

## Fermentierte Nahrungsmittel können bei Histamin-Intoleranz unverträglich sein

**Biogene Amine (BA) sind Stoffwechselprodukte, die natürlicherweise in menschlichen, pflanzlichen und tierischen Zellen vorkommen. Sie werden aus Eiweißbausteinen (Aminosäuren) gebildet. Ein wichtiger Vertreter dieser Stoffgruppe ist das Histamin, das durch Decarboxylierung aus der Aminosäure Histidin entsteht. So ist beispielsweise Histamin als Gewebshormon und Botenstoff bei Entzündungen und allergischen Reaktionen bekannt.**

Biogene Amine können vermehrt bei der Lebensmittelverarbeitung durch Fermentation und Reifung entstehen. Sie tragen zur Geschmacks- und Aromabildung bei, zeigen aber auch einen Verderb an, wenn ein hoher Gehalt von Histamin und anderen BAs auf unerwünschtes Bakterienwachstum hindeutet. Neben Histamin ist Tyramin ein weiteres biogenes Amin, das durch bakteriellen enzymatischen Abbau der Aminosäure Tyrosin entsteht. In der Regel enthalten durch Pökeln, Trocknen, Fermentation oder ähnliches haltbar gemachte Produkte mehr BAs als frische, unverarbeitete Lebensmittel. Biogene Amine sind thermostabil und werden durch die bei der Lebensmittelverarbeitung und -zubereitung angewandten Wärmebehandlungen nicht inaktiviert. (EFSA 2011)

### Fermentation als Quelle biogener Amine

Die Fermentation von Lebensmitteln wie Soja, Gemüse, Milch, Fleisch und Fisch bietet ausgezeichnete Bedingungen, die eine intensive mikrobielle Aktivität ermöglichen. Die Verfügbarkeit freier Aminosäuren, das Vorhandensein von Mikroorganismen, die in der Lage sind, diese Eiweißbausteine abzubauen und hohe Temperaturen, sowie niedriger pH-Wert bieten ideale Voraussetzungen für eine Bildung von Histamin und anderen biogenen Aminen. (EFSA 2011)

Eine normale BA-Aufnahme verursacht keine Krankheiten, da die Aminoxidasen im Darm die BAs abbauen und entgiften. Werden große Mengen BA aufgenommen oder wird die Aktivität der Aminoxidase gehemmt, können akute toxische Symptome wie Übelkeit, Atemnot, Hautrötung, Schweißausbrüche,

Herzklopfen, Kopfschmerzen, Ausschlag, Brennen im Mund, Blutdruckveränderungen, Durchfall und hypertensive Krisen auftreten. Die toxischen Wirkungen von BA können von Person zu Person unterschiedlich sein, je nach individueller Empfindlichkeit und dem Konsum von Alkohol oder Medikamenten, die die Abbauenzyme (Di- und Monoaminoxidase – DAO beziehungsweise MAO) hemmen. Der Alkoholkonsum kann einen synergistischen Effekt haben, der die Histamintoxizität durch Hemmung der Entgiftungsaktivität von Aminoxidasen verstärkt. (Russo et al. 2016) Für Personen, die Antidepressiva (MAO-Hemmer) einnehmen, wird eine Tyraminmenge von nur 6 mg pro Person und Mahlzeit als unbedenklich angesehen – ein Wert, der durch den Verzehr von fermentierten Lebensmitteln sehr leicht überschritten werden könnte. (EFSA 2011)

Die häufigsten BAs in Nahrungsmitteln sind Histamin, Tyramin, Phenylethylamin, Putrescin, Cadaverin und Spermidin. Derzeit werden die toxischen Dosen in Lebensmitteln nur für drei BAs vorgeschlagen: 100-200 mg/kg für Histamin, 100-800 mg/kg für Tyramin und 30 mg/kg für Phenylethylamin. (Tabelle 1)

**Tabelle 1: Vorgeschlagene Schwellenwerte für biogene Amine in Lebensmitteln. (Saha Turna et al. 2024)**

	Empfohlene Dosis in Lebensmitteln (mg/kg)	Toxische Dosis pro Mahlzeit für gesunde Personen (mg)	Toxische Dosis pro Mahlzeit für sensible und gefährdete Personen (mg)
Histamin	100	>50	5-10
Tyramin	100 bis 800	>600	>6
β-Phenylethylamin	30	Nicht festgelegt	Nicht festgelegt
Putrescin, Cadaverin, Spermidin, Tryptamin, Spermin	Nicht festgelegt	Nicht festgelegt	Nicht festgelegt

Bei gesunden Menschen sind bei einer Histaminbelastung von 25-50 mg pro Person und Mahlzeit keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten. Bei Personen mit Histaminintoleranz kann jedoch schon eine geringe Histaminbelastung

(5-10 mg) durch Lebensmittel zu schweren gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. (EFSA 2011)

### Wie kann sich der Mensch histaminarm ernähren?

Es gibt eine Vielzahl von Tabellen für eine histaminarme Kost. Die BA-Gehalte der dort aufgeführten Nahrungsmittel variieren jedoch erheblich.

In einer Übersichtsarbeit untersuchten Sánchez-Pérez et al. (2021) zehn wissenschaftliche Studien zur histaminarmen Kost. Diese vergleichende Überprüfung ergab eine große Bandbreite bei den Lebensmitteln, die von Menschen mit Histaminintoleranz ausgeschlossen werden sollten. (Abbildung 1) Zum einen rieten alle histaminarmen Diäten **einellig zum Verzicht auf viele fermentierte Lebensmittel und Getränke** (trockenfermentierte Roh-Wurstwaren wie Salami oder Landjäger, gereifter Käse wie Emmentaler und alter Gouda, Wein und Bier). Neun von zehn Diäten erlaubten keine Tomaten und Fisch, acht keinen Spinat, sieben kein Sauerkraut und sechs verboten Zitrusfrüchte, Erdbeeren und Schokolade.

Fermentierte Lebensmittel weisen eine große Variabilität im Histamingehalt auf, selbst innerhalb von Proben derselben Produktionscharge, was auf den mikrobiellen Ursprung des Histamins zurückzuführen ist. Darüber hinaus können auch die Art des Lebensmittels, der Bakterienstamm und viele andere Faktoren einen Einfluss auf die Anreicherung von biogenen Aminen haben.

Neben Histamin wurden in dieser Lebensmittelkategorie häufig auch andere biogene Amine gefunden, vor allem Tyramin. Das Vorhandensein von Tyramin ist eng mit der enzymatischen Aktivität vieler Milchsäurebakterienarten verbunden. Ein hoher Tyramingehalt entsteht insbesondere beim Reifen und Lagern von Käse. (Barbieri et al. 2019)

In Tabelle 2 sind histaminreiche Nahrungsmittel aufgeführt. Mit Ausnahme von rohem Gemüse (Tomaten, Auberginen und Spinat) sind alle genannten Nahrungsmittel reich an freien Aminosäuren oder haben einen Fermentationsprozess durchlaufen.

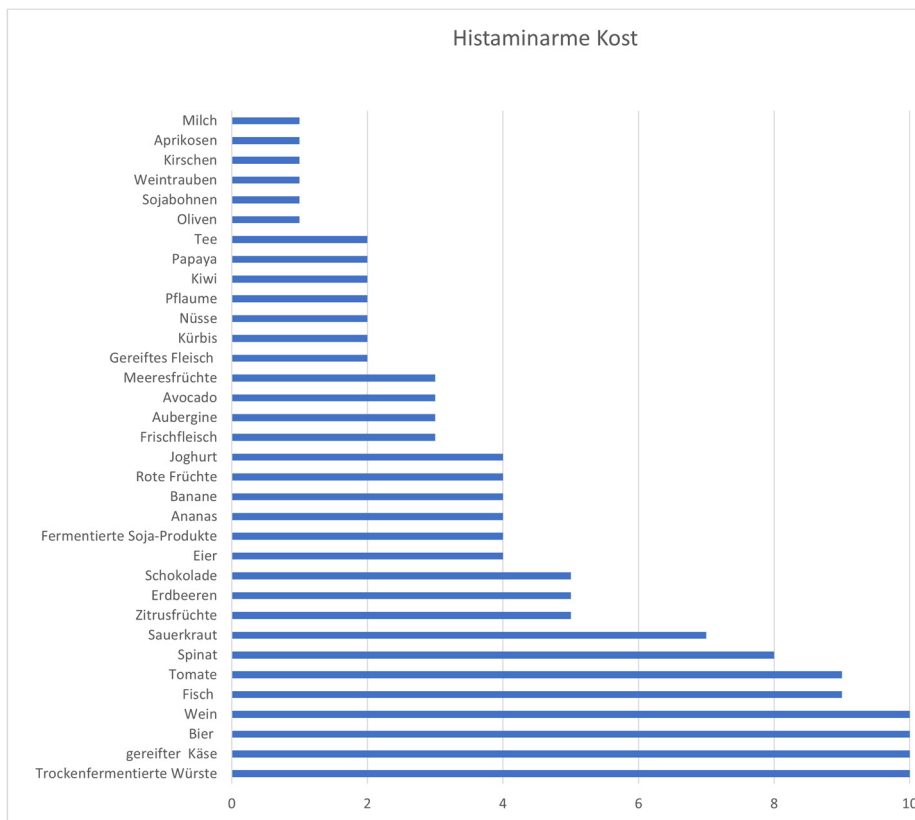


Abbildung 1: Liste der zu meidenden Nahrungsmittel aus zehn Studien über histaminarme Diäten (Sánchez-Pérez et al. 2021)

## Vorkommen von BAs in fermentierten Lebensmitteln

Tabelle 2: Histaminreiche Nahrungsmittel (Vlieg-Boerstra et al. 2005)

Nahrungsmittelkategorien	mg Histamin/100 g	mg Histamin/Mahlzeit
<b>Käse:</b> Gouda, Cheddar, Blauschimmel, Emmentaler, Ziegenkäse, Mascarpone, Parmesan	3,3-171	0,7-35 (20 g)
<b>Fleisch:</b> fermentiertes Fleisch, Salami, roher Schinken	3,0- 27	0,6-5,5 (20 g)
<b>Fisch:</b> Hering, geräucherte Makrele, Dosenfisch (Sardinen), Thunfisch	0,8-16,5	0,6-11,5 (70 g)
Anchovis	95-344	9,5-34 (10 g)
<b>Gemüse:</b> Tomate, Aubergine, Spinat	2,5-11,5	5-23 (200 g)
<b>Alkoholika:</b> Bier und Wein	0,6-1,6	0,6-1,6 (100 ml)
<b>Fermentierte Nahrungsmittel:</b> Tamari (Sojasauce), Marmite (Hefepaste), Tempeh (Sojaprotein)	8,3-212	0,8-21 (10 g)

In fermentierten Sojaprodukten, Fisch, Fleisch, Milchprodukte und pflanzlichen Lebensmitteln können die vorgeschla-

genen toxischen Dosen an biogenen Aminen überschritten werden.

In fermentierten **Getränken** (zum Beispiel Wein und Bier) waren die Gehalte an Histamin und anderen biogenen Aminen viel niedriger als die für andere fermentierte Lebensmittel berichteten Werte. Alkohol ist jedoch per se in der Lage, die toxische Wirkung von Histamin zu verstärken und konkurriert mit seinem Metaboliten Acetaldehyd mit Histamin um das abbauende Enzym (Aldehyddehydrogenase), was zu einer Anreicherung dieses Amins im Organismus führt. (Sánchez-Pérez et al. 2021)



Abbildung 2: Durch die Fermentierung bildet sich bei Natto ein fädenziehender Schleim um die Sojabohnen. (Foto: CC netwiki.net)

Fermentierte Sojalebensmittel wie Natto und Sojabohnenpasten werden insbe-

sondere in asiatischen Kulturen häufig konsumiert. Bei Sojasaucen ist das Risiko aufgrund des hohen Gehalts an Histamin, Tyramin oder Putrescin möglicherweise nicht sehr groß, da die Aufnahme pro Portion nur eine geringe Menge beträgt.

Da fermentierte **Fleischerzeugnisse** möglicherweise als Hauptgericht oder in größeren Mengen verzehrt werden (im Vergleich zu Soßen oder Pasten), kann das Vorhandensein von BA-Gehalten in nennenswerten Mengen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, insbesondere bei empfindlichen Personen.

**Molkereiprodukte**, insbesondere gereifter Käse, enthalten oft hohe BA-Werte. Die „Käsereaktion“, wie sie beschrieben wird, ist eine Lebensmittelvergiftung, die durch die Exposition gegenüber hohem Tyramin entsteht. (Barbieri et al. 2019) Im Allgemeinen sind die BA-Konzentrationen in kurz gereiften Käsen niedriger als in lang gereiften Käsen. (Steneberg 2007)

## Fermentiertes Obst und Gemüse

Die Fermentierung ist in vielen Kulturen eine traditionelle Art der Konservierung von Gemüse und Obst. Einige Obst- und Gemüsesorten, die häufig fermentiert werden, sind **Gurken, Weißkohl (Sauerkraut), Rotkohl, Rosenkohl, Brokkoli, Blumenkohl**.

Auch hierzulande wird zunehmend das Fermentieren im eigenen Haushalt zur Erhöhung des Geschmacks- und Gesundheitswertes propagiert. (Sabersky 2017) Dabei wird das wilde, spontane Fermentieren als Vorzugsmethode beschrieben: die Mikroorganismen aus der Umgebung werden genutzt, um Gärgemüse, Sauerteig oder Joghurt herzustellen. Dieses Verfahren ist einfach, aber kann auch unkontrolliert ablaufen, wenn Bakterien mit Aminosäure-Decarboxylase-Aktivität die Oberhand bei der Milchsäuregärung haben.

Gram-positive Milchsäurebakterien in Wildfermenten werden hauptsächlich für die Produktion und Anhäufung von biogenen Aminen in fermentierten Produkten verantwortlich gemacht. Die BA-Werte unterscheiden sich erheblich zwischen den verschiedenen fermentierten Obst- und Gemüsesorten. In Sojasauce, Fischsauce, fermentierten Würsten, Kimchi und so weiter können sich hohe BA-Konzentrationen ansammeln, die teilweise über den empfohlenen toxischen Dosen liegen. (Saha Turna et al. 2024)

# Schwerpunkt

## Minderungsstrategien zur Kontrolle der BA-Bildung in fermentierten Lebensmitteln

Im eigenen Haushalt lassen sich die Bedingungen für ein BA-Wachstum bei der natürlichen Fermentation nur schwer kontrollieren. Industriell ist das eher möglich, da hier standardisierte Produkte mit BA-Werten hergestellt werden sollten, die geschmacklich einheitlich und toxikologisch unbedenklich sind.

### Strategien zur Risikominderung in der Nahrungsmittelindustrie

Unternehmen, die fermentierte Lebensmittel herstellen, sind nicht verpflichtet, ihre Produkte auf biogene Amine zu testen. Sie können den Risiken von BAs begegnen durch

- Sicherstellen, dass Präventivmaßnahmen ergriffen werden, die Anlage sauber und hygienisch zu halten, um Bakteriophagen und Bakterien, die den Kulturprozess stören, zu begrenzen;
- Optimierung der Fermentation: Regulierung von Zeit, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Salzkonzentration und Lagerungsbedingungen; Verwendung von Zutaten guter Qualität;
- Kauf von kommerziellen Starterkulturen und/oder Überprüfung der Qualität der Starterkulturen;
- Überwachung, dass die erwartete Kulturaktivität innerhalb des richtigen Zeitrahmens eintritt; und
- Überwachung des erwarteten pH-Werts.

(Saha Turna et al. 2024)

Die Vermeidung und Verringerung biogener Amine in fermentierten Produkten umfassen sowohl konventionelle als auch moderne Methoden. Zu den konventionellen Methoden gehören die Einhaltung ordnungsgemäßer Hygienebedingungen, die Handhabung von Lebensmitteln während der gesamten Verarbeitung und die Temperaturkontrolle während der Lagerung, um die Bakterien mit Aminosäure-Decarboxylase-Aktivität zu hemmen. (EFSA 2011)

Darüber hinaus haben mehrere Studien ergeben, dass die Zugabe von Pflanzenextrakten oder Gewürzen die Bildung von BA in fermentierten Lebensmitteln verhindern kann. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass Nelkenöl, Kochsalz

oder eine Kombination aus beidem die Bildung biogener Amine in Fischbouillon verzögern und verlangsamen kann. (Wendakoon und Sakaguchi 1993) Auch bei anderen Gewürzen, wie zum Beispiel Knoblauch, wurde eine hemmende Wirkung auf die BA-Produktion in bestimmten fermentierten Fischprodukten festgestellt. (Zhou et al. 2016)



**Abbildung 3: Ein Ansatz für die wilde Fermentation: Kohl, saure Äpfel und Kümmel im Glas (Foto: © Amanda/ flickr.com)**

Zwiebeln und Kümmel haben eine signifikante hemmende Wirkung auf die Bildung verschiedener BA während des Sauerkraut-Fermentationsprozesses. (Majcherczyk und Surówka 2019) Es gibt auch Hinweise darauf, dass der Zusatz von Gewürzextrakten (Zimt, Anis, Nelken) die BA-Bildung in fermentierten Würsten hemmen kann. (Tsafack und Tsopmo 2022)



**Abbildung 4: Lactobacillus: zu dieser Gattung der Milchsäurebakterien zählen zahlreiche Histaminbildner (Foto: ©https://wgoqatar.com)**

Um Lebensmittel mit niedrigem BA-Gehalt zu erhalten, ist es wichtig, spezifische Starterkulturen auszuwählen, die keine biogenen Amine bilden und die in der Lage sind, die ansässige Mikrobiota unter den Verarbeitungsbedingungen zu überwuchern. (Barbieri et al. 2019)

Diese Starterkulturen können miteinander konkurrieren, um das übermäßige Wachstum von BA-bildenden Bakterien zu verhindern, und gleichzeitig Enzyme wie MAO und DAO bilden, die BAs direkt abbauen. (Saha Turna 2024)

Die Industrie nutzt diese Möglichkeiten zum gezielten Eingriff in Fermentationsprozesse, um Fehlgerüche und toxische Konzentrationen an Histamin und Co. zu vermeiden. Die effiziente, schnelle und billige Produktion mit Einheitsgeschmack steht dabei im Vordergrund. In Privathaushalten wird zunehmend die wilde, spontane Gärung bevorzugt. Die Geschmacksnoten durch natürliche Fermentationen lassen sich individuell steuern. Möglicherweise entstehen jedoch höhere Gehalte an biogenen Aminen. Für Personen mit einer Histaminintoleranz oder -abbaustörung sind sowohl industrielle als auch „hausgemachte“ Fermentationsprodukte leider trotz gesundheitlicher Aufwertung tabu.

Andreas Steneberg

### Quellen:

Barbieri F, Montanari C, Gardini F, Tabanelli G: Biogenic amine production by lactic acid bacteria: A Review. *Foods* **8** 1 (2019) 17

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ): Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented food. *EFSA J* **9** 10 (2011) 2393

Majcherczyk J, Surówka K: Effects of onion or caraway on the formation of biogenic amines during sauerkraut fermentation and refrigerated storage. *Food Chem* **298** (2019) 125083

Russo P, Capozzi V, Spano G, Corbo MR, Sinigaglia M, Bevilacqua A: Metabolites of microbial origin with an impact on health: ochratoxin A and biogenic amines. *Front Microbiol* **7** (2016) 482

Sánchez-Pérez S, Comas-Basté O, Veciana-Nogués MT, Latorre-Moratalla ML, Vidal-Carou MC: Low-histamine diets: is the exclusion of foods justified by their histamine content? *Nutrients* **13** 5 (2021) 1395

Sabersky A: Einfach fermentieren. Heyne Verlag (München 2017)

Saha Turna N, Rena Chung R, McIntyre L: A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon* **10** (2024) e24501

Steneberg A: Biogene Amine – Ernährung bei Histamin-Intoleranz. *UMWELT & GESUNDHEIT* **18** 2 (2007) 47-56

Vlieg-Boerstra BJ, van der Heide S, Oude Elberink JN, Kluin-Nelemans JC, Dubois AE: Mastocytosis and adverse reactions to biogenic amines and histamine-releasing foods: what is the evidence? *Neth J Med* **63** 7 (2005) 244-9

Wendakoon CN, Sakaguchi M: Combined effect of sodium chloride and clove on growth and biogenic amine formation of *Enterobacter aerogenes* in mackerel muscle extract. *J Food Protect* **56** 5 (1993) 410-3

Tsafack PB, Tsopmo A: Effects of bioactive molecules on the concentration of biogenic amines in foods and biological systems. *Heliyon* **8** 9 (2022) e10456

Zhou X, Qiu M, Zhao D: Inhibitory effects of spices on biogenic amine accumulation during fish sauce fermentation. *J Food Sci* **81** (2016) M913-20