



Produktsicherheit ohne bzw. mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen

Friedrich-Karl Lücke
Hochschule Fulda

Prof. Dr. Friedrich-Karl Lücke
Lehrgebiet Mikrobiologie & Lebensmitteltechnologie
FB Oecotrophologie, HS Fulda
Marquardstr. 35, 36039 Fulda



Pro

- Umrötung
- Pökelaroma statt Aufwärmgeschmack
- **Gewohnte sensorische Eigenschaften**
- **Bessere Akzeptanz beim Verbraucher**
- **Antibakterieller Effekt**
 - **Produktsicherheit?**
 - **Haltbarkeit?**

Contra

- **Toxikologische Bedenken**
- **Grundsätzliche Vorbehalte gegenüber chemisch-synthetischen Zusatzstoffen**
- → **beim Verbraucher**
- → **innerhalb der Öko-Verbände**



Nur als Konservierungsstoff!

= „*Stoffe, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängern, indem sie sie vor den schädlichen Auswirkungen von Mikroorganismen schützen, und/oder vor dem Wachstum pathogener Mikroorganismen schützen*“ (VO [EG] 1333/2008).

Grenzwerte für den Nitritzusatz und den Restnitrit-Gehalt bei erhitzten Fleischerzeugnissen (nach RL 2006/52/EG)

Fleischerzeugnis	Maximaler Zusatz	Restnitrit
Sterilisierte Erzeugnisse*	100 mg NaNO ₂ /kg	Nicht festgelegt
Andere Erzeugnisse	150 mg NaNO ₂ /kg	

***warum ein Konservierungsmittel für sterilisierte Erzeugnisse?**



- **Verordnung (EG) 780/2006:**
 - Richtwert für zugesetzte Menge: 80 mg NaNO₂/kg
 - Höchstzulässige Restmenge: 50 mg NaNO₂/kg
 - Nur wenn „*gegenüber der zuständigen Behörde zufrieden stellend nachgewiesen wurde, dass es keine technologische Alternative gibt, die in Bezug auf die Hygiene dieselbe Sicherheit bietet und/ oder die Erhaltung der besonderen Merkmale des Erzeugnisses gestattet.*“
- **Verordnung (EG) 128/2008: erneute Überprüfung der Notwendigkeit der Pökelfstoffverwendung bis Ende 2010 (mit dem Ziel eines Verzichts)**

Wie wirkt Nitrit im Fleisch (I)?

(nach HONIKEL, 2008, vereinfacht)



Bei dem schwach sauren pH der meisten Fleischwaren entstehen aus Nitrit geringe Mengen an salpetriger Säure (HNO_2), die wiederum als Quelle für Stickstoffmonoxid (NO) fungiert.

NO reagiert mit **Eisen** *in den Muskelzellen*

→ Bildung von NO-Myoglobin und NO-Myochromogen (farbstabil auch bei Hitzebehandlung und O_2 -Zutritt)

→ Umrötung, Pökelfarbe

→ Eisen mit gebundenem NO kann Fettverderb und andere unerwünschte Oxidationsprozesse (Cholesteroll!) nicht mehr starten

→ Pökelaroma statt „Aufwärmgeschmack“



Stickstoffmonoxid (NO) reagiert mit Eisen in Bakterienzellen

- Störung des eisenabhängigen Energiestoffwechsels
- **antibakterielle Wirkung**

Außerdem steht Eisen im Substrat (Fleisch) nach NO-Bindung bestimmten Mikroorganismen nicht mehr als Eisenquelle zur Verfügung (vgl. GREVER & RUITER, 2001)



Einflussfaktoren sind

- der pH-Wert: *geringe Wirkung bei hohen pH-Werten*
- der Eisengehalt und die Art der Bindung des Eisens
- die Wasseraktivität
- Ascorbinsäure
-

→ Ist die Verderbsflora empfindlich gegenüber Nitrit?

→ Ist das Produkt durch andere „Hürden“ stabilisiert?

Produktspezifische Betrachtung nötig!



Nitrit und Produktsicherheit (I):

Senkt der Zusatz von Nitrit das Botulismus-Risiko?



Zu berücksichtigen: Wahrscheinlichkeiten

1. der Anwesenheit von *C. botulinum*-Sporen in den Rohstoffen
2. des Überlebens und der Toxinbildung von *C. botulinum* während des Herstellungsprozesses
3. der Nicht-Einhaltung der erforderlichen Kühlbedingungen während der Lagerung, in der Distribution und im Haushalt
4. einer unzureichenden Erhitzung vor dem Verzehr (bei Bacon, Würstchen u.ä.)
5. der Nicht-Wahrnehmung von Verderberserscheinungen und somit des Verzehrs toxischer Produkte

Das Gutachten der EFSA vom 26.11.2003 über die Wirkung von Nitrit/Nitrat auf die mikrobiologische Sicherheit von Fleischerzeugnissen berücksichtigt vor allem die Punkte (1) und (2).



Fleischware	Ursachen	Wirkung des Nitritzusatzes
Nicht spritzgepökelte Rohschinken	<ul style="list-style-type: none">● Fleisch mit zu hohem pH-Wert <u>und/oder</u>● Salzung bei zu hohen Temperaturen <u>und/oder</u>● Salzung zu kurz	Fehlend
Kochwurst-Konserven	Unzureichende Erhitzung <u>und</u> ungekühlte Lagerung	Fehlend

Vermehrung von proteolytischen *C. botulinum*-Stämmen in „Kesselkonserven“



P = Wahrscheinlichkeit der Bildung von Botulinum-Toxin durch eine Spore im Rohmaterial, nach Erhitzung auf $F_0 = 0.34$ und Lagerung (21°C, 3 Monate).

Produkt	Wasseraktivität	NaNO ₂ zugesetzt (mg/kg)	Log (1/P)
Brühwurst	0,972	~80	>6.8
		0	6.1
	0,982	~80	6.9
		0	4.0
Leberwurst	0,969	~80	>6.3
		0	6.3
	0,970	~80	3.5
		0	3.6
	0,980	~80	2.5
		0	2.3

Lesebeispiel: $\log(1/P)=4.0$ bedeutet, dass unter den Versuchsbedingungen eine von 10.000 Sporen im Rohmaterial überlebt und Toxin bildet

Wirkung eines Nitritzusatzes auf die Vermehrung von proteolytischen *C. botulinum*-Stämmen in „Kesselkonserven“



- **Kein Effekt bei Leberwurstkonserven**
- **Deutlicher Effekt bei Brühwurstkonserven**
 - **Erhöhung des F_0 -Werts um ca. 0,6, um Ware mit reduziertem oder fehlendem Nitritzusatz ebenso sicher zu machen wie Ware mit üblichen Nitritzusatz**



Nitrit und Produktsicherheit (II):

**Trägt Nitrit zur Hemmung der
Vermehrung von *Listeria
monocytogenes* auf erhitzten
Fleischerzeugnissen bei?**



- Bei einem pH-Wert von 6.2 und einem Restnitritgehalt von 30 mg NaNO_2 /kg liegen nur ca. 0,5 $\mu\text{mole HNO}_2$ /kg vor. Diese verzögern die Vermehrung von *Listeria monocytogenes* nur wenig (DUFFY et al., 1994)
- In Leberpastete war eine hemmende Wirkung eines Nitritzusatzes kaum feststellbar (FARBER et al., 1995)

Vermehrung von *Listeria monocytogenes*

in erhitzten Fleischerzeugnissen:

Wirkung von zugesetztem Nitrit (II)

Hochschule Fulda

University of Applied Sciences



Fleischerzeugnis	Zusatz von NaNO ₂ (mg/kg)	Verdopplungen von <i>Li. monocytogenes</i> bei 7°C	
		nach 14 Tagen	nach 21 Tagen
Brühwurst, a _w = 0.965	79	<1	<1
	40	<1	~1.3
Kochschinken, a _w = 0.973	79	11-12	11-12
	40	12-13	12-13

→ sehr schwache Wirkung

Daten von Stegeman et al., 2007



Nitrit und Haltbarkeit von Brühwurst (Frischware)

Verderb von Brühwurstaufschnitt, gelagert unter Vakuum bzw. Schutzgas



- Verderb mikrobiologisch bedingt, „Pökelaroma“ bei nitrithaltiger Ware kaum wahrnehmbar
- Geringfügige Verkürzung der Haltbarkeit bei reduziertem oder fehlenden Nitritzusatz
- Entscheidender Faktor: Vermeidung von Rekontamination nach der Hitzebehandlung

NIELSEN 1983; GRAUBAUM et al. 2003; CVUA BaWü 2005; LÜCKE et al. 2007



Nitrit und Produktsicherheit (III): Rohwurst



- Ein **Nitritzusatz** von etwa 100 mg NaNO_2 /kg trägt zur Hemmung insbesondere von **Salmonellen** zu Beginn der Rohwurstreifung bei. → *Daher müssen Rohwürste ohne Nitritzusatz ähnlich wie Rohwürste mit Nitratzusatz, also bei tieferen Temperaturen fermentiert werden.*
- **Staphylococcus aureus** vermehrt sich in Rohwurst bei unzureichender Säuerung und zu hohen Fermentationstemperaturen, **weitgehend unabhängig vom Nitritzusatz**
- Das **Absterben** von *E. coli* und *Listeria monocytogenes* während der Rohwurstreifung wird durch den üblichen Nitritzusatz (100-150 mg NaNO_2 /kg) gegenüber der Kontrollcharge ohne Nitrit nur geringfügig, das Absterben von Salmonellen etwas stärker beschleunigt (vgl. Kabisch et al., 2008)



- Ein **Nitratzusatz*** zu Rohwurst erhöht die mikrobiologische Sicherheit **nicht**, sondern kann unter Umständen sogar die Vermehrung unerwünschter Bakterien fördern, **denn:**
 - Nitrat wirkt nur nach bakterieller Reduktion zu Nitrit
 - Bakterien in (rohen) Fleischerzeugnissen häufen in der Regel nie genug Nitrit für eine antibakterielle Wirkung an.

*als solches oder über nitrathaltige Zutaten

Schlussfolgerungen (I): Wirkungen des Nitrits in verschiedenen Fleischwaren



Produkt		Relevanz der Nitritwirkung auf		
		Farbe	Aroma	Mikro-organismen
Brühwurst		hoch	mäßig	mäßig
Kochwurst		gering	gering	gering
Roh- pökel- ware	langgereift	gering	gering	sehr gering
	kurzgereift	mäßig	mäßig	gering
Kochpökelware		hoch	mäßig	mäßig
Roh- wurst	langgereift	gering	gering	gering
	kurzgereift	mäßig	mäßig	mäßig



- Ein Weglassen von Nitrat erhöht das mikrobiologische Risiko nicht
- Ein Weglassen oder eine deutliche Verminderung des Zusatzes von Nitrit erfordert Anpassung der Produktpalette und der Prozesse, insbesondere
 - intensivere Erhitzung von Brühwurst-Konserven
 - niedrigere Reifetemperaturen bei Rohwurst
 - Verzicht auf die Herstellung kurzgereifter Rohwurstsorten (Salmonellen!) und in der Packung nachpasteurisierter Brühwurstprodukte (Clostridien!)und eine entsprechende Schulung

Schlussfolgerungen (III): Mögliche Maßnahmen zur Gewährleistung von Produktsicherheit und Haltbarkeit



Produkt	Maßnahme	Bemerkungen
Brühwurst-konserven	Intensivere Erhitzung	Sensorisch begrenzt
Gegarte aufgeschnittene Erzeugnisse	Aseptische Technik	Aufwändig
	Schutzkulturen	Kosten, Aufwand, Beurteilung
Rohwurst	Längere Reifung bei niedrigeren Temperaturen	Nicht bei allen Sorten anwendbar
Diverse	Antimikrobiell wirkende Gewürze	Aus sensorischen Gründen kaum möglich



Das Dilemma beim Risikomanagement:

- Es ist sehr schwierig, die positiven Wirkungen von Nitrit auf die sensorischen Eigenschaften von Fleischerzeugnissen zu kompensieren
- Die antibakterielle Wirkung von Nitrit kann, wo sie eine Rolle spielt, meistens durch Modifikation von Rezepturen und/oder Prozessen kompensiert werden; das kann jedoch mit sensorischen Einbußen und/oder höheren Produktionskosten (*Rohwurst!*) verbunden sein
- Ist die Zulassung von Nitrit nur als Konservierungsstoff sachgerecht?

Risikokommunikation?



Eigene Untersuchungen in den Jahren 2004-2007 wurden gefördert aus dem Bundesprogramm Ökologischer Landbau:

- **Projekt „Pökelfstoffe in Öko-Fleischwaren“ (04OE003; Koop. mit FiBL e.V.; Prof. Dr. U. Hamm, Universität Kassel)**
- **Projekt „Leitfaden für die Herstellung von Öko-Fleisch- und Öko-Wurstwaren ohne oder mit reduziertem Einsatz von Pökelfstoffen“ (06OE007; FiBL, Frankfurt/M)**