

PROF. DR. MED. BERND KLEINE-GUNK
ANNA CAVELIUS | TANJA DUSY

ABNEHMEN MIT SIRTFOOD

Gesünder essen und besser leben
mit dem Schutzenzym Sirtuin

RATGEBER GESUNDHEIT

GU

PROF. DR. MED. BERND KLEINE-GUNK
ANNA CAVELIUS | TANJA DUSY

ABNEHMEN MIT SIRTFOOD

Gesünder essen und besser leben
mit dem Schutzenzym Sirtuin

RATGEBER GESUNDHEIT

GU



Unsere eBooks werden auf kindle paperwhite, iBooks (iPad) und tolino vision 3 HD optimiert. Auf anderen Lesegeräten bzw. in anderen Lese-Softwares und -Apps kann es zu Verschiebungen in der Darstellung von Textelementen und Tabellen kommen, die leider nicht zu vermeiden sind. Wir bitten um Ihr Verständnis.



BESSER ESSEN – FIT, SCHLANK UND GESUND MIT SIRTFOD

WAS SIE DAMIT ERREICHEN KÖNNEN:

- Eine gesunde, vitalstoffreiche Ernährungsweise
- Mehr Energie und Vitalität
- Ein starkes Immunsystem
- Ein strahlendes, frisches Aussehen
- Eine gute Figur und Ihr Wunschgewicht dauerhaft
- Einen gesunden Darm
- Sichtbare Anti-Aging-Effekte



PROF. DR. BERND KLEINE-GUNK

Gynäkologe, Anti-Aging-Experte und
Ernährungsmediziner

ANNA CAVELIUS

Wissenschaftsjournalistin, Bestsellerautorin und
Genießerin

TANJA DUSY

Foodjournalistin, Kochbuchautorin und langjährige
Redakteurin

»Ernährung ist noch viel wichtiger als bisher angenommen. Wir können durch spezielle Nahrungsmittel nicht nur abnehmen, sondern sogar unsere Gene verändern.«

Prof. Dr. Bernd Kleine-Gunk



EIN WORT VORAB

Was ist die wirksamste Maßnahme im Bereich der Anti-Aging-Medizin? Auf diese Frage gibt es eine eindeutige Antwort: Kalorienrestriktion. Weniger essen heißt länger leben. Das macht man, indem man die Essensmenge reduziert, Mahlzeiten auslässt oder intermittierend fastet. Alle Methoden verlängern das Leben bei guter Gesundheit, aber man muss dafür hungern.

Das mögen die meisten von uns nicht wirklich. Gibt es aus diesem Dilemma einen Ausweg? Seit Neuestem ja. Denn inzwischen wissen wir, dass Hungern in unserem Organismus Reparatur- und Langlebigkeitsenzyme aktiviert, sogenannte Sirtuine.

Um sie auf Trab zu bringen, muss man nicht ständig mit knurrendem Magen herumlaufen. Eine Reihe von Inhaltsstoffen verschiedener Nahrungsmittel kann unsere Sirtuine ebenfalls aktiv werden lassen.

Diese sogenannten Sirtfood-Lebensmittel revolutionieren die Ernährungs- und Anti-Aging-Medizin. Sie vereinigen mehrere Aspekte, die für unsere Gesundheit von größter Bedeutung sind: Sie unterstützen den Fettabbau, beugen Alterserkrankungen vor, schützen vor Krebs und verlängern das Leben.

Wir zeigen Ihnen, wie Sirtuine wirken, welche Nahrungsmittel die wirksamsten Sirtuinaktivatoren enthalten und wie Sie dieses Sirtfood mit leckeren Rezepten optimal in Ihre Ernährung einbauen.

Guten Appetit!

B. Klumpp-Graf Anna Cantor Tanja Dury



DIE NEUE ERNÄHRUNGSSTRATEGIE

SCHON WIEDER EINE NEUE DIÄT? NEIN, EINE REVOLUTION! ENDLICH KENNEN WIR DEN SCHLÜSSEL FÜR EIN LEICHTERES, GESÜNDERES UND LÄNGERES LEBEN: ENZYME, DIE SIRTUINE HEISSEN! WARUM AUCH STRESS UND BEWEGUNG DABEI HELFEN, WAS ES MIT DEN SIRTUINEN AUF SICH HAT UND WIE WIR SIE AKTIVIEREN KÖNNEN, DAS LESEN SIE HIER!



DAS NEUE ERNÄHRUNGSPROGRAMM

Alles fing damit an, dass im 16. Jahrhundert ein Geschäftsmann aus Padua zu viel feierte. Alvise Cornaro, von seinen Freunden Luigi genannt, hatte es zu einem beträchtlichen Vermögen gebracht. Eine neu zu Reichtum gekommene Klasse von Kaufleuten und Geldwechslern feierte ihre Erfolge gerne bei üppigen Festen. Luigi Cornaro war einer dieser erfolgreichen Renaissancemenschen. Und er fehlte auf keiner Feier.

Völlerei mit Folgen

Bereits mit Ende dreißig war Cornaro massiv übergewichtig, litt an Gicht, Koliken und Diabetes. Seine Ärzte prophezeiten ihm, dass er seinen vierzigsten Geburtstag wohl nicht erleben werde, wenn er so weitermachen würde. Daraufhin griff Cornaro zu drastischen Maßnahmen. Er verordnete sich

eine extrem kalorienarme Diät. Ein wenig Fleisch, Fisch oder Huhn mit Gemüse, zumeist in Form einer Suppe, und davon nur geringe Mengen jeden Tag. Auf eines verzichtete Luigi allerdings nicht: Drei Gläser Rotwein täglich mussten sein.

»Über das maßvolle Leben«

Die radikale Diät wirkte Wunder: Luigi Cornaro verlor sein Übergewicht. Doch was noch weitaus wichtiger war, er gewann auch seine Gesundheit und seine Vitalität zurück. Im Alter von 81 Jahren hat er die Schrift *Discorsi della vita sobria* (»Über das maßvolle Leben«) verfasst. Dieses Buch erschien erstmals im Jahre 1558.

Bis zu seinem Tod mit 98 Jahren hat Luigi sich an die Regeln seiner selbst entwickelten Ernährungsweise gehalten. Er starb als einer der reichsten Männer Paduas – und wohl auch als einer der ältesten. Sein Buch wurde ein internationaler Bestseller. Der erste und einflussreichste Diät- und Anti-Aging-Ratgeber der Weltgeschichte. Über Jahrhunderte hinweg gab es immer wieder Neuauflagen, die letzte 1980.

Bestätigung der Wissenschaft

Zu den begeisterten Lesern Cornaros gehörte ein junger amerikanischer Professor für Ernährungswissenschaften, Clive McCay. Er fasste als erster Wissenschaftler den Plan, Cornaros spektakuläre Erfolge im Tierversuch zu überprüfen. Seine Ergebnisse publizierte er 1935 im *Journal of Nutrition*. Die Veröffentlichung gilt heute als einer der großen Durchbrüche der Ernährungsmedizin und der Altersforschung.

Dass Ratten deutlich länger lebten, wenn sie weniger zu fressen bekamen, erregte Aufsehen. Das *Time magazine* berichtete, und Clive McCay wurde in viele Talkshows eingeladen. Wiederentdeckt wurden McCays Forschungen in den 1980er-Jahren. Zahlreiche Arbeitsgruppen überprüften seine Ergebnisse. Dabei zeigte sich: Von der Bäckerhefe bis

zum Rhesusaffen profitierten alle Organismen von der Kalorienrestriktion.

INFO

FOREVER YOUNG

Clive McCay konnte eindeutig nachweisen, dass die Ratten, deren Nahrungsaufnahme er um etwa 30 Prozent reduziert hatte, eine um 50 Prozent erhöhte Lebenserwartung aufwiesen. Das Konzept der Kalorienrestriktion war geboren. Auf einen kurzen Nenner gebracht lautete es: weniger essen – länger leben.



Mit *Biosphere 2* wurde in Arizona, USA, ein geschlossenes ökologisches System geschaffen.

Das Biosphere-2-Experiment

Dennoch blieb eine Frage unbeantwortet. Funktioniert das auch bei Menschen? Die Gelegenheit, am Menschen ein

Experiment unter kontrollierten Bedingungen durchzuführen, ergab sich im September 1991. Da betrat eine Gruppe von acht Freiwilligen den Komplex *Biosphere 2* in der Wüste von Arizona, eine Art Weltraumstation auf der Erde. Ziel war es, einen künstlichen Lebensraum zu schaffen, der es einer kleinen Gruppe von Menschen erlaubte, sich über Jahre hinweg völlig selbstständig zu ernähren und zu versorgen. Wenn das in der Wüste von Arizona klappte, dann könnte das auch auf dem Mars gelingen. Leiter der Gruppe war Roy Walford, ein Wissenschaftler, der sich für das Konzept der Kalorienrestriktion interessierte. Dass in *Biosphere 2* die Mahlzeiten nicht allzu üppig ausfallen würden, war vorauszusehen. Gleichzeitig wurden alle Bewohner intensiv und regelmäßig untersucht.

Schnell stellte sich heraus, dass die »wenig üppigen Mahlzeiten« noch eine hemmungslose Übertreibung waren. In *Biosphere 2* gedieh das selbst gezogene Obst und Gemüse deutlich schlechter als gedacht. Und auch die wenigen Hühner ließen sich mit dem Eierlegen Zeit. Aus der geplanten kalorienreduzierten Ernährung wurde eine lange, qualvolle Hungerdiät.

Was die Bewohner von *Biosphere 2* psychisch an ihre Grenzen brachte, tat ihren Körpern jedoch offensichtlich gut. Alle verloren massiv an Gewicht, büßten deshalb aber nicht an Leistungsfähigkeit ein. Und die kontinuierlich untersuchten Blutproben der Probanden zeigten: Alle »Biomarker für Langlebigkeit« lagen im optimalen Bereich. Zwei Jahre Kalorienrestriktion hatten sich auf alle Teilnehmer wie ein Jungbrunnen ausgewirkt. Endlich war der Nachweis gebracht, dass auch Menschen davon profitieren, wenn sie weniger Kalorien zu sich nehmen. Letztlich gab es nun eine gute und eine schlechte Nachricht. Die gute lautete: Kalorienrestriktion wirkt auch beim Menschen. Die schlechte: Man muss weniger essen.

INFO

WAS IST EIN ANTIOXIDANS

Antioxidanzien sind die wirksamsten Mittel gegen zellschädigende freie Radikale. Die entstehen überwiegend in den Mitochondrien, als Abfallprodukte körpereigener Energiegewinnung, aber auch durch UV-Strahlung, Medikamente, Umweltgifte, Abgase und Stress. Die Folge: oxidativer Zellstress, der Alterungsprozesse beschleunigt und krank macht.

Wie Kalorienrestriktion wirkt

Damit diese Erkenntnis auch für jedermann praktikabel ist, musste man eine Lösung für dieses Dilemma finden – und die zeichnete sich allmählich ab. Dazu sollte zunächst aber noch eine ganz andere Frage gelöst werden. Sie lautet: Auf welche Weise wirkt Kalorienrestriktion eigentlich?

Die Entdeckung des Gens Sir2

Der australische Biologe David Sinclair entdeckte als junger Forscher in Hefepilzen ein besonderes Gen. Es hilft den Pilzen, ihren Stoffwechsel auf ein knapper werdendes Nahrungsangebot einzustellen und so in Zeiten von Nahrungsknappheit zu überleben. Das Gen erhielt den Namen Sir2 (*Silent mating type information regulation 2*). Spannend wurde es, als sich herausstellte, dass Sir2-ähnliche Proteine in allen Lebewesen, auch im Menschen, nachweisbar sind. David Sinclair, heute Professor für Genetik an der Harvard Universität, konzentrierte seine Arbeit nun ganz auf die Erforschung dieser Enzyme, die man inzwischen Sirtuine nennt. 2003 veröffentlichte er in der Fachzeitschrift *Nature* eine bahnbrechende Arbeit. Er hatte nachgewiesen, dass bei einer Kalorienrestriktion eben diese

Sirtuine aktiviert wurden: Die Enzyme schalteten angesichts eines Nahrungsmangels den gesamten Stoffwechsel auf eine Art Überlebensmodus: Der beschränkt sich nicht nur darauf, mit weniger Energie auszukommen, sondern bewirkt auch, dass sich die Zellen einem umfangreichen Wartungs- und Reparaturprogramm unterziehen. DNS-Schäden wurden behoben, Zellorganellen wieder fit gemacht. Das bedeutete nicht nur, dass die Hungerperiode überlebt wurde. Das hieß auch, dass der Organismus danach fitter und gesünder war als vorher. Und dass er dadurch länger lebte.

Doch lassen sich diese Reparatur- und Langlebigkeitsenzyme, die Sirtuine, auch aktivieren, ohne zu hungern? Sinclair lieferte auch die Antwort auf diese Frage. Seine Arbeitsgruppe hatte Zehntausende Substanzen daraufhin untersucht, ob sie »Sirtuinaktivatoren« sind. Ein hochpotenter Sirtuinaktivator ist das Resveratrol siehe >, ein sekundärer Pflanzenstoff aus der Schale von Weintrauben. Es folgten einige Studien, die seine Wirkung bestätigten. Fische lebten länger, wenn ihrem Futter Resveratrol beigefügt wurde. Fette Mäuse, denen man zusätzliches Resveratrol in die Nahrung gab, bekamen keinen Diabetes und lebten ebenso lange wie ihre schlanken Artgenossen. Wissenschaft und Medien waren begeistert. Sinclair hatte das erste Sirtfood entdeckt.

SIRTUINAKTIVATOREN

Ein Überblick über die wichtigsten sirtuinaktivierenden Pflanzenstoffe, ihre Wirkung und die Lebensmittel, in denen sie hochkonzentriert vorkommen.

ALLICIN

In Knoblauch enthalten; wirkt antibakteriell, cholesterinsenkend und zellschützend.

ANACARDSÄURE

Das Schalenöl der Cashewkerne wirkt antibakteriell und antibiotisch.

ANTHOCYAN

Der dunkelblaue bis violette Pflanzenfarbstoff in Heidelbeeren, Himbeeren oder Auberginen wirkt antioxidativ, zellschützend, genschützend und krebshemmend.

CAPSAICIN

Der Stoff, der Chilis ihre Schärfe verleiht, bekämpft Krebs, verdünnt das Blut, schützt den Magen, senkt den Blutzucker, ist zellschützend und regt den Fettstoffwechsel an.

CATECHIN

Dieser Bitterstoff, enthalten in grünem Tee, Matcha-Pulver oder dunkler Schokolade, wirkt zell- und gefäßschützend, cholesterinsenkend und krebshemmend.

CUMARIN

Der aromatisch duftende Pflanzenstoff, der zum Beispiel in Zimt oder der Tonkabohne vorkommt, wirkt durchblutungsfördernd und entzündungshemmend.

CURCUMIN

Der orange-gelbe Farbstoff aus dem Kurkuma-Rhizom wirkt entzündungshemmend, immunstimulierend, verdauungsfördernd und krebshemmend.

EPIGALLOCATECHINGALLAT (EGCG)

Das Antioxidans, das etwa in grünem Tee enthalten ist, wirkt zellschützend, immunstärkend und krebshemmend.

GLUKORAPHAN

Glukoraphan ist eines der am besten untersuchten Senfölglykoside und in allen Kreuzblütlerpflanzen wie etwa Brokkoli und Blumenkohl enthalten. Das in ihm enthaltene Sulforaphan siehe > hat antioxidative, krebsschützende, entzündungshemmende, antibakterielle und antivirale Wirkung.

HESPERIDIN

Das Bioflavonoid kommt in natürlicher Form in Zitrusfrüchten, vor allem in Orangen vor. Es wirkt durchblutungsfördernd, blutdrucksenkend und gehirnschützend.

INDOL-3-CARBINOL

Das Antioxidans kommt in grünem Gemüse und Kohl vor, wirkt krebsvorbeugend (insbesondere Brustkrebs), hormonausgleichend (insbesondere Testosteron), immunstärkend und entgiftend.

ISOFLAVONE

Die meist gelblichen Pflanzenfarbstoffe, etwa aus der Sojabohne, wirken günstig auf Blutfette, Blutzucker und Blutdruck.

ISOLIQUIRITIGENIN

Das Flavonoid aus der Süßholzwurzel wirkt positiv auf die Darmgesundheit und entzündungshemmend.

ISOTHIOCYANAT

Der Bestandteil von Senfölglycosid gibt Gemüsen wie Rettich oder Kohl ihren bitteren Geschmack. Er wirkt antibakteriell, antiviral und krebshemmend.

KAFFEESÄURE

Sie enthält mehrere Antioxidantien, wie Flavonoide oder Resveratrol, die zellschützend und immunstimulierend wirken.

NARINGENIN

Das Flavonoid kommt vor allem in Zitrusfrüchten vor, besonders in Grapefruits. Es wirkt positiv auf Blutzucker und Blutdruck und ist cholesterinsenkend.

PHLORETIN

Das Flavonoid aus Äpfeln wirkt krebshemmend, antioxidativ, schützt vor Herz- und Kreislauferkrankungen und beeinflusst die Thrombozytenaktivität.

PICEATANNOL

Die resveratrolähnliche Verbindung aus Rotwein, Trauben und Erdnüssen blockiert die Entwicklung von Fettzellen und spielt eine wichtige Rolle beim Abnehmen.

PROTOCATECHUSÄURE

Das Polyphenol aus Olivenöl wirkt antioxidativ, krebshemmend und antimikrobiell.

QUERCETIN

Das Bioflavonoid steckt etwa in Äpfeln, Brokkoli und Zwiebeln und wirkt antioxidativ, krebshemmend, beugt Arteriosklerose vor und ist neuroaktiv.

RESVERATROL

Das Polyphenol, enthalten etwa in Himbeeren und Rotwein, wirkt lebensverlängernd, krebshemmend, antidiabetisch und ist ein echter Fettkiller.



WIE SIRTFOOD WIRKT

Ist Sirtfood das neue Superfood? Über Superfood wird derzeit in allen Medien berichtet. Und fast immer werden die Nahrungsmittel, die unter den Begriff Superfood fallen, auf die gleiche Weise beworben: Entweder handelt es sich um »Super-Antioxidantien«, also um besonders effektive Radikalfänger, oder aber es heißt, sie enthalten ganz besondere »Schutzstoffe«. In vielen Fällen werden auch die Detox-Substanzen besonders erwähnt, die unseren Körper entgiften sollen.

Sirtfood jedoch fällt in keine dieser Kategorien. Sirtfood enthält moderate Giftstoffe!

Das Hormesis-Prinzip

Bevor Sie das Buch nun entsetzt zur Seite legen, geben Sie uns die Chance, Ihnen ein neues Konzept vorzustellen, das seit einigen Jahren die Biologie revolutioniert. Es handelt

sich dabei um das Hormesis-Prinzip. Kurz zusammengefasst, besagt es: Vieles, was für unsere Gesundheit gut ist, ist eigentlich ein Gift, ein Stressfaktor beziehungsweise eine Belastung. Der gesundheitliche Nutzen entsteht erst durch die Reaktion unseres Körpers auf diese eigentlich ungesunden Reize. Denn als Antwort darauf aktiviert unser Organismus eigene Schutzmechanismen, leitet Reparaturprozesse ein, bereitet sich auf künftige Schädigungen vor, verbessert seine Fitness.

»Was uns nicht umbringt, macht uns härter.« Diesen Satz hat der deutsche Philosoph Friedrich Nietzsche im 19. Jahrhundert formuliert. Die Naturwissenschaft des 21. Jahrhunderts erkennt seit einiger Zeit, dass er damit eine der Grundprinzipien der belebten Natur auf den Punkt gebracht hat.

Kalorienrestriktion gilt inzwischen als die effektivste und am besten untersuchte Maßnahme zur Lebensverlängerung.

Schauen wir uns das ein wenig näher an. Nichts zu essen zu bekommen ist ja zunächst einmal alles andere als angenehm. Im Gegenteil: Es macht uns mächtig Stress. Dauert dieser Zustand zu lange an, droht der Hungertod. Auch die Tatsache, dass wir mit deutlich weniger Nahrung länger leben, scheint auf den ersten Blick nicht logisch zu sein. Wer seinem Körper wenig Energie zuführt, so sollte man meinen, wird in der Folge schwächer, weniger dynamisch und anfälliger für Krankheiten.

INFO

SEKUNDÄRE PFLANZENSTOFFE

Sirtfood entfaltet seine Wirkung über sekundäre Pflanzenstoffe, und die sind das Gegenteil von Schutzstoffen. Es sind chemische »Waffen« der Pflanze. Sie haben nur ein Ziel: feindliche Eindringlinge zu vernichten. Gesund werden Sirtfood-Nahrungsmittel für uns erst durch die Reaktion, die sie in unserem Körper auslösen.

Stress, der gesund macht

Die Sirtuinaktivierung ist eine Stressantwort des Organismus. Normalerweise wird dieser Stress durch Hunger ausgelöst. Wollen wir die Sirtuine auf eine andere Weise aktivieren, so gelingt das mit alternativen Stressauslösern. Und da kommen bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe ins Spiel, die in Sirtfood-Nahrungsmitteln enthalten und nichts anderes als moderate Gifte sind.



Die Schale der roten Weinbeere enthält besonders viel Resveratrol.

Das Beispiel Resveratrol

Der Schutzstoff Resveratrol findet sich vor allem in den Schalen der Weintrauben. Da wird es auch am dringendsten gebraucht, denn dort findet der Abwehrkampf der Traube gegen ihre schlimmsten Schädlinge statt, das sind vor allem Pilze. Die lieben kaum etwas mehr als den Zucker in reifem Obst, was jeder bestätigen kann, der reife Früchte auch nur ein paar Tage ungeschützt stehen lässt. Gegen die todbringenden Pilze muss die Weintraube also schweres Geschütz auffahren. Das tut sie mit ihrem »Kampfmittel«

Resveratrol. Was Rotweintrinker erfreut und Anti-Aging-Mediziner begeistert, ist eigentlich ein Anti-Pilzmittel. Die Bildung von Resveratrol unterliegt dabei ebenfalls dem Hormesis-Prinzip. Je mehr »Stress« die Traube ausgesetzt ist, desto mehr Resveratrol produziert sie. Im Prinzip sind derartige sekundäre Pflanzenstoffe Teil des pflanzeigenen Immunsystems. Genau wie die menschliche Immunabwehr muss auch die der Pflanze gefordert und trainiert werden, um sich optimal auszubilden.

Alles, was stark macht

Rebsorten, die sich mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen, wie etwa periodisch auftretender Feuchtigkeit, auseinandersetzen müssen, sind gezwungen, sehr viel mehr Resveratrol zu bilden als Sorten, die das ganze Jahr über nur »von der Sonne verwöhnt« werden. Und damit wird auch bereits klar, was passiert, wenn man der Weintraube die Arbeit gänzlich abnimmt, eigene Schutzstoffe zu produzieren.

Wer einmal das Hormesis-Prinzip verstanden hat, der weiß auch, warum Bio besser ist.

Das geschieht, wenn man Weinberge mit Pestiziden besprüht. Die Anti-Pilzmittel kommen dann von außen, die Weintraube muss kaum noch Resveratrol bilden, der gesundheitliche Nutzen des Rotweins sinkt. Pilze sind allerdings nicht die einzigen Feinde, gegen die sich Pflanzen schützen müssen. UV-Strahlung, Hitze, Kälte, Bakterien, Fressfeinde – die Gefahren in einem Pflanzenleben sind vielfältig. Und ebenso vielfältig sind die Abwehrmechanismen, die sie dagegen entwickeln. Ob Quercetin in der Zwiebel, Ellagsäure in der Erdbeere oder Sulforaphan in Brokkoli, all das wurde von der Natur nicht

erfunden, um uns gesund zu machen. Vielmehr sind es alles Gifte.

Das Hormesis-Prinzip geht dabei weit über die Kalorienrestriktion und die Zufuhr sirtuinaktivierender Pflanzenstoffe hinaus. Was eigentlich schädlich ist, kann unserem Organismus nutzen – solange die Dosis stimmt. Die Finnen wissen das und setzen sich in der Sauna dosiert einem anderen Stressreiz aus, nämlich extremer Hitze.

INFO

PFLANZLICHE GIFTSTOFFE

Wie schön: Ob Quercetin, Ellagsäure oder Sulforaphan und so weiter, diese Gifte machen uns gesund, weil sie in unserem Körper die typische hormetische Reaktion auslösen:

- Stressreiz,
- Sirtuinaktivierung,
- optimierter Stoffwechsel,
- verbesserte Immunabwehr,
- Krebschutz,
- Lebensverlängerung!

Andere gesunde Stressreize

Für alle biologischen Organismen gehört Hitze zu den größten Gefahren, denn sie bestehen zu einem großen Teil aus Proteinen (Eiweiß). Diese dienen zum einen als Bausubstanzen – so ist unsere Muskulatur im Wesentlichen aus Eiweiß aufgebaut –, zum anderen bilden sie aber auch Enzyme, die für viele wichtige Reaktionen im Körper verantwortlich sind. Eiweiße sind – im Gegensatz zu den eher einfach aufgebauten Zuckern oder Fetten – ziemlich komplizierte Moleküle. Sie werden aus vielen unterschiedlichen Bausteinen gebildet, nämlich aus bis zu

20 verschiedenen Aminosäuren. Vor allem aber besitzen sie eine sehr aufwendige, dreidimensionale Raumstruktur. Das bedeutet, sie müssen bei ihrem Zusammenbau in einer ganz besonderen Weise »gefaltet« werden. Das macht Eiweiße aber auch sehr empfindlich. Vor allem bei Hitze denaturieren Eiweiße, was nichts anderes bedeutet, als dass ihre dreidimensionale Raumstruktur verloren geht. Wie sich Eiweiße unter Hitze verändern, weiß jeder, der schon einmal ein Hühnerei gekocht oder gebraten hat. Das reine Eiweiß gerinnt, es wird weiß und starr. Solche Proteinveränderungen beginnen schon bei knapp über 40° Celsius, weshalb auch Fieber über 40° Celsius schnell lebensbedrohlich wird.

Weil Hitze so gefährlich ist, besitzen bereits die einfachsten Organismen ausgeklügelte Schutzmechanismen gegen sie. Sogenannte Hitzeschockproteine (HSPs) haben sich darauf spezialisiert, bestehende Proteine zu schützen und bei der Konstruktion neuer Eiweißmoleküle dafür Sorge zu tragen, dass diese auch richtig zusammengebaut werden. Stimuliert werden diese Hitzeschockproteine durch Hitzestress. Ihre Wirkung entfalten sie wieder einmal nach dem Hormesis-Prinzip, also überkompensierend. Nicht nur die akuten Schäden werden vermieden oder behoben. Vielmehr wirken die Schutzmechanismen auch noch vorbeugend.