

# Nutrition-Press

Fachzeitschrift für Mikronährstoffe



**Thomas Büttner**  
Neue Rechtsprechung  
zur Health Claims  
Verordnung



**Delia Germeroth**  
Fisetin – ein sekundärer  
Pflanzenstoff mit vielen  
Wirkungen



**Andreas Binninger**  
Was ist gesunde  
Ernährung?



**Manfred Scheffler**  
Freiheit und Ge-  
rechtigkeit kommen  
selten von allein

Europäischer Gerichtshof, Luxemburg

Mikronährstoffe

Vitalstoffe

Nahrungsergänzungsmittel

Hersteller und Vertriebe

## Freiheit für gesunde Nahrung – ein Schritt weiter!

Etappensieg für den Verbraucher erreicht





Als oxidativer Stress wird ein Stoffwechszustand bezeichnet, der durch eine hohe Konzentration von reaktiven Sauerstoffspezies gekennzeichnet ist. Dabei ist der Organismus nicht mehr imstande, die in ihm anfallenden reaktiven Sauerstoffverbindungen – dazu gehören die freien Radikale – erfolgreich durch Antioxidantien zu neutralisieren.

## Ergothionein in Pilzen – der oxidative Stress

Die reaktiven Sauerstoffspezies entstehen durch sauerstoffabhängige Redoxreaktionen. Es handelt sich um Atome, denen ein Elektron fehlt, die aber die offene Stelle besetzen möchten und entziehen Elektronen anderen Atomen. So entstehen im Zuge einer Kettenreaktion freie Radikale.

Freie Radikale sind nicht generell schädlich. Im Gegenteil, sie helfen dem Immunsystem Bakterieninfektionen zu bekämpfen und auch entartete körpereigene Zellen zu eliminieren. Solange im Organismus ein Gleichgewicht besteht, das heißt der Überschuss an gebildeten freien Radikalen durch entsprechende reduktive Gegenmaßnahmen des Organismus neutralisiert bzw. abgebaut werden, besteht keine Gefahr. An dem Abwehrprozess des Organismus von freien Radikalen sind Vitamine (Ascorbinsäure,  $\alpha$ -Tocopherol) und bestimmte Enzyme (Superoxid-Dismutase, Katalase, Glutathionperoxidase u. a.) beteiligt. Wenn jedoch im Organismus eine Verschiebung in Richtung oxidativer Prozesse stattfindet, entsteht oxidativer Stress.

Am oxidativen Stress sind hauptsächlich reaktive Sauerstoffspezies beteiligt. Solche sind Superoxid-anionradikal, Wasserstoffperoxid, Hydroperoxid und andere.

Sie entstehen in den Mitochondrien, als Nebenprodukt der Zellatmung. Sie entstehen aber auch in Entzündungsherden, wo sie Bakterien und Viren schädigen und insofern nützlich sind.

Die Folgen eines oxidativen Stresses können schwerwiegend sein. Sie spielen bei der Entstehung von verschiedenen Krankheiten eine wichtige Rolle. Nachgewiesen ist, dass oxidativer Stress unter anderen bei Diabetes mellitus, Alzheimer und bei Krebs molekulare Schäden verursachen kann. Er ist maßgeblich am Alterungsprozess des Organismus beteiligt und gilt als Mitauslöser von bestimmten Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Ferner kann der oxidative Stress Arteriosklerose, rheumatische und neurodegenerative Erkrankungen auslösen.



Den oxidativen Stress können neben endogenen Faktoren auch exogene Einflüsse auslösen. Unter solchen werden UV-Strahlung, Ozon, Umweltbelastungen, Ernährungsfehler und Psychostress genannt. Die Gesamtzahl der Erkrankungen, die mit oxidativem Stress in Verbindung gebracht werden, geht über Einhundert.

#### Natürliche Antioxidantien und Ergothionein

Viele Antioxidantien kommen in Lebensmitteln vor, die vom menschlichen Organismus nicht synthetisiert werden können, sondern gezielt zugeführt werden müssen. Am besten bekannt sind die Vitamine A, C und E. Diese kommen in frischem Obst und Gemüse vor, die deshalb reichlich konsumiert werden sollten. Wichtige Antioxidantien sind Polyphenole, die in Äpfeln, Beeren (Brombeeren, schwarzen Johannesbeeren, Holunderbeeren) Tomaten, Rotwein sowie in Gewürzen wie Knoblauch und auch Kurkuma enthalten sind. Antioxidantien aus Pflanzenextrakten werden vielfach als Nahrungsergänzungsmittel supplementiert. Ein im Allgemeinen weniger bekannter natürlicher Antioxidans ist Ergothionein.

Ergothionein ist das Betain (Oxydationsprodukt) der Aminosäure L-Histidin, die an der zweiten Position des Imidazolrings eine Sulfhydrylgruppe als Schwefelsubstituenten trägt (siehe Strukturformel).

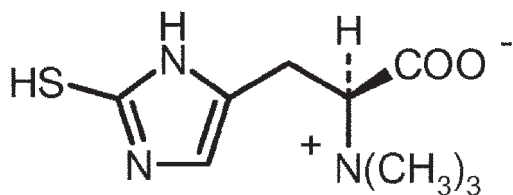
Die Biosynthese von Ergothionein geht von der Aminosäure L-Histidin aus, geht über das Zwischenprodukt Herzynin und wird durch den Einbau von Schwefel, der aus der Aminosäure Cystein stammt, komplettiert (Zapilko, 2013).

Das mit der Nahrung aufgenommene Ergothionein wird schnell resorbiert und über den Blutkreislauf in den unterschiedlichsten Körperteilen eingelagert. Aus entsprechenden Untersuchungen wissen wir, dass es im Knochenmark, in der Leber, den Nieren, der Lunge und Milz, im Herz und Dünndarm, im Harn und Sperma bis zu den roten- und weißen Blutkörperchen (Erythrozyten, Monozyten) im ganzen Körper nachweisbar ist. Vermutlich enthalten auch die Makrophagen viel Ergothionein, da sie sich aus den Monozyten entwickeln.

Allerdings ist es so, dass Ergothionein eines Transports bedarf, der es ihm erlaubt, die Zellmembrane zu passieren und in das Zellinnere zu gelangen. Es handelt sich um einen hochspezifischen Transmembrantransporter, den man bisher bei allen untersuchten Tieren und auch beim Menschen gefunden hat (Zapilko, 2013).

Die wichtigsten Eigenschaften von Ergothionein kann man wie folgt zusammenfassen:

- Es deaktiviert Hydroxyl-Radikale und Hypochlorsäure
- Durch Chelatieren verschiedener zweiwertiger metallischer Kationen verhindert es die Produktion von Radikalen
- Beteiligt sich im Metallionentransport und der Regulierung der katalytisch aktiven Metalloenzyme



Strukturformel: Ergothionein



## Nutrition-Press

Obwohl noch lange nicht alle positiven Eigenschaften in vivo zweifelsfrei nachgewiesen sind, der Schutz der Haut vor UV-Strahlen, des Gehirns vor Neurotoxinen und eine allgemeine Immunmodulation scheinen belegte Effekte von Ergothionein zu sein. Seine biologische Rolle bei Entzündungen und bestimmten Krankheitsbildern ist inzwischen hinreichend untersucht und wird zurzeit noch weiter erforscht.

### Pilze und Ergothionein

Die Wertschätzung der Pilze als Nahrungsmittel und als Nahrungsergänzungsmittel ist in den letzten 20 Jahren sprunghaft angestiegen. War ihnen früher ein Schattendasein zugewiesen, von unspezifischen Empfehlungen der Experten begleitet wie „Wo Gemüse passt, passen auch Pilze, nur nicht zu viel“ kümmert sich heute unter anderen die „Mushroom and Health Global Initiative“, eine weltweit aktive Organisation um die Förderung der gesundheitsbezogenen Pilzforschung und Publizierung deren Ergebnisse. „Mushrooms – a nutritious culinary star“ oder „Mushrooms as a healthy substitute for meat-based dishes without loss of flavor“ sind nur zwei Berichte aus der letzten Ausgabe des Bulletins dieser Organisation. Auch das deutsche „Grüne Medienhaus“ ein Spezialist für Öffentlichkeitsarbeit im Gartenbau, berichtet in seiner neusten Ausgabe über einen Aufwärtstrend für Speisepilze: „Kulturpilze werden immer beliebter. In den vergangenen sieben Jahren stieg die Einkaufsmenge frischer Champignons in Deutschland um rund ein Viertel, hat die AMI – Agrarmarkt-Informationsgesellschaft ermittelt.“ Und in den USA sind Champignons inzwischen zum „Superfood“ avanciert. Die Gründe für diese Entwicklung sind nachvollziehbar. Die in den letzten Jahrzehnten durchgeführten Forschungsarbeiten über die essentiellen Nährstoffe und bioaktiven sekundären Inhaltsstoffe der



Großpilze förderten vieles positives zutage. Nach Angaben einer chinesischen Forschergruppe (Dai et al. 2009), die eine Recherche über die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten der letzten 15 Jahre hinsichtlich der therapeutischen Wirkung von Großpilzen veröffentlichte, wurden bisher insgesamt 126 solcher nachgewiesen. Und eine der bioaktiven sekundären Substanzen in Pilzen ist das Ergothionein.

Ergothionein wurde bereits vor mehr als 100 Jahren, konkret in 1909 entdeckt. Es wurde aus einem Pilz, der als Parasit der Roggenpflanze gilt, dem Mutterkorn (*Claviceps purpurea*), isoliert. Seine Struktur wurde vier Jahre später aufgeklärt. Das Besondere an diesem Antioxidans ist, dass Pflanzen es nicht synthetisieren können, sondern ausschließlich Bakterien und Pilze.

Anfangs glaubte man, das Ergothionein nur von niedrigen Pilzen (*Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*) und einigen Bakterien synthetisiert werden kann. Spätere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass auch höhere Pilze, so auch Nutzpilze (Champignon, Schopftintling, Shiitake u.a.) Ergothionein produzieren. Dieser Entdeckung kommt bei der Wertschätzung der Pilze besondere Bedeutung zu.

Auch Pflanzen enthalten Ergothionein, so z.B. die Nahrungspflanzen (Paprika, Brokkoli, Möhren, Bohnen und Getreide), aber Pflanzen nehmen es über die Wurzeln aus dem Boden auf. Entsprechend beeinflussen die Bodenbedingungen den Ergothionein-Gehalt in Pflanzen. Der Mensch nimmt Ergothionein ausschließlich über die Nahrung auf. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Konzentration von Ergothionein im Blut nach dem Verzehr ergothioneinreicher Nahrung, insbesondere nach dem Konsum von Speisepilzen und Fleisch anstieg. Im Durchschnitt enthält menschliches





Gewebe 1-2 Millimol Ergothionein. Von den tierischen Quellen gilt übrigens Hühnerleber als besonders reich an Ergothionein.

Bei den Speisepilzen wurden zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich des Ergothionein Gehaltes durchgeführt. Besonders hervorzuheben sind jene, die an der Pennsylvania State University stattgefunden haben. Einen Vergleich des Ergothionein Gehaltes verschiedener kultivierter Speisepilze zeigt Tabelle 1. Da unter den Speisepilzen der Kulturchampignon in der westlichen Hemisphäre die weitaus größte wirtschaftliche Bedeutung hat, haben die Amerikaner den Kulturchampignon näher unter die Lupe genommen und die Fruchtkörper aus ein und derselben Kultur im Jungstadium und voll ausgereift untersucht und auch eine Variante mit brauner Hutfarbe dazu genommen (Tabelle 2).

In einer Publikation, deren Autoren aus mehreren Ländern zusammengearbeitet haben, wurde der Ergothionein-Gehalt in Heilpilzen untersucht (Tabelle 3). Besonders viel an diesem Antioxidans fanden die Autoren beim Schopftintling (*Coprinus comatus*), bei der Orangengelben Puppenkeule (*Cordyceps militaris*) und beim Austernpilz (*Pleurotus ostreatus*).

Unter Berücksichtigung der physiologischen Bedeutung des Ergothioneins auf den menschlichen Organismus, leisten die vorliegenden Informationen weiteren Vorschub für den Pilzkonsum. Gelten sie doch als exzellente Quelle für dieses Antioxidans, viel besser als Gemüse und Fleisch. Die Forscher der Penn State University fanden in braunen Champignons Ergothionein-Werte, die vergleichbar sind mit denen von roter Paprika und

Brokkoli und viel höher liegen als die von Möhren oder grünen Bohnen. Sie sind zwölfmal höher als in Weizenkeimen und viermal höher als in Hühnerleber, die wegen seines Ergothionein-Gehalts gepriesen wird. Die übrigen untersuchten Pilzarten sind übrigens noch reicher an diesem Antioxidans. Sie können in einer üblichen Verkehrsportion bis zu 40-mal (!) mehr Ergothionein enthalten als Weizenkeime.

Lassen Sie mich deshalb mit der Empfehlung schließen:

„Eat more mushrooms  
and live longer“

Tabelle 1: Ergothionein-Gehalt verschiedener kultivierter Speisepilze. Angaben in mg/g Trockensubstanz und Standardabweichung (Tabelle 2 und 3 auf S. 20)

Pilzarten	Ergothionein-Gehalt
Kulturchampignon ( <i>Agaricus bisporus</i> )	0,41 ± 0,18
Kräuterseitling ( <i>Pleurotus eryngii</i> )	1,72 ± 0,10
Maitake ( <i>Grifola frondosa</i> )	1,84 ± 0,76
Austernpilz ( <i>Pleurotus ostreatus</i> )	2,01 ± 0,05
Shii-take ( <i>Lentinula edodes</i> )	2,09 ± 0,21

nach Dubost et al. 2006.

Tabelle 2: Ergothionein-Gehalt im Kulturchampignon (*Agaricus bisporus*) im Jungstadium und erntereif, sowie in einer Variante von *A. bisporus* mit brauner Hutfarbe. Angaben in mg/g Trockensubstanz, Standardabweichung und in 100 g Frischpilz

Kulturchampignons	Ergothionein-Gehalt mg/g Trocken-substanz	Ergothionein-Gehalt mg in 100 g Frischpilzen
im Jungstadium	0,47 ± 0,03	3,29
voll entwickelter Fruchtkörper	0,83 ± 0,01	5,76
mit brauner Hutfarbe	0,71 ± 0,01	5,06

nach Dubost et al. 2006.



**Prof. Dr. Jan I. Leley**

Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien GmbH (GAMU), Krefeld, Deutschland  
Fachlicher Beirat des NEM e.V.



Tabelle 3: Ergothionein-Gehalt in verschiedenen Heilpilzen. Angaben in Mikrogramm (µg)/g Trockensubstanz und Standardabweichung

Pilzarten	Ergothionein-Gehalt
<i>Agaricus brasiliensis</i> , Fruchtkörper	37,36 ± 1,50
<i>Coprinus comatus</i> , Fruchtkörper	764,35 ± 9,12
<i>Cordyceps militaris</i> , Fruchtkörper	409,88 ± 27,86
<i>Flammulina velutipes</i> , Fruchtkörper	98,61 ± 3,99
<i>Ganoderma lucidum</i> , Myzelbiomasse	219,59 ± 10,82
<i>Grifola frondosa</i> , Fruchtkörper	207,00 ± 13,69
<i>Hericium erinaceus</i> , Fruchtkörper	629,96 ± 36,80
<i>Hericium erinaceus</i> , Myzelbiomasse	149,24 ± 5,51
<i>Lentinula edodes</i> , Fruchtkörper	334,01 ± 10,01
<i>Ophiocordyceps sinensis</i> , Myzelbiomasse	52,18 ± 2,75
<i>Pleurotus ostreatus</i> , Fruchtkörper	2443,53 ± 135,18
<i>Trametes versicolor</i> , Myzelbiomasse	119,70 ± 2,22
<i>Tremella fuciformis</i> , Fruchtkörper	19,49 ± 0,53

nach Cohen et al. 2014

### Literatur

- Bach, M. 2009. Identifizierung des orthologen Ergothionein-Transporters des Zebrafisch, Etablierung und Phänotypisierung des Knockout-Modells. Dissertation, Univ. Köln, 140 S.
- Cohen, N., Cohen, J., Asatian, M.D., Varshney, V.K., Yu, H-T., Yang, Yi-Chi., Li, Yu-H., Mau, J-L. & Wasser, S.P. 2014. Chemical Composition and Nutritional and Medicinal Value of Fruit Bodies and Submerged Cultured Mycelia of Culinary-Medicinal Higher Basidiomycetes Mushrooms. *Int. J. Medicinal Mushrooms*, 16/3 273-291.
- Dubost, N.J., Beelman, B.B., Peterson, D. & Royse, D.J. 2006: Identification and Quantification of Ergothioneine in Cultivated Mushrooms by Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy. *Int. J. Medicinal Mushrooms*, 8/5, 215-222.
- Dai, Y-C., Yang, Z-L., Cui, B-K. et al. 2009. Species Diversity and Utilisation of Medicinal Mushrooms and Fungi in China (Review). *Int. J. of Medicinal Mushrooms*. 11. 287-302.
- Leley, J. 2008: Die Heilkraft der Pilze – Wer Pilze isst lebt länger. B.O.S.S. Medienhaus, Goch.
- Mushroom and Health Global Initiative Bulletin, Issue No. 18, November 2014
- Zapilko, V. 2013. Identifizierung Ergothionein-haltiger Zellen im Zebrafisch Danio rerio. Dissertation, Univ. Köln, 161 S.