieken dat aan de verschillende bewerkingen kan worden toegewezen, kan hiervoor als leidraad dienen. Bij de handmatige bakkerijen is bijvoorbeeld meelstrooien de bewerking die de meeste blootstelling veroorzaakt, terwijl bij de meer geautomatiseerde bedrijven het toevoegen van ingrediënten aan de deegkneder de belangrijkste bewerking blijkt te zijn. Hiervoor is al aangegeven dat rapportage van tijdbesteding door bakkers zelf problematisch kan zijn, doordat de verkregen informatie te weinig specifiek is. Wel zou deze verbeterd kunnen worden door de zelfrapportage alleen uit te laten voeren voor taken die wat betreft blootstelling relevant zijn. Met behulp van studie naar piekblootstellingen en de bijbehorende handelingen, zou een meer toegespitst tijdbestedingsformulier kunnen worden ontworpen. De validiteit hiervan kan worden onderzocht met behulp van een continue tijdregistraties. Wanneer enerzijds bekend is welke taken leiden tot hoge piekconcentraties en anderzijds wat de gemiddelde tijdsbesteding van bakkers aan deze taken is, kan er met behulp van deze toegespitste checklist een redelijk betrouwbare inschatting gemaakt worden van de blootstelling van een bakker. Er hoeven dan niet persé persoonlijke stofmetingen uit te worden gevoerd.

Nawoord

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van een vijfjarig epidemiologisch onderzoek in Nederlandse bakkerijbedrijven en wordt gefinancierd door de Nederlandse Vereniging voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en het Nederlands Astma Fonds.

Literatuur

- Baldo, B.A., Krilis, S. & Wrigley, C.W. Hypersensitivity to inhaled flour allergens. Comparison between cereals. *Allergy* 35 (1980) 45-56.
- Baur, X., Sauer, W. & Weiss, W. Baking additives as new allergens in baker's asthma. *Respiration* 54 (1988) 70-72.
- Blanco Carmona, J.G., Juste Picón, S. & Garcés Sotillos, M. ▶

- Occupational asthma in bakeries caused by sensitivity to α -amylase.** *Allergy* 46 (1991) 274-276.
- Brisman, J. & Belin, J. Clinical and immunological responses to occupational exposure to α -amylase in the baking industry. *Br. J. Ind. Med.* 48 (1991) 604-608.
 - Burdorf, A., Lillienberg, L. & Brisman, J. Characterization of exposure to inhalable flour dust in Swedish bakeries. *Ann. Occup. Hyg.* 38 (1994) 67-78.
 - Kuile, W.M. ter. Vergleichsmessungen mit verschiedenen Geräten zur Bestimmung der Gesamtstaubkonzentration am Arbeitsplatz: Teil II. Staub-Reinhaltung der Luft 44 (1984) 211-216.
 - Lumens, M. Zichtbaar maken van blootstelling. *Arbovisie* 2 (1992) 1-3.
 - Malo, J.L. & M. Chan-Yeung. Population surveys of occupational asthma. *Uit: Asthma in the workplace.* I.L. Bernstein, M. Chan-Yeung, J.L. Malo & D.I. Bernstein (eds). Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong, 1993.
 - Musk, A.W., Venables, K.M., Crook, R. et al. Respiratory symptoms, lung function, and sensitisation to flour in a British bakery. *Br. J. Ind. Med.* 46 (1989) 636-642.
 - N.B.S. (Nederlandse Bakkerij Stichting). De structuur van het bakkersbedrijf in 1992. Den Haag, oktober 1992.
 - Prichard, M.G., Ryan, G., Walsh, B.J., et al. Skin test and RAST responses to wheat and common allergens and respiratory disease in bakers. *Clin. Allergy* 15 (1985) 203-10.
 - Ritzler, G.A. De multi-moment-opname. Een belangrijk hulpmiddel bij efficiencyverbetering. *Polytechnisch Tijdschrift (editie Procestechiek)* (1962) 885a-889a.
 - Schilden, M. van der. Ontwikkeling methode taakanalyse. *Nota* 472, Xnr. 12325, 1990. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, Wageningen.
 - Sutton, R., Skerritt, J.H. Baldo, B.A., et al. The diversity of allergens involved in bakers' asthma. *Clin Allergy* 14 (1984) 93-107.
 - Venables, K.M. Prevention of occupational asthma. *Eur. Respir. J.* 7 (1994) 768-778.
 - Wal, J.F. van der. Vergleichsmessungen mit verschiedenen Geräten zur Bestimmung der Gesamtstaubkonzentration am Arbeitsplatz: Teil I. Staub-Reinhaltung der Luft 43 (1983) 291-294.
 - Weiss, W., Sauer, W., Baur, X., et al. Backhilfsmittel (enzyme) als Mitursache des Backersasthmas. *Allergologie* 10 (1987) 416. ■