

# Brassica

Vorkommen:

In den Kohl- und Krautarten, die zu der Gattung Brassica gehören, sind strumigene Substanzen enthalten. Hier sind Weißkraut, Rotkraut, Chinakohl, Wirsing, Blumenkohl und Speiserüben zu nennen. Aber auch die Senfarten, deren Samenextrakte zu Würzwecken dienen und die ebenfalls zu der Gattung Brassica gehören, enthalten strumigene Stoffe. Auch im Rettich (*Raphanus*), dem weißen Senf (*Sinapis*), im Meerrettich (*Armoracia*), in *Eruca Lepidium* (Gartenkresse), in Zwiebeln und Cassava kommen solche Substanzen vor.

Tab. 1: Kropfenstehung

Pflanze	Strumigene Substanz entsteht aus	Enthalten in	Charakteristische Gruppe des Aglykons R =
Brassica olearacea (Kohlrabi, Wirsing)	Sinigrin Glucobrassicin Progoitrin Gluconapin Neoglucobrassicin	Blättern	Allyl- 3-Indolyl-methyl- 2-Hydroxy-3-butenyl- 3-Butenyl- N-Methoxy-3-indolyl-methyl
Brassica campestris (Rübe)	Progoitrin Gluconasturtiin 2-Hydroxy-4-pentenyl- glucosinolat	Knolle  Blättern, Knolle Samen	2-Hydroxy-3-butenyl- β-Phenylethyl-  2-Hydroxy-4-pentenyl- 2-Hydroxy-3-butenyl
Brassica napus (Sommerraps)	Progoitrin Glucobrassicin Neoglucobrassicin	Knolle Blättern	3-Indolyl-methyl- iV-Methoxy-3-indolyl-methyl-
Lepidium sativum (Gartenkresse)	Glucotropaeolin	Blättern	Benzyl-
Tropaeolum majus (Kapuzinerkresse)	Glucotropaeolin		Benzyl-
Manihot utilissima (Cassava)	CN-haltiges Glucosid?	Knolle	Benzyl-
Raphanus sativus (Rettich)	4-Methylthio-3-butenyl- glucosinolat Glucobrassicin	Knolle	4-Methylthio-3-butenyl  3-Indolyl-methyl-

## Wirkungscharakter

Diese Stoffe sind Thioglykoside. In einer Art sind gewöhnlich mehrere enthalten, wobei aber ein oder zwei dieser Glykoside vorherrschen. Der Zucker ist β-glykosidisch gebunden. In den Pflanzen finden sich auch die Enzyme, die den Zucker, Glucose und Bisulfat, mit Hilfe der Thioglucosidase abspalten. Die Spaltung geschieht, wenn die Pflanzenzellen zerquetscht werden. Aus dem Aglykon kann Isothiocyanat entstehen, es können sich aber auch Thiocyanat und außerdem ein Nitril und Schwefel bilden (E. TTINGER, 1965). Vorwiegend bildet sich jedoch Isothiocyanat. Bisher sind ca. 50 Thioglucoside bekannt geworden. Die Isothiocyanate, die als Radikal eine Allylgruppe oder eine 3-Butenyl-, 4-Pentenyl-, eine Benzyl-, eine Phenylethyl- oder eine 4-Thiomethylbutylgruppe haben, sind bei Erwärmen flüchtig und für den scharfen

charakteristischen Geruch und Geschmack der Senföle verantwortlich. Das Thioglucosid im Senf heißt Sinigrin. Bei seiner Spaltung entsteht Allylisothiocyanat. In den Kohlsorten kommen die Thioglucoside Progoitrin und Epiprogoitrin in kleinerer Menge, im Sommer- und Winterraps, im abessinischen Kohl in größeren Mengen vor. Die Aglucone sind Thiohydroxamsäurederivate, die sich nur in der Konfiguration am asymmetrischen Kohlenstoffatom unterscheiden. Nach Abspaltung des Zuckers bildet sich Goitrin durch Cyclisierung des instabilen Isothiocyanates (LINDNER, 1990).

Bei einem pH-Wert von 3 bilden sich Nitrile in größerer Menge (HANEY, 1987). Der Thiocyanatgehalt ist bei Brassica im Frühling am höchsten, ist aber bei den einzelnen Pflanzen etwas verschieden. Der Thioglykosidgehalt lag bei Brassica napus (Sommer- und Winterraps) um 7% (LINDNER, 1990).

In den Kohlarten kommt in größerer Menge das Thioglucosid Glucobrassicin vor. Im Wirsingkohl (*Brassica olearacea* var. *sabauda*) werden 27-31 mg Thiocyanat/100 g frischer Pflanze durch die Thioglykosidase gebildet. In einem Kilo kann ein Mensch also etwas 300 mg Thiocyanat aufnehmen. In *Brassica napus* var. *napobrassica* werden bis zu 80 mg/100 g Glucosinolate, vor allem Progoitrin, gefunden. Ein kleiner Prozentsatz der Bevölkerung, z.B. in England, nimmt aber mehr als 300 mg täglich zu sich. Der Gehalt anderer Varietäten von *Brassica olearacea* liegt bedeutend niedriger, bis herunter zu 4 mg/100 g. Wenn die Nahrung lange Zeit und sehr einseitig aus Kohl besteht, kann die Bildung eines Kropfes begünstigt werden. Die kropfbildende Wirkung wird durch Iodmangel bedeutend verstärkt. Dies ist aus dem Wirkungsmechanismus der strumigenen Stoffe verständlich. Auch Mangel an Vitamin A oder Carotin unterstützt die Kropfbildung. Die strumigenen Stoffe gehen nicht in nennenswerter Menge in die Kuhmilch über (LINDNER, 1990).

Die strumigenen Substanzen wirken in verschiedener Weise. Man kann sie aufgrund ihres Wirkungsmechanismus in verschiedene Gruppen einteilen. Die Schilddrüse absorbiert selektiv die geringen, mit dem Blut herankommenden Iodmengen. Thiocyanat, das bei strumigener Kost im Blut nachgewiesen werden kann, verdrängt möglicherweise wegen seines dem Iod ähnlichen Ionenradius und seiner großen Affinität die Iodionen von den Aufnahmestellen am Schilddrüsenepithel. Iod kann also nicht angereichert werden. Die Verdrängung kann durch ein erhöhtes Angebot von Iod in der Nahrung überwunden werden. Thioharnstoff und die daraus zur Hemmung der Schilddrüsenüberfunktion entwickelten Medikamente, die Abkömmlinge des Thiouracils sind, und das Vinylthiooxazolidon verhindern die Oxidation des Iodids zum Iod, so daß Tyrosin nicht iodiert werden kann. Es fehlt dann Mono- und Diiodtyrosin für die oxidative Kondensation zu Thyroxin und Triiodthyronin (LINDNER, 1990). Vinylthiooxazolidon hemmte die Thyroxinsynthese bei Ratten bereits bei einer täglichen Dosis von 1 µg/kg oral; 5 fmg/kg oral an 21 Tagen führten zu einer Kropfbildung. Die Verbindung wird bei Kühen in der Milch gefunden, wenn sie ihnen oral verabfolgt wird. Wie empfindlich der Mensch gegen die Wirkung des Goitrins ist, ist noch nicht restlos geklärt. 50-200 mg der Verbindung oral gegeben führten zu einer Hemmung der Radioiodaufnahme in die Schilddrüse für 24 Stunden. Die 4 Wochen lang gegebene Menge von 100 g gekochten Rosenkohls ließ beim Menschen keine Veränderungen der empfindlichen Anzeiger der Schilddrüsenfunktion, wie  $T_3$ ,  $T_4$  und des TSH-Spiegels, erkennen. Thiocyanat ist als kropfbildende Substanz weniger wirksam. 200 mg bis 1 g oral hemmten beim Menschen die Radioiodaufnahme. Durch vermehrte Zufuhr von Iod in der Nahrung kann die Wirkung dieser Hemmstoffe nicht verhindert werden. Hier hilft nur die Zufuhr der nicht mehr synthetisierbaren Endprodukte (EICKHOFF, 1965; GRAB, 1950; VIRTAMEN, 1961).

Manche körperfremde Substanzen können anscheinend selbst in der Schilddrüse iodiert werden - und die Iodierung von Tyrosin hemmen. Sie werden in der Schilddrüse angereichert. Vermehrtes Angebot von Iod mit der Nahrung kann die Hemmung durch solche Substanzen ausgleichen. Die strumigene Wirkung der Erdnuß wird auf eine solche Substanz zurückgeführt. In der roten Haut der Erdnuß ist ein Glykosid enthalten, das Arachidosid, aus dem phenolische Stoffe entstehen, die in der Schilddrüse iodiert werden (SRINIVASAM, 1957). Auch in der Haut der Cashewnüsse (*Anacardium occidentale*) wurde ein solches Glykosid gefunden.

Symptome:

Kropfbildung mit Schilddrüsenunterfunktion.

Therapie:

Thyroxingabe, Jod ist wirkungslos.

**Prophylaxe:**

Die Glucosinolate, die in allen Teilen der Pflanze zu finden sind, kommen nicht nur bei den einzelnen Arten und Varietäten in unterschiedlicher Menge vor, sondern auch in starker Abhängigkeit von den Kulturbedingungen. Die Art des Bodens spielt eine Rolle. Trockenheit und Pflanzdichte erhöhen den Glykosidgehalt. Nitratdüngung vermindert ihn. Bei der Zubereitung der Gemüse durch Kochen oder Blanchieren werden die Glucosinolate durch Übergang in das Wasser vermindert. Bei der Zubereitung von Rapsamen für Tierfutter wird die Thioglucosidase inaktiviert, so daß weniger Aglucone frei werden. Aber beim Senf vermeidet man sorgfältig die Inaktivierung des Enzyms, da es sonst zum Verlust der würzenden Eigenschaften käme. Es ist gelungen, z.B. bei Raps, Sorten mit niedrigerem Glucosinolatgehalt zu züchten.

**Literatur:**

- BECKERS, C, BARZELLATO, J., STEVENSON, C, GIANETTI, A., PARDO, A., BOBADILLA, P., DE VISSCHER, M.: Dynamic Aspects of Iodine Metabolism in endemic goiter in the Isolated Indian Reservation of Pedregoso (Chile). 5. Int. Thyro Conference, Rom 24.-27. Mai 1965
- DAXENBICHLER, M. E., VAN ETTEN, C. H., WOLFF, J. A.: (S)- and (R)-1-cyano-2-hydroxy-3-butene from myrosinase hydrolysis of epiprogoitrin and progoitrin. *Biochemistry* 5, 692 (1966)
- DAXENBICHLER, M. E., VAN ETTEN, C. H., WOLFF, J. A.: Diastereomeric 1-cyano-2(S)-1-hydroxy-3,4-epithiobutanes from epiprogoitrin of cramble seed. *J. chem. Soc. Chem. Commun.* 526 (1966)
- Editorial: Soybeans and thyroid. *New Engl. J. Med.* 108,273 (1965)
- EICKHOFF, W.: Die Schilddrüse. J. A. Barth, München 1965
- EKPECHI, O. L., DIMITRIADOU, A., FRÄSER, R.: Goitrogenic activity of cassava (a staple Nigerian food). *Nature (Lond.)* 210,1137(1966)
- VAN ETTEN, C. H., DAXENBICHLER, M. E., PETERS, J. E., TOOKEY, FL L.: Variation of enzymatic degradation products from the major thioglucosides in 'Crambe Abyssinica' and 'Brassica napus' seed meals. *J. agricult. Food Chem.* 4,4: (1966)
- ETTLINGER, M. G., LUNDEEN, A. J.: The structures of sinigrin and sinaibin; an enzymatic rearrangement. *J. Amer. chem. Soc.* 78, 4172 (1965)
- GRAB, W., OBERDISSE, K.: Die medikamentöse Behandlung der Schilddrüsenerkrankungen. Thieme, Stuttgart 1959
- GREER, M. A.: Nutrition and Goiter. *Physiol. Rev.* 30,513 (1950)
- HEANEY, R. K., FENWICK, G. R.: Identifying toxins and their effects: Glucosinolates. In: *Natural Toxicants in Food* Ellis Horwood, Chichester and VCH, Weinheim 76 (1987)
- LINAZASORO, J. M., SANCHEZ-MARTIN, J. A., JIMENEZ-DIAZ, C: A goitrogenic factor in walnuts. *Lancet*, 501 (1966/11)
- LINDNER, E.: *Toxikologie der Nahrungsmittel.* 4. Aufl., Thieme, Stuttgart, 1990
- LÜTHY, J., GARDEN, B., FRIEDRICH, U., BACHMANN, M.: Goitrin, a nitrosatable constituent of plant foodstuffs. *Experientia*40,452(1984)
- OKE, O. L.: Chemical studies on some Nigerian foodstuffs-kpokpogari (processed cassava). *Trop. Sci.* 8,23 (1966)
- PINCHERA, A., MCGILVRAY, M. FL, CRAWFORD, J. D., FREEMAN, A. G.: Thyroid refractoriness in an athyreotic cretin fed soybean formula. *New Engl. J. Med.* 273,283 (1965)
- SAGHIR, A. R., COWAR, J. W., SALJI, J. P.: Goitrogenic activity of onion volatiles. *Nature (Lond.)* 17,211 (1966)
- SRINIVASAN, V., MOUGDAL, N. R., SARMA, P. S.: Studies on goitrogenic agents in food. I. goitrogenic actions of groundnut. *J. Nutr.* 61, 87 (1957)
- VIRTANEN, A. J.: Über die Chemie der Brassica-Faktoren, ihre Wirkung auf die Funktion der Schilddrüse und ihr Übergehen in die Milch. *Experientia* 17, 241 (1961)
- VIRTANEN, A. J.: Organische Schwefelverbindungen in Gemüse- und Futterpflanzen. *Angew. Chem.* 74,374 (1962)
- WAKABAYASHI, N., NAGAO, M., TAHIRA, T., SAITO, FL, KATAYAMA, M., MARUMO, S., SUGIMURA, T.: 1-nitrosoindole-3-aceto-nitrile, a mutagen produced by nitrate treatment of indole-3-acetonitrile. *Proc. J. Japan.* 61 B, 190 (1985)
- WALLIG, M. A., GOULD, D. FL, FETTMAN, M. J., WILLHITE, C. C: Comparative toxicities of the naturally occurring nitrile 1-cyano-3,4-epithiobutane and the synthetic nitrile n-valeronitrile in rats: differences in target organs metabolism and toxic mechanisms. *Food chem. Toxicol.* 26,149 (1988)