

Gefahrstoffentstehung beim Herstellen und Zubereiten von Lebensmitteln

Dr. Matthias Weigl

**4. Sankt Augustiner Expertentreff „Gefahrstoffe“
02. und 03. Juli 2013, Wachtberg**

Gefahrstoffverordnung

§ 6

Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

(1) Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung als Bestandteil der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber festzustellen, ob die Beschäftigten **Tätigkeiten mit Gefahrstoffen** ausüben oder **ob bei Tätigkeiten Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können**. Ist dies der Fall, so hat er alle hiervon ausgehenden Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten unter folgenden Gesichtspunkten zu beurteilen:

...

Gefährdungsbeurteilung

Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

- Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Hilfsmitteln bei Filtration (z.B. Kieselgur)
- staubende Schüttgüter mit gefährlichen Eigenschaften
-

Gefahrstoffe werden freigesetzt durch

- Gärungsprozesse
- Backen
- Braten/Grillen
- Frittieren
- Räuchern
- Umgang mit staubenden Gütern
- ...



© rvlsoft - Fotolia.com

© M.studio - Fotolia.com

#52200022



© Kesu - © PhotoSG - Fotolia.com

#44728406 144988

Brotherstellung

Zutaten: Weizenmehl,
Wasser, Salz, Hefe

- Kneten
- Teigruhe
- Teigformung
- Backen



© Grecaud Paul - Fotolia.com

#38185010

freigesetzte Gefahrstoffe:

- Mehlstaub
- Kohlendioxid, Acetaldehyd
- Staub,
- Kohlendioxid, Furfural,
Ethanol, Formaldehyd,
Essigsäure



Ausgewählte Messdaten

- Mehlstaub 1-4 mg/m³
(„gute Handwerkspraxis“)

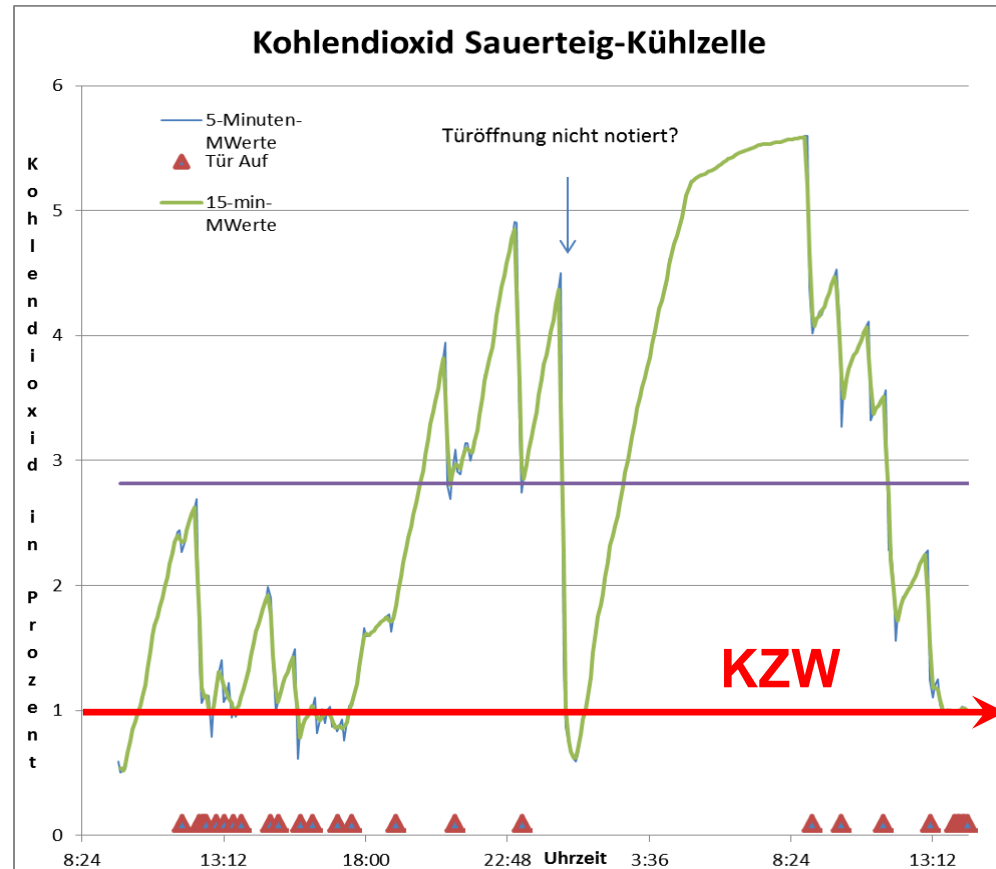
- Acetaldehyd < 9mg/m³
- Kohlendioxid bis 1500ppm
-



keine AGW Überschreitung

Industrielle Backwarenherstellung, Kühlzelle Sauerteig, Kohlendioxid

T=13°C, jeweils 17 Paletten à 200 kg Teigmasse



Backprozess

Gefahrstoffentstehung
durch Maillardreaktion,
Aromabildung

- Kohlendioxid, Kohlenmonoxid
- Ethanol
- Carbonyle (z.B. Acetaldehyd, Furfural)
- Essigsäure usw..

AGW eingehalten

- Kohlenmonoxid bei Holzbacköfen



**im Einzelfall lüftungstechnische
Maßnahmen notwendig**

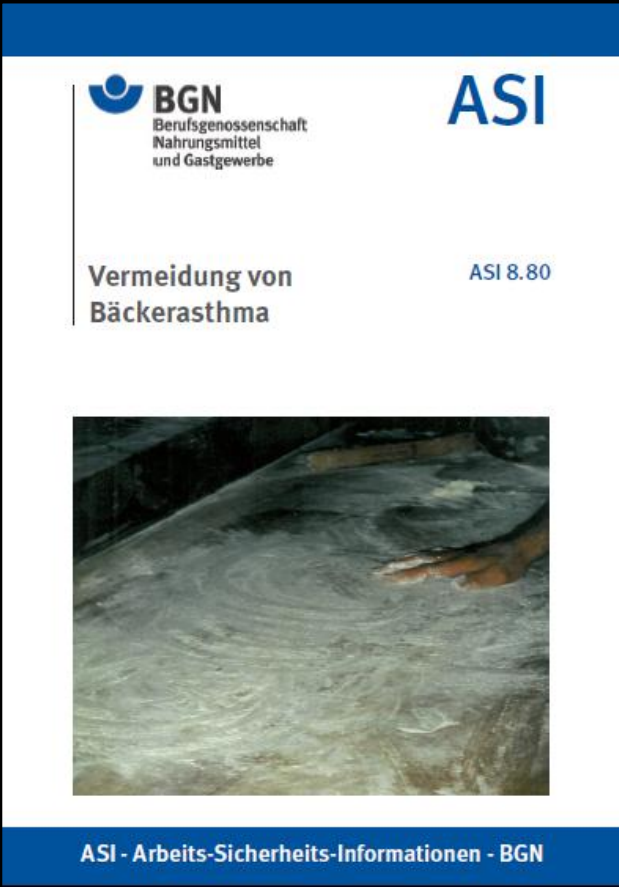
Worin besteht die Aufgabe der BGN ?

- Jährlich etwa ca. 700 Verdachtsmeldungen zur BK 4301 allergisierende Stoffe (95% Mehlstaub als Ursache)
 - davon werden ca. 2/3 medizinisch bestätigt

Maßnahmen

- Präventionsprogramm RZA (Risikozustandsanalyse) für Erkrankte, die im Beruf verbleiben wollen
- Staubvermeidende und staubverringende Maßnahmen wie HT-Mehle usw. (P. Rietschel, 3.St. Augustiner Expertentreff)
http://www.dguv.de/ifa/de/vera/2012_saet_gefahrstoffe/index.jsp
- Fortschreibung der BG/BGIA (EGU) Mehlstaub in Backbetrieben

Beschreibung der Basismaßnahmen




BGN
Berufsgenossenschaft
Nahrungsmittel
und Gastgewerbe

ASI


Vermeidung von
Bäckerasthma

ASI 8.80



ASI - Arbeits-Sicherheits-Informationen - BGN

Fortschreibung BG/BGIA- Empfehlung als EGU BGI/GUV-I- 790-

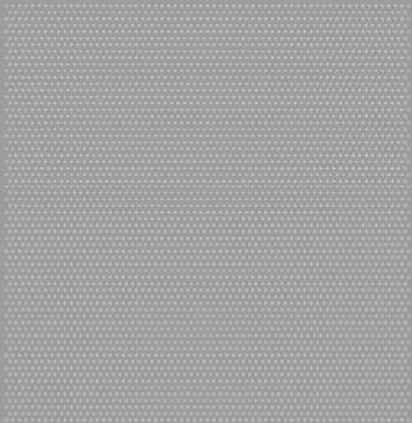


IFA
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

1025

BG/BIA-Empfehlungen zur
Überwachung von Arbeitsbereichen

Mehlstaub in Backbetrieben
Stand: November 1998



IFA - Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

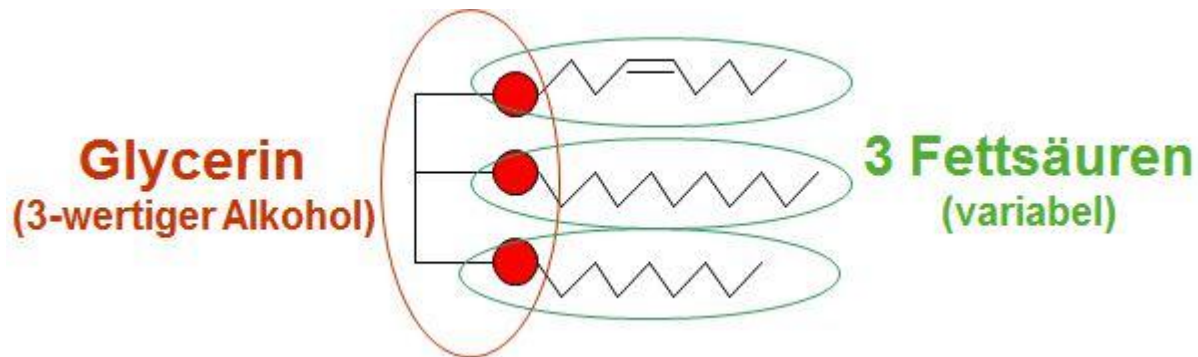
Küche

- **Frittieren**
- **Braten/Grillen**

- Beiden Prozessen ist gemeinsam:
 - Pflanzenfett oder -öl wird erhitzt
 - Hohe Temperaturen des Wärmeträgers
 - Fritteuse (165 -180°C)
 - Pfanne (>180°)



Fette / Öle sind Triglyceride



© Angel Simon - Fotolia.com

#42823870

Fettsäuren

gesättigt:

einfach ungesättigt:

mehrfach ungesättigt:

Palmitinsäure, Stearinsäure

Ölsäure

Linolsäure, Linolensäure

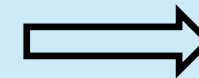
Fette/Öle reagieren mit Luftsauerstoff

- können bei Raumtemperatur ranzig werden
- Lichteinwirkung ungünstig bei Ölen
- katalytische Fettoxidation
- je mehr ungesättigte Fettsäuren, desto empfindlicher das Öl

und bei 180°C ?

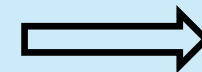
Triglyceride + Sauerstoff + Hitze ergeben:

- Spaltung in Mono- und Diglyceride und freie Fettsäuren
- Dimerisation und Polymerisation
 - Dimere und polymere Triglyceride
 - Dimere und polymere Fettsäuren
- zyklische Verbindungen
- „aldehydartige Diglyceride, die eine Sauerstoff, Hydroxy, Epoxygruppe usw. enthalten



Produkt

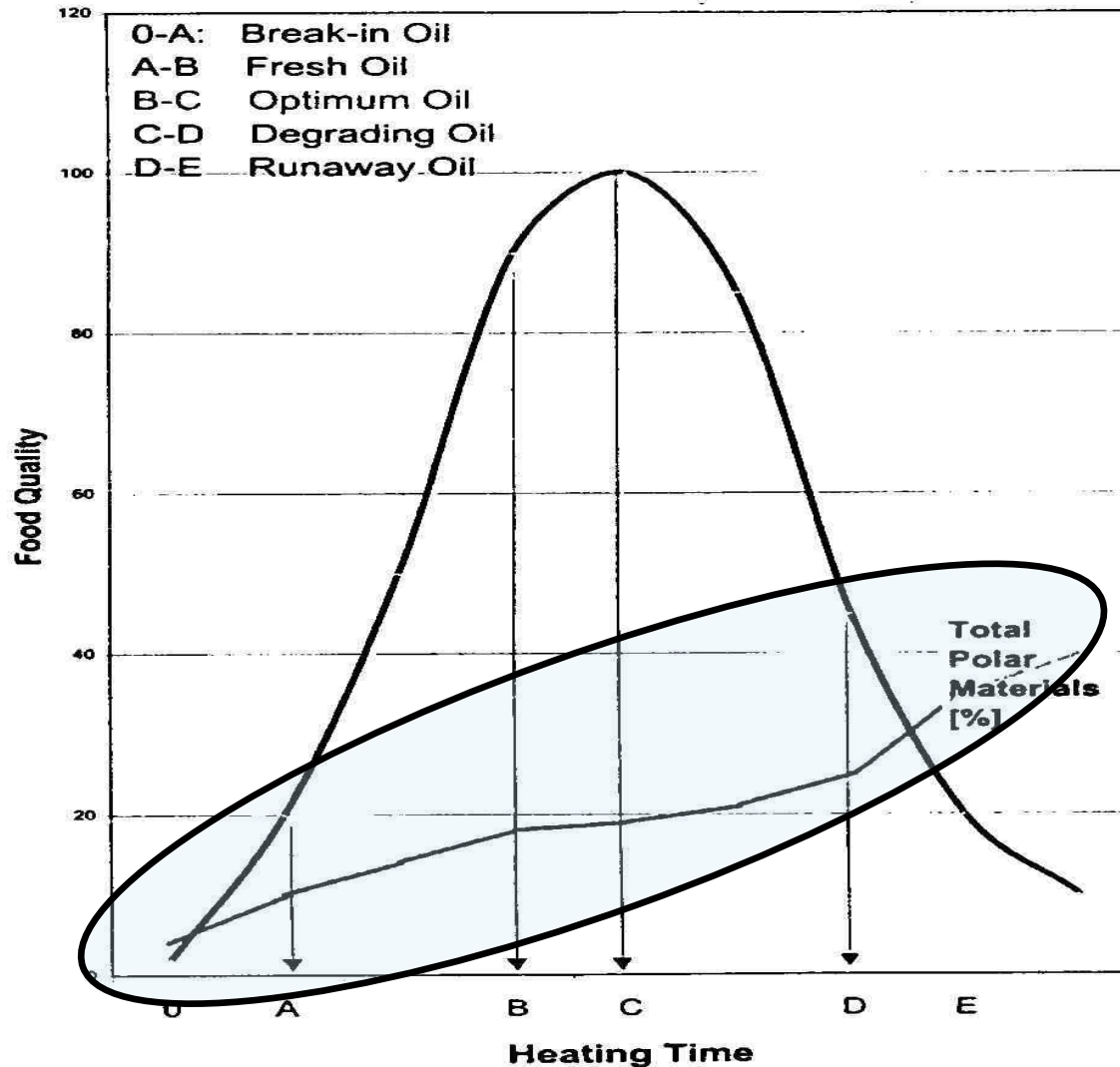
- Flüchtige Verbindungen: Aldehyde (Acrolein), Ketone, Kohlenwasserstoffe, Fettsäuren



Luft

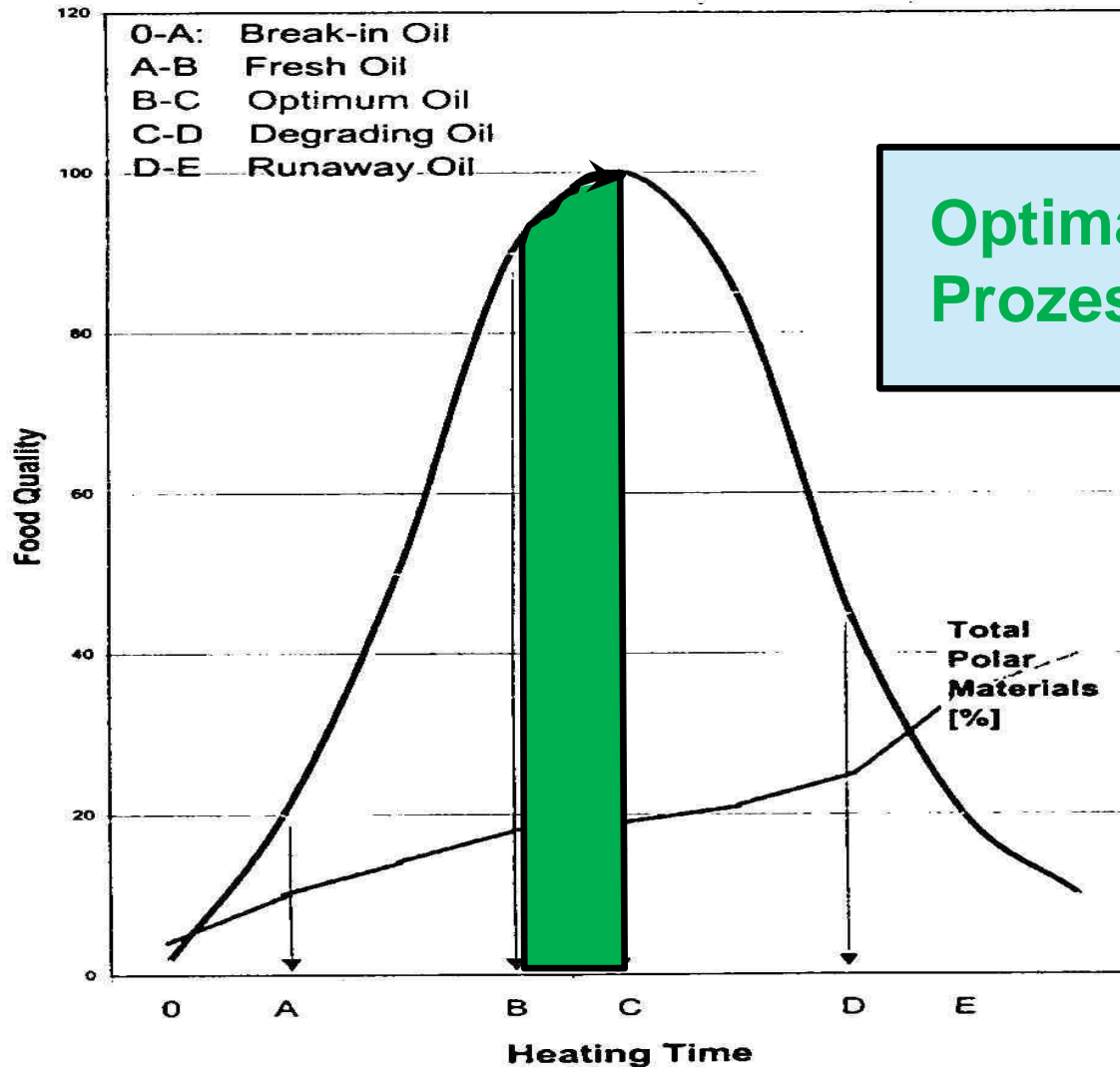
Theorie des Frittierens (M. Blumenthal 1991)

- Zum Frittieren muss Wärme vom nicht-wässrigen Medium zu einem wasserhaltigen Gut transportiert werden.
- Nahrungsmittelbestandteile und Sauerstoffabsorption an der Luft-Öl Oberfläche verändern das reine Öl in eine Mischung aus zahlreichen Zersetzungsprodukten.
- Diese Produkte (surfactants) reduzieren die anfänglich hohe Oberflächenspannung zweier nicht mischbarer Systeme und sorgen für einen besseren Wärmeaustausch.
- Zersetzungsprodukte ändern den Wärmeaustausch und damit die Frittierfähigkeit (Qualität) des Produktes !!!



TPM [%]:
Maß für
Zersetzungs-
produkte

Quelle: R.Stier:
Chemistry of Frying,
Eur.J.Lipid.Sci.technol
2000



Optimale
Prozessführung

TPM [%]:
Maß für
Zersetzungs-
produkte

Quelle: R.Stier:
Chemistry of Frying,
Eur.J.Lipid.Sci.technol
2000

FRIES PRODUCED IN PROGRESSIVELY DEGRADED OILS



BREAK-IN

FRESH

OPTIMUM
FRYING

DEGRADING

RUNAWAY

Quelle. R.Stier; Fried Foods and Frying Oils, 6th Symposium on Deep Frying, Hagen 2011

DGF: Tipps zur Prozessführung/Fettmanagement

- Temperatur überprüfen und die Kontrolle dokumentieren (HACCP)
- Frittiergut nicht tiefgekühlt in die Fritteuse geben
- Frittiermenge: Verhältnis Frittiergut/Frittieröl nicht mehr als 1:10
- Temperaturführung 160-175°C
- nach Frittierende Fritteuse abdecken; Filtration
- Ein Teil des verbrauchten Fettes durch frisches Fett austauschen
- rechtzeitiger Fettwechsel (Prüfung)

Fazit:

Fettoxidation (Fettverderb) ist nicht aufzuhalten, kann aber kontrolliert werden !



Messergebnisse in Küchen

Gefahrstoffmessungen der BGN wurden in Küchen mit unterschiedlicher Größen und Lüftungssystemen und unterschiedlicher Speisenzubereitung durchgeführt.

Aerosole (E-Fraktion): n.n.-11mg/m³

- Bis zu 90% der Aerosole bestehen aus Triglyceriden und Fettsäuren

Aldehyde: 0.1- 4mg/m³

- Acrolein: 0.02- **0.72** mg/m³ (AGW: 0.2mg/m³)
- Capronaldehyd: 0.02- 1.12 mg/m³
- Nonanal: 0.02- 0.59 mg/m³
- Decadienal: 0.03- 1.19 mg/m³

BGN

um die Emissionen zu verringern, ist folgendes wichtig:

- Temperatur $<175^{\circ}\text{C}$
- Abdecken der Fritteuse
- Filtration
- **rechtzeitiger Fettwechsel**

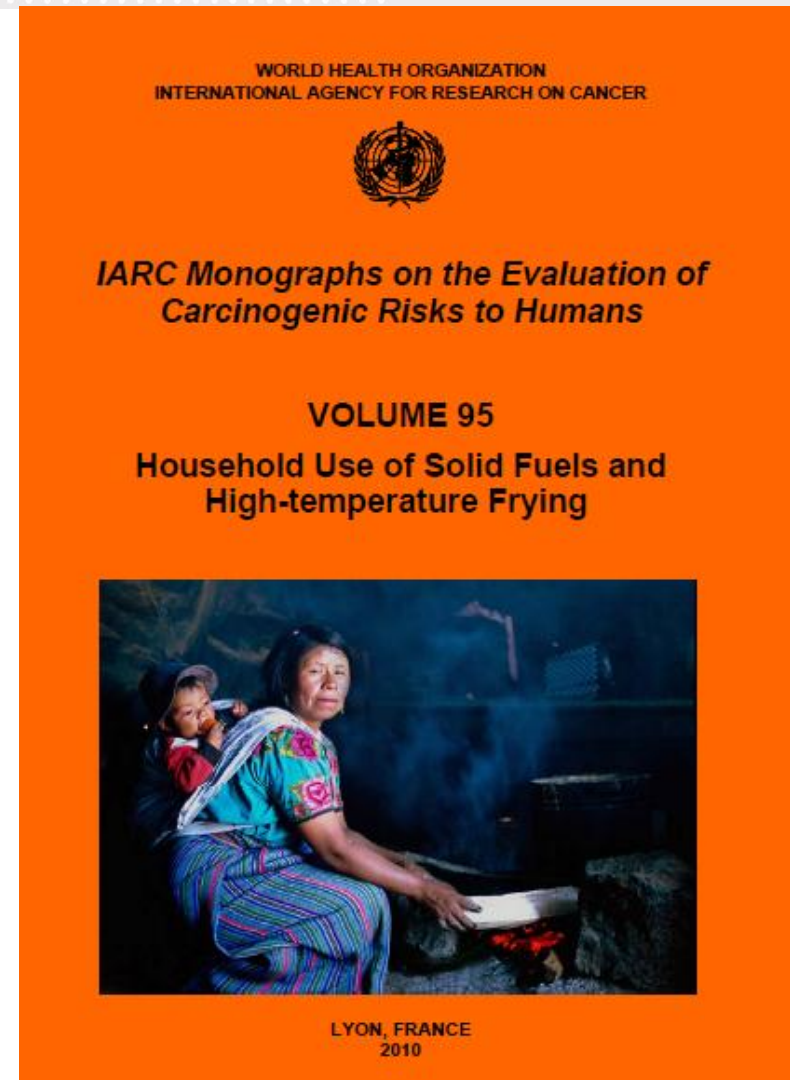
➔ in ASI 8.19 eingefügt



The image shows the cover of a document titled 'ASI 8.19 Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen'. The cover features the ASI logo (Arbeits-Sicherheits-Informationen) and the BGN logo (Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten). A photograph of a commercial kitchen with stainless steel equipment is centered on the cover. The date '8.19/08' is printed in the bottom right corner of the cover.

IARC 2010 Volume 95

- Emissions from high-temperature frying are *probably carcinogenic to humans* (Group 2A)
- Data indicate that cooking oil has... high mutagenic potential when heated above 230°C
- zugrunde gelegt werden vier epidemiologische Studien aus dem asiatischen Raum



Räuchern

- Einer der ältesten Prozesse der Haltbarmachung von Fleisch- oder Fischwaren
- + Aromagebung und Färbung
- Traditionelles Verfahren: Räucherrauch ist ein Glimmrauch (Exothermer Rauch, Rauch von langsam abbrennenden verglimmenden Hölzern)
 - Erfordert hohe Prozesskontrolle
- Moderne Verfahren: Pyrolyserauch (Endothermer Rauch), Holz(späne) werden erhitzt, Pyrolyseprodukte reagieren mit Luftsauerstoff

Änderung der Technologie bzw. Unterschied zwischen Klein- und Großbetrieb

- **Fischräuchern im Altonaer Ofen**
- **zu räucherndes Gut steht unmittelbar im Rauch von langsam glimmenden Holz**
- **z.T. Grenzwertüberschreitung von Formaldehyd, CO, Acrolein und Ameisensäure messbar**



Moderne Wursträucherei

- **Raucherzeugung und Räucherkammern sind vollständig getrennt**
- **Häufig Dampfraucherzeugung (~400°C überhitzter Wasserdampf pyrolysiert Holzspäne)**
- **geringe Mengen an Benzo[a]pyren**
- **Belastung nur kurzzeitig im Raucherzeugerraum, wenn Aschebehälter geleert wird**

Bierherstellung

- Kieselgur bei Filtration
 ⇒ MGU Messprogramm „Mineralische Stäube“
- Kohlendioxidstehung bei Gärung

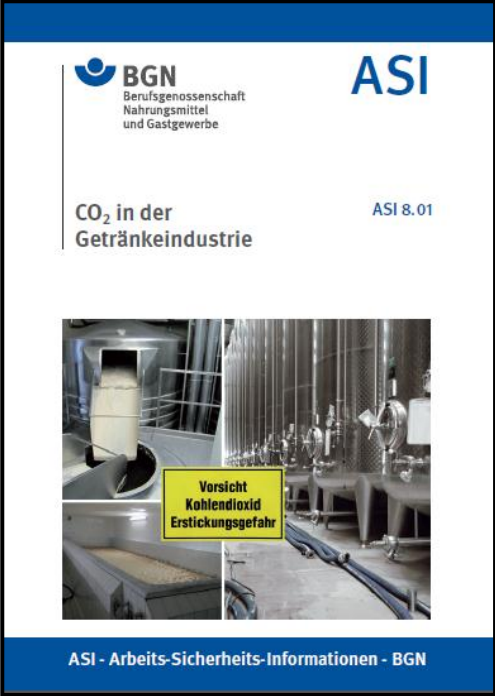
BRAUWELT | WISSEN | ARBEITSSICHERHEIT

Kohlendioxid: Der Tod im Tank

GEFAHR MINIMIEREN | Als Trägerin der gesetzlichen Unfallversicherung weist die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN) immer wieder auf die Gefahren durch Kohlendioxid (CO₂) hin. Trotzdem werden der BGN immer wieder Todesfälle durch CO₂-Vergiftungen gemeldet, die letzten beiden Toten vor Ablauf eines Jahres und aus demselben Unternehmen. Das Problem wird unterschätzt, falsch bewertet oder nicht erkannt – vor allem in Brauereien.

Kohlendioxid ist 50 Prozent schwerer als Luft und sammelt sich deshalb am Boden von Behältern und tiefer liegenden Räumen wie Kellern. CO₂ ist farblos. Man riecht es nicht, und man schmeckt es nicht, aber in entsprechenden Konzentrationen führt Kohlendioxid zu Vergiftungen. Der Tod kommt unauffällig daher – und schnell.

Wichtig zu wissen: Die tödliche Wirkung von CO₂ ist unabhängig von dessen sauerstoffverdrängenden Wirkung. Um der Vergiftungsgefahr durch CO₂ zu begegnen, ist es also keinesfalls ausreichend, dem Sauer-



BGN
Berufsgenossenschaft
Nahrungsmittel
und Gastgewerbe

ASI

CO₂ in der
Getränkeindustrie

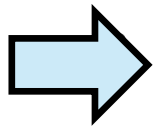
ASI 8.01

Vorsicht
Kohlendioxid
Erstickengefahr

ASI - Arbeits-Sicherheits-Informationen - BGN

Fazit:

- Überall, wo Nahrungsmittel erhitzt werden, sei es durch Frittieren, Braten, Backen, können flüchtige Stoffe vom Nahrungsmittel freigesetzt, vom Wärmeträger bzw. vom Aromageber freigesetzt werden.
- Je höher die Temperatur ($>230^{\circ}\text{C}$) desto mehr Gefahrstoffe bis hin zu krebserzeugenden Stoffen (PAHs) können freigesetzt werden.



Da man das Garen nicht verbieten will, muss der Fokus der Präventionsarbeit auf der richtigen Prozessführung und der entsprechenden Lüftungstechnik liegen.

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit !**