

# Staubmessungen in Bäckereibetrieben

G. Schmalz<sup>1</sup> und A. Gross, Böblingen

<sup>1</sup>Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie (Direktor: Prof. Dr. G. Schmalz), Regensburg

Das Staubaufkommen in Bäckerei-/Konditoreibetrieben unterschiedlicher Größe wurde an verschiedenen Arbeitsplätzen (Teigmacherei, Teigaufbereitung, Backofen) mittels Auer-Toximeter (500 l/Std. Pumpvolumen, 4,2 cm<sup>2</sup> Sammelfläche) bestimmt und der Kohlenhydratanteil analysiert. Die mittlere Gesamtstaubbelastung lag bei 19 mg/8 Std., der Maximal-Wert betrug 0,3 g/8 Std. Zwischen den einzelnen Betriebsgrößen waren die Unterschiede gering, der meiste Staub trat jeweils im Bereich der Teigmacherei und der Teigaufbereitung auf. Der Fruktoseanteil am Staub (maximal 0,4 mg/8 Std.), der auf Saccharose schließen läßt, ist gegenüber dem Glukoseanteil (maximal 88,8 mg/8 Std.), der ein Maß für die Stärke ist, sehr niedrig. Der Staub besteht somit zum größten Teil aus Mehl und nicht kohlenhydrathaltigen Anteilen (evtl. Schmutzpartikeln). Weitere Untersuchungen müssen zeigen, inwieweit ein derartiger Staub bei mehrstündiger Einwirkung kariogen ist.

## Einleitung

Als Ursache der »Bäckerkaries« bzw. »Zuckerbäckerkaries« nach Nr. 1312 der 7. Berufskrankheitenverordnung [9] wurde nach Durchsicht der Literatur (51 Autoren, 1886–1982) von 41 Autoren Mehl- und/oder Zuckerstaub angegeben; 22 Autoren führten falsche Zahnpflege, 8 falsche Ernährungsweise und 5 das beruflich bedingte Abschmecken an. Mehrfachnennungen waren möglich. Da uns Messungen und Analysen des Staubaufkommens in Bäckereibetrieben nicht zugänglich waren und sich die Arbeitsplatzbedingungen durch Umstellung auf eine weitgehend maschinelle Herstellung der Teigwaren verändert haben, wurde in der vorliegenden Untersuchung der Staubanfall in modernen Bäckerei- und Konditoreibetrieben bestimmt.

## Material und Methode

Die Staubmessungen erfolgten über einen Arbeitstag (8 Std.) in jeweils 10 Bäckerei- bzw. Konditoreibetrieben unterschiedlicher Größe:

1. Betriebe mit mehr als 10 Personen in der Produktion (A/B)
2. Betriebe mit 5–10 Personen (C)
3. Betriebe mit 1–4 Personen (D)
4. reine Konditoreibetriebe (E).

Der anfallende Staub wurde im Bereich der Teigmacherei, der Teigaufbereitung, des Backofens und – in der Betriebskategorie D – am Arbeiter, gemessen. Dazu wurde ein Toximeter<sup>1</sup> bei 500 l/Std. Pumpvolumen [6] mit einem Meßansatz des Dräger-Staubsammelgerätes<sup>2</sup> verwendet. Der im Meßansatz befindliche Filter<sup>3</sup> (Porengröße 0,22 µm, Fläche 4,2 cm<sup>2</sup>), wurde vor und nach dem Versuch gewogen. Bei den Messungen am Arbeiter wurde der Meßansatz in Schulterhöhe befestigt. Aufbau und Dimensionierung der Meßapparatur entspricht den üblichen Vorgaben arbeitsmedizinischer Untersuchungen zur Staubbeltung [3].

Nach enzymatischer Aufspaltung des Staubes wurde Glukose und Fruktose nach der Methode von Bauer photometrisch (420 nm) bestimmt [1]. Die Nachweisgrenze für die einzelnen Kohlenhydrate beträgt bei diesem Verfahren 0,05–0,2 µg. Die quantitative Auswertung erfolgte über die Flächenberechnung und die Multiplikation mit dem zuvor aus einem Kalibrierungslauf errechneten molaren Anfärbefaktor<sup>4</sup>.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen (Betriebsart und Arbeitsplatz) wurden mittels Kruskal-Wallis-Test und Mann-Whitney-U-Test [10] statistisch überprüft. Bei 4 der 130 Staubmessungen und den zugehörigen Zuckeranalysen wurden Werte gefunden, die weit außerhalb des üblichen Meßbereichs lagen. Dies konnte im Einzelfall durch Besonderheiten der jeweiligen Bäckerei erklärt werden, weshalb bei manchen statistischen Berechnungen diese Werte herausgenommen wurden.

<sup>1</sup> Auer GmbH, Berlin.

<sup>2</sup> Dräger, Lübeck.

<sup>3</sup> Millipore, Neuisenburg.

<sup>4</sup> Für die Durchführung der chemischen Analyse danken wir Herrn Dipl.-Chem. Dr. H. Bauer, Universität Tübingen.

Tabelle 1. Gesamtstaub (mg/8 Std.) an den einzelnen Arbeitsplätzen; Mittelwerte (MW, n = 10) und Maximal-/Minimalwerte (Bereich)

Betriebsgröße	Gesamtstaub (mg/8 Std.)									
	Teigmacherei		Teigaufbereitung		Backofen		Gesamt		Arbeiter	
	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich
A/B	21,23	6,8–70,6	14,05	7,6–20,4	9,97	2,6–37,6	15,08	2,6–70		
C	31,34	4,6–231,8	31,89	1,5–143,9	9,45	3,1–16,1	24,23	1,5–231,8		
D	39,45	2,7–342,9	16,11	3,6–40,3	8,19	2,6–18,4	21,25	2,6–342,9	27,98	2,0–62,8
E	20,22	2,4–101,9	21,70	1,8–68,1	4,82	1,5–9,4	15,58	1,5–101,9		
Gesamt	28,06		20,94		8,11		19,04		27,98	

Tabelle 2. Glukoseanteil am Gesamtstaub (mg/8 Std.); Mittelwerte (MW, n = 10) und Maximal-/Minimalwerte (Bereich)

Betriebsgröße	Glukoseanteil am Gesamtstaub (mg/8 Std.)									
	Teigmacherei		Teigaufbereitung		Backofen		Gesamt		Arbeiter	
	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich	MW	Bereich
A/B	8,38	2,6–20,8	6,23	0,4–13,5	3,68	0,01–10,9	6,10	0,01–20,8		
C	4,41	0,01–24,6	5,74	0,2–25,6	1,46	0,01–9,3	3,87	0,01–25,6		
D	9,56	0,01–88,8	2,75	0,02–7,4	1,09	0,01–3,7	4,47	0,01–88,8	8,83	0,01–9,1
E	3,69	0,03–13,7	5,00	0,01–14,3	2,16	0,02–7,0	3,62	0,01–13,7		
Gesamt	6,51		4,93		2,10		4,51			

Tabelle 3. Fruktoseanteil am Gesamtstaub (mg/8 Std.); x = Fruktoseanteil unterhalb der Nachweisgrenze von 0,065 g; \* Meßwert aus einem Betrieb; \*\* Mittelwert aus 2, bzw. \*\*\* 3 Betrieben.

Betriebsgröße	Fruktoseanteil am Gesamtstaub (mg/8 Std.)			
	Teigmacherei	Teigaufbereitung	Backofen	Arbeiter
A/B	x	0,04*	x	
C	0,4*	0,02*	x	
D	0,16*	0,03**	x	x
E	x	0,04***	0,15**	
Gesamt	0,28	0,03	0,15	–

## Ergebnisse

Die Ergebnisse für den Gesamtstaub (Tab. 1) zeigen eine Abhängigkeit des Staubaufkommens vom Arbeitsplatz. Der Unterschied zwischen Teigmacherei bzw. Teigaufbereitung einerseits und dem Backofenbereich andererseits ist statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ), zwischen Teigmacherei und Teigaufbereitung auffällig ( $p = 0,06$ ). Obwohl in Betrieben der Kategorie C und D das Staubaufkommen höher war als in anderen Bäckereien, liegt ein statistisch signifikanter Unterschied nur zwischen Kategorie A/B und C ( $p = 0,02$ ) vor, wenn man Werte  $> 90$  mg herausnimmt. Die Messung am Arbeiter ergab eine der Teigmacherei vergleichbare Staubbelastung.

Bei der Staubanlyse konnte in Vorversuchen gezeigt werden, daß sich die verwendeten Filter gegenüber dem Analyseverfahren indifferent verhielten. Die Ergebnisse für die Glukose-Bestimmung (Tab. 2) zeigen, daß entsprechend der mittleren Gesamtstaubverteilung auch der Glukoseanteil kontinuierlich vom Arbeitsplatz Teigmacherei zur Backofenregion hin abnahm. Der Unterschied zwischen Teigmacherei und Backofen (ohne Werte  $> 24$  mg) war statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ), zwischen Teigaufbereitung und Backofenbereich auffällig ( $p = 0,058$ ). Zwischen den Betriebsgrößen waren die Unterschiede wiederum gering, nur zwischen Kategorie A/B und C lag ein signifikanter Unterschied (ohne Werte  $> 24$  mg) vor.

Der Fruktoseanteil im Gesamtstaub, der auf Saccharose schließen läßt, lag bei 119 Messungen unterhalb der Nachweisgrenze. Nur in 11 Betrieben (Tab. 3) wurde Fruktose bei Arbeitern im Bereich Teigmacherei und Teigaufbereitung, bei Konditoreien im Bereich der Teigaufbereitung und der Backofenregion gefunden. Eine erhöhte Saccharosebelastung in Konditoreibetrieben (Kategorie E) konnte nicht festgestellt werden. Eine statistische Analyse der wenigen Ergebnisse erschien nicht sinnvoll. Der größte Teil des Gesamtstaubes besteht somit aus Mehl und nicht näher analysierten Substanzen (evtl. Schmutzpartikeln).

## Diskussion

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden Variable, wie z.B. Arbeitsplatztemperaturen, Luftfeuchtigkeit, verarbeitete Mehlmengen pro Tag und individuelle Arbeitsmethoden nicht berücksichtigt. Auch die unterschiedliche Größe der Betriebsräume wirkt sich auf die Staubkonzentration an den Arbeitsplätzen aus. Das Atemzeitvolumen des einzelnen Arbeiters ist unterschiedlich, und nur ein Teil des anfallenden Staubes gelangt in den Mund. Aus diesem Grunde lassen die vorliegenden Ergebnisse nur Rückschlüsse auf die Größenordnung des anfallenden Staubes zu.

Die geringen Mengen von Staub bzw. Kohlenhydraten, wie sie bei unseren Messungen gefunden wurden, entsprechen Angaben von *Frykolm* und *Ericson* [4]. Durch intraorale Kohlenhydratbestimmung des Speichels nach der Anthron-Methode bei Arbeitern aus zwei verschiedenen Bäckereibetrieben konnten sie zeigen, daß nachweisbare Kohlenhydrate nicht durch Inhalation in die Mundhöhle und in den Speichel gelangt waren. *Beyrakov* [2] hingegen fand bei Arbeitern aus der Zuckerindustrie einen höheren Zuckergehalt im Speichel als bei einem Vergleichskollektiv, wobei jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen wurde, daß der Zucker durch »Naschen« in die Mundhöhle gelangte und die Arbeitsplatzsituation nur bedingt mit Bäckerei/Konditorei-Betrieben vergleichbar ist. Obwohl die gemessene Staubmenge und der entsprechende Kohlenhydratanteil äußerst gering erscheint, muß berücksichtigt werden, daß eine Exposition geringer Mengen über mehrere Stunden vorliegt. Stärke, als wäßrige Lösung oder Brot verabreicht, kann durch die im Speichel befindliche Amylase zu Maltose abgebaut werden, was zu einem Absinken des Plaque-pH-Wertes führt [5, 8]. Bei Mehl handelt es sich jedoch um nicht-aufgeschlossene Stärke, durch die in vitro weniger Säure als durch verkleisterte Stärke (fertige Backwaren) entstand [7]. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die Kariogenität eines Staubes, wie er von uns beobachtet wurde, zu bestimmen.

## Summary

The dust quantities occurring in variously sized bakeries/confectionaries were determined by

means of Auer toximeters (pumping capacity 500 l/h, collecting area 4.2 cm<sup>2</sup>) in different workshop places (dough production, dough processing) and the carbohydrate contents were analyzed. The mean overall dust contamination was 19 mg/8 h with the maximum value amounting to 0.3 g/8 h. Little difference was found between the various workshop sizes; the dust contamination was highest in the dough production and dough processing. The fructose content of the dust (max. 0.4 mg/8 h), suggesting the presence of sucrose, is very low compared with the glucose content (max. 88.8 mg/8 h), which is a measure for starch. The dust is composed predominantly of flour and non-carbohydrate substances (including possibly dirt particles). Further studies are required to reveal to what extent there may be a cariogenic effect of such dust contamination after several hours of exposure.

## Literatur

1. *Bauer, H.*: Strukturaufklärung und metallkatalysierte Isomerisierungsreaktion bei Kohlenhydraten. Nat Wiss Diss, Tübingen 1975.
2. *Beyrakov, W.*: Untersuchungen über die Reaktion und Zusammensetzung des Speichels bei Arbeitern der Zuckerverarbeitungsindustrie. – Stomat DDR 24, 653 (1974).
3. *Drysch, K.*: Persönliche Mitteilung. Arbeitsmedizinisches Institut der Universität Tübingen (1983).
4. *Frykolm, K. O.* und *Ericson, Y.*: Intraorale Kohlenhydratbestimmungen bei Bäckern. – Dtsch Zahn Mund Kieferheilk 51, 177 (1968).
5. *Imfeld, T.*: In vivo assessment of plaque acid production. A long-term retrospective study. – In: Health and Sugar Substitutes, Karger, Basel 1979, p. 218.
6. *Koelsch, F.*: Handbuch der Berufskrankheiten. Bd. 1, Fischer, Jena 1935.
7. *König, K.-G.*: Welche Bedeutung haben Vollmehlprodukte für die Zahngesundheit – Getreide und Mehl 17, 17 (1967).
8. *Mörmann, E. J.* and *Mühlemann, H. R.*: Oral Starch Degradation and its Influence on Acid Production in Human Dental Plaque – Caries Res 15, 166 (1981).
9. *Noeske, H.*: Hinweis zur 7. Berufskrankheitsverordnung vom 20. Juni 1968. – Zahnärztl Mitt 68, 1071 (1968).
10. *Schubö, W.* und *Mehlinger, H.-M.*: SPSSX-Handbuch der Programmversion 2. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1984, p. 294 ff.

Manuskripteingang: 10. 4. 86

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. G. Schmalz,  
Universitätsstr. 31, D-8400 Regensburg.  
Dr. A. Gross, Schwabstr. 91, D-7030 Böblingen.