

Sekundäre Pflanzenstoffe

Martin Wettstein

Pflanzen produzieren bei ihrem Stoffwechsel eine grosse Anzahl von chemischen Verbindungen. Einige dieser Stoffe sind für den Stoffwechsel der Pflanze selbst wichtig und werden daher in grossen Mengen in den Pflanzenzellen gespeichert. Diese Stoffe, darunter die pflanzlichen Fette und Öle, Vitamine und Aminosäuren sind schon lange für ihre positiven Effekte auf den menschlichen Körper bekannt. Sie werden seit Jahrzehnten gründlich untersucht und teilweise Nahrungsmitteln zugesetzt. Ihr Gehalt in allen Nahrungsmitteln wird regelmässig gemessen und auf Verpackungen angegeben.

Seit wenigen Jahren rücken jedoch auch noch weitere Pflanzeninhaltsstoffe immer mehr ins Interesse von Ernährungsforschern. Es sind Stoffe, welche zwar von den Pflanzen gebildet werden, jedoch im Stoffwechsel nicht primär benötigt werden. Sie werden deswegen als Sekundäre Pflanzenstoffe (*secondary metabolites* [1]) bezeichnet. Es sind oftmals Pigmente oder leichte Pflanzengifte, welche die Pflanze vor Fressfeinden und Krankheiten schützen. Viele dieser Stoffe haben eine erstaunlich positive Wirkung auf den Körper. Sie können Krebs vorbeugen, das Cholesterin aktiv senken, das Immunsystem stärken, Entzündungen hemmen und in manchen Fällen auch Symptome von Krankheiten wie Arthritis, Osteoporose, oder Diabetes lindern.

Durch die Erforschung dieser Stoffe wurde in den letzten Jahren die Wirkung mancher Heilkräuter und Naturheilmitteln wissenschaftlich bestätigt. Kräuter und Knollen, welche in asiatischen Ländern schon lange medizinisch angewandt und von der Schulmedizin belächelt wurden, sind nun wissenschaftlich in ihrer Wirksamkeit bestätigt und finden langsam ihren Weg in die westliche Ernährung und Medizin. Kürbiskern-Extrakte, Ginseng Wurzel, diverse asiatische Pilze und Pillen aus Knoblauch oder Ginkgo-Extrakten werden immer häufiger angewandt.

Die positiven Effekte einiger dieser sekundären Pflanzenstoffe werden in diesem Artikel vorgestellt.

Die Stimulation des Immunsystems kann durch die Anregung der weissen Blutkörperchen zur Teilung oder zur Produktion von Antikörpern bewirkt werden. Eine höhere Zellteilungsrate führt zu einer besseren Überwachung der Körperflüssigkeiten und schnelleren Erkennung und Bekämpfung von Krankheitserregern. Eine verbesserte Antikörper-Produktion hilft dem Körper, bereits erkannte Krankheiten schneller zu bekämpfen.

Auch eine Hemmung von Teilen des Immunsystems kann positive Effekte haben. So hemmen einige Stoffe die Aktivität der weissen Blutkörperchen, welche Entzündungen und Fieber verursachen. Sie haben also eine antiinflammatorische Wirkung. Das schwächt die Symptome von Allergien und verhindert den Schaden an Hautzellen, welcher rund um einen Entzündungsherd entsteht. Bei Entzündungen entsteht oft reaktiver Sauerstoff, welcher zu Schäden in der DNA von Zellen und dadurch zu Mutationen führen kann.

Viele Stoffe wirken antioxidativ. Das bedeutet, dass sie reaktiven Sauerstoff reduzieren und dadurch verhindern, dass er Zellen angreift. Reaktiver Sauerstoff, wie er andauernd im Körper hergestellt wird, führt zu Hautalterung, Immunschwächung und Mutationen in Zellen was in schlimmen Fällen zu Tumorbildung führen kann. Er entsteht bei der Energiegewinnung aus Zucker, bei starker UV-Einstrahlung auf die Haut und während Entzündungen. Antioxidante Chemikalien, wie Vitamin E oder Phenole, sind deswegen für den Körper sehr wichtig. Sie sind Bestandteile vieler Salben und Anti-Aging-Crèmes. Auch über die Nahrung aufgenommen, können sie von innen heraus wirken und so auch Schäden an inneren Organen und der Haut verhindern.

Auch Krebs kann auf verschiedene Weise vorgebeugt und bekämpft werden. Am Anfang des Krebses steht eine Mehrzahl von Mutationen in der DNA einer Körperzelle. Sind diese Mutationen an den richtigen Stellen, teilt sich die Zelle unkontrolliert und wächst zu einem Karzinom heran. Diese kleinen Wucherungen sind nicht bösartig, haben aber das Potential, zu einem gut- oder bösartigen Tumor heranzuwachsen. Jeder ausgewachsene Mensch hat, auch wenn er gesund ist, mehrere Tausend Karzinome in seinem Körpergewebe. Bildet sich in einem dieser Karzinome ein Blutgefäss, dann wird es mit Nährstoffen versorgt, welche es ihm ermöglichen, weiter zu wachsen. Es wird zu einem ausgewachsenem Tumor. Diese Bildung von Blutgefässen, auch Angiogenese genannt, ist aber sehr selten und hängt von vielen Hormonen und empfindlichen Veränderungen in der DNA der Zellen ab. Hat ein Tumor erst eine eigene Blutversorgung, dann kann es passieren, dass einige Zellen vom Tumor abbrechen, im Blutstrom mitgeführt, und sich in fremden Geweben ablagern. Man spricht in diesem Fall von einer Metastasierung. Es entstehen sofort Tumore in verschiedenen Organen.

Stoffe, welche Krebs vorbeugen können an verschiedenen Orten in diesen Prozess eingreifen. Sie können einerseits durch antioxidative oder antimutagene Wirkung verhindern, dass überhaupt Mutationen entstehen. Dadurch kann auch kein Karzinom gebildet werden und Krebs wird an der Wurzel verhindert. Es kann aber auch nach der Bildung von Karzinomen eingegriffen werden. Einige Stoffe sorgen dafür, dass sich schnell teilende Zellen selbst zerstören. Man spricht dabei von Apoptose. Das umliegende Gewebe wird nicht beschädigt. Nur die Krebszellen sterben. Dadurch stirbt das Karzinom. Eine andere Möglichkeit, ein Karzinom zu zerstören liegt in der Stimulation des Immunsystems. Das Immunsystem erkennt mutierte Zellen und kann diese zerstören. Dies ist aber nur möglich, wenn es aussergewöhnlich aktiv ist, oder sich die mutierten Zellen

langsam teilen. Also sind auch Stoffe, welche das schnelle Teilen von Krebszellen verhindern, für die Krebsvorbeugung wichtig. Sie wirken Antiproliferativ.

Je nach Gewebe können auch andere Faktoren zum Verhindern von Krebs führen. UV-Schutz hemmt beispielsweise Hautkrebs, Östrogen-Hemmung verhindert Brust- und Gebärmutterkrebs und Senkung des Testosteronspiegels führt zu weniger Karzinomen in der Prostata. Dies sind nur einige Beispiele für Gewebespezifische Krebsvorbeugung.

Die Verkalkung von Herzkranzgefässen, welche zu Herzinfarkten führen kann, wird hauptsächlich dadurch verursacht, dass Lipoproteine mit geringer Dichte (LDL) im Blut oxidiert werden. In diesen Partikeln werden Fette und Cholesterin durch den Blutkreislauf in den ganzen Körper transportiert. Die HDL-Partikel, welche eine höhere Dichte haben, können nicht so leicht oxidiert werden und sind deswegen nicht gefährlich für die Blutgefässe. Die Oxidation der LDL-Partikel wird durch Nikotin im Blut und durch reaktiven Sauerstoff noch beschleunigt. Deswegen sind auch hier antioxidante Stoffe sehr gesundheitsfördernd.

Carotinoide

Carotinoide sind Pflanzenpigmente, welche nicht nur für die Photosynthese der Pflanzen, sondern nach neuen Erkenntnissen in der Ernährungsforschung auch für die Gesundheit des Menschen nützlich sind. Lange Zeit fanden die Carotinoide vor allem deshalb Beachtung, weil sie als Provitamin A aktiv sind. Das heisst, der Körper kann diese Pigmente in Vitamin A umwandeln, welches besonders für die Augen von Bedeutung ist. Kürzlich wurde aber entdeckt, dass auch Carotinoide, welche nicht in Vitamin A umgewandelt werden können, die Gesundheit des Menschen positiv beeinflussen können. Auch das wichtigste Provitamin A, das sogenannte beta-Carotin, hat viele positive Eigenschaften, welche nicht mit Vitamin A in Zusammenhang stehen. Jedoch sind insbesondere die Krebsvorbeugenden und –hemmenden Eigenschaften noch schlecht erforscht und beruhen grossenteils auf schlecht bestätigten Untersuchungen. Die Krebshemmende Wirkung von beta-Carotin und Lutein beispielsweise, konnte bisher noch durch kein signifikantes Untersuchungsergebnis bewiesen werden. Jedoch legen einige Beobachtungen diese Wirkung nahe.

Carotinoide sind vor allem in Pflanzen zu finden, welche eine starke Färbung aufweisen. Also in dunkelgrünen, roten, orangen und gelben Pflanzenteilen. Karotten, Tomaten, Peperoni, Mango, Spinat und Brokkoli sind hier besonders hervorzuheben.

Carotinoide werden durch Lipoproteine in die Menschlichen Zellen aufgenommen. Diese Partikel werden gebildet, um Fette und Cholesterin in den Körper aufzunehmen. Die Aufnahme von Carotinoiden kann deswegen durch gleichzeitige Aufnahme von Fett optimiert werden.

Man unterteilt die Carotinoide in Xantophylle und Carotine. Sie unterscheiden sich sowohl in ihrer Aufgabe in Pflanzen als auch in ihrer Funktionalität im Körper.

Carotine

Beta-Carotin

- Vorkommen: Karotten, Spinat, Orangenschale, Peperoni
- Wirkung im Körper: Beta-Carotin wird in vielen Bereichen der Gesundheit eine grosse Wirkung zugeschrieben. Es wirkt sowohl photoprotektiv und antioxidant als auch antiproliferativ, was den Körper effektiv vor Krebs schützen kann. Ausserdem stärkt es das Immunsystem durch Vermehrung der Lymphozyten und durch Aktivierung der Neutrophil-Zellen. [3,5,9]
- Optimale Tagesdosis: 6-10 mg

Alpha-Carotin

- Vorkommen: Karotten, Spinat
- Wirkung im Körper: Über die Wirkung von alpha-Carotin ist neben seiner Aktivität als Provitamin A wenig bekannt.
- Optimale Tagesdosis: 3 mg

Lykopen

- Vorkommen: Karotten, Tomaten, Spinat
- Wirkung im Körper: Lykopen ist, anders als die meisten Carotine, nicht als Provitamin A aktiv. Es wirkt jedoch photoprotektiv und antioxidant, was Krebs vorbeugen kann. [6,9]
- Optimale Tagesdosis: 10 mg

Xantophylle

- Lutein**
- Vorkommen: Spinat, Tomaten, Orangen, Brokkoli
 - Wirkung im Körper: Lutein ist insbesondere für die Vorbeugung von Krebs und die Stärkung des Immunsystems von Bedeutung. Ausserdem senkt es aktiv den LDL-Spiegel im Blut und beugen so Herzkranzgefäss-Erkrankungen vor. Die Aktivität in der Netzhaut wirkt zudem vorbeugend gegen altersbedingte Augenkrankheiten. [4,5,6,7]
 - Optimale Tagesdosis: 20 mg
- Zeaxanthin**
- Vorkommen: Orangen, Spinat
 - Wirkung im Körper: Zeaxanthin wirkt, wie auch Lutein vorbeugend gegen altersbedingte Augenkrankheiten. Seine Wirkung auf das Immunsystem und Krebs ist weithin unerforscht.[4,6,7]
 - Optimale Tagesdosis: 10 mg
- Beta-cryptoxanthin**
- Vorkommen: Orangen, Spinat, Brokkoli
 - Wirkung im Körper:
 - Optimale Tagesdosis:

Phytosterine und Phytostanole

Phytosterine, auch pflanzliche Sterine genannt, finden insbesondere aufgrund ihrer Cholesterin-senkenden Eigenschaften Beachtung. Regelmässige Einnahme von Phytosterinen senkt nicht nur den Cholesterinspiegel, sondern wirkt speziell auf die LDL-Partikel. Doch dies ist nicht die einzige positive Eigenschaft dieser Nährstoffe. Auch in der Vorbeugung von Krebs, insbesondere Prostatakrebs, spielen die Phytosterine eine wichtige Rolle. Des weiteren wirken diese Nährstoffe auch entzündungshemmend und stimulieren das Immunsystem.

Phytosterine kommen vor allem in Nüssen, Samen und pflanzlichen Ölen vor. Aber auch in Wurzeln, wie der Ginseng-Wurzel, sind sie zu finden. Wie Cholesterin die Zellwände der tierischen Zellen verstärkt, so sorgen die Phytosterine für die Stärke der Pflanzlichen Zellmembranen.

Die wichtigsten Phytosterine sind β -Sitosterin (Sitosterin), Campesterin und Stigmasterin. In der Ernährung der westlichen Länder machen sie aber nicht einmal 50% der täglich aufgenommenen ca. 500mg Sterine aus. Der Rest ist Cholesterin.

Phytostanole sind weniger häufig, spielen jedoch ebenfalls eine grosse Rolle in der Senkung des LDL-Spiegels [15]. Stanole kommen in der Ernährung häufig in Wurzeln und in Sojabohnenöl vor. Das wichtigste Phytostanol ist Sitostanol. Es ist strukturell eng mit Sitosterin verwandt.

Phytosterine

- β -Sitosterin Sitosterin wirkt Entzündungshemmend und ist ein Immunmodulator [16]. Es wirkt auch auf mehreren Wegen gegen Prostatakrebs [11,16] und gegen Brust- und Darmkrebs [11,16]. Des weiteren senkt es den Spiegel von Cholesterin und den von LDL im Speziellen [13,15] Eine Tagesdosis von mehr als 10g führt zu einer Senkung des Cholesterinspiegels um 10-20% [15]
- Campesterin Campesterin wirkt ähnlich wie Sitosterin. Auch dieses Phytosterin wirkt stimulierend auf das Immunsystem und beugt Krebserkrankungen vor. Jedoch ist der Einfluss auf Prostata-Krebs im Gegensatz zu Sitosterin nicht nachgewiesen. Der Einfluss auf den Cholesterinspiegel ist aber der Gleiche wie der von Sitosterin.
- Stigmasterin Sitosterin wirkt Entzündungshemmend [16] und vorbeugend auf Darmkrebs. Die Wirkung auf den Cholesterinspiegel ist identisch mit der, der anderen Phytosterine.

Phytostanole

- Sitostanol Sitostanol senkt aktive den Cholesterin-Spiegel. 2-3g/Tag senken den Cholesterinspiegel um 10-15% [15].

Negative Eigenachften

Wenn auch Pflanzliche Sterine und Stanole für die Gesundheit sehr positive Eigenschaften haben, sollte der Konsum dieser Stoffe nicht übertrieben werden. Eine hohe Dosis von Phytosterinen verursacht eine Verhärtung der Roten Blutkörperchen, was bei Schlaganfall-gefährdeten Personen zur Herbeiführung eines Schlaganfalls führen kann [17]. Des Weiteren verhindert eine hohe Phytosterin-Konzentration in Nahrungsmitteln die Aufnahme von Carotinoiden durch den Darm [15].

Auch Pflanzliche Sterine können in hohen Konzentrationen Arteriosklerose auslösen. Es kann also bei Hypercholesterinämischen Personen trotz der Cholesterin-senkenden Eigenschaften zu einer Arterienverstopfung kommen [15].

Aus diesen Gründen ist eine übertriebene Aufnahme von Phytosterinen nicht zu empfehlen.

Saponine

Saponine sind eine grosse Familie von bioaktiven Stoffen, welche in der Natur in Legumen (Soja, Grüne Bohnen, Erbsen) in Knoblauch, Ginseng und in Hülsenfrüchten vorkommen. Sie schützen die Pflanze vor Bakterien und Pilzbefall. In der Vergangenheit sind sie oft unbemerkt geblieben, und ihre positiven Eigenschaften wurden anderen Stoffen in Soja oder Knoblauch zugeschrieben.

Saponine, und ihre Vorläufer, die Sapogenine, sind schwer zu isolieren und zu charakterisieren. Sie sind an Zucker gebunden, welche bei vielen Reinigungsmethoden entfernt werden. Da diese Zuckerreste jedoch oft einen wichtigen Beitrag zur Wirkung der Saponine leisten und die Einzigartigkeit der einzelnen Saponine ausmacht, ist das Studium der isolierten und aufgereinigten Saponine nutzlos.

Saponine wirken Antifungal (gegen Pilze) und Antibakteriell [19]. Dadurch schützen sie die Pflanze wirksam vor Krankheitsbefall und helfen auch dem Menschen, der sie isst. Sie wirken im Körper auch entzündungshemmend und senken den Cholesterinspiegel aktiv [19]. Einige Saponine können sogar antikarzinogen wirken.

Durch diese positiven Eigenschaften werden die Saponine für die Ernährungsforschung zu wichtigen Komponenten.

Da es hunderte verschiedener Saponine gibt, ist es fast unmöglich, sie alle zu charakterisieren. Insbesondere, da sie schlecht isoliert werden können. Man betrachtet deswegen nur die drei Hauptgruppen, welche sich in Vorkommen, Struktur und Wirkung unterscheiden. Dies sind die Triterpenoid-, Spirostanol- und Furostanol-Saponine.

Triterpenoid-Saponine

Die Triterpenoid-Saponine kommen vor allem in Soja und anderen Legumen vor [18]. Sie senken den Cholesterinspiegel, wirken Antikarzinogen und schützen die Leber [18].

Steroid-Saponine

Die Spirostanol- und Furostanol- Saponine (oft als Steroid-Saponine zusammengefasst) kommen in Knoblauch und anderen alliin-Gewächsen vor. Sie verhindern die Aufnahme von Cholesterin durch den Darm [19] und Spirostanol kann den Cholesterinspiegel im Blut senken [19]. Auch sie wirken Antikarzinogen, Antibakteriell und Antifungal [18,19].

Eine gut erforschte Gruppe der Steroid-Saponine sind Ginsenoide. Saponine, welche vor allem in Ginseng vorkommen. Ginsenoid kann für die meisten der positiven Effekte von Ginseng auf die Gesundheit verantwortlich gemacht werden. Es wirkt zugleich antikarzinogen und wachstumshemmend auf Krebszellen. In Leukämie-Patienten führt es sogar zu einem gezielten Absterben von mutierten weissen Blutkörperchen.

Sulfide

Viele bioaktive Stoffe in Pflanzenteilen enthalten Schwefel. Sie werden deswegen als Sulfide zusammengefasst. Sulfide sind insbesondere in der Krebsvorbeugung interessant, da sie unter anderem den Körper vor oxidativem Stress und dem Entstehen von Krebszellen schützen.

Drei der wichtigsten Sulfide sind: Alliin / Allicin, Glucosinolate und Isothiocyanate. Sie unterscheiden sich in ihrem Vorkommen und ihrer Struktur, haben aber ähnliche Wirkungen im Körper.

Alliin/Allicin

Allicin und sein Vorläufer Alliin kommen in Knoblauchzehen vor. Beim Zerstossen oder Hacken von Knoblauchzehen wird Alliin in das bioaktive Allicin umgewandelt. Wird der Knoblauch jedoch erhitzt, bevor Allicin gebildet wurde, verliert er die Fähigkeit, Alliin umzuwandeln und die positiven Effekte von Allicin gehen verloren [22]. Der Zerkleinerte Knoblauch sollte deswegen vor dem Erhitzen eine Minute atmen können.

Alliin wirkt Antioxidant[21], Antibakteriell[21], Antikarzinogen[21] und Antifungal[22]. Es steigert nach der Einnahme auch den Adrenalin Spiegel [20], was die Fettverbrennung verbessern kann.

Glucosinolate

Glucosinolate kommen in Kreuzblütlern wie Senf, Broccoli, und Kohlgewächsen vor [24]. Sie wirken wie alle Sulfide antioxidant [23] und verhindern auch die Entstehung von Karzinomen [20]. Durch diese beiden Eigenschaften schützen sie den Körper vor Krebs.

Isothiocyanate

Isothiocyanate kommen ebenfalls in Kreuzblütlern vor. Auch sie wirken Antioxidant und Antikarzinogen [23,24]. Neben dieser generell krebsvorbeugenden Wirkung, wurde speziell eine grosse Wirksamkeit gegen Lungenkrebs gefunden [25].

Phenolverbindungen

Phenolverbindungen sind die wichtigsten Antioxidanzien, welche wir mit der Nahrung aufnehmen [32]. Viele Phenolverbindungen haben einen nachgewiesenen krebsvorbeugenden Effekt. Auch für Herz und Kreislauf haben einige Verbindungen einen schützenden Effekt.

Bioaktive Phenolverbindungen, welche wir mit der Nahrung aufnehmen, werden grob in Phenole, Phenolsäuren und Flavonoide eingeteilt.

Phenole

Phenole kommen in fast allen Pflanzen vor. Der wichtigste Lieferant für bioaktive Phenole stellt jedoch Ingwer dar. Die im Ingwer vorkommenden Stoffe Curcumin und 6-Gingerol sind nicht nur antioxidant [32], sondern töten auch verschiedene Arten von Krebszellen ab [35].

Curcumin ist besonders in der Darmschleimhaut und in der Leber aktiv. Dort führt es zum kontrollierten Zelltod von Krebszellen [36].

Anders als andere Phenole ist Curcumin auch nicht gefährlich für den Menschen. Catechol, ein anderes Phenol, ist für den Menschen giftig. Die lethale Dosis liegt bei ungefähr 20g. Doch schon bei der Einnahme von wenigen Gramm Catechol kann zu Darm- und Leberschäden führen. Krebs ist nur eine von möglichen Krankheitsbildern.

Phenolsäuren

Phenolsäuren finden besonders wegen ihrer krebsvorbeugenden und kreislaufschtzenden Eigenschaften Beachtung [37]. Es gibt zwei verschiedene Arten von Phenolsäuren. Die Benzolsäure- und die Zimtsäure-Derivate. Undgefähr ein drittel der täglich aufgenommenen Phenolverbindungen sind Phenolsäuren. Sie befinden sich in Fruchtsäften, Obst, Wein, Bier und Gemüse.

Zu den wichtigsten Phenolsäuren gehört die HydroxyZimtsäure Kaffeesäure. Diese Phenolsäure hat einen hemmenden Einfluss auf Krebswachstum und auf die Produktion von Leukotrienen. Dadurch werden die

Symptome von Allergien und Asthma vermindert[38]. Auch eine Antitumor-Aktivität ist bei Kaffeesäure zu beobachten [38]. Eine weitere, sehr wichtige Eigenschaft von Kaffeesäure ist die Hemmung von HIV-1 Integrase, einem Protein, welches die HIV-DNA in die Wirtszelle einfügt. Durch diese Hemmende Wirkung kann die Infektion von HIV stark verlangsamt werden [38].

Diese positiven Eigenschaften machen die Phenolsäuren zu wichtigen Nährstoffen und zum Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Coumarine

Coumarine wurden für die Ernährung interessant, als ihre Hemmende Wirkung auf HIV bekannt wurde. Dazu haben sie aber auch eine Krebsvorbeugende und Antioxidante Wirkung wie viele Phenolverbindungen [42].

Flavonoide

Flavonoide sind Phenolverbindungen, welche in vielen Pflanzen vorkommen. Es gibt 8 Familien von Flavonoiden, die sich in Struktur und Wirkung unterscheiden. Flavone, Flavonole, Flavanone, Flavanole, Anthozyane, Isoflavanole, Isoflavonoide und Lignane. Die letzten beiden werden gemeinhin als Phytoöstrogene zusammengefasst.

Da es nicht möglich ist, alle Flavonide und ihren Einfluss auf den Menschen zu studieren, beschränkt man sich in der Forschung auf die Untersuchung der einzelnen Familien.

Alle Flavonoide sind wirksame Antioxidanzien. Sie unterstützen durch ihre antioxidante Wirkung das Immunsystem, verhindern ein schnelles Altern der Haut und beugen Krebs vor.

Die anderen Wirkungen auf den Körper sind von Familie zu Familie verschieden.

Flavone

Flavone kommen in Fruchtschalen und in Gemüse vor. Ihre Wirkung auf den Körper ist schlecht erforscht. Einige Flavone scheinen aber einen Hemmenden Effekt auf HIV zu haben [47]. Flavone sind aber vier bis fünfmal toxischer als andere Phenole und krebserregend und sollten deswegen nicht in grossen Mengen aufgenommen werden.

Flavonole

Flavonole kommen vor allem in Früchten vor. Das häufigste Flavonol ist Quercetin. Es hat einen vorbeugenden Effekt auf Lungen- und Darmkrebs [48] und verhindert die Oxidation von Cholesterinpartikeln. Dadurch wird die Bildung von arteriellem Plaque verhindert [48].

Flavanone

Flavanone werden vor allem über Citrusfrüchte eingenommen. Die wichtigsten Flavanone sind Naringin und Hesperidin. Sie wirken Antiinflammatorisch [46] und beugen Arteriosklerose [45] vor. Auch eine antikarzinogene Wirkung wurde ihnen nachgewiesen [45].

Flavanole

Flavanole kommen besonders in Grünem Tee, Rotem Wein und Traubensaft vor. Der Gehalt an Flavanolen schwankt aber je nach Tee- und Traubenart. Die wichtigsten Flavanole sind Catechine. Sie schützen vor Arteriosklerose [44], wirken Entzündungshemmend [43] und beugen Krebs vor [33]. Insbesondere bei Prostata-, Darm-, Lungen-, und Brustkrebs haben Catechine eine hemmende Wirkung [33]. Nicht nur, dass sie die Bildung von Krebszellen verhindern, sie töten auch aktiv bereits entstandene Wucherungen und hemmen das Wachstum von Tumoren [33].

Ausserdem schützen Catechine auch vor Arthritis [43].

Anthozyane

Anthozyane haben neben ihrer antioxidanten Wirkung auch eine schützende Wirkung auf Herz und Kreislauf.

Phytoöstrogene

Phytoöstrogene sind eng mit dem Säugetier-Hormon Östrogen verwandt und können, wenn sie mit der Nahrung aufgenommen werden, einige Aufgaben von Östrogen erfüllen.

Phytoöstrogene können jedoch in einigen Fällen auch die gegenteilige Wirkung von Östrogen haben, oder in Bereichen wirken, in denen Östrogen keinen Einfluss hat.

Sie sind insbesondere in der Krebsvorbeugung von Bedeutung, da sie hormonell-bedingte Krebsarten wie Brustkrebs und Prostatakrbs, sowie Vitamin D-abhängige Krebsarten wie Haut- und Darmkrebs vorbeugen können [53].

Phytoöstrogene werden in drei Gruppen unterteilt:

Isoflavonoide, Lignane und Coumestane. Isoflavonoide und Coumestane kommen beide in Sojabohnen und – sprossen vor und können im Körper an Östrogenrezeptoren binden. Dadurch können sie Aufgaben von Östrogen übernehmen.

Lignane kommen in holzigen Pflanzenteilen, wie Leinsamen, Vollkorn vor. Sie sind aber auch in Beeren und Teeblättern vorhanden. Lignane können nicht an Östrogenrezeptoren binden, sie werden aber in Körper in bioaktive Stoffe zersetzt, welche zum Beispiel Prostatakrebs vorbeugen.

Alle Phytosterine wirken aufgrund ihrer Phenolringe antioxidant [52] und verhindern sowohl die Zellteilung von Tumorzellen, als auch das Wachstum von Blutgefäßen in Tumoren [52].

Isoflavonoide

Die bekanntesten Isoflavonoide sind Genistein und Daidzein. Sie kommen beide in grosser Konzentration in Sojabohnen vor. Es gibt in Sojabohnen auch Stoffe wie Secoisolaricirensiol [50] vor, welche vom Körper in Isoflavonoide umgewandelt werden.

Genistein wirkt antiproliferativ auf Krebszellen [55], stärkt das Angeborene und das angepasste Immunsystem [56] und schützt die Haut vor Schäden durch UV-Strahlung [57]. Es hilft dem Körper auch, Vitamin D effizient zu verarbeiten [54] und kann somit auch vor Darmkrebs [54] und Osteoporose [54,58] schützen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn dem Körper auch Vitamin D zugeführt wird.

Entgegen verschiedener Annahmen in der Vergangenheit, senkt Genistein aber nicht den LDL-Spiegel oder Cholesterin im Allgemeinen [53]. Die Cholesterin-senkende Eigenschaft von Soja ist auf andere Stoffe zurückzuführen.

Daidzein verhindert das Wachstum von Tumoren in der Prostata [50,57], wirkt hemmend auf Krebswachstum im Allgemeinen [55] und verhindert Knochenschwund bei Frauen in der Menopause [58].

Lignane

Die Wirkung von Lignanen auf den menschlichen Körper wurde noch nicht genügend untersucht. Sie haben die selbe Wirkung wie alle Phytoöstrogene und sind daher in der Krebsvorbeugung von Bedeutung.

Im Darm werden Lignane aufgespalten. Ein Produkt dieser Aufspaltung ist Enterolactan. Dieser Stoff wirkt speziell hemmend auf Prostatakrebs [50].

MGN-3

MGN-3 ist kein sekundärer Pflanzenstoff, sondern eine spezielle, artifizielle Hemicellulose. Da dieser Stoff jedoch auch ein Mikronährstoff ist und eine ähnliche Wirkung auf das Immunsystem hat, wie auch andere sekundäre Pflanzenstoffe, wird er hier aufgeführt.

MGN-3 entsteht durch die Behandlung von Reis-Kohlehydraten mit einem Enzym-Extrakt aus Shiitake-Pilzen [62]. Die entstehende Hemicellulose erhöht die Aktivität von NK-Zellen (Nativen Killerzellen) und macht Krebszellen für eine Chemotherapie empfänglicher. Durch diese zwei grundsätzlichen Mechanismen hilft sie dem Körper, Krebszellen abzutöten [62]. Auch auf B- und T-Lymphozyten hat MGN-3 einen aktivierenden Effekt, erhöht den Spiegel von IL-10 und IL-12 und wurde auch *in vitro* schon als Wachstumshemmer von Krebszellen identifiziert.

Da dieses Präparat jedoch künstlich hergestellt wird, kann es nur in Form von Tabletten eingenommen werden und nicht über bestimmte Nahrungsmittel.

Schlussfolgerungen

Mit der Entdeckung der Sekundären Pflanzenstoffen wurde die Wirksamkeit von altbewährten Naturheilmitteln erstmals wissenschaftlich belegt. Kräuter, welche seit Jahrhunderten in der Naturheilkunde angewandt werden, ohne dass jemand ihre Wirkungsweisen erklären konnte, können nun verstanden werden. Diese Entwicklung gibt auch Hoffnung auf weitere Entdeckungen. Nicht nur weitere Stoffe aus den oben erklärten Familien, sondern auch ganz neue bioaktive Stoffe könnten in Kräutern, Pilzen oder Mikroorganismen gefunden werden und einen wichtigen Beitrag zur Medizinischen Weiterentwicklung leisten.

Die Inhaltsstoffe einiger Pflanzen, wie dem Busch *Lantana camara* oder den Kräutern der Gattungen *Senecio* und *Eupatorium* stehen im Verdacht, gegen Krebs, Parasiten und sogar HIV zu helfen [1]. Die Natur ihrer Inhaltsstoffe und die Wirkungsweisen werden gegenwärtig noch untersucht.

Dass die Ernährungsforschung in den nächsten Jahren noch einige neue Wirkstoffe erforschen wird. Die Urwälder Südamerikas und Afrikas bergen viele Pflanzen, deren Inhaltsstoffe die Grundlage für neue Medikamente bieten könnten.

Dennoch muss man im Auge behalten, dass die klinische Medizin erst am Anfang der Erforschung dieser Stoffe steht. Flavonoide wurden erst in Tierversuchen individuell getestet. Bei Menschen liegen epidemiologische Studien vor, welche nur von aufgenommenen ganzen Nahrungsmitteln und ihrem Flavonoid-Gehalt auf die Wirkung der einzelnen Stoffen schliessen. Da mit diesen Nahrungsmitteln jedoch auch noch eine Vielzahl von Vitaminen, Mineralien, Fettsäuren und Saccharide aufgenommen werden, sind diese Ergebnisse nicht sicher. Es bestehen aber dennoch starke Hinweise darauf, dass die einzelnen Flavonoide an vielen Stellen positiv auf die Gesundheit wirken.

Saponine wurden bei Menschen insbesondere anhand von Ginseng-Extrakt, Knoblauch und Soya getestet. Während bei den Ergebnissen der Studie mit Knoblauch und Soya nicht sicher ist, inwiefern diverse Sulfide, Proteine und Fettsäuren für die positiven Effekte verantwortlich sind, deuten die Ergebnisse der Studien mit Ginseng auf eine starke Wirksamkeit der Ginseng Saponine (auch Ginsenoide genannt) hin.

Die Wirkung von Sulfiden ist in Tierversuchen ausgiebig geprüft worden, und wurde auch in *in situ*-Studien mit menschlichen Zellen getestet.

Viele Studien sind kontrovers oder führen zu keinem schlüssigen Ergebnis bei Menschen. Es wird also wahrscheinlich noch einige Jahre dauern, bis sich die sekundären Pflanzenstoffe in der Medizin etablieren können.

Referenzen

- [1] Singh B, Bhat T.K., Singh B, **Potential Therapeutic Applications of Some Antinutritional Plant Secondary Metabolites**, J.Agric.Food Chem. 51, 5579-5597, 2003
- [2] Chew B. Park J., **Carotene Action on the Immune Response**, J Nutr. 134; 257S-261S, 2004
- [3] Cooper D. et al, **Carotenoids in Health and disease**, J.Nutr. 134; 221S-224S, 2004
- [4] Granado F., **Nutritional and clinical relevance of lutein in human health**, J.Nutr. 90; 487-502, 2003
- [5] Ito Y. et al, **Serum Carotenoids and mortality from lung cancer**, Cancer Sci 94; 57-63, 2003
- [6] Kiokias M. Gordon MH., **Dietary supplementation with a natural carotenoid mixture decreases oxidative stress**, Europ. J. Clin. Nutr. 57; 1135-1140, 2003
- [7] Mozaffarieh M., **The role of carotenoids, lutein and zeaxanthin, in protecting against age-related macular degeneration**, J.Nutr. 2; 20 2003
- [8] Shivasankara K.S. et al, **Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, and Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature after High Electric Field Pretreatment**, J.Agric.Food Chem. 52: 1281-1286, 2004
- [9] Alaluf S. et al, **Dietary Carotenoids contribute to normal Skin Color and UV Photosensibility**, J.Nutr. 132; 399-403, 2002
- [10] Amaral J.S. et al, **Determination of Sterol and Fatty Acid Compositions, Oxidative Stability and Nutritional Value of Six Walnut (J. regia L.) Cultivars Grown in Portugal**, J.Agric.Food Chem 51: 7698-7702, 2003
- [11] Awad A.B. Fink C., **Phytosterols as dietary anticancer components**, J.Nutr. 130; 2127-2130, 2000
- [12] Beveridge T.H.J. et al, **Phytosterol Content in American Ginseng Seed Oil**, J.Agric.Food Chem. 50: 744-750, 2002
- [13] Hayes K.C. et al, **Free Phytosterols effectively reduce Plasma and Liver Colesterol in Gerbils fed Colesterol**, J. Nutr. 132; 183-188, 2002
- [14] Moreau R.A., Singh V. Hicks K., **Comparison of Oil Phytosterol Levels in Germplasm Accessions of Corn, Teosinte and Job's Tears**, J.Agric.Food Chem. 49: 3793-3795, 2001
- [15] Nguyen T.T., **The Cholesterol-lowering Action of Plant Sterol Esters**, J.Nutr. 129; 2109-2112, 1999
- [16] Quilez J. et al, **Potential uses and benefits of phytosterols in diet**, Clin. Nutr. 22(4); 343-351, 2003
- [17] Ratnayake W. et al, **Vegetable Oils high in Phytosterols make Erythrocytes less deformable**, J.Nutr. 130; 1166-1178, 2000
- [18] Gurfinkel D.M., Rao A.V., **Determination of Saponins in Legumes by direct Densitometry**, J.Agric. Food Chem. 50: 426-430, 2002

- [19] Matsuura H, **Saponins in Garlic as Modifiers of the Risk of Cardiovascular Disease**, J.Nutr. 131: 1000S-1005S, 2001
- [20] Oi Y. et al, **Allyl-containing Sulfides in Garlic increase Uncoupling Protein content**, J. Nutr 129: 336-342, 1999
- [21] Rybak M.E., **Quantitative Determination of Allicin in Garlic: Supercritical Fluid Extraction and Standard Addition of Alliin**, J.Agric. Food Chem. 52: 682-687, 2004
- [22] Song K., Milner J.A., **The Influence of Heating on the Anticancer Properties of Garlic**, J.Nutr. 131: 1054S-1057S, 2001
- [23] Shapiro T.A. et al, **Chemoprotective Glucosinolates and Isothiocyanates of Broccoli Sprouts**, Canc. Epi 10: 501-508, 2001
- [24] Talalay P, Fahey J.W., **Phytochemicals from Cruciferous Plants Protect against Cancer by Modulating Carcinogen Metabolism**, J.Nutr 131: 3027S-3033S, 2001
- [25] Hecht S.S, **Chemoprevention of Cancer by Isothiocyanates, Modifiers of Carcinogen Metabolism**, J.Nutr. 129: 768S-774S, 1999
- [26] Auburn K.J. et al, **Indole-3-Carbinol Is a Negative Regulator of Estrogen**, J.Nutr. 133: 2470S-2475S, 2003
- [27] Chen DZ, **I3C and DIM Induce Apoptosis fo Human Cervical Cancer Cells and in Murine HPV16-Transgenic Preneoplastic Cervical Epithelium**, J.Nutr. 131: 3294-3302, 2001
- [28] Meng Q. et al, **I3C Is a negative Regulator of Estrogen Receptor-alpha Signalling in Human Tumor Cells**, J.Nutr. 130: 2927-2931, 2000
- [29] Oganessian A. et al, **Potency of dietary indole-3-carbinol as a promoter of aflatoxin B1-initiated hepatocarcinogenesis**, Carc. 20: 453-458, 1999
- [30] Sarkar F.H et al, **Bax Translocation of Mitochondria is an important Event in Inducing Apoptotic Cell Death by I3C Treatment of Breast Cancer Cells**, J.Nutr. 133: 2434S-2439S, 2003
- [31] Adom K.K., Sorells M.E., Liu R.H., **Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Wheat Varieties**, J.Agric.Food Chem. 51: 7825-7834, 2003
- [32] Scalbert A, Williamson G., **Dietary intake and Bioavailability of Polyphenols**, J.Nutr. 130: 2073S-2085S, 2000
- [33] Yang C.S. et al, **Tea and Tea Polyphenols in cancer Prevention**, J.Nutr. 130: 472S-478S, 2000
- [34] Jayaprakasha G.K et al, **Improved HPLC Method for the Determination of Curcumin, Demethoxycurcumin, and Bisdemethoxycurcumin**, J.Agric.Food Chem. 50: 3668-3672, 2002
- [35] Myoshi N. et al, **Dietary ginger constituents, galanals A and B, are potent apoptosis inducers in Human T lymphona Jurkat cells**, Cancer Letters 199: 113-119, 2003
- [36] Sharma R.A. et al, **Effects of Dietary Curcumin on Glutathione S-Transferase and Malondialdehyde-DNA Adducts in Rat Liver and Colon Mucosa**, Clin. Canc. Res. 7: 1452-1458, 2001
- [37] Mattila P, Kumpulainen J, **Determination of Free and Total Phenolic Acids in Plant-Derived Foods by HPLC with Diode-Array Detection**, J.Agric.Food Chem, 50: 3660-3667, 2002
- [38] Robbins R.J., **Phenolic Acids in Foods: An Overview od Analytical Methodology**, J.Agric.Food Chem, 51: 2866-2887, 2003
- [39] Hodgson J.M. et al, **Gallic Acid Metabolites Are Markers of Black Tea Intake in Humans**, J.Agric.Food Chem. 48: 2276-2280, 2000
- [40] Lei Z., Jervis J., Helm R.F., **Use of Methanolysis for the Determination of Total Ellagic and Gallic Acid Contents of Wood and Food Products**, J.Agric.Food Chem. 49: 1165-1168, 2001
- [41] Talcott S.T., Lee J-H., **Ellagic Acid and Flavonoid Antioxidant Content of Muscadine Wine and Juice**, J.Agric.Food Chem 50: 3186-3192, 2002
- [42] Ito C. et al, **Chemical Constituents of Calophyllum brasiliense. 2. Structure of Three New Coumarins and Cancer Chemopreventive Activity of 4-Substituted Coumarins**, J.Nat.Prod. 66: 368-371, 2003
- [43] Adcocks C. et al, **Catechins from Green Tea Inhibit Bovine and Human Cartilage Proteoglycan and Type II Collagen Degradation in vitro**, J.Nutr. 132: 341-346, 2002
- [44] Miura Y. et al, **Tea Catechins Prevent the Development of Atherosclerosis in Apoprotein E-Deficient Mice**, J.Nutr. 131: 27-32, 2001
- [45] Erlund I. et al, **Plasma Kinetics and Urinary Excretion of the Flavanones Naringenin and Hesperetin in Humans after Ingestion of Orange Juice and Grapefruit Juice**, J.Nutr. 131: 235-241, 2001
- [46] Njamen D. et al, **Anti-Inflammatory Activities of Two Flavanones, Sigmoidin A and B from E. sigmoidea**, Planta Med 70: 104-107, 2004
- [47] Goweiss A. et al, **HIV-Inhibitory Prenylated Xanthenes and Flavones from Maclura tinctoria**, J.Nat.Prod. 63: 1537-1539, 2000
- [48] Stewart A.J. et al, **Occurrence of Flavonols in Tomatoes and Tomato-Based Products**, J.Agric.Food Chem. 48, 2663-2669, 2000
- [49] Fergines C. et al, **Strawberry Anthocyanins Are Recovered in Urine as Glucuro- ans Sulfoconjugates in Humans**, J.Nutr. 133: 1296-1301, 2003
- [50] Adlercreutz H. et al, **Phytoestrogens and Prostate Disease**, J.Nutr. 130: 658S-659S, 2000
- [51] Boker L.K. et al, **Intake of Dietary Phytoestrogens by Dutch Women**, J.Nutr. 132: 1319-1328, 2002
- [52] Hodgson J.M. et al, **Supplementation with Isoflavonoid Phytoestrogens Does Not alter Serum Lipid Concentrations**, J. Nutr. 128: 728-732, 1998
- [53] Kállay E. et al, **Phytoestrogens Regulate Vitamin D Metabolism in the Mouse Colon**, J.Nutr. 132: 3490S-3493S, 2002
- [54] Frey R.S., Singletary K.W, **Genistein Activates p38 Mitogen-Activated Protein Kinase, Inactivate ERK1/ERK2 and Decreases Cdc35C Expression in Immortalized Human Mammary Epithelial Cells**, J.Nutr. 133: 226-231, 2003
- [55] Guo T.L. et al, **Genistein Modulates Immune Responses and Increases Host Resistnace to B16F10 Fumor in Adult Female B6C3F1 Mice**, J.Nutr. 131: 3251-3258, 2001
- [56] Wei H. et al, **Isoflavone Genistein: Photoprotection and Clinical Implications in Dermatology**, J.Nutr. 133: 3811S-3819S, 2003

- [57] Yu L. et al, **Genistein and Daidzein Downregulate PART-1 Gene Expression Induced by Dihydrotestosterone in Human Prostate LNCaP Cancer Cells**, J.Nutr. 133: 389-392, 2003
- [58] Picherit C. et al, **Daidzein Is More Efficient than Genistein in Preventing Ovariectomy-Induced Bone Loss in Rats**, J.Nutr. 130: 1675-1681, 2002
- [59] Willis M.S., Wians F.H., **The role of nutrition in preventing prostate cancer: a review of the proposed mechanism of action of various dietary substances**, Clinica Chimica Acta 330: 57-83, 2003
- [60] Schulmann C.C., Ekane S., Zlotta A.R., **Nutrition and Prostate Cancer: Evidence or Suspicion**, Urology 58: 318-334, 2001
- [61] Ren W. et al, **Flavonoids: Promising Anticancer Agents**, Med. Res. Reviews 23: 519-534, 2003
- [62] Ghoneum M., Gollapudi S., **Modified arabinoxylan rice bran (MGN-3/Biobran) sensitizes human T cell leukemia cells to death receptor (CD95)-induced apoptosis**, Cancer Letters 201: 41-49, 2003