

THEMA 7

# Histamin

---

Biochemische Betrachtung und Histaminose

Lukas Emanuel Hirsch

## Inhaltsverzeichnis

Chemischer Stammbaum.....	3
Histamin .....	5
Entstehung und Speicherung .....	6
Allergietyp 1 oder die Allergie vom Soforttyp.....	6
ECL-Zellen der Magenmucosa.....	7
Wirkungsweise von Histamin .....	7
Allergie .....	9
Pseudoallergie durch Histamin-Überschuss.....	9
Histaminose.....	10
Symptome .....	10
Körperfremde Substanzen .....	11
Fäulnisflora.....	13
Diaminoxidase-Mangel.....	13
Summe aller Faktoren, die zu Histaminose führen.....	14
Allgemeines zur Krankheit.....	15
Quellenverzeichnis:.....	16

# Das Histamin

---

Jeder von uns kennt Histamin.

Denn wir alle haben schon einmal eine Brennnessel angefasst; Bewusst oder aus Versehen, das Ergebnis was dasselbe. Es hat gejuckt und die Stelle ist angeschwollen und das ziemlich schnell. Hier haben wir Histamin in seiner prominentesten Wirkungsform beobachtet, vermutlich ohne es zu wissen.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Histamins ist nämlich das Auslösen einer Entzündungsreaktion.

Histamin kommt in Pflanzen, Tieren und im Menschen vor. Während Pflanzen es hauptsächlich als Schutz vor Feinden nutzen, wie im Beispiel der Brennnessel, spielt es bei Tieren und Menschen eine ganz ähnliche und doch andere Rolle in seiner Wirkung.

Im menschlichen Körper kommt Histamin vermehrt in der Haut, in den Verdauungsorganen, in der Lunge und im zentralen Nervensystem vor.

Als Gewebshormon, welches also im Gegensatz zu anderen Hormonen in Einzelzellen im Gewebe und nicht in einer bestimmten Drüse produziert wird, hat es die Aufgabe der Übermittlung von Signalen an Organe, um dort einen Prozess in Gang zu bringen beziehungsweise dort eine Reaktion auszulösen oder als Neurotransmitter im zentralen Nervensystem Reize von Nervenzelle zu Nervenzelle weiterzugeben, zu verstärken oder zu verändern.

## Chemischer Stammbaum

Genauer betrachtet ist Histamin ein biogenes Amin. Biogene Amine sind solche, welche von einem Organismus hergestellt werden.

Ein Amin enthält immer eine oder mehrere Aminogruppen ( $\text{NH}_2$ ), entsteht also aus Aminosäuren.

Aminosäuren gibt es unzählige in der Natur, jedoch nur 21 von ihnen sind proteinogene Aminosäuren. Das heißt Aminosäuren, aus denen alle Lebewesen ihre Proteine bauen.

Eine dieser 21 Aminosäuren ist das Histidin. Aus ihm entsteht Histamin durch eine enzymatische Umwandlung.

Histidin ist eine essentielle und durch den Imidazol-Rest aromatische, positiv-, also geladenpolare Aminosäure.

Aminosäuren mit einem geladen polarem Rest sind hydrophil, was eine Lipophobie bedingt.

Die Summenformel für Histidin ist  $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$  und der chemische Name 2-Amino-3-(1*H*-Imidazol-4-yl)-propansäure.

Der Name ergibt sich aus der chemischen Verbindung, die in Abb. 1 zu sehen ist. Der aromatische Rest ist ein Imidazol-Ring und gibt der Verbindung den Teilnamen Imidazol.

Zudem hat er einen basischen Charakter und macht Histidin damit zu einer basisch wirkenden Aminosäure.

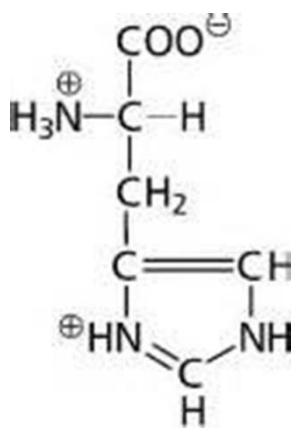


Abb.1

## THEMA 7

### Entstehung von Histamin

Wenn Aminosäuren decarboxyliert werden, dann entstehen Amine. Amine sind Signalstoffe und einer davon ist Histamin. Histamin entsteht durch die Decarboxylierung von Histidin. Dabei wird mithilfe eines Katalysators, dem Enzym „Histamin-Decarboxylase“, die Carboxylgruppe COOH abgespalten beziehungsweise umgewandelt. Als Abfallprodukt entsteht bei diesem Vorgang CO<sub>2</sub>.

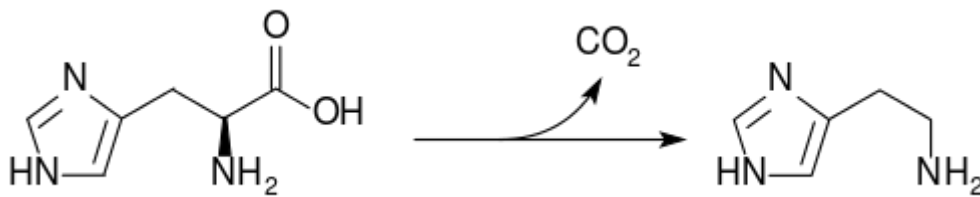


Abb.2

Bei der Histidin-Decarboxylierung braucht das Enzym Histamin-Decarboxylase einen sogenannten Co-faktor, der dem Enzym hilft, seine Katalyse-Aufgabe zu erfüllen. Dieser Co-faktor ist das Pyridoxalphosphat, welches dem Laien besser bekannt ist unter dem Namen Vitamin B<sub>6</sub>.

### Abbau von Histamin

Abgebaut wird Histamin auf zwei verschiedene Arten. Zum einen im zentralen Nervensystem (ZNS) über die Histamin-N-Methyltransferase und mehrere Oxidierungen zu N-Methylimidazol-4-yl-ethansäure und zum anderen in der Peripherie, also im Prinzip überall dort, wo es im Gewebe vorhanden ist, über eine Diaminoxidase (DAO). Dabei entsteht letztlich Imidazol-4-yl-ethansäure, also eine dem Endprodukt aus dem Abbau im ZNS sehr ähnliche chemische Verbindung. Diese wird im letzten Schritt ribosyliert, das heißt, dass ihr ein aus einem 5-er-Ring bestehender Zucker angefügt wird, ehe sie schließlich über die Nieren ausgeschieden wird.

## Wie wird Histamin abgebaut

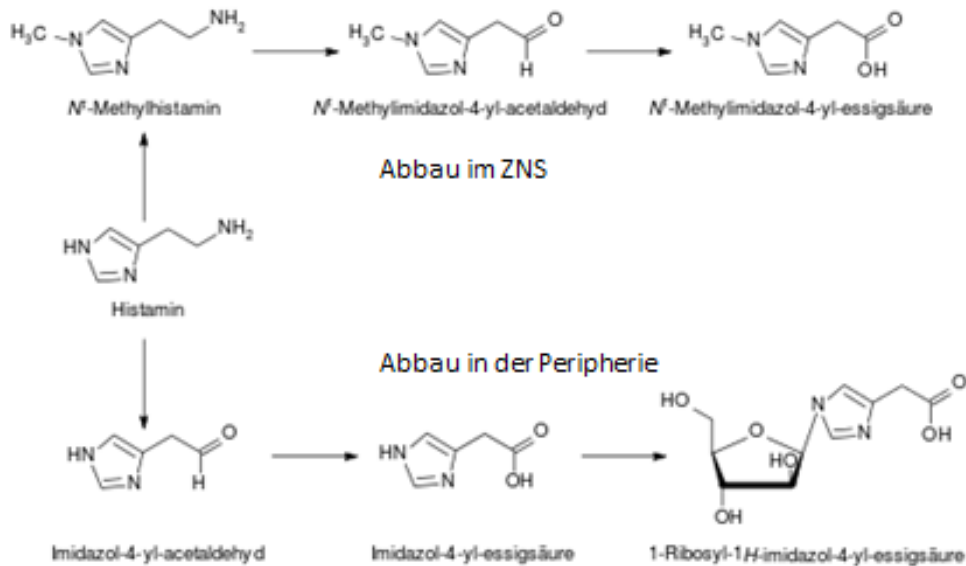


Abb.3

### Histamin

Entstanden ist nun das Histamin, das, wie eingangs schon erwähnt, ein Gewebshormon ist. Hormone werden normalerweise in sogenannten endokrinen Drüsen gebildet. Endokrine Drüsen sind Organe, die ihre Sekrete, welche sie produzieren, endokrin, also ins Blut abgeben, in welchem das Sekret an die Wirkungsstelle transportiert wird. Gesteuert werden sie von der Hypophyse, der Hirnanhangdrüse. Gewebshormone hingegen werden direkt im Gewebe hergestellt und eingelagert. Das hat den Vorteil, dass sie ihre Wirkung viel schneller entfalten können, da sie direkt wirken, sobald sie freigesetzt wurden und nicht lange Wege durch die Blutbahnen zurücklegen müssen. Wichtig ist das im Fall von Histamin, da seine Hauptaufgabe das Einleiten einer Fremdkörper-Bekämpfung ist. Im Blut können Fremdkörper durch die darin schwimmenden Zellen des Immunsystems sofort bekämpft und abgebaut beziehungsweise abtransportiert werden. Aber was passiert, wenn so ein Antigen irgendwo im Gewebe, zum Beispiel direkt unter der Haut sitzt. Dort befindet sich nun kein Blut und die Immunzellen können den Eindringling nicht bekämpfen. Hier kommt nun das Histamin ins Spiel. Daraus können wir schließen, dass es in gewisser Weise Teil des Immunsystems ist.

## Entstehung und Speicherung

Histamin wird in den Mastzellen, in Granulozyten in Darm und Blut, den ECL-Zellen der Magenmucosa, Zellen der Epidermis und in Nervenzellen synthetisiert und gespeichert. Besonders interessant in Bezug auf seine Funktion als Teil des Immunsystems ist die Entstehung sowie Speicherung in den Mastzellen. Mastzellen kommen überall im Körper im interstitiellen Bindegewebe vor. In ihnen wird Histamin, an Heparin gebunden, in den Granula beziehungsweise Vesikeln gespeichert.

## Allergietyp 1 oder die Allergie vom Soforttyp

Es gibt vier Allergietypen, von denen die meisten wiederum in mehrere unterteilt werden. Histamin hängt jedoch nur mit dem Allergietyp 1 zusammen, welcher auch Soforttyp genannt wird, da bei diesem Typus eine sofortige Reaktion hervorgerufen wird.

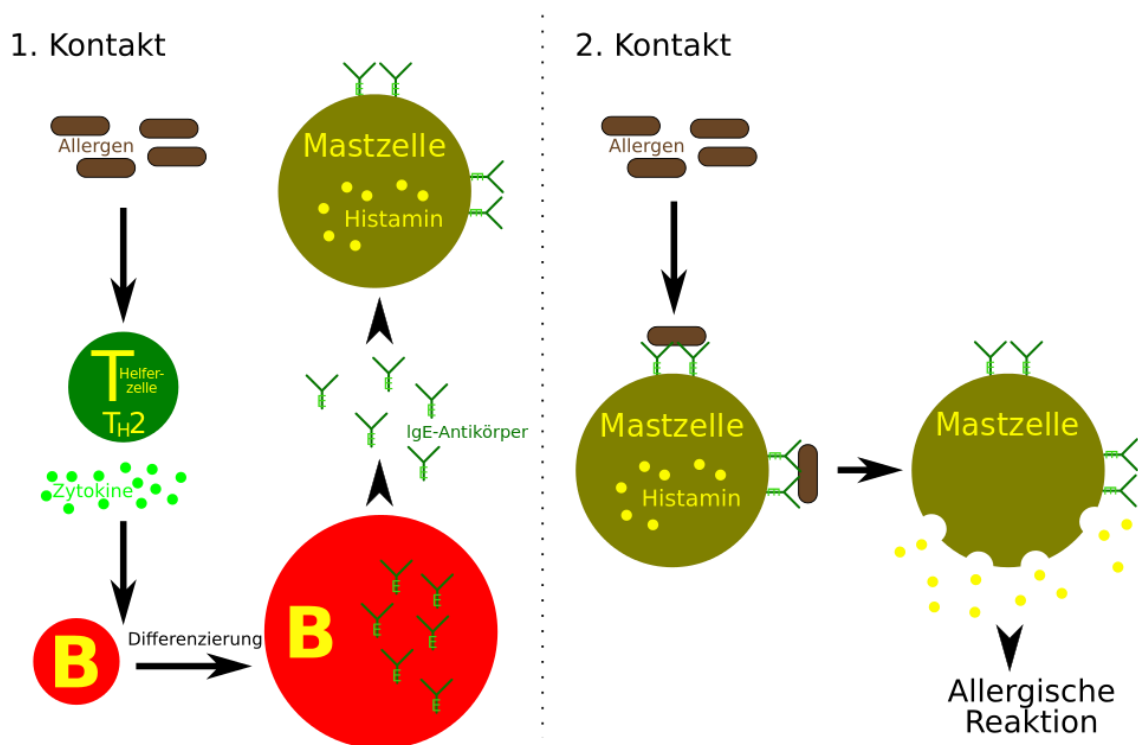


Abb. 4

Der Allergietyp 1 oder seine Reaktion ist IgE-vermittelt. Das bedeutet, dass die allergische Reaktion mittels der Immunglobulin-E-Antikörper ausgelöst wird. Wird ein Antigen, also ein Fremdkörper registriert, so passiert zunächst nichts. Es findet lediglich eine Sensibilisierung statt, das bedeutet, die T-Lymphozyten, Zellen der Immunabwehr, verbinden sich, grob

gesehen, mit B-Lymphozyten, welche ebenfalls Zellen des Immunsystems sind. Dadurch wandeln sich die B-Lymphozyten in Plasmazellen, welche die IgE- (Immunglobulin E) Zellen bilden. Diese sind auf das beim ersten Kontakt registrierte Antigen sensibilisiert, schwärmen aus und heften sich an die Mastzellen. Kommen sie dort mit dem Antigen in Berührung, findet eine Signalübermittlung in die Mastzelle statt, woraufhin diese das Histamin frei- und in das Interstitium abgibt.

Das Interstitium ist der Zwischenraum, welcher sich zwischen Organen, Geweben oder Zellen und außerhalb der Blutbahnen befindet. Diese Reaktion, welche abläuft, wenn das Antigen ein zweites Mal vom Organismus registriert wird, läuft innerhalb von Sekunden bis Minuten ab, weshalb diese allergische Reaktion als „Allergie vom Soforttyp“ bezeichnet wird, wobei eigentlich eine lang dauernde Sensibilisierungsphase vorausgeht.

### **ECL-Zellen der Magenmucosa**

Wie oben erwähnt, wird Histamin zu einem Hauptteil auch in den ECL-Zellen der Magenmucosa synthetisiert und gespeichert. Mucosa ist dabei das Fachwort für Schleimhaut und beschreibt eine Schicht, welche Hohlräume im Innern eines Organismus‘ auskleidet.

ECL-Zellen, ausgeschrieben enterochromaffin-ähnliche Zellen, sind endokrine Zellen, welche Histamin produzieren, um damit die Magensäure-Produktion zu stimulieren.

### **Wirkungsweise von Histamin**

Als Mediator bzw. Transmitter

Die Wirkungsweise des Histamins ist eigentlich recht banal. Da es ein Botenstoff ist, übermittelt es im Grunde nur einen Impuls an entsprechende Rezeptoren, die wiederum bestimmte Wirkungen auslösen. Es gibt vier verschiedene Histamin-Rezeptoren, die nach und nach entdeckt wurden. Erst durch deren Entdeckung wurde es möglich die Wirkung von Histamin genau zu bestimmen. Diese Rezeptoren werden also in den Wirkungsvorgang von Histamin miteingerechnet. Der vierte Histamin-Rezeptor wurde erst im Jahr 2000 nachgewiesen und seine Wirkungsweise ist noch nicht vollständig erforscht.

Histamin entfaltet seine Wirkung, indem es sich an einen Histamin-Rezeptor bindet. Die Rezeptoren sitzen an Membranen. Eine Membran ist eine dünne Gewebsschicht, die zwei Räume voneinander trennt. Unterschieden werden muss dabei zwischen **Zellmembranen**,



## THEMA 7

welche sozusagen die Haut oder Wand einer Zelle darstellen und somit die Grenzen zur Umwelt der Zellen bilden und **Basalmembranen**. Eine Basalmembran ist eine dünne Wand, welche sich in einer Mucosa finden lässt. Die Membran ist die Verbindung von Epithel, der mehrschichtigen Oberfläche einer Mucosa, und dem angrenzenden Bindegewebe.

Vermittelt nun das Histamin sein Signal an einen der vier in den Membranen sitzenden Rezeptoren, so werden dort entsprechende Wirkungsketten in Gang gesetzt.

Der H<sub>1</sub>-Rezeptor ist dabei zuständig für die

- Verengung der Bronchien bzw. Kontraktion der glatten Bronchialmuskulatur
- Kontraktion des Darmes
- Sowie allgemein Kontraktion der glatten Muskulatur
- Die Vasodilatation (Ausdehnung/Weitung von Blutgefäßen)
- Erhöhung der Gefäßpermeabilität (Durchlässigkeit)
- Steigerung der Sekretion von Adrenalin (Nebenniere)
- Erbrechen
- Schlaf-wach-rhythmus / Weckreaktion

Wirkungen des H<sub>2</sub>-Rezeptors:

- Erhöhung der Sekretion des Magensaftes
- Vasodilatation (s.o.)
- Tachykardie / positive Chronotropie (Steigerung des Pulses, also der Herzschlagfrequenz)
- Positive Inotropie des Herzschlags (Steigerung der Kontraktilität, d.h. Stärke der Muskelkontraktion)

Wirkungen des H<sub>3</sub>-Rezeptors:

- Hemmung der Histamin-freisetzung im zentralen Nervensystem (negatives Feedback)
- Hemmung der Freisetzung von anderen Mediatoren

Wirkung des H<sub>4</sub>-Rezeptors:

- Chemotaxis von Granulozyten (Granulozyten gehören zur Gruppe der weißen Blutkörperchen [Leukozyten] und sind somit zelluläre Immunabwehrzellen.

Chemotaxis ist eine durch Bildung und Ausschüttung von Botenstoffen hervorgerufene Anlockung von Zellen des Immunsystems zum Beispiel an den Ort einer entzündlichen Reaktion.

Jeder dieser Rezeptoren kann durch bestimmte Stoffe gehemmt oder vorübergehend „ausgeschaltet“ werden. Diese Stoffe werden Antagonisten genannt und sind wesentlich für die Behandlung von Allergien.

### **Allergie**

Bei einer Allergie wurde durch das Immunsystem ein Fremdkörper erkannt und eine Bekämpfung eingeleitet. Dies zeigt sich eigentlich immer in einer entzündungsartigen Reaktion. Bei einer Entzündung geschehen nämlich folgende Dinge:

Das Histamin löst an den Rezeptoren eine Vasodilatation, erhöhte Gefäßpermeabilität aus, um den Kämpferzellen ein Austreten aus der Blutbahn und Eintreten in das Gewebe, wo sich das Antigen befindet, zu ermöglichen. Hierzu ist also auch eine vorangehende Chemotaxis nötig, da die Immunabwehrzellen sonst nicht wissen, wo sie angreifen sollen. Dieser Vorgang geschieht also gezielt. Manchmal großflächiger, manchmal sehr genau, je nach dem, wie viele Rezeptoren erreicht wurden, also wie häufig eine Mastzelle Histamin freigegeben hat, weil die auf ihr sitzenden IgE-Zellen ein Antigen eingefangen haben.

### **Pseudoallergie durch Histamin-Überschuss**

Die durch einen Überschuss an Histamin bedingte Pseudoallergie ist keine wirkliche Krankheit, hat aber ein sehr umfassendes Krankheitsbild. Das heißt es gibt viele Beschwerden, die durch den Überschuss ausgelöst werden.

Die als Histaminose bezeichnete Pseudoallergie ist bedingt durch ein Missverhältnis von Histamin-akkumulation, also der Ansammlung von Histamin beziehungsweise vielmehr freigesetztem Histamin im Körper durch die körpereigene Produktion, sowie der Zuführung über histaminreiche Lebensmittel und dem Abbau von freigesetztem oder ungebundenem Histamin.

Jeder Mensch hat eine individuelle Histamin-schwelle, die durch die Potenz Histamin abzubauen definiert wird. Da Histamin hauptsächlich durch das Enzym DAO

(Diaminoxidase) abgebaut wird, gilt der Umfang an verfügbarem DAO als beste Definition der Histamin-schwelle. Kommt es zur Überschreitung dieser Schwelle, treten Symptome und somit Beschwerden auf und man spricht von der Histaminose.

## Histaminose

Diese „Krankheit“ kann auf dreierlei Arten entstehen:

Entweder hat man

a) eine niedrige Histamin-schwelle, also wenige Abbaufaktoren

oder b) es ist eine große Akkumulation von Histamin vorhanden

oder schlimmstenfalls und als dritter Punkt trifft a) und b) zu.

Ist also zu viel Histamin im Körper, welches nicht abgebaut werden kann, so tritt die Pseudoallergie auf. Die wichtigen Punkte, in denen sie sich von einer normalen Allergie unterscheidet sind in der untenstehenden Tabelle aufgelistet.

Allergie	Pseudoallergie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beteiligung des Immunsystems</li> <li>• Dosisunabhängig</li> <li>• Symptomatik erst nach Sensibilisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Beteiligung des Immunsystems</li> <li>• Dosisabhängig</li> <li>• Symptomatik bereits bei Erstkontakt</li> </ul>

## Symptome

Bei der Histaminose befindet sich freigesetztes Histamin im Körper und wirkt in seiner Funktion. Mit dem einzigen Unterschied, dass es keinen Grund dafür gibt und die Wirkung daher unerwünscht ist. Die Folgen bestehen aus einer langen Liste von Beschwerden:

- Bauchschmerzen
- Blähungen
- Völlegefühl
- Sodbrennen / Übersäuerung

- Durchfall / Verstopfung
- Übelkeit (oft unerklärlich) / Seekrankheit
- Kopfschmerzen / Migräne
- Husten / Asthma
- (Morgendlichen) Schnupfen
- Hautrötungen
- Herzrasen
- Menstruationsschmerzen
- Blutdruckschwankungen
- Schlafstörungen

Diese lange Liste lässt sich mit den Wirkungseigenschaften der vier Histamin-Rezeptoren begründen, die weiter vorn schon genannt wurden. So starke und weit gefächerte Wirkungen sind darin begründet, dass Histamin als Gewebshormon beinahe überall im Körper anzutreffen ist und deshalb auch seine (Fehl-)wirkung weit verbreiten kann. Auffällig ist der große Teil an Beschwerden im Bauch- bzw. Magen-Darmbereich der Liste, was zum einen ein Indikator für die bedeutende Rolle des Histamins in eben diesem Bereich, aber auch ein Fingerzeig auf einen weiteren, nicht zu vernachlässigenden Teilbereich der Histaminose ist, nämlich den der körperfremden Substanzen, die für eine direkte Wirkung im Verdauungstrakt verantwortlich sind.

### **Körperfremde Substanzen**

Hierzu zählen ebenso Bakterien der Darmflora, sogenannte Fäulniskeime, welche Zersetzungsprozesse durchführen, wie auch Histamin-haltige Lebensmittel, von denen es eine ganze Menge gibt.

Bei den für Menschen, welche an Histaminose leiden, zu vermeidenden Lebensmitteln ist zwischen Histamin-haltigen, solchen, die als Histamin-Liberatoren wirken und denen, die Histidin enthalten und im Laufe der Verdauung zu Histamin umgewandelt, weil abgebaut, werden. Zu Letztgenannten gehören vor allem allerlei Fisch- und Fleischarten, also proteinreiche Lebensmittel. Wobei bei Fisch auch die Bakterien, die den Verwesungsprozess verursachen einen wesentlichen Anteil tragen.

## THEMA 7

Nahrungsmittel, meist Früchte, welche zu den Histamin-Liberatoren zählen, müssen nicht selbst Histamin enthalten, auch wenn sie es häufig tun. Sie enthalten jedoch Stoffe, die zu einer Histaminausschüttung führen, also sozusagen sofort als Antigene erkannt werden, mit dem Unterschied, dass sie den Ausschüttungsprozess ohne vorherige Sensibilisierung in Gang setzen.

Die Eigenschaft eines Histamin-Liberators ist von manchen Arzneimitteln beabsichtigt, von anderen eine sogenannte Nebenwirkung.

<b>Histaminhaltig:</b>	<b>Histamin-Liberator</b> (u.U. histaminhaltig):
Bier	Tomate
Wein	Erdbeere
Fisch	Zitrusfrüchte
„Eiweiß“	Papaya
Sauerkraut	Ananas
Energy-Drinks mit Zucker	Nüsse
Käse	Erdnuss + andere Hülsenfrüchte
Hefe	
Hülsenfrüchte	<b>Arzneimittel:</b>
Essig	Acetylsalicylsäure (Aspirin)
Grün-/Schwarz-/Mate-Tee	Heparin
Kakao / Schokolade	Codein
Bananen	Morphine
Birnen	Röntgenkontrastmittel
Orangen	
Kiwi	
Sojaprodukte	
Tomate	
Spirituosen (destilliert)	
Theobromin (Aufputschmittel in Energy-Drinks)	

Der Organismus macht keinen Unterschied zwischen körpereigenem oder von außen zugeführtem Histamin.

### **Fäulnisflora**

Fäulnisflora ist ein Begriff für ein Ungleichgewicht von „guten“ und „schlechten“ Bakterien im Darm. Der Mensch hat etwa 1,5 kg Bakterien in seinem Verdauungstrakt, ohne die eben jener Vorgang unmöglich wäre. Gewinnen hier aber solche Keime die überhand, welche mehr Gase produzieren, als für eine gute, das heißt vollständige Zersetzung zu sorgen, so kommt es zur Fäulnisflora. Hierbei bleiben viele Stoffe unvollständig verdaut und die Folge ist eine Malabsorption. Bei einer Malabsorption werden Stoffe, wie der Name schon verrät, schlecht bis gar nicht mehr aufgenommen, wodurch es zu Mängeln kommen kann.

### **Diaminoxidase-Mangel**

Das Enzym Diaminoxidase, welches für den Abbau von Histamin nötig ist, wird hauptsächlich im Darm gebildet. Für seine Synthese sind drei Co-Faktoren unerlässlich: Kupfer, Zink und Vitamin B<sub>6</sub>. Sind diese nicht ausreichend im Körper vorhanden, kann das DAO nicht hergestellt werden und es kommt zu erhöhten Histamin-werten im Organismus.

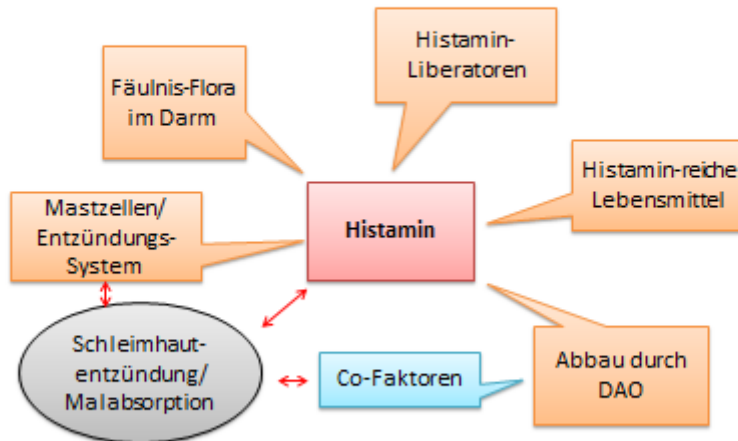
Weitere Gründe, warum Histamin nicht ausreichend durch das DAO abgebaut wird, können Alkoholkonsum oder ein Vitamin C-Mangel sein. Denn Alkohol hemmt DAO in seiner Funktion, ebenso wie der Vitamin C-Mangel es tut.

Da viele Amine im Körper durch das Enzym Diaminoxidase abgebaut werden, kann ein Histamin-Überschuss auch einem übermäßigen Vorhandensein von anderen Aminen geschuldet sein.

Das DAO ist deshalb so unerlässlich, weil Histamin eine sehr stabile chemische Verbindung ist, die selbst durch große Hitze, Kälte oder mechanische oder biophysikalische Einwirkungen keinerlei Strukturveränderungen erfährt. Der einzige Weg aus dem Körper ist durch die enzymatische Spaltung.

## Summe aller Faktoren, die zu Histaminose führen

### Aufsummierung der Probleme



Die Histaminose besteht aus vielen Faktoren, auch wenn sie vielleicht nur aus einem entsteht.

Wie sehr alle zusammenhängen lässt sich an einem Beispiel schnell verdeutlichen:

Angenommen ein Mensch nimmt Medikamente, welche DAO blockieren. Nun nimmt er dennoch vermehrt Lebensmittel zu sich, welche eine Menge Histamin enthalten. Es kommt zur Überschreitung seiner individuellen Histaminschwelle, was sich wie eine überlaufende Badewanne vorgestellt werden kann. Das freie Histamin wirkt nun im Darm, da es nicht abgebaut wird und somit an die Rezeptoren gerät. Es löst eine Entzündung der Magenschleimwand aus. In der Folge kommt es zu einer Malabsorption und eine Fäulnisflora bildet sich. Die Keime der Fäunisflora bilden nun auch aus wenig histaminhaltigen Nahrungsmitteln Histamin und die Entzündung wird chronisch. Somit kommt es mit der Zeit zu einem Mangel an Co-Faktoren für die DAO-Produktion, welche ohnehin schon durch die entzündete Magenschleimhaut eingeschränkt ist.

Ohne genügend Co-Faktoren findet unmöglich ein ausreichender Abbau von Histamin statt und der Teufelskreis ist perfekt.

## **Allgemeines zur Krankheit**

Schätzungen zufolge leidet etwa 1-5% der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland an einer Histaminose. Unter den 1-5% Betroffenen vermutet man 80% Frauen.

Da etwa 30% aller Deutschen an unerklärlichen Bauchbeschwerden leidet, ist das Potenzial für mehr Histaminose-Beschwerden relativ groß.

Die Histaminose ist ein bislang auch in Fachkreisen sehr unbekannt gebliebenes Leiden, ist bis jetzt verhältnismäßig wenig erforscht und oft verknüpft mit anderen Intoleranzen wie Zöliakie oder auch der Lactose-Unverträglichkeit.

Die individuelle Histamin-Schwelle ist bei Schwangeren um ein Vielfaches höher, während man davon ausgeht, dass sie durch Stress und mit zunehmendem Alter herabgesetzt wird.



## Quellenverzeichnis:

Abb.1 <https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.M402ee04fd1b38547943cf003541b489co0&pid=Api>

Abb.2 [https://de.wikipedia.org/wiki/Histamin#/media/File:Histidine\\_decarboxylase.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Histamin#/media/File:Histidine_decarboxylase.svg)

Abb.3 <https://de.wikipedia.org/wiki/Histamin#/media/File:Histaminabbau.svg>

Abb.4 [https://de.wikipedia.org/wiki/Allergie#/media/File:Allergische\\_Reaktion\\_Typ1.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Allergie#/media/File:Allergische_Reaktion_Typ1.svg)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Diaminoxidase>

[http://flexikon.doccheck.com/de/Diaminoxidase?utm\\_source=www.doccheck.flexikon&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=DC%2BSearch](http://flexikon.doccheck.com/de/Diaminoxidase?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch)

<http://flexikon.doccheck.com/de/Imidazolessigs%C3%A4ure>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Magenschleimhaut>

<http://flexikon.doccheck.com/de/IgE>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Mastzelle>

[http://flexikon.doccheck.com/de/Histamin?utm\\_source=www.doccheck.flexikon&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=DC%2BSearch](http://flexikon.doccheck.com/de/Histamin?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch)

<http://flexikon.doccheck.com/de/Allergie>

[http://flexikon.doccheck.com/de/Allergie\\_vom\\_Soforttyp](http://flexikon.doccheck.com/de/Allergie_vom_Soforttyp)

<http://flexikon.doccheck.com/de/Immunreaktion>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Immunsystem>

<http://invitalab.de/informationen/allergie-diagnostik/allergie-typ-1-2/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Allergie>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Antik%C3%B6rper>

<http://flexikon.doccheck.com/de/B-Lymphozyt>

<http://flexikon.doccheck.com/de/T-Helfer-Zelle>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Imidazolessigs%C3%A4ure>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Gewebshormon>

<http://flexikon.doccheck.com/de/Histidin>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Histidin>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Histidindecarboxylase>

## THEMA 7

<https://de.wikipedia.org/wiki/Histamin>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Mastzelle>

[http://www.vitatest.de/fileadmin/user\\_upload/Aufsaeetze/darm/TrilogieNeurotransmitter1Histamin.pdf](http://www.vitatest.de/fileadmin/user_upload/Aufsaeetze/darm/TrilogieNeurotransmitter1Histamin.pdf)

<http://flexikon.doccheck.com/de/Histamin-Rezeptor>

<http://flexikon.doccheck.com/de/ECL-Zelle7>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Immunglobulin\\_E](https://de.wikipedia.org/wiki/Immunglobulin_E)

[https://www.youtube.com/watch?v=m-nH\\_A81zDk](https://www.youtube.com/watch?v=m-nH_A81zDk)

Gotthard, Werner: Hormone - chemische Botenstoffe, Fischer Verlag 1993

Löffler, Georg: Basiswissen Biochemie – mit Pathobiochemie; mit 125 Tabellen, Springer Verlag 2005

Großes Buch der Biologie, Compact Verlag 2006

Reinhart Jarisch: Histaminintoleranz – Histamin und Seekrankheit, Thieme Verlag