

Stellungnahme des DIÄTVERBANDES

„Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Furan bei der Herstellung von Beikost“

Inhalt:

I. GRUNDLAGEN

- a. Furan
- b. Gesundheitliche Bewertung
- c. Vorkommen
- d. Furan und Beikost
- e. Bedeutung der Sterilisation für die Beikost
- f. Sterilisationstechnik

II. ERGEBNISSE DER BISHERIGEN UNTERSUCHUNGEN DER BABYNAHRUNGSHERSTELLER

1. Schwankungen von Furangehalten
2. Schwankungen der Furangehalte innerhalb einer Produktionscharge
3. Mikrobiologisches Risiko durch die Reduktion des Hitzeeintrags (F_0 -Wert) mit dem Ziel der Reduktion der Bildung von Hitzereaktionsprodukten
4. Reduktion der Furangehalte vor Verzehr durch Zubereitung
5. Abweichungen von Furangehalten durch die Analyse in verschiedenen Laboren
6. Anstieg der Furangehalte in sterilisierten Babygläsern mit Gemüse und Menüs mit und ohne Fleisch während der Lagerzeit bis zum MHD

III. FAZIT UND ÜBERLEGUNGEN

Bonn, 11.12.2024. Die Herstellung von Beikost erfordert höchste Standards in Bezug auf Sicherheit und Qualität. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der Minimierung unerwünschter Substanzen, wie dem potenziell gesundheitsschädlichen Furan. Furan entsteht unter anderem bei thermischen Verarbeitungsprozessen, wie der Sterilisation, die für die mikrobiologische Sicherheit und Haltbarkeit von Gläschenkost unerlässlich ist. In den vergangenen Jahren haben die Forschung sowie insbesondere die Arbeiten der Hersteller von Beikost im Rahmen ihrer Sorgfaltspflichten wertvolle Erkenntnisse darüber geliefert, wie und unter welchen Bedingungen Furan in Beikost gebildet wird, wobei Faktoren wie Rohstoffe, Rezeptur und Verarbeitungstechniken eine zentrale Rolle spielen.

Analytisch ermittelte Gehaltsdaten zu Furan in Beikost weisen jedoch erhebliche Schwankungen auf. Diese Variabilität ist sowohl auf die spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Rohstoffe – wie Zucker- und Proteingehalt – als auch auf die Verfahrenstechnik, beispielsweise die Dauer und Temperatur der Sterilisation sowie insbesondere die Gegebenheiten der Sterilisationstechnik, zurückzuführen. Nach dem verwirklichten Stand der Technik sind Schwankungen selbst innerhalb einer Produktionscharge unvermeidlich. Trotz intensiver Bemühungen zur Standardisierung der Verarbeitungsprozesse lassen sich diese Schwankungen nur sehr begrenzt beeinflussen, da selbst kleine Abweichungen in der Verfahrensführung oder Änderungen im Rohstoff zu unterschiedlichen Furanwerten führen können.

Zudem ist es wichtig zu verstehen, dass analytisch ermittelte Furangehalte in Beikost lediglich eine Momentaufnahme darstellen und keine umfassende Aussagekraft über den Erfolg von Minimierungsmaßnahmen haben. Die Bandbreite der Einflussfaktoren ist so groß, dass Schwankungen unvermeidlich sind und somit die Interpretation der Werte eine Herausforderung bleibt.

Das vorliegende Dokument gibt einen Überblick über den aktuellen Kenntnisstand zur Furanbildung, beleuchtet Maßnahmen zur Reduktion dieser Verbindung sowie den Einfluss verschiedener Rohstoffe und der Sterilisationstechnik. Zudem wird auf bestehende Limitationen eingegangen, die die Minimierung von Furan erschweren. Ziel ist es, das Verständnis für die Herausforderungen und Fortschritte bei der Minimierung von Furan in Beikost zu fördern und aktuelle Ansätze aufzuzeigen. Zudem soll Verständnis dafür geweckt werden, dass analytisch ermittelte Furangehalte in Beikost nur eine begrenzte Aussagekraft über den Erfolg von Minimierungsmaßnahmen haben.

I. GRUNDLAGEN

a. Furan

Es handelt sich um eine Gruppe leicht flüchtiger Substanzen, die unter anderem Furan, 2-Methylfuran und 3-Methylfuran enthält. Potentielle Vorstufen können verschiedene Aminosäuren (z.B. Serin und Cystein), Kohlenhydrate (z.B. Glukose, Fruktose und Laktose) sowie Ascorbinsäure und ihre Derivate und mehrfach ungesättigte Fettsäuren sein.^{1,2} Die thermische Zersetzung dieser natürlichen Inhaltsstoffe sowie die thermische Oxidation von Carotinoiden während des Erhitzungsprozesses kann zur Bildung von Furan/en führen³. Insofern spricht man bei Furan bzw. Furanen von einer „Prozesskontaminante“ oder „erhitzungsbedingten Kontaminante“, die auch bei der Herstellung von Lebensmitteln entstehen kann. Besonders hohe Gehalte an Furan wurden in gerösteten Lebensmitteln (z. B. Kaffee, Kakao, Nüsse, Toastbrot, Popcorn) oder in Lebensmitteln, die in geschlossenen Behältern erhitzt wurden (z. B. Konserven, Fertiggerichte) nachgewiesen.

b. Gesundheitliche Bewertung

Belastbare Informationen über die Wirkung von Furan beim Menschen liegen aktuell nicht vor. Einen Wert für die tolerierbare tägliche Aufnahme (tolerable daily intake; TDI) hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für Furan nicht abgeleitet. Bisherige Studien können abschließend

¹ Fragen und Antworten zu Furan in Lebensmitteln; Aktualisierte FAQ des BfR vom 28. Mai 2020.

² Limacher, A.; Kerler, J.; Davidek, T.; Schmalzried, F.; Blank, I., Formation of furan and methylfuran by Maillard-type reactions in model systems and food. J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 3639–3647.

³ Perez and Yaylayan, J. Agric. Food Chem. 2004, 52, 6830-6836.



bislang keine eindeutige gesundheitliche Beeinträchtigung bestätigen. Da eine Gefahrenabschätzung aufgrund der bisherigen Studienlage nicht abschließend gegeben werden kann, gilt hier das Vorsorgeprinzip: die Gehalte so gering wie möglich zu halten.

Vorsorglich sollte die Furanbelastung daher vor allem bei Personen die regelmäßig hohe Mengen Furan aufnehmen, reduziert und die Entstehung von Furan bei der Lebensmittelherstellung minimiert werden. Die höchste Exposition gegenüber Furan wurde für Säuglinge angenommen, wobei der Großteil davon aus Fertiggerichten stammt. Bei Kleinkindern, anderen Kindern und Jugendlichen sind Getreide und Getreideerzeugnisse die Hauptquelle. Bei Erwachsenen und älteren Menschen stellt Kaffee die bedeutendste Quelle für eine durch Ernährung bedingte Exposition dar (vgl. Vorkommen von Furan).

Bei der gesundheitlichen Bewertung von Furan ist die EFSA zu dem Schluss gekommen, dass nicht ausreichend Daten für die sichere Ableitung eines Health based guidance value (HBGV) vorhanden sind. In einem solchen Fall wird der sog. MOE-Ansatz gewählt⁴. Diesbezüglich ist es wichtig zu verstehen, dass der MOE-Ansatz gemäß EFSA als ein Risikotool anzusehen ist, welches keine impliziten Rückschlüsse auf die Sicherheit von Lebensmitteln zulässt. Die Aussagekraft des MOE-Ansatzes wird wie folgt beschrieben: „[...] *the magnitude of an MOE however only indicates a level of concern and does not quantify risk*“⁵. Das heißt, der MOE dient lediglich der Bewertung, ab welchen Gehalten Maßnahmen im Sinne des ALARA-Prinzips angezeigt sind. Der MOE ist insoweit nicht misszuverstehen als Bewertungsmaßstab für die Beurteilung der Verkehrsfähigkeit von Lebensmitteln. Dies trifft insbesondere auf akute Maßnahmen wie die Feststellung einer Nicht-Verkehrsfähigkeit, das Verwerfen von fertig produzierter Ware oder gar einen Rückruf von Endprodukten zu. Solche Maßnahmen stehen in keinem Verhältnis zum MOE-Ansatz, der hier seitens EFSA gewählt werden musste, da aufgrund unsicherer Datenlage kein TDI oder andere HGBVs etabliert werden konnten.

c. Vorkommen

Die EFSA gab in ihrem am 20.09.2017 veröffentlichten Bericht *“Risks for public health related to the presence of furan and methylfurans in food”*^{6,7} für zahlreiche Lebensmittel Furangehalte an, die auf einem Datensatz von rund 17.000 Proben basieren. Die höchsten Furankonzentrationen wurden in ganzen gerösteten Kaffeebohnen gefunden (Mittelwert von 3.956 µg/kg; Maximalgehalt 12.810 µg/kg). Hohe mittlere Furankonzentrationen wurden auch in gemahlenem geröstetem Kaffee (2.361 µg/kg) gefunden. Für zusammengesetzte verarbeitete Lebensmittel wurden mittlere Konzentrationen im Bereich von 20 bis 57 µg/kg mitgeteilt, darunter Fertigsalate auf Getreide- und Gemüsebasis, Sojasauce (32 µg/kg), Brot und Brötchen, rohe Nudeln, Frühstückszerealien, Cracker und Kekse, feine Backwaren (16-30 µg/kg) und Spirituosen (57 µg/kg). Für verzehrfertige Mahlzeiten für Säuglinge und Kleinkinder gibt die EFSA mittlere Gehalte um die 31 µg/kg an.

d. Furan und Beikost

Bei in glasverpackter Beikost gefundenen Furangehalten geht man davon aus, dass dieses während des Sterilisationsprozesses aus natürlichen Inhaltsstoffen wie Aminosäuren, Kohlenhydraten, mehrfach ungesättigten Fettsäuren, Ascorbinsäure und Carotinoiden gebildet wird. Gleiches gilt auch für Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder, die in anderen geschlossenen Verpackungsarten angeboten werden, die nach Abschluss des Füllvorgangs im geschlossenen Zustand zur Haltbarmachung erhitzt werden. Aus Gründen der besseren Verständlichkeit wird im nachfolgenden Text der Einfachheit halber von ‚glasverpackter Beikost‘ gesprochen.

Die genannten Nährstoffe kommen natürlicherweise im Lebensmittel vor und sind essentiell für die Ernährung des Säuglings und Kleinkindes. Eine Reduktion dieser potenziellen Vorstufen ist daher nicht möglich und wäre auch im Rahmen einer ausgewogenen Versorgung mit Nährstoffen keinesfalls angezeigt. Der Sterilisationsprozess ist für die Sicherheit der Produkte zwingend erforderlich. Dieser Prozess ist im Allgemeinen soweit optimiert, dass eine sehr hohe mikrobiologische Sicherheit bei einem gleichzeitig sehr hohen Qualitätsstandard (z. B. geringer Vitaminverlust) gewahrt wird. Modifikationen im Sterilisationsprozess sind daher nicht ohne weiteres und vor allem nicht ohne vorherige Langzeitstudien bezüglich der mikrobiologischen Sicherheit der glasverpackten Beikost durchzuführen.

⁴ EFSA CONTAM Panel 2017: Risks for public health related to the presence of furan and methylfurans in food. EFSA Journal Vol. 15, Issue 10

⁵ EFSA CONTAM Panel 2012: Statement on the applicability of the Margin of Exposure approach for the safety assessment of impurities¹ which are both genotoxic and carcinogenic in substances added to food/feed. EFSA Journal 2012 Vol. 10 Issue 3

⁶ Report of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on provisional findings on furan in food, EFSA Journal 2004; 137:1–20.

⁷ Risks for public health related to the presence of furan and methylfurans in food EFSA Journal 2017;15(10):5005.



Aufgrund des Vorkommens von Furan auch in Säuglingsnahrung und der besonderen Ernährungsweise, sind Säuglinge pro Kilogramm Körpergewicht im Durchschnitt einer z. T. höheren Belastung ausgesetzt als andere Altersgruppen. Ob die zeitlich begrenzte Aufnahme von erhöhten Mengen Furan im Säuglingsalter tatsächlich eine besondere Gefahr für die Gesundheit darstellt, kann derzeit anhand der verfügbaren Informationen nicht zuverlässig beurteilt werden, so das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)¹. Säuglinge sind jedoch generell eine besonders empfindliche Bevölkerungsgruppe, weshalb die Furanbelastung in Säuglingsnahrung vorsichtshalber reduziert werden sollte. Daher arbeiten die Babynahrungshersteller entsprechend der technologischen Möglichkeiten intensiv an einer weiteren Optimierung des Sterilisationsprozesses und der weiteren Minimierung der Furanentstehung während der Erhitzung, ohne jedoch Einschränkungen oder Kompromisse im Hinblick auf die mikrobiologische Sicherheit in Kauf zu nehmen.

e. Bedeutung der Sterilisation für die Beikost

Die Sterilisation von in Glas oder in anderen geschlossenen Behältnissen verpackter Beikost, die nach Abschluss des Abfüllvorgangs thermisch konserviert werden, ist ein **wesentlicher und unverzichtbarer Schritt**, um die mikrobiologische Sicherheit zu gewährleisten und die Haltbarkeit des Produkts zu verlängern. Babynahrung muss besonders sicher sein, da sie für eine sehr empfindliche Zielgruppe bestimmt ist – Säuglinge und Kleinkinder, die eine noch unreife Immunabwehr haben und gegenüber pathogenen Mikroorganismen besonders anfällig sind.

Wichtige technische Parameter in der Sterilisationstechnik sind der D-Wert und der F-Wert. Diese Kenngrößen tragen dazu bei, die mikrobiologische Sicherheit von Lebensmitteln zu bewerten und die Effektivität eines Sterilisationsprozesses zu bestimmen.

So gibt der D-Wert (Dezimale Reduktionszeit) an, wie lange es dauert, bei einer bestimmten Temperatur, 90 % (also eine Zehnerpotenz) der vorhandenen Mikroorganismen oder Sporen in einem Lebensmittel zu zerstören. Technisch gesehen ist der D-Wert die Zeit, die nötig ist, um die Keimzahl auf ein Zehntel zu reduzieren, was als Dezimalreduktion bezeichnet wird. Der D-Wert ist spezifisch für eine bestimmte Temperatur und Mikroorganismenart; er variiert je nach Hitzeresistenz der Mikroorganismen oder Sporen und der Temperatur des Sterilisationsprozesses.

Der F-Wert beschreibt die Gesamtsterilisationseffizienz und stellt die Zeit dar, die bei einer Referenztemperatur notwendig ist, um alle Mikroorganismen oder Sporen in einem Lebensmittel zu zerstören. Der F-Wert wird häufig bei 121,1 °C (250 °F) berechnet, was als Standardtemperatur in der Lebensmittelsterilisation gilt, und wird daher oft als F_0 -Wert (sprich: „F-Null-Wert“) bezeichnet. Wenn die Sterilisationstemperatur von der Referenztemperatur abweicht, wird eine Temperaturabhängigkeit des Prozesses berücksichtigt, um eine äquivalente Keimabtötung zu erreichen. Dabei geht man von einem Z-Wert aus, der die notwendige Temperaturerhöhung angibt, um den D-Wert um den Faktor 10 zu reduzieren. Der F-Wert ermöglicht eine standardisierte Angabe der Sterilisationswirkung, unabhängig von den tatsächlich verwendeten Temperaturen und Zeiten. Die Kenntnis des F_0 -Werts und die Anwendung der entsprechenden Parameter sichern, dass alle potenziellen Pathogene und verderbnisverursachenden Organismen zerstört werden, um eine hohe Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten.

Bei der Sterilisation von Beikost **müssen** D- und F-Werte erreicht werden, die eine nahezu vollständige Abtötung potenzieller Pathogene und hitzeresistenter Sporen gewährleisten, insbesondere um das Risiko von *Clostridium botulinum* zu eliminieren. Typischerweise sind die folgenden Werte für die kommerzielle Sterilisation relevant:

- **D-Wert bei Beikost:** Der D-Wert für *Clostridium botulinum*-Sporen bei 121,1 °C beträgt etwa 0,2 bis 0,25 Minuten. Dies bedeutet, dass 90 % der Sporen dieser Bakterien bei 121,1 °C in ca. 12–15 Sekunden abgetötet werden. Dieser Wert ist entscheidend, da *C. botulinum* zu den hitzeresistentesten Pathogenen gehört, die in Lebensmitteln vorkommen können, und für die Gesundheit von Säuglingen eine große Gefahr darstellt.
- **F_0 -Wert für Beikost:** Ein allgemein akzeptierter Sicherheitsstandard für Beikost ist ein F_0 -Wert von etwa 6 Minuten, der jedoch z.B. in Abhängigkeit von Rezeptur, Shelf life und Bestimmungsland deutlich variieren kann. Dieser beispielhaft genannte Wert bedeutet, dass bei einer Temperatur von



121,1 °C eine Sterilisationszeit von 6 Minuten ausreicht, um das Risiko durch *C. botulinum*-Sporen auf ein sicheres Niveau zu reduzieren. Die Verwendung eines F_0 -Werts von 6 entspricht einer Reduktion um 12 Dezimalstellen (12-D-Reduktion) für *C. botulinum*, was als extrem sicher gilt, da dies eine Keimreduktion um den Faktor 10^{-12} bedeutet. Ein F_0 -Wert von 6 ist hier als Orientierungswert anzusehen. Ist auf andere Zielkeime abzustellen, wie z.B. den thermisch resistenten Sporenbildner *Clostridium sporogenes* oder Länder mit erhöhten Lagertemperaturen, sind höhere F_0 -Werte (z. B. 8,99 oder bis zu 20) zu erreichen, um noch größere Sicherheit zu gewährleisten und auch andere hitzeresistente Mikroorganismen zu eliminieren, die in der Umwelt vorkommen könnten.

f. Sterilisationstechnik

In der Lebensmittelindustrie werden verschiedene Typen von Autoklaven eingesetzt, um Produkte wie Konserven und Beikost zu sterilisieren. Die Wahl des Autoklaven hängt von den Eigenschaften des Produkts, den Verpackungsmaterialien und den gewünschten Produktionskapazitäten ab. Die wichtigsten industriell eingesetzten Autoklaventypen und deren technische Merkmale sind in der Tabelle 1 dargestellt. Jeder Autoklaventyp hat spezifische Vor- und Nachteile, die je nach Produktanforderungen (Verpackung, Konsistenz, Volumen) und Produktionskapazität gewählt werden. Für die Herstellung sicherer und haltbarer Lebensmittel kann die richtige Wahl des Autoklaventyps entscheidend sein, um eine hohe Produktqualität und Effizienz zu gewährleisten.

Für die Herstellung von Beikost haben sich Vollwasser- und insbesondere Berieselungsautoklaven bewährt. Zu beachten ist diesbezüglich, dass die Sterilisationstechnik in Erwartung niedrigerer Furangelhalte nicht einfach ausgetauscht werden kann, da ein Austausch nicht nur mit einem erheblichen Investitionsvolumen verbunden ist, sondern unabhängig vom eingesetzten Autoklaventyp stets die vorgegebenen D- und F_0 -Werte erreicht werden müssen.

Tab.1: In der industriellen Lebensmittelherstellung eingesetzte Autoklaventypen

Typ	Beschreibung	Anwendung	Vorteil	Nachteil
Chargen Autoklaven (Batch-Autoklaven)	sterilisieren Lebensmittel in einem diskontinuierlichen Prozess, bei dem Produkte in festgelegten Chargen sterilisiert werden. Prozesstypen: Die Sterilisation kann durch Sattdampf, gesättigten Dampf-Luft-Gemische, Überdruck und Sprühwasser erfolgen.	Sie eignen sich gut für kleine bis mittlere Produktionsmengen und für Produkte, die spezifische Sterilisationszeiten erfordern, z. B. Beikost in Gläsern oder Dosen.	Flexibilität bei der Sterilisation unterschiedlicher Produktarten in einer Anlage	Geringere Effizienz und Kapazität im Vergleich zu kontinuierlichen Autoklaven
Kontinuierliche Autoklaven	kontinuierliches Durchlaufverfahren. Lebensmittelbehälter bewegen sich durch den Autoklaven und durchlaufen dabei verschiedene Sterilisationszonen.	Geeignet für große Produktionsvolumen und standardisierte Produkte, wie etwa Konserven oder verpackte Fertiggerichte. Oft wird ein mehrstufiges System verwendet, bei dem die Behälter nacheinander durch Vorwärm-, Sterilisations-, und Abkühlzonen transportiert werden	Hohe Effizienz und kontinuierlicher Durchlauf ermöglichen eine hohe Produktionskapazität.	Nachteil: Geringere Flexibilität bei der Umstellung auf andere Produktarten
Rotationsautoklaven (Rotary Retorts)	Drehung der Behälter während des Sterilisationsprozesses und sorgen so für eine gleichmäßigere Wärmeverteilung. Prozesstypen: Dampf- oder Sprühwassertechnik in	Für Produkte mit einer dicken oder viskosen Konsistenz, die homogen erhitzt werden müssen	Reduziert die Sterilisationszeit, verbessert die Wärmeübertragung und verhindert Überhitzung an einer Stelle	Aufwendiger und kostenintensiver in Wartung und Betrieb



	Kombination mit Rotation			
Wasser-Sprühautoklaven (Spray Autoclaves)	Verwendung von Wasser, das auf die Behälter gesprüht wird, um die Wärme gleichmäßig zu verteilen und den Überdruck zu erzeugen	Besonders geeignet für hitzeempfindliche Produkte oder Verpackungen wie Kunststoffbehälter, da die Wassersprühtechnik eine präzise Temperatur- und Druckkontrolle ermöglicht	Schonende Erhitzung und Kühlung, die die Qualität des Produkts und der Verpackung schützt	Erfordert einen hohen Wasserverbrauch und zusätzliche Kühltechnik
Wasserspray-Rotationsautoklaven	Kombination von Wassersprühtechnik mit einer Rotationsbewegung der Behälter	Ideal für dickflüssige oder viskose Lebensmittel, die gleichmäßig erhitzt werden müssen, wie Pürees, Suppen oder Saucen	Rotationsbewegung sorgt dafür, dass sich die Inhalte kontinuierlich bewegen und die Hitzeverteilung verbessert wird Verkürzt die Sterilisationszeit und sorgt für eine homogene Erwärmung viskoser Produkte	Höherer Wartungsaufwand durch die mechanische Rotation
Dampfautoklaven (Steam Retorts)	Verwendung von gesättigtem Dampf ohne zusätzliche Luftzufuhr. Ein Vakuumprozess entfernt zunächst die Luft, damit reiner Dampf die Behälter umgibt	: Ideal für Produkte in Metallbehältern wie Dosen oder Glasbehältern, die hohe Temperaturen und Druckbedingungen erfordern	Hohe Effizienz bei der Wärmeübertragung und die schnelle Abtötung von Mikroorganismen	Kann zu einer ungleichmäßigen Hitzeverteilung führen, wenn das Produkt in luftdichten Verpackungen vorliegt
Hydrostatikautoklaven	Bei diesem kontinuierlichen System wird das Produkt in einem Wasserdruckturm erhitzt, wobei der Wasserdruck die Temperatur konstant auf einem hohen Niveau hält	Ideal für Produkte in Metall- oder Glasbehältern, die eine hohe Sterilisationstemperatur benötigen	Erlaubt eine kontinuierliche Produktion und sehr präzise Temperaturkontrolle	Hohe Kosten für die Installation und eingeschränkte Flexibilität in der Produktvielfalt



II. ERGEBNISSE DER BISHERIGEN UNTERSUCHUNGEN DER BABYNAHRUNGsherSTELLER

Die Babynahrungshersteller haben im Rahmen ihrer Sorgfaltspflichten umfassende Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt, die Entstehung von Furan zu minimieren, ohne jedoch die Sicherheit und Qualität der Produkte zu kompromittieren oder Gefahr zu laufen andere unerwünschte Effekte zu provozieren (Migration von Stoffen aus den Lebensmittelkontaktmaterialien u.v.w.m.).

Die Untersuchungen der Babynahrungshersteller zur Minimierung von Furan in Beikost zeigen den komplexen und limitierten Charakter dieses Vorhabens. Furan entsteht hauptsächlich durch die Hitzeeinwirkung während der Sterilisation, die für die Sicherheit und Haltbarkeit notwendig ist. Analysen zeigen jedoch erhebliche Schwankungen der Furangehalte, die sowohl zwischen als auch innerhalb von Produktionschargen auftreten. Diese Schwankungen lassen sich auf Unterschiede in den Rohstoffeigenschaften, wie dem Zuckergehalt, die Sortenunterschiede und die Standortbedingungen (z. B. Klima, Bodenqualität) zurückführen. Auch die Position der Gläschen im Autoklaven beeinflusst durch technologisch nicht vermeidbare unterschiedliche Hitzeeinträge die Furanbildung.

Die Reduktion der Furangehalte ist aufgrund dieser Variabilität nur begrenzt beeinflussbar. Die Hersteller haben Versuche zur Reduktion des Gesamthitzeeintrags (Reduktion F_0 -Wert) durchgeführt, wobei ein niedriges Hitzelevel zwar die Furan- und zum Beispiel auch Acrylamidbildung reduzieren kann, jedoch das Risiko mikrobieller Kontamination erhöht. Eine ausreichende mikrobiologische Sicherheit ist jedoch zwingend, da Beikost für eine besonders empfindliche Zielgruppe bestimmt ist.

Weitere Herausforderungen liegen in den unterschiedlichen Analyseergebnissen zwischen verschiedenen Laboren und der Tatsache, dass die Furangehalte während der Lagerung weiter ansteigen können. Obwohl Haushaltsmaßnahmen wie das Offenlassen und Umrühren des Gläschens beim Erwärmen Furan reduzieren können, ist der Spielraum der Minimierung durch industrielle Verfahren begrenzt. Die Ergebnisse verdeutlichen die Komplexität des Themas und legen nahe, dass eine Anpassung der Regularien und Grenzwerte erforderlich sein könnte, um die Balance zwischen Lebensmittelsicherheit und Minimierung unerwünschter Substanzen wie Furan zu wahren.

Nachfolgend wird der bisherige Kenntnisstand im Einzelnen dargestellt.

1. Schwankungen von Furangehalten zwischen verschiedenen Produktionschargen ein und desselben Artikels

Es wurden Versuche durchgeführt, bei denen gezielt Modellbreie *Kürbis pur*, *Kartoffel pur* und *Karotte pur* gekocht, nach Standardverfahren sterilisiert und anschließend auf Furan analysiert wurden. Dabei wurden je Gemüse mehrere Chargen der Rohstoffe verwendet (Chargen wurden nicht vermischt), um den Einfluss der Rohstoffchargeneigenschaften auf die Bildung von Furan im Endprodukt zu untersuchen.

a) Vorgehensweise

Ein produzierter Artikel hat eine gleichbleibende Rezeptur und wird stets mit den gleichen Sterilisationsbedingungen sterilisiert. Der variable Parameter sind die Rohstoffeigenschaften, insbesondere vom Gemüse, die in einem gewissen, zulässigen Rahmen schwanken (z.B. Trockenmasse, pH, Säure, Zuckergehalte, Proteingehalte etc.). Die Rohstoffe können sich ggf. auch in ihren Sorten unterscheiden (z.B. verschiedene Kartoffelsorten, wobei aber die Eigenschaft wie festkochend etc. gleichbleibt).



b) Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Abbildung 1.1 dargestellt.

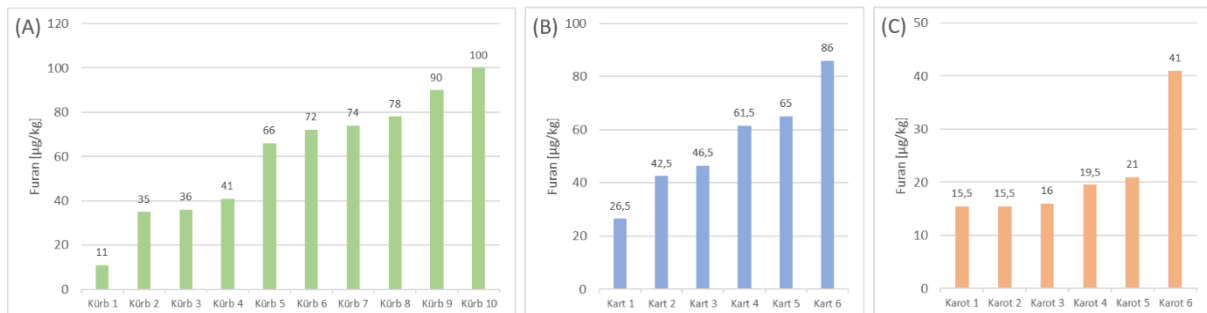


Abbildung 1.1.: Furangehalte (A) im Modellbrei *Kürbis pur*, hergestellt mit verschiedenen Rohstoffchargen Kürbis Butternut, (B) im Modellbrei *Kartoffel pur* (verschiedene Kartoffelsorten) und (C) im Modellbrei *Karotte pur* (verschiedene Karottensorten). Jeder Balken entspricht einem Gläschen, bei dem jeweils eine der Rohstoffchargen eingesetzt wurde.

c) Schlussfolgerungen

Die Herkünfte und damit die jeweiligen Standortgegebenheiten (z.B. Klima und Mikroklima allgemein, konkrete Wetterlagen/Sonne/Niederschlag, Höhenlage, Böden) haben teilweise massiven Einfluss auf die Rohstoffeigenschaften. Diese können sich dann auch bei gleicher Gemüsesorte stark auf die Rohstoffeigenschaften auswirken. Das wiederum hat Einfluss auf die Bildung von Hitzereaktionsprodukten im sterilisierten Endprodukt wie dem Furan (aber auch z.B. Acrylamid), was zu deutlichen Abweichungen der Furangehalte zwischen verschiedenen Produktionschargen führen kann. Herausforderungen bei der Rohwarenbeschaffung: Qualifizierte Erzeuger und Verarbeiter/Lieferanten zu finden bzw. dann zu entwickeln/aufzubauen dauert häufig jahrelang. Es besteht zudem eine sehr eingeschränkte Verfügbarkeit von Rohstoffen in Bio-Qualität, die dann noch im Endprodukt die Anforderungen an Beikost erfüllen müssen. Dies führt zu einer weiteren Einschränkung der Rohwarenverfügbarkeit und -auswahl. Ein darüberhinausgehender Ausschluss von ansonsten geeigneter Ware aufgrund von z.B. Zuckergehalten oder bestimmten Aminosäuregehalten ist in der Praxis nicht realisierbar.

2. Schwankungen der Furangehalte innerhalb einer Produktionscharge

In einem Berieselungsautoklaven treten bauartbedingt an verschiedenen Punkten unterschiedliche Hitzeeinträge auf, wodurch variierende F_0 -Werte in den Gläschen erzielt werden. Grundsätzlich erfahren die äußeren Gläschen in einem rotierenden Sterilisationszyklus einen höheren Hitzeeintrag als die innenliegenden Gläschen. Wird jedoch kein Rotationszyklus verwendet, erreichen die oberen Lagen die gesamthaft höchsten Hitzeeinträge, die mittleren bzw. unteren Lagen die niedrigsten. Einige Produkte erfordern aufgrund ihrer Zusammensetzung ohnehin eine schonendere Behandlung, was die Wahl des Sterilisationsverfahrens beeinflusst.

Innerhalb des Autoklaven gibt es bestimmte Stellen, die als Cold Spot und Hot Spot bezeichnet werden. Während am Hot Spot die höchste Temperatur absolut erreicht wird, ist die Temperatur am Cold Spot am niedrigsten. Allerdings sind diese Spots nicht zwangsläufig mit den Punkten des höchsten oder geringsten Gesamthitzeeintrags identisch, da wie oben beschrieben für das Erreichen des F_0 -Werts eine bestimmte Temperatur über einen definierten Zeitraum hinweg auf das Produkt einwirken muss.

Zur Bestimmung der Temperaturverteilung wurden an den Cold Spots, Hot Spots und den Punkten mit ungünstigen Produktbedingungen F_0 -Werte mittels Loggern gemessen. Die Differenz zwischen Cold



Spot und Hot Spot beträgt im Mittel 1 bis 2 F_0 -Werte, wobei die äußeren Lagen nochmals um 0,5 bis 1 F_0 -Wert über dem Hot Spot liegen. Zur Sicherstellung der mikrobiologischen Sicherheit muss der notwendige Ziel- F_0 -Wert stets am Cold Spot erreicht werden, um auch bei diesen Gläsern die erforderliche Sterilisationswirkung zu gewährleisten.

a) Vorgehensweise

Die Gläser sind in mehreren Lagen übereinander in sogenannten Körben gestapelt, die wiederum in Reihe im Autoklav platziert werden (siehe Abbildung 2.1). Um die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Hitzeverteilung auf die Furanbildung zu analysieren, wurden Gläser eines Gemüseartikels, die einem Rotations-Sterilisationszyklus unterzogen wurden, aus verschiedenen Positionen im Autoklav entnommen und auf Furan untersucht.



Abbildung 2.1.: Schematische Skizze der Körbe und Lagen innerhalb eines Autoklavs (Seitenansicht)

b) Ergebnisse

Die Ergebnisse ergaben Furangehalte von minimal 22 $\mu\text{g/kg}$ und maximal 29 $\mu\text{g/kg}$, was einer Abweichung von 24,1 % (Min zu Max) bzw. 31,8 % (Max zu Min) entspricht (siehe Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1.: Furangehalte in Gläsern, die an unterschiedlichen Positionen im Autoklav während einer Rotations-Sterilisation standen.

Lage im Autoklav	Furan [$\mu\text{g/kg}$]	Beschreibung
1. Korb - 1. Lage - außen	29	Randlage und ungünstige Bedingungen im Produkt führen zu Abweichungen beim F_0 -Wert
2. Korb - 6. Lage - Mitte	27	Hot Spot, Punkt an dem höchste Temperatur erreicht wird, nicht zwingend höchster Hitzeeintrag
3. Korb - 4. Lage - Mitte	25	
5. Korb - 2. Lage - Mitte	22	Cold Spot, Punkt mit geringster Temperatur, meist auch geringstem Hitzeeintrag
5. Korb - 8. Lage - außen	29	Randlage führt zum gesamthaft höchsten Hitzeeintrag

c) Schlussfolgerungen

Der Cold Spot ist in der Regel der Punkt, an dem der geringste Hitzeeintrag erfolgt und damit der niedrigste F_0 -Wert erzielt wird, während der Hot Spot oft nicht mit dem höchsten Hitzeeintragspunkt übereinstimmt. Tatsächlich findet der maximale Hitzeeintrag meist an den außen liegenden Gläsern statt.

Die äußeren Gläser der ersten Lage im ersten Korb, die als erste befüllt wurden, weisen oft Unregelmäßigkeiten auf, wie ungleichmäßig verteilte stückige Bestandteile oder geringfügige Abweichungen in der Füllmenge. Schon wenige Gramm Differenz können hier einen deutlichen Effekt auf die Furanbildung haben.

Innerhalb einer Produktionscharge bzw. Beschickung eines Autoklavs können also allein aufgrund der Position im Autoklav Abweichungen im Furangehalt von bis zu 31,8% bestehen.

Zur Sicherstellung der mikrobiologischen Sicherheit muss der notwendige Ziel- F_0 -Wert stets am Cold Spot erreicht werden, um auch bei diesen Gläsern die erforderliche Sterilisationswirkung zu gewährleisten.



3. Mikrobiologisches Risiko durch die Reduktion des Hitzeeintrages (F_0 -Wert) mit dem Ziel der Reduktion der Bildung von Hitzereaktionsprodukten (hier am Beispiel Acrylamid)

Die Untersuchungen zur Minimierung von Furan und anderen Hitzereaktionsprodukten in Beikost konzentrieren sich auf die Wechselwirkungen zwischen den thermischen Sterilisationsparametern und der Bildung unerwünschter Substanzen. Die Entstehung von Furan ist dabei unmittelbar mit dem F_0 -Wert verbunden, einem entscheidenden Parameter, der angibt, wie lange und bei welcher Temperatur eine spezifische Wärmebehandlung erfolgt. Der F_0 -Wert beeinflusst die Bildung von Furan, Acrylamid und anderen Reaktionsprodukten, die beim Erhitzen von Lebensmitteln entstehen, und stellt zugleich die mikrobiologische Sicherheit der Produkte sicher, insbesondere für die empfindliche Zielgruppe von Säuglingen und Kleinkindern.

a) Vorgehensweise

Bereits bei der Optimierung der glasverpackten Beikost hinsichtlich ihres Acrylamidgehalts wurden zahlreiche Versuche durchgeführt, um die Möglichkeiten und Grenzen einer Minimierung von Hitzereaktionsprodukten durch die Anpassung des F_0 -Werts zu untersuchen. Dabei wurde systematisch der F_0 -Wert bei der Sterilisation von Gemüsegläschen gesenkt, um eine Reduktion der Hitzereaktionsprodukte zu erzielen. Die Reduktion des F_0 -Werts erfolgte durch kürzere Haltezeiten, während alle anderen Parameter gleichgeblieben sind (gleiche Rohstoffchargen, gleicher Sterilisationszyklus mit Ausnahme der Kürzung der Temperatur-Haltezeit zur Senkung des F_0 -Wertes). Konkret wurde der F_0 -Wert von Versuch zu Versuch jeweils um den gleichen Schritt reduziert.

Parallel dazu wurden mikrobiologische Tests durchgeführt, um die Stabilität und Sicherheit des Produkts zu überwachen. Dies beinhaltete standardisierte Brutraumtests zur Detektion möglicher mikrobiologischer Kontaminationen nach der Sterilisation, die Bestimmung der Keimzahlen im Labor sowie die Analyse von pH-Wert und Vakuum im Kopfraum der Gläschen als erste Indikatoren für mikrobiologische Aktivität. Zudem wurde der Acrylamidgehalt als ein repräsentatives Hitzereaktionsprodukt analysiert, um die Wirksamkeit der Reduktion des F_0 -Werts auf die Bildung dieser Verbindungen zu prüfen.

b) Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3.1 und 3.2 sowie in Abbildung 3.1 dargestellt.

Tabelle 3.1: Acrylamidwerte in den Babygläschen mit schrittweise gesenktem F_0 -Wert und die nach Brutraumtest gemessenen pH-Werte und Vakuum-Werte. Die absteigende Reihenfolge der Werte entspricht dem absteigenden Hitzeeintrag.

Acrylamid [$\mu\text{g/kg}$]	pH-Wert	Vakuum [mbar]
38	5,46	580
27	5,44	593
21	5,28	537
16	4,94	533

Tabelle 3.2: Nachgewiesene Keimzahlen im Babygläschen Gemüse, welches mit der stärksten F_0 -Wert-Reduktion sterilisiert wurde.

	Keimzahl
GKZ aerob	$2,9 \cdot 10^6/\text{g}$
GKZ anaerob	$4,8 \cdot 10^6/\text{g}$
Sporenbildner aerob	$3,2 \cdot 10^6/\text{g}$
Sporenbildner anaerob	$2,4 \cdot 10^6/\text{g}$



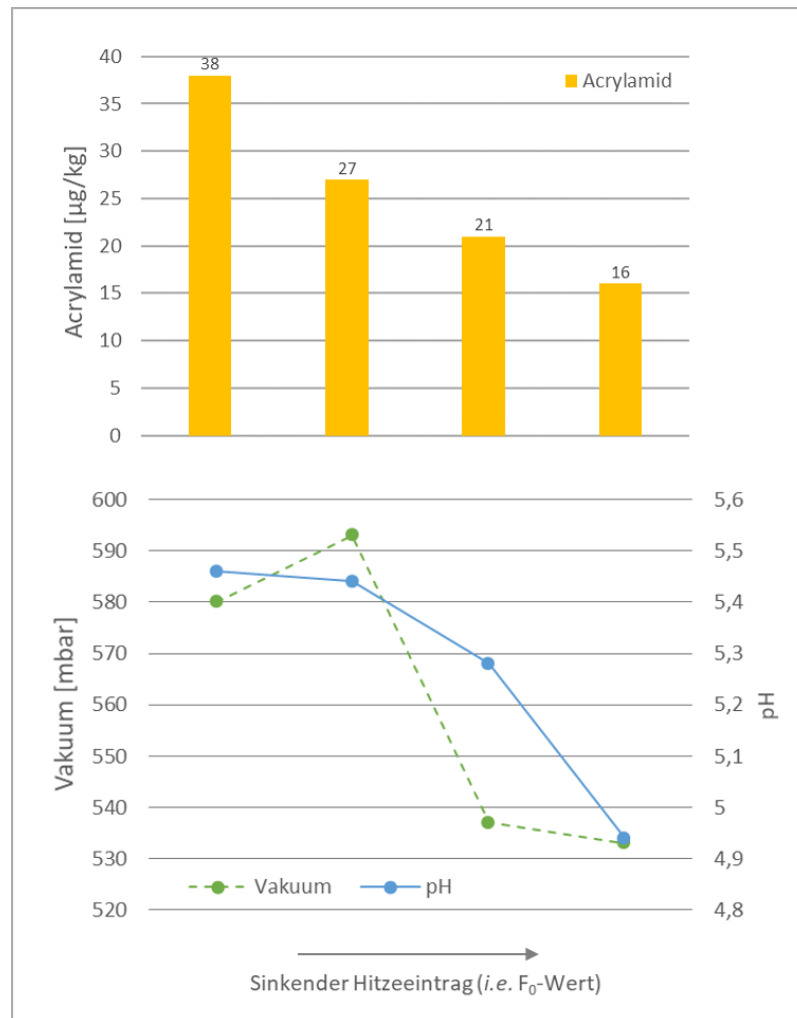


Abbildung 3.1.: Absenkung der Acrylamidwerte im Babygläschen Gemüse durch das Absenken des Hitzeintrags (F_0 -Wert) während der Sterilisation. Dargestellt sind darüber hinaus das Vakuum im Kopfraum des Gläschens sowie der pH-Wert im Produkt als Indikator für eine mögliche mikrobielle Aktivität. Übereinanderliegende Balken und Punkte sind zusammengehörige Werte.

Die Ergebnisse zeigten, dass mit einer Senkung des F_0 -Werts eine Verringerung des Acrylamidgehalts erreicht werden konnte. Im Versuch, mit dem am stärksten gesenkten F_0 -Wert wurde eine Acrylamidsenkung um 58 % erreicht, allerdings wurde - neben einem deutlich reduzierten pH-Wert und reduzierten Vakuum - das Wachstum von vegetativen Keimen und Sporenbildnern nachgewiesen (siehe Tabelle 3.2). Bereits bei einer moderaten Reduktion des F_0 -Werts traten erste Anzeichen mikrobieller Instabilität auf. Ein sinkender pH-Wert und ein abnehmendes Vakuum im Kopfraum der Gläschen deuteten auf eine beginnende mikrobielle Aktivität hin. Bei weiteren Versuchen mit einer noch stärkeren Reduktion des F_0 -Werts zeigte sich ein verstärktes Wachstum von Keimen und Sporenbildnern, die durch eine 16S-rRNS-Analyse identifiziert werden konnten. Es wurde *Geobacillus stearothermophilus* nachgewiesen, ein thermophiles Bakterium, das für den Verderb von Konserven mit geringerer Säurekonzentration ("schwach-sauer") verantwortlich ist.

c) Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, dass die Bildung von Hitzereaktionsprodukten wie Furan und Acrylamid stark mit den Sterilisationsbedingungen und dem F_0 -Wert korreliert ist. Der F_0 -Wert bestimmt, wie viel



Hitze über eine festgelegte Zeit auf die Produkte einwirkt, was wiederum sowohl die mikrobiologische Sicherheit als auch die Bildung von Hitzereaktionsprodukten beeinflusst.

Die Untersuchungen zeigen ferner, dass die Anpassung der Sterilisationsparameter zwar eine gewisse Reduktion von Hitzereaktionsprodukten ermöglicht, aber innerhalb enger Grenzen operiert. Eine starke Absenkung des F_0 -Werts, die erforderlich wäre, um die Bildung von Furan signifikant zu reduzieren, führt zu einer unzureichenden Sterilisation und einem erhöhten Risiko mikrobieller Kontamination. Die mikrobiologische Sicherheit ist insbesondere in der Produktion von Beikost von höchster Bedeutung, da es das gesundheitliche Wohl einer besonders empfindlichen Verbrauchergruppe betrifft.

Andererseits fördert die hohe Hitzeeinwirkung, die zur Gewährleistung der mikrobiellen Sicherheit notwendig ist, unvermeidlich die Bildung von Furan und ähnlichen Verbindungen. Somit bleibt die Minimierung dieser Substanzen eine technische Herausforderung, die mit den derzeitigen Verfahren zur Herstellung dieser Art Produkte nur begrenzt gelöst werden kann.

Zusammenfassend zeigen die Versuche, dass das gesundheitliche Risiko einer mikrobiellen Kontamination in Beikost erheblich höher einzuschätzen ist als das Risiko durch eine Furan- oder Acrylamidexposition. Die hohe Hitzeeinwirkung während der Sterilisation ist für die Sicherheit der Produkte unverzichtbar, wodurch die Möglichkeiten zur Minimierung von Furan begrenzt sind.

4. Reduktion der Furangehalte vor Verzehr durch Zubereitung

Weitere Untersuchungen zur Reduktion von Furan in Beikost fokussierten auf die Möglichkeiten, den Furangehalt durch eine spezifische Zubereitungstechnik vor dem Verzehr zu senken.

a) Vorgehensweise

In einer Versuchsreihe mit fünf unterschiedlichen Beikostartikeln zeigte sich, dass der Furangehalt signifikant reduziert werden kann, wenn die Gläschen vor dem Verzehr gemäß den deklarierten Zubereitungsempfehlungen erwärmt und gelegentlich umgerührt werden.

b) Ergebnisse

Die vorgenannte Technik führte zu einer Verringerung der Furanbelastung um 16,2 % bis 37,5 %, wie in Tabelle 4.1 detailliert dokumentiert. Dieser Effekt wurde auf die hohe Flüchtigkeit von Furan zurückgeführt, das durch das Öffnen und Umrühren des Gläschens aus dem Produkt entweichen kann.

Tabelle 4.1.: Analysenwerte von Furan im frisch geöffneten, nicht erwärmten, nicht umgerührten Gläschen (*) und im (nach deklarierter Zubereitungsempfehlung) erwärmten und umgerührten Gläschen (**)

Artikel	Furan [$\mu\text{g/kg}$]		Reduktion [%]
	Gläschen*	erwärmt**	
1	18	12	33,3
2	24	15	37,5
3	37	31	16,2
4	28	20	28,6
5	30	21	30,0

Die Literatur liefert ähnliche Ergebnisse und deutet darauf hin, dass die Reduktion durch Umrühren und Erhitzen noch größer ausfallen könnte. Beispielsweise berichten Studien über mögliche Reduktionsraten, die bei ähnlicher Zubereitungsmethode teils über 60 % lagen (Blank, 2008; Javed et al., 2021). Eine kürzlich durchgeführte Studie von Sayon et al. (2024), an der auch der Hersteller HiPP beteiligt war, bestätigt diese Erkenntnisse: Durch das Umrühren des Babybreis nach dem Erhitzen konnte eine Furanreduktion von bis zu 66,3 % erzielt werden. Vergleichbare Ergebnisse waren zuvor



auch in früheren Publikationen genannt ^{8,9}. Auch die EFSA gibt hier in ihrer Bewertung aus 2017 an, dass bei Zubereitung der Nahrung im Wasserbad mit geöffnetem Deckel ein Reduktionsfaktor für Furan von 1,7 angenommen werden kann⁴.

c) Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine signifikante Reduktion des Furangehalts durch eine einfache Zubereitungstechnik vor dem Verzehr erreicht werden kann. Das Umrühren und Offenhalten des Gläschens während des Erhitzens stellt eine praxis- und haushaltsnahe Methode dar, die den Furangehalt deutlich senkt und somit die Exposition der Zielgruppe gegenüber diesem Hitzereaktionsprodukt verringert.

5. Abweichungen von Furanwerten durch die Analyse in verschiedenen Laboren

Die Furan-Analytik in Beikost zeigt in der Praxis, dass analytische Abweichungen zwischen Laboren eine bedeutende Herausforderung für die Hersteller darstellen. Regelmäßig werden diskrepante Furanwerte gemessen, insbesondere wenn Analysen durch amtliche Überwachung oder Nichtregierungsorganisationen (NGOs) mit den unternehmensinternen Werten verglichen wurden. Diese Unterschiede traten in der Vergangenheit auch in chargengleichen Proben auf und gingen über die bereits aufgezeigten üblichen Schwankungen innerhalb einer Charge hinaus, die durch technische Variabilität verursacht werden könnten.

a) Vorgehensweise

Um diese Abweichungen genauer zu verstehen, wurde 2023 eine umfassende Versuchsreihe durchgeführt. Hierbei wurden identische Beikostproben, bestehend aus 15 verschiedenen Produkten (Gemüse- und Fleischgerichte), in vier unterschiedlichen, für Furananalysen akkreditierten Laboren in Deutschland analysiert.

b) Ergebnisse

Die Analysen ergaben signifikante Schwankungen der Furanwerte zwischen den Laboren, die in Tabelle 5.1 zusammengefasst sind. Dabei wurden die prozentualen Abweichungen zwischen den höchsten und niedrigsten gemessenen Werten für jedes Produkt angegeben, sortiert von der höchsten zur niedrigsten Abweichung. Im Maximum wurden Abweichungen bis zu 86,4 % gefunden.

Diese Befunde decken sich mit Ergebnissen einer aktuellen Publikation von Frank et al. (2024) in einem ähnlichen Versuchsansatz, bei dem 8 Labore verglichen wurden. Die Autoren ermittelten Abweichungen der Furananalysenwerte von Beikost mit Nudeln und Fleisch von bis zu 79 % (23 µg/kg vs. 110 µg/kg).

a) Schlussfolgerungen

Diese Untersuchungen legen nahe, dass die Methodik und die technischen Gegebenheiten der verschiedenen Labore einen erheblichen Einfluss auf die Messergebnisse haben können. Die Ergebnisse verdeutlichen die Komplexität und die potenziellen Unsicherheiten in der Furananalytik, insbesondere in der Bewertung der Sicherheit von Lebensmitteln für empfindliche Zielgruppen wie Säuglinge und Kleinkinder. Um ein einheitliches und zuverlässiges Monitoring der Furanbelastung sicherzustellen, wären standardisierte Analyseverfahren und zusätzliche Maßnahmen zur Harmonisierung der Labormethoden notwendig.

⁸ Altaki, M. S., Santos, F. J., Puignou, L., & Galceran, M. T. (2017). Furan in commercial baby foods from the Spanish market: Estimation of daily intake and risk assessment. *Food Additives & Contaminants Part A*, 34(5), 728–739.

⁹ Kettlitz, B. et al: Furan and Methylfurans in Foods: An Update on Occurrence, Mitigation, and Risk Assessment. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol.18, 2019.



Tabelle 5.1.: Versuch 2023, Analysenwerte von Furan analysiert in Chargen-gleichen Gläschen 15 verschiedener Beikostartikel Gemüse und Menüs mit und ohne Fleisch in vier verschiedenen Laboren. Angegeben ist zusätzlich die Abweichung zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert in Prozent. Die Daten sind von der höchsten Abweichung absteigend zur niedrigsten Abweichung sortiert.

Sample	Furan [$\mu\text{g/kg}$]				Deviation
	Lab A	Lab B	Lab C	Lab D	Min from Max [%]
a	10	22**	10	3*	86,4
b	25	51**	27	9*	82,4
c	30**	26	19	6*	80,0
d	26	39**	25	8*	79,5
e	13	19**	10	4*	78,9
f	33	50**	33	11*	78,0
g	34**	30	19	9*	73,5
h	33	43**	33	12*	72,1
i	25	31**	28	10*	67,7
j	26	32**	25	11*	65,6
k	12	24**	12	9*	62,5
l	34	76**	61	29*	61,8
m	39**	38	36	16*	59,0
n	6,2	9,6**	<5	4*	58,3
o	60	64**	59	45*	29,7

* Min ** Max

6. Anstieg der Furangehalte in sterilisierten Babygläsern mit Gemüse und Menüs mit und ohne Fleisch während der Lagerzeit bis zum MHD

Untersuchungen zur Entwicklung des Furangehalts in Beikost während der Lagerung bis zum Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) zeigen eine signifikante Erhöhung dieser Werte im Laufe der Zeit.

a) Vorgehensweise

In der internen Versuchsreihe wurden fünf verschiedene Artikel, die sich in Rezeptur und Konsistenz unterscheiden, analysiert. Die Furanmessungen erfolgten in regelmäßigen Abständen, bis die Artikel ihr MHD, das zwischen 15 und 21 Monaten lag, erreichten. Die getesteten Produkte enthielten verschiedene Zutatenkombinationen wie Karotten, Tomatenmark, Nudeln, Zucchini und Fleisch in unterschiedlichen Konsistenzen (fein vermahlen und stückig) (Tabelle 6.1).

Tabelle 6.1.: Hauptbestandteile der Artikel, für die über die Lagerzeit hinweg die Furangehalte gemessen wurden

Artikel A	Karotten, Tomatenmark, Rahm, Reis
Artikel B	Tomate, Karotten, Nudeln, Fleisch (feinvermahlen)
Artikel C	Kartoffel, Zucchini
Artikel D	Karotten, Zucchini, Tomate, Couscous
Artikel E	Tomate, Karotten, Nudeln, Fleisch (stückig)



b) Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.2 sowie Abbildung 6.1 dargestellt.

Tabelle 6.2.: Furanwerte in Babygläsern Gemüse und Menüs mit und ohne Fleisch nach Produktion und bei Erreichen des Mindesthaltbarkeitsdatums. Die Absolute Erhöhung ist in Prozent angegeben.

	Furan [$\mu\text{g/kg}$]		
	Nach Produktion	MHD	Erhöhung [%]
Artikel A	16	28	75,0
Artikel B	35	35	0,0
Artikel C	11	49	345,5
Artikel D	19	35	84,2
Artikel E	16	36	125,0

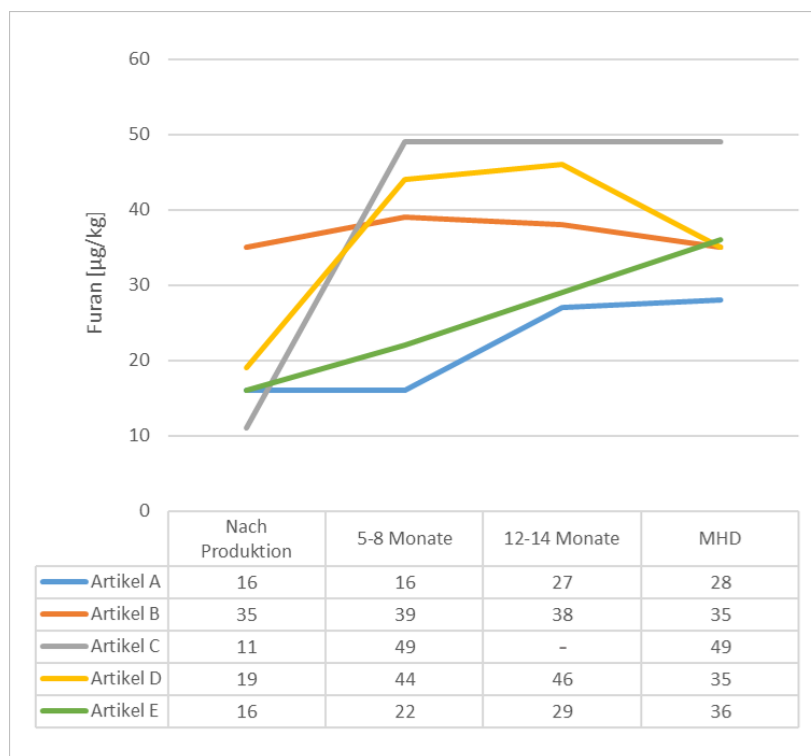


Abbildung 6.1.: Entwicklung der Furangehalte über die Lagerzeit verschiedener Babygläsern Gemüse und Menüs mit und ohne Fleisch.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Furangehalt bei vier der fünf untersuchten Produkte während der Lagerung um 75 % bis 345,5 % anstieg, wobei der Großteil dieses Anstiegs innerhalb der ersten sechs bis zwölf Monate nach der Produktion erfolgte. Dieser Anstieg variiert jedoch stark zwischen den einzelnen Produkten, was auf Rezepturunterschiede, die verwendeten Rohstoffe und die Konsistenz (Stückigkeit) des Produkts zurückgeführt werden könnte. Die genaue Rate des Furanzuwachses ließ sich bislang nicht präzise bestimmen, da die Anstiegsraten abhängig von den spezifischen Produktezutaten und -eigenschaften unterschiedlich ausfallen.

c) Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen legen nahe, dass die initiale Bildung von Furan durch die hohe Hitzeeinwirkung bei der Sterilisation angestoßen wird. Während der anschließenden Lagerung bei Raumtemperatur verläuft die Furanbildung nur noch sehr langsam, jedoch kontinuierlich. Ein Einfluss von Licht (UV-Licht) und Dunkelheit während der Lagerung auf den Furangehalt konnte durch begleitende Versuche ausgeschlossen werden.

Diese Erkenntnisse deuten darauf hin, dass die Furangehalte in Beikost nicht nur durch die Herstellungsbedingungen, sondern auch durch die Lagerdauer beeinflusst werden. Für Hersteller stellt dies eine besondere Herausforderung dar, da Produkte, die initial sichere Furangehalte aufweisen, über die Lagerzeit Werte erreichen könnten, die als unerwünscht einzustufen sind.

III. FAZIT UND ÜBERLEGUNGEN

Die abschließende Bewertung der dargestellten Untersuchungen zur Furanbildung in Beikost zeigt auf, dass die bisher vorliegenden Daten möglicherweise neu interpretiert werden müssen. Die aktuellen Erkenntnisse legen nahe, dass die bisher vorliegenden Daten naturgemäß oft produktionsnah erhoben wurden, während amtliche Überwachungen häufig Produkte mit bereits längerer Lagerzeit untersuchen. Diese Differenzierung ist bedeutsam, da Beikostprodukte, die direkt nach der Produktion zulässige und unkritische Furanwerte aufweisen, nach einigen Monaten der Lagerung erhöhte Werte erreichen könnten, die potenziell über einen zukünftigen gesetzlichen Höchstwert hinausgehen. Gleichwohl zeigen die Ergebnisse, dass durch eine einfache Zubereitungstechnik eine Reduktion des Furangehalts erreicht werden kann. Ein weiterer Aspekt, der bei der Beurteilung der Furanwerte Berücksichtigung finden sollte, sind die starken Abweichungen der Analysewerte zwischen den Laboren.

Diese Dynamik stellt Lebensmittelhersteller vor besondere Herausforderungen. Um sicherzustellen, dass die Produkte während ihrer gesamten Lagerzeit gesetzeskonform bleiben, müssten die Furanwerte zum Zeitpunkt der Produktion derart niedrig sein, dass sie einen erheblichen Sicherheitsabstand zum Höchstwert aufweisen. Dies wäre für viele Produkte mit Gemüse- und Fleischanteilen jedoch kaum umsetzbar, da die Reduktion des F_0 -Werts, die zur Furanminimierung notwendig wäre, die mikrobiologische Sicherheit gefährden könnte. Alternativ müssten Hersteller das Risiko behördlicher Beanstandungen in Kauf nehmen.

Die vorliegenden Ergebnisse und Datensammlungen sollten daher aus dieser neuen Perspektive bewertet werden. Es erscheint ratsam, potenzielle gesetzliche Grenzwerte für Furan in Beikost so festzulegen, dass die kontinuierliche Erhöhung des Furangehalts über die Lagerdauer berücksichtigt wird, um praktikable und sichere Produktionsbedingungen für Babynahrungshersteller zu gewährleisten.

In jedem Fall erscheint es angezeigt, dass die amtliche Überwachung bei der Erhebung von Furandaten, deren Bewertung und schließlich der Entscheidung über Vollzugsmaßnahmen in Kenntnis der vorgenannten Zusammenhänge mit Augenmaß vorgeht. Gleiches gilt für Erwartungen behördlicherseits an die Hersteller mit Blick auf Minimierungsmaßnahmen.

((41.072 Zeichen inkl. Leerzeichen))

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Bundesverband der Hersteller von Lebensmitteln
für eine besondere Ernährung e. V.
Godesberger Allee 142 -148
53175 Bonn
Tel. 0228-30851-0
www.diaetverband.de



