

To whom it may concern

## Grundsätzliche Beurteilung des Einsatzes von Nitrat und Nitrit in Fleisch- erzeugnissen

---

Die Pökellung von Fleischerzeugnissen stellt eines der wichtigsten fleischtechnologischen Verfahren dar. Dabei werden folgende Verfahren unterschieden:

- Die Trockenpökellung beinhaltet ein manuelles Einreiben der Fleischstücke z.B. bei vielen Rohpökellwaren aus Kochsalz, Salpeter oder Nitritpökelsalz und einer betriebseigenen Gewürzmischung. Während der anschliessenden, meist mehrwöchigen Lagerung bei 5°C in Wannen bzw. Standen wird eine Eigenlake gebildet. Die Fleischstücke sind zwecks einheitlicher Pökellung regelmässig umzulagern. Bei einer Vielzahl von gereiften Rohwurstwaren wird eine ähnliche Mischung vor dem Stossen in die jeweiligen Därme mechanisch in das jeweilige Brät eingearbeitet.
- Bei der Nasspökellung wird dem Fleischstück eine 10 bis 20%-ige Pökellake (Kochsalz, Salpeter oder Nitritpökelsalz, betriebseigene Gewürzmischung) zugesetzt. Dies erfolgt entweder, indem die Fleischstücke in Standen bzw. Wannen in eine Lake bei rund 5°C eingelegt werden (Lakenpökellung: z.B. bei Kochspeck, Gnagi, Zunge) oder indem die Pökellake über Nadeln (Automaten oder manuell) in das Fleischstück gespritzt wird (Injektionspökellung: z.B. bei gekochtem Schinken, Rippli).

### a. Pökellstoffe

Als Pökellstoffe werden seit jeher Nitrat und Nitrit in unterschiedlichen Formen eingesetzt. Diese werden über mehrere Stufen zu Stickstoffmonoxid abgebaut, welches an den Muskelfarbstoff Myoglobin (entweder an reduziertes Myoglobin oder an Metmyoglobin) in der Form des roten Nitrosyl(met)myoglobins (= Pökellrot) gebunden wird. Beim Einsatz der beiden Pökellstoffe gilt es je nach Substanz die nachfolgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Nitrat wird vor allem für die Pökellung von länger gereiften, schnittfesten Rohwürsten (empfohlene Reifedauer: mind. 4 Wochen) und Rohpökellwaren eingesetzt, zumal in der Praxis vielfach beobachtet wird, dass die Zugabe von Nitrat im Vergleich zu Nitrit zu einer eher dunkleren Fleischfarbe, einem intensiveren Aroma sowie einer besseren Durchrötung von grösseren Fleischstücken führt. Nitrat wird über bakterielle Nitratreduktasen (von *Micrococcaceen* stammend, aus spezifischen Starterkulturen bez. der betriebseigenen Mikroflora) bei eher hohen pH-Werten zu Nitrit umgewandelt und dann über säureabhängige Prozesse in Stickstoffmonoxid und Nitrat überführt. Gerade der bakterielle Umbau stellt eine heikle Phase während der Rötung dar und kann bei zu hohen Zugabemengen bzw. bei suboptimalen Herstellungsbedingungen, infolge einer ungenügenden Entwicklung der nitratreduktase-bildenden Keime, zu massiv erhöhten Nitratgehalten im Endprodukt führen. Zudem gilt es zu berücksichtigen, dass die erste Phase der Pökellung von länger gereiften Rohwürsten und Rohpökellwaren sehr anspruchsvoll ist, zumal im Ausgangsmaterial nach wie vor hohe Wasseraktivitäts- ( $a_w$ ) und pH-Werte festzustellen sind. Umgekehrt hat Nitrat den Effekt, dass die bakterielle Reduktion zu Nitrit bei Einhaltung der entsprechenden Umweltbedingungen verzögert abläuft, womit höhere Nitritkonzentrationen in sämtlichen Phasen der Herstellung verhindert werden können. Dies dürfte vor allem im Zusammenhang mit der prooxidativen Wirkung des Nitrits bei längerer Produktionsdauer von Bedeutung sein, indem dieses scheinbar die Fettoxidation zu beschleunigen vermag.

Nitrit wird in Form von Nitritpökelsalz v.a. für die Pökellung von kurz gereiften Rohwürsten, Brühwürsten (ohne weisse Wurstware), Kochwürsten, Kochpökellwaren und übrigen Fleischwaren, je nach Produkt auch in Kombination mit Glucono-delta-Lacton (GdL), eingesetzt. Der chemische Abbau von Nitrit zu Stickstoffmonoxid erfolgt bei tiefem pH über den Weg der salpetrigen Säure, bevor dieses an den Muskelfarbstoff Myoglobin in Form von Nitrosyl(met)myoglobin gebunden wird.

## **b. Wirkungen von Nitrat und Nitrit**

Nitrat bzw. Nitrit gelangen vor allem aus den nachfolgenden Gründen zum Einsatz:

- Typische Pökelfarbe durch das Erreichen einer kochfesten Umrötung, die anderweitige Verfärbungen der jeweiligen Fleischerzeugnisse (z.B. Graufärbung) bedingt durch oxidative Prozesse aber auch mittels Erhitzung verhindern
- Bildung des typischen Pökelaromas
- Konservierung durch die selektive Hemmung von Mikroorganismen insbesondere von gram-positiven, sporenbildenden Bakterien, allen voran *Clostridium botulinum* als Produzent des äusserst toxischen Botulismusgiftes und *Clostridium perfringens*, aber auch gram-negativen Bakterien wie Salmonellen oder andere Enterobakterien).  
Die Sicherstellung der Lebensmittelsicherheit insbesondere zur Vermeidung des gefürchteten Botulismus war übrigens wohl einer, wenn nicht der Hauptbeweggrund, weshalb man zu früheren Zeiten das Pökelf Verfahren überhaupt einführte und weiter entwickelte.
- Antioxidative Wirkung des Nitrits vor allem in Kombination mit Ascorbat/Ascorbinsäure als Umrötehilfsmittel und Antioxidans vor allem zur Vermeidung der Oxidation von Fetten («Ranzigwerden») bzw. Cholesterin. Aufgrund dessen vielseitigen Wirkungen sollte Ascorbat/Ascorbinsäure sowohl beim Zusatz von Salpeter wie auch von Nitritpökelsalz unbedingt zugesetzt werden, entweder in reiner Form oder über naturbelassene Zusatzstoffe (z.B. Acerola).

Obwohl schon seit vielen Jahren Bestrebungen im Gange sind, konnten bislang noch keine Ersatzstoffe gefunden werden, die die obgenannten Wirkungen von Nitrat und Nitrit in Kombination auch nur ansatzweise erzielen können. So wurden beispielsweise Versuche mit Paprikapulver durchgeführt, mit welchem zwar eine annähernde Rotfärbung erreicht werden konnte, die übrigen der vorgenannten Wirkungen aber nicht erreicht werden konnten.

Umgekehrt wird mit der Pökellung immer wieder die Bildung von krebserregenden Nitrosaminen in Verbindung gebracht. Gemäss Arbeiten der früheren Bundesanstalt für Fleischforschung in D-Kulmbach (BAFF) ist die Bildung von Nitrosaminen in Fleischerzeugnissen jedoch nur unter den folgenden, kaskadenartigen Voraussetzungen möglich:

1. Vorhandensein von Nitrit:  
Damit kommen nur umgerötete, nicht aber «weisse» Fleischwaren bzw. Frischfleisch in Frage.
2. Vorhandensein von sekundären Aminen:  
Diese entstehen nur bei länger dauernden Prozessen wie der Reifung oder Lufttrocknung. Da für Brüh-, Kochwürste und Kochpökelfwaren frisches Fleisch verwendet wird und die Herstellungsprozesse zügig verlaufen, fallen diese ebenfalls nicht in Betracht.
3. Niedriger pH-Wert (< 5.5):  
Damit kommen höchstens fermentierte Fleischprodukte in Frage.
4. Herstellungsbedingungen bei hoher Temperatur (> 130°C) oder langer Lagerzeit bei Raumtemperaturen ab 25°C:  
Dies trifft nur beim Grillieren, Braten bzw. der Rohproduktreifung zu, wobei auch bei letzteren die Lagertemperaturen mit max. 15°C üblicherweise tiefer sind.

Aus der Kombination der vorgenannten Faktoren lässt sich somit schliessen, dass das Risiko der Bildung von Nitrosaminen in Fleischerzeugnissen vergleichsweise tief ist bzw. diese, wenn überhaupt, nur sehr langsam verläuft.

Verschiedene Untersuchungen weisen zudem darauf hin, dass «nur» zwischen 3 und 10% der im Körper vorkommenden Nitrosamine überhaupt aus der Nahrung stammen und der Rest im Körper gebildet wird. Mit dem Zusatz von Ascorbinsäure/Ascorbat kann zudem einerseits die Neubildung von Nitrosaminen gehemmt werden; andererseits scheint aber auch deren Abbau im Körper, wenn einmal gebildet, reduziert zu werden.

Dem Grundsatz von Paracelsus folgend, wonach «die Menge das Gift macht», können zu hohe Zugabemengen an Nitrat bzw. Nitrit hingegen zu einer Entstehung von Blausucht (Cyanose) führen, da der Sauerstofftransport des Blutes behindert wird. Dies ist v.a. für Säuglinge und Kleinkinder von Bedeutung, weil sie besonders empfindlich auf Nitrit reagieren. Ebenfalls gibt es Hinweise, dass Nitrit in sehr hohen Dosen als Nervengift wirken kann. Eine Limitierung der Nitrat- bzw. Nitritzugaben nach oben, wie sie bereits heute auf gesetzlicher Ebene vorgegeben wird, ist daher sicherlich sinnvoll.

Umgekehrt gibt es seit Jahren aber auch Hinweise, dass Nitrat aus Früchten und Gemüse mit verschiedenen positiven Wirkungen auf die Gesundheit verbunden ist, zumal dieses über Nitrit zu Stickstoffmonoxid umgebaut wird. Stickstoffmonoxid ist bekannt dafür, dass es gefässerweiternd und damit durchblutungsfördernd wirkt, positiv für die Wundheilung ist, als Neurotransmitter im Hirn seine positive Wirkung entfaltet und die Immunabwehr stärkt.

### **c. Formen und Vorkommen von Nitrat und Nitrit**

Nitrat wird seit Jahren in Form von Salpeter (als Natrium- oder Kaliumnitrat, E251 bzw. E252) oder Nitritpökelsalz (d.h. eine homogene Mischung aus Kochsalz und höchstens 0.6% Natrium- oder Kaliumnitrit, E250 bzw. E249) eingesetzt und muss entsprechend deklariert werden.

Verschiedene Akteure versuchen sich im Markt auch durch E-Nummern-freie Fleischerzeugnisse zu positionieren und verzichten daher vordergründig auf den Einsatz der zu deklarierenden Pökelfstoffe. Dagegen werden alternativ oftmals nitratreiche Gemüse(pulver) teils in Verbindung mit spezifischen Starterkulturen eingesetzt, womit genau dieselben chemischen Prozesse in Gang gesetzt werden, die auch beim direkten Einsatz der zu deklarierenden Zusatzstoffe E249 bis E252 ablaufen.

Bei der Beurteilung der Einsatzmengen von Nitrat und Nitrat gilt es jedoch den bedeutenden Umstand zu berücksichtigen, dass scheinbar «nur» bis ein Sechstel der dem Magen zugeführten Nitritmenge auf Pökelfleischerzeugnisse zurückzuführen ist. Das übrige Nitrit wird durch den Körper selber aus Nitrat gebildet, das hauptsächlich aus nitratreichem Blattgemüse wie Spinat bzw. Salaten stammt bzw. vom Körper selber gebildet wird.

### **d. Reduktion der Zugabemengen- bzw. Restmengen an Nitrat und Nitrit in Fleischerzeugnissen - Schlussfolgerung**

Ohne die von der EU im Rahmen einer 2-stufigen Reduktion vorgeschlagenen Werte für die maximalen Zugabe- bzw. Restmengen an Nitrat und Nitrit in den einzelnen Kategorien von Fleischerzeugnissen im Einzelnen zu hinterfragen, stellt sich auf der Basis der aktuell geltenden Limiten die grundsätzliche Frage der Absenkung und zwar aus folgenden Gründen:

- Die Bildung von Nitrosaminen in Fleischerzeugnissen ist nur bei speziellen Konstellationen gegeben und macht nebst den im Körper selber gebildeten nur einen untergeordneten Anteil aus.
- Die Aufnahme von Nitrat und Nitrit im menschlichen Körper ist nur zu einem geringen Teil auf gepökelte Fleischwaren zurückzuführen.
- Mit einer zunehmenden Absenkung der Beigabe von Nitrat und Nitrit steigt die Gefahr, dass die unter Buchstaben b. genannten positiven Effekte nicht mehr bzw. nur noch ungenügend auftreten und daraus Nachteile hinsichtlich Lebensmittelsicherheit, aber auch der sensorischen Produktequalität resultieren. Dies wiederum dürfte gar zu Fehlprodukten führen und damit der allgemeinen Tendenz zur Reduktion von Food Waste zuwiderlaufen.

Dr. Ruedi Hadorn

- Direktor Schweizer Fleisch-Fachverband (SFF), CH-Zürich (seit 2010)

- Leiter Forschungsprojekt Fleischverarbeitung der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP, heute Agroscope), CH-Bern-Liebefeld (2003 bis 2009)