



nutritional science  
and home  
economics holding

# Nukleotide als Basis der Gesundheit

**Neue Wege  
zur Gesundheit**  
Ausgabe 53

# Nukleotide als Basis der Gesundheit

## Hinweis

Diese Veröffentlichung dient der Information über Nähr- und Vitalstoffe und möchte zum eigenverantwortlichen Umgang mit Gesundheitsfragen anregen. Sie ist nicht als Ersatz für medizinische Beratung, Diagnosen oder Behandlungen gedacht.

Wie jede Wissenschaft ist die Nährstoffwissenschaft ständigen Entwicklungen unterworfen. Soweit in diesem Buch Dosierungen und Anwendungen erwähnt werden, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autor und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angaben dem Wissensstand bei Fertigstellung des Buches entsprechen. Für Angaben über Dosierungen einzelner Substanzen und Anwendungsformen sowie etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten kann vom Autor und Verlag jedoch keine Haftung übernommen werden. Jede Anwendung erfolgt in eigener Verantwortung des Benutzers.

Geschützte Warenzeichen wurden nicht kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

2. Auflage 2022 © 2022 Nutritional Science and Home Economics Holding B.V., Literaturverzeichnis beim Herausgeber

[www.NWzG.de](http://www.NWzG.de) / [info@nwzg.de](mailto:info@nwzg.de)

# INHALT

---

<b>Vorwort</b> .....	7
<b>Vernachlässigte Mikronährstoffe:</b>	
<b>Die Nukleotide als Basis der Gesundheit</b> .....	9
<b>Was sind Nukleotide?</b> .....	10
<b>Erhöhter Nukleotid-Bedarf:</b>	
<b>Wann eine zusätzliche Aufnahme sinnvoll ist</b> .....	12
<b>Die Funktionen und Aufgaben der Nukleotide</b> .....	13
1. Freie Radikale .....	13
2. Stress .....	14
3. Nukleotide und deren Einfluss auf DNA-Schäden, Stress und Energiebildung .....	15
<b>Spezifische Anwendungsmöglichkeiten für Nukleotide:</b>	
<b>Darmgesundheit, Krebs, Schmerzsyndrome, chronische Müdigkeit &amp; ATP-Produktion</b> .....	16
1. Nukleotide und deren Einfluss auf die Darmgesundheit sowie Immunität .....	16
1.1 Das Mikrobiom und die Bedeutung der Bakteriendiversität .....	16
1.2 Der umfangreiche Nutzen einer hohen Nukleotid-Zufuhr.....	18

2. Nukleotide und deren Einfluss auf die Krebsentstehung sowie -therapie ....	20
2.1 Von der gesunden Zelle zur Krebszelle .....	20
2.2 Tumorbekämpfung mit Nukleotiden? .....	21
2.3 Zusammenfassung und Hinweise zur Einnahme während der Krebstherapie .....	23
3. Nukleotide und deren Einfluss auf Schmerzsyndrome.....	24
3.1 Chronische Schmerzen und Neuropathien.....	24
3.2 Nukleotide und B-Vitamine: Ein wirkungsvolles Zusammenspiel bei Schmerzen .....	25
3.3 Schmerzlindernde Nukleotide: Uridin und Cytidin .....	26
4. Nukleotide und deren Einfluss auf chronische Müdigkeit und die ATP-Produktion .....	28
4.1 Chronische Müdigkeit: Schlaf ist nicht genug .....	28
4.2 Die ATP-Produktion mit Nukleotiden erhöhen: Auch für Sportler von großer Bedeutung! .....	29
<b>Fazit:</b>	
<b>Nukleotide sind von fundamentaler Bedeutung für die Gesundheit!</b> .....	32

## VORWORT

---

*Liebe Leserin, lieber Leser,*

*kurz nach der Gründung der Firma Supplementa GmbH 1990 kam ich zum ersten Mal in Kontakt mit Desoxyribonukleinsäure (DNS) als Nahrungsergänzungsmittel.*

*Unser Lieferant Laboratoire Saint-Ambroise – von dem wir exklusiv lyophilisierte Wachteleier bezogen und noch immer beziehen - hatte diese unscheinbaren Kapseln im Angebot. Eine Veröffentlichung in der Vitamin-Bibel von Earl Mindell brachte mir in einem längeren Absatz den Nutzen von DNS nahe, zitiert wurden (euphorisch) u.a. die Arbeiten von einem Dr. Frank.*

*Damals reichte die Euphorie des Earl Mindell und des Dr. Frank aus, um mein Interesse zu wecken. Ich kaufte das Produkt, nahm es sporadisch (als Antioxidans) ein und wir konnten eine kleine, treue Fangemeinde fast 30 Jahre damit bedienen. Vor knapp 2 Jahren teilte mir Laboratoire Saint-Ambroise mit, dass sie es nun nicht mehr liefern könnten, es gäbe keinen Lieferanten mehr dafür.*

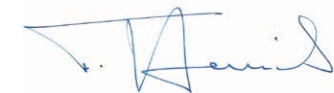
*Ich nahm, eher aus nostalgischen Gefühlen heraus, eine kurze Recherche auf und fand einige wenige, mir bis dato unbekannte Lieferanten und nahm Abstand davon, Versuche, Untersuchungen und Prüfungen in Auftrag zu geben. Interessanterweise nahm die Nachfrage dieser kleinen Gruppe regelmäßiger Verwender nach Ersatz immer mehr Fahrt auf, anstatt zu verebben (dies ist immer ein Beleg dafür, dass*

*ein merklicher Nutzen beim Verwender vorliegt und er nicht bereit ist, einfach zu verzichten). Durch mehrere glückliche Fügungen stieß ich bei einem befreundeten Unternehmer auf ein Nukleotid Pulver und hörte nur Gutes darüber. Der Produzent - ein Schweizer Biochemiker mit Forschungs- und jahrzehntelanger Produktionsexpertise - war schnell ausfindig gemacht und mit seiner Hilfe das Produkt noch mehr verstanden und auf unseren Wunsch in Kapseln abgefüllt.*

*Sie ahnen es bereits – es handelt sich um den großen Bruder des ursprünglichen DNS Präparats: Earl Mindell und Dr. Frank würden begeistert Beifall klatschen ob der heute möglichen exakten Zusammensetzung und Güte des Präparats (früher nahm man inaktive Nährhefe, die zentrifugiert wurde und dadurch überwiegend nur aus nukleotidreichen Hefezellproteinen bestand).*

*Ich habe mich über die Entwicklung so gefreut, dass wir dieses Heft erstellt haben, um dieser so wichtigen Substanz gerade in Zeiten chronischer Überlastung endlich den Raum zu verschaffen, den sie schon seit 30 Jahren verdient.*

*Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre und verbleibe*



*Ihr Felix Henrichs*

## VERNACHLÄSSIGTE MIKRONÄHRSTOFFE: NUKLEOTIDE ALS BASIS DER GESUNDHEIT

---

**D**er Körper muss täglich mit allen Makronährstoffen (Proteine, Fette, Kohlenhydraten) und Mikronährstoffen (Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente) versorgt werden, um gesund zu bleiben. Darüber hinaus benötigt er jedoch noch eine andere Nährstoffgruppe: die Nukleotide. Diese produziert der Organismus pausenlos in unglaublichen Mengen selbst. Doch nicht alle Körperzellen sind in der Lage, ihren Nukleotid-Bedarf eigenständig zu decken. Zudem kann die körpereigene Synthese besonders bei Veganern, Schwangeren, Stillenden und Sportlern unzureichend sein. Deshalb sind sich Forscher inzwischen einig, dass auch Nukleotide täglich über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Tierische Innereien wie Leber, Kutteln, Nieren oder Zunge enthalten einen hohen Anteil an Nukleotiden, aber auch vegane Nahrungsmittel wie Hefeflocken sind nukleotidreich.

Die ungünstigen Ernährungsgewohnheiten des modernen Lebens haben die natürliche Versorgung mit Nukleotiden stark beeinträchtigt, weshalb eine Nahrungsergänzung für die Mehrheit der Menschen sinnvoll erscheint. Ist der Körper ausreichend mit Nukleotiden versorgt, wirkt sich dies vorteilhaft auf die Zellfunktionen, den Zellebenszyklus, die Zellvermehrung, den Energiestoffwechsel, die Signalübertragung, die Immunfunktionen, die Darmgesundheit und das gesamte Nervensystem aus. Nukleotide sind an nahezu allen Stoffwechselfvorgängen beteiligt, weshalb eine hohe Zufuhr auch auf allen Ebenen positive Effekte entfalten kann.

Zahlreiche Studien der letzten Jahrzehnte belegen umfassende Wirkungen bei Darmerkrankungen, chronischen Schmerzen, Neuropathien, Krebs und chronischer Müdigkeit. Doch nicht nur bei schwerwiegenden Erkrankungen können Nukleotide wertvolle Dienste erweisen, auch Leistungssportler können unter anderem von einer verbesserten Sauerstoffversorgung, weniger Muskelschäden, einer verkürzten Regenerationsphase und einer höheren Kondition profitieren. Erfahren Sie in diesem Artikel mehr über die faszinierende Welt der Nukleotide!

## WAS SIND NUKLEOTIDE?

**A**ls Nukleotide werden die Bausteine der Nukleinsäuren bezeichnet. Sie sind ein unerlässlicher Bestandteil der Stränge der Desoxyribonukleinsäure (DNA) und der Ribonukleinsäure (RNA). Jedes Nukleotid setzt sich aus folgenden drei Komponenten zusammen: einer Nucleobase, einem Fünf-Kohlenstoff-Zucker (Desoxyribose oder Ribose) und einer Phosphatgruppe aus bis zu drei Phosphaten. Weist die Base eine Doppelringstruktur auf, zählt das Nukleotid zur Gruppe der Purine. Bei einer einfachen Ringstruktur wird es der Gruppe der Pyrimidine zugeteilt.

Im menschlichen Körper sind die Purine Adenosin und Guanosin sowie die Pyrimidine Cytidin, Thymidin und Uridin die wichtigsten Nukleotide.

Jede Zelle trägt die DNA in sich, welche alle Informationen über den Körper enthält. Damit sich eine Zelle gesund vermehren kann, muss die DNA exakt verdoppelt werden. Dieser Prozess ist vollständig abhängig von einer ausreichenden Verfügbarkeit von Nukleotiden. Je nach Zelltyp werden Nukleotide über drei Wege bezogen: durch die De-novo-Synthese, über den Salvage-Weg oder über die Nahrung.

Die Mehrheit der Körperzellen kann ihren Bedarf fast vollständig durch die De-novo-Synthese decken, wobei die Nukleotide aus einfacheren Molekülen neu zusammengesetzt werden (de novo = „von neuem“). Darüber hinaus nehmen diese Zellen auch aus dem Blutkreislauf über den Salvage-Weg (auch: Salvage-Pathway) Nukleotide aus abgestorbenen Zellen auf. Die Zellen bauen demzufolge einen Großteil der Nukleotide selbst neu zusammen und gewinnen den Rest über das „Recycling“.

Einige Organe sind jedoch nicht in der Lage, selbst Nukleotide zu bilden. Sie sind auf eine externe Zufuhr angewiesen, die entweder durch die Leber oder über die Nahrung erfolgt. Dies trifft auf die Zellen des Immunsystems (wie Makrophagen, NK-Zellen, Lymphozyten), die Knochenmarkzellen und einige Hirnzellen zu. Auch Komponenten des Mikrobioms (wie Bifidobakterien) müssen ausreichend mit Nukleotiden versorgt werden. Aufgrund der rasanten Erneuerungsprozesse haben die Darmzellen einen gewaltigen Bedarf an Nukleotiden, den sie trotz eigener Produktion nicht vollständig decken können. Sie sind ebenfalls von einer zusätzlichen Aufnahme abhängig, die hauptsächlich über die Nahrung erfolgt.

In allen Nahrungsmitteln sind Nukleotide in unterschiedlichen Konzentrationen enthalten. Die höchsten Mengen liefern tierische Innereien wie Leber, Nieren, Zunge und Kutteln. Anderes Fleisch und Fisch weisen deutlich niedrigere Konzentrationen auf. In pflanzlichen Nahrungsmitteln stecken die geringsten Mengen an Nukleotiden, weshalb Veganer und Vegetarier besonders gefährdet sind, eine Unterversorgung zu erleiden. Beispielsweise liefert eine Portion Leber im Vergleich zu einem Apfel ein Hundertfaches der Menge an Nukleotiden. Zu den nukleotidreichsten veganen Nahrungsmitteln zählen Tofu, Pilze, Avocados, Brokkoli und Spinat, wobei diese dennoch nur einen Bruchteil der Nukleotidmenge enthalten, die tierische Innereien liefern. Sehr arm an Nukleotiden sind Eier, Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln und sämtliche Obstsorten.

Doch auch bei einer Mischkost, die tierische Produkte einschließt, ist die moderne Ernährung in den westlichen Ländern arm an Nukleotiden, da kaum Innereien verzehrt werden. Es muss zudem bedacht werden, dass nur ein Bruchteil (ca. 10 Prozent) der in der Nahrung enthaltenen Nukleotide auch tatsächlich aufgenommen werden kann. Sobald der Nahrungsbrei den Dünndarm verlässt und in den Dickdarm wandert, können die Nukleotide dem Organismus nicht mehr zugeführt werden. Darüber hinaus steigern die hohen mentalen und körperlichen Anforderungen des Alltages den Bedarf, wodurch für viele Menschen eine zusätzliche Aufnahme über die Nahrung bzw. über Supplemente essenziell geworden ist.

## ERHÖHTER NUKLEOTID-BEDARF: WANN EINE ZUSÄTZLICHE AUFNAHME SINNVOLL IST

**M**anche Lebensumstände können zu einem erhöhten Bedarf an Nukleotiden führen, welcher die De-novo-Synthesekapazität übersteigt. In diesen Fällen wird die ausreichende Versorgung über die Nahrung essenziell. Zu diesen Situationen zählen unter anderem:

- chronische Erkrankungen
- Infektionen mit Viren oder Bakterien
- andauernder Stress
- Unterernährung oder Ernährungsstörungen
- hohe körperliche Belastung (wie Leistungssport, körperlich anstrengende Arbeit) oder hohe mentale Leistung
- hohe Wachstumsrate (gilt auch während der Schwangerschaft)
- Magen-Darm-Erkrankungen oder -Beschwerden
- dauerhafte Müdigkeit, Erschöpfung
- Lebererkrankungen
- erhöhter oxidativer Stress
- vegetarische oder vegane Ernährung
- Methylierungsstörung
- zunehmendes Alter

Um den Mangel an Nukleotiden auszugleichen, können Nahrungsergänzungsmittel auf der Basis von gereinigter RNA eingenommen werden. Das Präparat sollte alle fünf Nukleotide in einem ausgewogenen Verhältnis enthalten. Die Einnahme kann unter anderem das Immunsystem, die fehlerfreie Zellteilung, die Zellregeneration, den Energiestoffwechsel, die Signalübertragung und eine gesunde Entwicklung des Magen-Darm-Traktes unterstützen. Auch fördern Nukleotide die Neuroregeneration und wirken neuroprotektiv.

## DIE FUNKTIONEN UND AUFGABEN DER NUKLEOTIDE

**D**ie menschliche Muttermilch ist besonders reich an Nukleotiden. Dieser Umstand verdeutlicht den enormen positiven Einfluss der Nukleotide auf die Gesundheit, denn die Natur ist stets bestrebt, Babys und Kleinkinder optimal zu versorgen. Untersuchungen zeigen, dass Kinder, die gestillt werden, von besseren immunologischen und nicht-immunologischen Funktionen profitieren.

Eine ausreichende Versorgung mit Nukleotiden verbessert in jedem Alter die Immunfunktion und unterstützt den Körper dabei, schädliche Krankheiten sowie Infektionen abzuwehren. Die wichtigste Aufgabe erfüllen Nukleotide jedoch als Bausteine der Nukleinsäuren (wie DNA und RNA). Darüber hinaus sind sie an der zellulären Signalübertragung und dem zellulären Stoffwechsel beteiligt. Sie fungieren als universelle Träger von hochenergetischen Elektronen und Stoffwechselenergie.

Liegt ein erhöhter Nukleotid-Bedarf vor (siehe Auflistung Seite 12), der aber vom Körper aufgrund einer mangelhaften Zufuhr über die Nahrung nicht gedeckt werden kann, entwickeln die Zellen zunehmend Fehlfunktionen. Diese anfänglich kleinen Fehlfunktionen können sich anhäufen und im gesamten Körper Probleme bereiten. Es entsteht ein Teufelskreis, der schnellstmöglich durchbrochen werden muss, um gravierende Auswirkungen (wie Krebs) zu verhindern.

Es gibt zwei Schlüsselfaktoren, die am häufigsten am Anfang der Entstehung kleiner Fehler im genetischen Code der Zellen stehen: Stress und freie Radikale. Um zu verstehen, wie Nukleotide wirken und welchen erstaunlichen gesundheitlichen Nutzen sie aufweisen, muss ein genauer Blick auf die Entstehung und die Auswirkungen von zellulären Fehlfunktionen geworfen werden:

### 1. Freie Radikale

Sauerstoffradikale sind der Hauptgrund für genetische Kodierungsfehler. Diese Fehler schädigen die DNA. Zwar können die Zellen derartige Schäden reparie-

ren, jedoch nur, wenn alle fünf Nukleotide ausreichend verfügbar sind. Bei einem Mangel kann ein falsches Nukleotid an der Stelle des eigentlichen Nukleotids verbaut werden. Tritt dieser Fehler in der DNA an einer wichtigen Stelle auf, stirbt die Zelle ab.

Taucht dieser Fehler aber an einer weniger bedeutsamen Stelle auf, wird er bei jedem Vorgang der Zellvermehrung auf die nachfolgenden Zellen übertragen. Dadurch kommt es häufig zu Problemen in der Proteinsynthese (wie beispielsweise einer weniger effizienten Wirkung des Insulins). Je mehr Fehler dieser Art sich ansammeln, desto wahrscheinlicher entstehen ernsthafte Gesundheitsprobleme. Auch Alterungsprozesse werden beschleunigt, was vorzeitig alle Nachteile des Alterns mit sich bringt.

## 2. Stress

Stress wird als große Gesundheitsgefahr noch immer stark unterschätzt. Viele Menschen leiden unter Dauerstress und riskieren dadurch Schäden an den Zellstrukturen und der DNA. Diese Schäden beschleunigen Alterungsprozesse und fördern die Entstehung von Krebs sowie neuropsychiatrischen Erkrankungen.

Darüber hinaus bewirkt dauerhafter Stress eine Verkürzung der Telomere, wodurch sich das aktive Zelleben drastisch reduziert. Normalerweise verkürzen sich die Telomere bei jeder Zellvermehrung. Sobald sie vollständig abgebaut sind, kann keine weitere Vermehrung stattfinden. Um diesen Zeitpunkt möglichst lang hinauszuzögern, ist das Enzym Telomerase in der Lage, die Telomere und somit auch die Lebensspanne der Zellen zu verlängern. Bei hohem Stress schüttet der Körper jedoch verstärkt Stresshormone wie Cortisol aus. Cortisol senkt die Effektivität der Telomerase, wodurch sich Stress doppelt negativ auswirkt: Er bezweckt, dass sich die Telomere schneller verkürzen und verhindert gleichzeitig aufgrund der Beeinträchtigung der Telomerase deren Reparatur.

Stress vermindert auch die Funktion des Immunsystems. Chronischer Stress, insbesondere psychischer Stress, unterdrückt sowohl die zelluläre als auch die humorale Abwehr. Da das Gehirn in ständiger Kommunikation mit dem Immunsystem steht, können psychische Störungen körperliche Symptome auslösen.

## 3. Nukleotide und deren Einfluss auf DNA-Schäden, Stress und Energiebildung

Eine ausreichende Versorgung mit Nukleotiden regt die Reparatur von DNA-Schäden an und reduziert die gesundheitsgefährdenden Auswirkungen von Stress. Nukleotide wirken der Verkürzung der Telomere sowie der Unterdrückung der Telomerase entgegen und verringern die Cortisol-Ausschüttung. Dadurch verbessern sich die Zellfunktionen und auch der Zelllebenszyklus verlängert sich. Nukleotide können sich auf diese Weise positiv auf die gesamte Gesundheit auswirken und die (gesunde) Langlebigkeit fördern.

Darüber hinaus kann eine Nahrungsergänzung mit Nukleotiden die Energiebildung und somit die Mitochondrien ankurbeln. Die Mitochondrien sitzen in den Zellen und fungieren als deren „Kraftwerke“, da sie die notwendige Energie in Form von ATP zur Verfügung stellen. Die Mitochondrien besitzen eine eigene DNA und vermehren sich in den Zellen in Abhängigkeit vom Energiebedarf. Diese Vermehrung ist wie die Zellvermehrung auf Nukleotide angewiesen. Die Mitochondrien decken den Energiebedarf der Zellen zu etwa 25 Prozent. Eine durchschnittliche Zelle muss täglich 10 Milliarden ATP produzieren, da dieses nicht gespeichert werden kann. Deshalb ist es unerlässlich, dass alle Zellen jeden Tag ausreichend versorgt werden.

Zur Energiebildung wird zudem Sauerstoff benötigt. Da Nukleotide die Bildung roter Blutkörperchen fördern, welche unter anderem für den Sauerstofftransport verantwortlich sind, erhöht eine gute Nukleotid-Zufuhr auch die Sauerstoffversorgung der Mitochondrien. Dies verbessert die Energiebildung und fördert ebenfalls die einwandfreie Funktion sowie Langlebigkeit der Zellen.

Des Weiteren können Nukleotide das Immunsystem bei akuten Infekten unterstützen. Bei einer Infektion müssen sich die weißen Blutkörperchen aus dem Knochenmark schnell vermehren können, um den „Eindringling“ effizient zu bekämpfen. Da die weißen Blutkörperchen in dieser Situation ihren eigenen Nukleotid-Bedarf nicht selbst decken können, kann die Nukleotid-Zufuhr über die Nahrung zumindest zeitweise essenziell werden. Es wurde bereits beobachtet, dass eine Supplementierung mit Nukleotiden bei Erkältungssymptomen die Schwere der Beschwerden insbesondere in der frühen Infektionsphase verringern kann. Ein erheblicher therapeutischer Nutzen kann unter anderem bei Ohrenschmerzen, einem Verlust des Geschmackssinns sowie bei Nasennebenhöhlenschmerzen erwartet werden.



# SPEZIFISCHE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR NUKLEOTIDE: DARMGESUNDHEIT, KREBS, SCHMERZSYNDROME, CHRONISCHE MÜDIGKEIT & ATP-PRODUKTION

## 1. Nukleotide und deren Einfluss auf die Darmgesundheit sowie Immunität

### 1.1 Das Mikrobiom und die Bedeutung der Bakteriendiversität

Über die Nahrung aufgenommene Nukleotide nehmen großen Einfluss auf die Darmflora, die Schleimhautschicht, die Zellen innerhalb des Darms und die gesamte Darmfunktion. Der Darm wiederum trägt maßgeblich zur körperlichen und seelischen Gesundheit des Körpers bei. In der Regel haben Menschen mit einer gesunden Darmflora und normalen Darmfunktionen ein stärkeres Wohlbefinden als Menschen, die Defizite oder Beschwerden im Bereich des Verdauungstraktes aufweisen.

Der Darm ist das am dichtesten besiedelte Ökosystem der Erde. Hundert Billionen (10 hoch 14) Bakterien leben im größten Organ des Immunsystems. Das Mikrobiom erreicht dabei ein Gesamtgewicht von rund zwei Kilogramm und hat in Summe eine höhere Stoffwechselleistung als die Leber. Die Mikroben und der Mensch gehen seit jeher eine Symbiose ein, die für beide Seiten ein großer Gewinn ist: Der Körper schenkt den Bakterien ein Zuhause und stellt ihnen Nahrung zur Verfügung. Im Gegenzug spalten die Mikroben die Nahrungsbestandteile auf und machen diese für den Körper verwertbar.

Obwohl dieses Wissen weit verbreitet ist, wird die Wichtigkeit einer ausgewogenen Darmflora noch immer von vielen Menschen unterschätzt. Dabei spielt sie eine zentrale Rolle in Bezug auf die Verdauungskraft und Immunabwehr. Chronische Erkrankungen, Autoimmunerkrankungen, vorzeitige Alterungsprozesse, Übergewicht, Allergien, Unverträglichkeiten - häufig ist bei all diesen Beschwerden auch ein unausgewogenes Mikrobiom nachweisbar. Einige

Wissenschaftler vermuten sogar, dass viele dieser Erkrankungen erst aufgrund einer anhaltenden bakteriellen Fehlbesiedlung entstehen. Wird die Darmgesundheit hingegen mit hilfreichen Substanzen wie Prä- und Probiotika, Nukleotiden, Vitaminen, Mineralstoffen, Amino- und Fettsäuren unterstützt, kann sich dies positiv auf den Verlauf der Erkrankungen auswirken.

Doch nicht nur die Menge der darmfreundlichen Bakterien ist entscheidend, auch auf die Vielfalt kommt es an. Untersuchungen ergaben, dass ein durchschnittlicher US-Bürger etwa 1.200 verschiedene Bakterienarten in sich trägt. Die Darmflora der Ureinwohner des venezolanischen Amazonasgebietes besteht aus mehr als 1.600 Bakterienarten. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die Ureinwohner kaum mit Verdauungsproblemen zu kämpfen haben, während sie längst zum Alltag vieler US-Bürger (und anderer Menschen aus Industrieländern) gehören.

Dieser Umstand hängt damit zusammen, dass die verschiedenen Bakterien unterschiedlich effizient Nahrung verwerten können. Eine größere bakterielle Vielfalt fördert deshalb ein niedriges Körpergewicht. Das spiegelt auch der Trend in den Industrienationen wieder: Die Bevölkerung weist dort eine geringere Bakterienvielfalt auf und neigt zunehmend zu Übergewicht. Der Rückgang der Bakterienarten hängt unter anderem mit ungünstigen Ernährungsgewohnheiten, übertriebener Hygiene, übermäßigem Stress und dem häufigen Einsatz von Antibiotika zusammen. Ungünstige Bakterien, die eine Gewichtszunahme fördern, gedeihen besser, während die guten Stämme (v. a. Bifidobakterien), die ein gesundes Immunsystem und Gewicht unterstützen, verdrängt werden.

Nach einer Antibiotikabehandlung klagen viele Betroffene über Gewichtsprobleme. Das betrifft auch Kinder: Untersuchungen zeigen, dass eine Antibiotikabehandlung in den ersten sechs Lebensmonaten die Tendenz zum Übergewicht im Alter von drei Jahren deutlich erhöht. Offenbar wird bereits in der frühen Kindheit der Grundstein für eine gesunde und schlank erhaltende Darmflora gelegt. Von entscheidender Bedeutung ist vor diesem Hintergrund auch die Versorgung mit Muttermilch. Säuglingsnahrung wird zwar mit Nukleotiden angereichert, kommt jedoch nicht an die Menge und Ausgewogenheit der natürlichen Muttermilch heran. Die Zusammensetzung der Muttermilch und die darin enthaltenen Nukleotide tragen maßgeblich zu einer normalen Darmflora (mit vielen Bifidobakterien), zu einer guten Darmgesundheit und starken Immunabwehr bei.

Die Darmflora von Kindern, die auf natürliche Weise zur Welt gekommen sind und gestillt wurden, besteht zu rund 95 Prozent aus Bifidobakterien. Bei Kindern, die mit Säuglingsnahrung versorgt wurden, liegt der Anteil bei nur rund 70 Prozent. Weitere Untersuchungen ergaben, dass Kinder, die im Alter von sieben Jahren übergewichtig sind, häufig einen deutlichen Mangel an Bifidobakterien, aber einen Zuwachs an Staphylokokken haben. Selbstverständlich hängt das Körpergewicht aber nicht nur von der Anzahl der darmfreundlichen Bakterien, sondern auch von einer abwechslungsreichen Ernährung ab.

### 1.2 Der umfangreiche Nutzen einer hohen Nukleotid-Zufuhr

Wissenschaftler konnten bereits zahlreiche positive Auswirkungen einer Nahrungsergänzung mit Bifidobakterien nachweisen. Diese reichen von einer allgemeinen Verbesserung des Gesundheitszustandes bis zum Schutz vor Infektionen und weiteren beeindruckenden Wirkungen innerhalb und außerhalb des Darms. Bifidobakterien werden außerdem mit der Bildung verschiedener (wahrscheinlich) gesundheitsfördernder Stoffwechselprodukte in Verbindung gebracht. Dazu zählen zum Beispiel Bakteriozine, konjugierte Linolsäure und kurzkettige Fettsäuren.

Wie bereits erwähnt, wirken sich die mit der Nahrung aufgenommenen Nukleotide auch direkt auf die gesamte Gesundheit des Darms, einschließlich des Mikrobioms und Immunsystems, aus. Die Bifidobakterien können (ebenso wie beispielsweise bestimmte Zellen des Immunsystems während eines Infekts) Nukleotide nicht selbst produzieren. Sie sind somit auf eine externe Zufuhr angewiesen. Werden genügend leicht verfügbare Nukleotide über die Nahrung aufgenommen, können sich die Bifidobakterien prächtig vermehren und ihre positiven Auswirkungen auf die Gesundheit entfalten. Eine unzureichende Versorgung kann die Verbreitung hingegen einschränken.

Die Darmschleimhaut (Mukosa) stellt eine enorm wichtige Barriere zwischen Außen- und Innenwelt dar, denn sie dichtet den Darm ab. In einem gesunden Darm kleidet sie die gesamte Oberfläche aus und liegt schützend auf den Darmzotten. Sie verhindert dadurch, dass Keime und andere Schadstoffe in den Blutkreislauf gelangen und sich im Körper verteilen. Ist die Mukosa beschädigt, können sich Bakterien, Viren und andere unerwünschte Substanzen direkt auf die Darmzellen legen und diese zerstören. Eine beschädigte Mukosaschicht steht unweigerlich in Zusammenhang mit Allergien, Reizdarmsyndrom, Leaky Gut und Entzündungen. Untersuchungen der Darmschleimhaut haben gezeigt,

dass die zusätzliche Einnahme von Nukleotiden in therapeutischen Mengen die Durchgängigkeit und Funktionalität der Mukosa fördert.

Im Normalfall liegen die Darmzotten unter der Mukosa. Diese sind für die Nährstoffaufnahme unerlässlich. Je höher sie sind, desto effizienter können Nährstoffe aufgenommen werden. Untersuchungen haben ergeben, dass eine große Zufuhr von Nukleotiden auch die Höhe der Darmzotten beeinflusst. Nukleotide ermöglichen ein Wachstum um bis zu 25 Prozent und unterstützen somit auch die optimale Nährstoffaufnahme. Darüber hinaus können Nukleotide, insbesondere Pyrimidine, die Anfälligkeit für kleine Läsionen senken und damit das Risiko für Entzündungen reduzieren. Ist die Nahrung reich an Nukleotiden, trägt dies zum Erhalt einer ausgewogenen Darmflora bei und fördert die Darmgesundheit umfassend.

Herausragend an den Studien war jedoch die Erkenntnis, dass die alleinige Einnahme von Nukleotiden innerhalb weniger Monate die Situation der Darmschleimhaut sowie der Darmzotten signifikant verbesserte. Es wurden keine weiteren Nährstoffe supplementiert und keine Prä- oder Probiotika verabreicht. Das bedeutet, dass auch bei Darmschäden und Darmentzündungen unklarer Ursache die Nukleotide große Wirkungen erzielen können.

Viele Menschen, die unter Verdauungsbeschwerden leiden, wissen nicht, dass womöglich eine unentdeckte Allergie oder Unverträglichkeit bzw. Sensitivität zugrunde liegt. Auch bei Reizdarmsyndrom, Leaky Gut und chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen liegt selten eine klar erkennbare Ursache vor, die eliminiert werden könnte. Bei einer gesicherten Zöliakie weiß man, dass Gluten hauptsächlich für die Reizungen verantwortlich ist und kann diesen Reizstoff meiden (wobei anschließend zur Regeneration der geschädigten Darmzotten ebenfalls eine Nukleotid-Einnahme empfehlenswert ist). Bei anderen Beschwerdebildern ist dies nicht immer eindeutig. Nukleotide können sowohl bei Erkrankungen klaren als auch ungeklärten Ursprunges hilfreich sein. Das verleiht Nukleotiden einen Status als allumfassendes Darmtherapeutikum.

## 2. Nukleotide und deren Einfluss auf die Krebsentstehung sowie -therapie

### 2.1 Von der gesunden Zelle zur Krebszelle

Wie bereits erwähnt, tragen Nukleotide unter anderem zur Zellregeneration bei. Im Zusammenhang mit der Krebsentstehung stellt sich nun die Frage: Profitieren auch bösartige oder potenziell bösartige Zellen von einer erhöhten Zufuhr an Nukleotiden? Beschleunigen Nukleotide womöglich das Krebswachstum? Obwohl noch zahlreiche weitere Studien zu diesem Thema notwendig sind, so zeigen bisherige Ergebnisse eine Tendenz zur Tumorbekämpfung auf. Warum Nukleotide Krebs sogar entgegenwirken können, wird bei einem genauen Blick auf die Entstehungsfaktoren dieser Erkrankung deutlich:

Die Krebsentstehung ist ein mehrstufiger Prozess. Zugrunde liegen Mutationen in ursprünglich gesunden Zellen aufgrund von gravierenden Veränderungen in der Abfolge der Nukleotide in der DNA. Häufig sind mehrere Mutationen notwendig, damit aus einer normalen Zelle eine Krebszelle wird. Beispielsweise wurde bei Darmkrebs festgestellt, dass in mehreren unterschiedlichen Genen Mutationen erfolgen müssen, damit eine gesunde Epithelzelle zur Darmkrebszelle wird.

Es wird vermutet, dass jeden Tag Tausende solcher Mutationen im Körper stattfinden, ohne dass sofort Krebs entsteht. Wie ist das möglich? Der Organismus verfügt über mehrere Schutzmechanismen. Derartige Mutationen werden erkannt und durch DNA-Reparaturprozesse behoben. Ist eine Reparatur nicht möglich, stirbt die Zelle ab. Dadurch wird verhindert, dass sich die fehlerhafte DNA vermehrt. Krebs entsteht, wenn der Körper die Mutation nicht erkennt oder der kontrollierte Zelltod nicht eingeleitet wurde und die DNA dieser Zelle weiterhin dauerhaft verändert wird. Am kritischsten sind Veränderungen in den sogenannten Onkogenen und Tumorsuppressorgenen. Die Onkogene programmieren den Zellzyklus in Richtung Mitose (Zellkernteilung), die Tumorsuppressorgene halten den Zellzyklus an und/oder leiten den Zelltod (Apoptose) ein.

In Anbetracht der Tatsache, dass der Körper täglich Tausende Mutationsprozesse erfolgreich bewältigt, kommt es nur selten vor, dass sich eine fehlerhafte Zelle vermehrt und die Mutation an die Tochterzellen weitergibt. Ist dies aber geschehen, kann es zum Wachstum der entarteten Zellen kommen. Zunächst entsteht ein Mikrotumor, der einen maximalen Durchmesser von 0,5 Millime-

tern aufweist. Besonders bei älteren Menschen konnte beobachtet werden, dass diese zwar Mikrotumore in sich tragen, der Körper aber über Schutzmechanismen verfügt, die deren weiteres Wachstum unterdrücken.

Damit aus einem Mikrotumor ein vollwertiger Tumor entsteht, benötigen die entarteten (malignen) Zellen zusätzliche Nahrung und Sauerstoff. Für diesen Zweck muss die Durchblutung des Tumors erheblich erhöht werden. Dies geschieht durch die Bildung neuer Blutgefäße (sog. Angiogenese). Da der Tumor nun über die neugebildeten Gefäße optimal mit Nährstoffen und Sauerstoff versorgt werden kann, kann er unaufhörlich wachsen.

### 2.2 Tumorbekämpfung mit Nukleotiden?

Viele Untersuchungen zeigen bisher, dass eine zusätzliche Einnahme von Nukleotiden weder eine Krebserkrankung auslöst noch das Wachstum eines bestehenden Tumors fördert. Tatsächlich scheint die Einnahme sogar zur Tumorbekämpfung beizutragen.

Krebszellen können nur beschränkt Nukleotide aufnehmen, weshalb eine externe Zufuhr nicht das Krebswachstum beschleunigt. Die Zellen des Immunsystems können hingegen nicht selbst Nukleotide bilden und sind insbesondere während einer schwerwiegenden Erkrankung wie Krebs auf eine zusätzliche Aufnahme angewiesen. Diese Zellen nehmen Nukleotide sehr schnell auf und können dadurch bösartige Zellen effektiver erkennen sowie bekämpfen.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass Krebszellen ihren Bedarf an Nukleotiden durch eigene Produktion sowie optimierte Wiederverwendung decken können. Da Krebszellen auch einen größeren Nukleotid-Pool besitzen als gesunde Zellen, sind sie deutlich weniger von einer Nukleotid-Aufnahme über die Nahrung abhängig. Sie benötigen für ihr Wachstum keine externe Zufuhr. Gesunde Zellen hingegen müssen ihren Nukleotid-Pool permanent auffüllen. Die zusätzlichen Nukleotide stärken und unterstützen also viel mehr das Immunsystem als den Krebs und gleichen den natürlichen Vorsprung der Krebszellen zugunsten der Immunzellen aus.

Des Weiteren ergaben Untersuchungen, dass bei einer ausreichenden Verfügbarkeit von Glutamin und anderen nicht-essenziellen Aminosäuren die Zugabe von Nukleotiden keinen Einfluss auf die Vermehrung von bösartigen Darmkrebszellen hat. Die Vermehrung von gesunden Körperzellen erhöht sich je-

doch. Von einer Nahrungsergänzung oder optimierten Ernährung hinsichtlich der Nukleotid-Versorgung profitieren demzufolge nur die normalen Körperzellen, die dadurch die Kraft haben, einen wirksamen Schutz vor dem Wachstum der bösartigen Zellen zu bilden.

Nukleotide sind in der Lage, die Aktivität der Natürlichen Killerzellen (NK-Zellen) sowie der Makrophagen zu stimulieren. NK-Zellen sind maßgeblich an der Immunantwort gegenüber Krebszellen beteiligt und gehören funktional zur unspezifischen zellulären Abwehr. Sie können Tumorzellen, aber auch virusinfizierte Zellen identifizieren und abtöten. Im Kampf gegen Krebs ist nicht nur die ausreichende Anzahl an NK-Zellen entscheidend, sondern besonders ihre Aktivität. Damit die NK-Zellen aktiv entstehende Tumorzellen vernichten können, sind sie auf eine hohe Zufuhr von Nukleotiden angewiesen. Zudem können zusätzliche Nukleotide das spontane Wachstum bösartiger Zellen unterdrücken.

Des Weiteren ist es Forschern gelungen, nachzuweisen, dass bestimmte Onkogene eine Genominstabilität (genetische Instabilität) induzieren. Dadurch treten die Zellen unkoordiniert in die sogenannte S-Phase (Abschnitt der Interphase) des Zellzyklus ein, wodurch es zu einem Mangel an wichtigen Faktoren für eine korrekte Kopie der DNA kommt. Während der Interphase bilden die Zellen fehlende Bestandteile aus, verdoppeln das genetische Material und vergrößern die Tochterzellen. Aufgrund des unkoordinierten Übergangs werden die Zellen jedoch dazu gezwungen, sich trotz eines ungenügenden Pools an Nukleotiden zu vermehren. Dieser Prozess wird dadurch fehleranfällig, was letztendlich zu DNA-Schäden sowie zur genetischen Instabilität führt. Eine erhöhte orale Nukleotid-Zufuhr kann das verhindern und der Bildung von Krebszellen entgegenwirken. Sind genügend Nukleotide vorhanden, können sich die Zellen normal teilen.

Eine weitere beeindruckende Fähigkeit der Nukleotide bezieht sich auf die Verhinderung der sogenannten Chromosomeninstabilität in Krebszellen: Jede gesunde menschliche Zelle besitzt 46 Chromosomen, von denen jedes im Grunde eine lange DNA-Kette ist. Bei einigen Darmkrebskrankungen hat sich aber herausgestellt, dass sich die Anzahl im Verlauf der Erkrankung ändern kann. Dieser Vorgang wird als chromosomale Instabilität bezeichnet. Dieser Umstand hat zur Folge, dass die Zellen innerhalb eines Tumors sehr vielfältig sind, was die Resistenzbildung verstärkt. Forscher konnten durch die Zufuhr von Nukleosiden (Moleküle bestehend aus einer Nukleinbase und einem Einfachzucker) die Chromosomeninstabilität sowie das Auftreten weiterer Kopierfehler verhindern.

Neuere Studien zeigen außerdem, dass das Nukleotid Inosin (und möglicherweise auch andere Nukleotide) die Aktivität der T-Zellen erhöhen kann. Diese können Krebszellen dadurch effizienter bekämpfen. Immuntherapien mit T-Zellen haben sich unter anderem in der Behandlung von B-Zell-Leukämien, Melanomen, Blasenkrebs und nicht-kleinzelligem Lungenkrebs bewährt. Der Erfolg der T-Zell-Therapie beschränkt sich jedoch auf weniger als ein Viertel der Krebsarten. Deshalb befassen sich viele Wissenschaftler mit neuen Möglichkeiten, die T-Zell-Therapie zu verbessern.

Untersuchungen belegen, dass Krebszellen stoffwechselstark sind und eine Barriere als Schutz vor der von den T-Zellen angeführten Immunantwort errichten. Häufig verdrängen Krebszellen die sogenannten Effektor-T-Zellen (Immunzellen). Im Labor zeigten die aktivierten Effektor-T-Zellen wie erwartet einen Zucker-dominierten Stoffwechsel. Überraschend war jedoch, dass sie auch eine hohe metabolische Aktivität gegenüber des Nukleosids Inosin aufwiesen. Da Krebszellen Glukose zu ihrem Vorteil nutzen, wird im Rahmen der Krebstherapie meist eine zuckerarme Ernährung empfohlen. Der Nachteil: Darunter leiden auch die T-Zellen. Inosin kann aber, wenn es in hohen Mengen verfügbar ist, das Wachstum der T-Zellen nach dem Glukose-Entzug wiederherstellen, indem es den ATP-Verlust kompensiert. Die Effektor-T-Zellen können auf diese Weise besser in der Umgebung des Tumors überleben.

### 2.3 Zusammenfassung und Hinweise zur Einnahme während der Krebstherapie

Zusammenfassend haben bisherige Untersuchungen ergeben, dass Nukleotide weder Krebs auslösen noch das Wachstum eines bestehenden Tumors beschleunigen. Viel mehr unterstützen sie das Immunsystem im Kampf gegen die Erkrankung und können zum Erfolg der Standardtherapien beitragen. Auch können Nukleotide das Wachstum einiger Krebsarten verlangsamen und die Apoptose (Zelltod) der Krebszellen bezwecken. Dennoch sollten Nukleotide insbesondere bei Krebs nicht ohne ausführliche ärztliche Beratung und Kontrolle eingenommen werden.

Auch können sie möglicherweise mit einer Chemotherapie interagieren. Die Einnahme während einer Chemotherapie ist daher nicht empfehlenswert. Vor Beginn einer Chemotherapie können Nukleotide jedoch hilfreich sein, um die Körperfunktionen (z. B. Darm, Immunsystem) zu optimieren und die Nebenwirkungen der anschließenden Krebstherapie zu reduzieren. Nach Abschluss

der Chemotherapie können Nukleotide zum Wiederaufbau des Immunsystems beitragen und die Heilung geschädigter Strukturen (z. B. im Darm) anregen. Darüber hinaus gibt es Chemotherapien, bei denen die Zellvermehrung vollständig unterdrückt werden soll. In diesem Fall dürfen Nukleotide nicht eingenommen werden. Bei einer Strahlentherapie können Nukleotide hingegen vor, während und nach der Behandlung eingesetzt werden. Ziel ist es hierbei, die Reparatur geschädigter Körperzellen zu unterstützen.

### 3. Nukleotide und deren Einfluss auf Schmerzsyndrome

#### 3.1 Chronische Schmerzen und Neuropathien

Im Wesentlichen können Schmerzen aus zwei Gründen chronisch werden: Erstens, wenn das zugrunde liegende Problem nicht vollständig ausheilen konnte. Zweitens, wenn die Ursache zwar ausheilen konnte und somit keine offensichtlichen Verletzungen des Gewebes mehr vorliegen, aber es zu einer Schädigung der Nerven kam, die für die Schmerzübertragung zuständig sind. In der Medizin werden diese Schmerzen als neuropathische Schmerzen bezeichnet.

Bei der peripheren Neuropathie ist das periphere Nervensystem (umfasst alle Nerven außerhalb des Gehirns und Rückenmarks) geschädigt. Zu den Symptomen zählen unter anderem Schmerzempfindungen, die an Stromschläge erinnern, Taubheitsgefühle, Kribbeln, Brennen, gesteigerte Schmerzempfindlichkeit (Allodynie) und andere sensorische oder autonome Beschwerden.

Eine der häufigsten Ursachen für Neuropathien ist Diabetes. Rund jeder zweite Diabetiker leidet an neuropathischen Beschwerden. Darüber hinaus können aber auch andere Erkrankungen, Alkoholabusus, Infektionen, Medikamente, ein Vitamin-B-Defizit, eingeklemmte Nerven oder Umwelttoxine Auslöser sein. Auch das Karpaltunnelsyndrom, welches schätzungsweise 4 bis 5 Prozent der Bevölkerung betrifft, kann ursächlich sein. Des Weiteren können Nacken- oder Rückenschmerzen die Folge einer Verletzung des Spinalnerves sein. Leiden die Betroffenen hingegen unter schlagartigen Schmerzen, die in die Arme oder Beine schießen, könnte eine Reizung oder Kompression der Nervenwurzeln in der Wirbelsäule vorliegen.

Weitere häufige Syndrome sind die Gürtelrose sowie postherpetische Neuralgie, Phantomschmerzen, Schmerzen bei Multipler Sklerose, schmerzhaft

Narben (Neurome) und Trigeminusneuralgie (der Trigeminusnerv ist für die Gefühlswahrnehmung im Gesicht verantwortlich).

Hält ein Schmerz sehr lange an, kann es zu Veränderungen im Gehirn und Rückenmark kommen. Das bedeutet, dass selbst nach einem Abheilen der Ursache der Schmerz unverändert wahrgenommen wird, da er sich ins Gehirn „eingebrennt“ hat. Das ist für die Betroffenen enorm belastend, denn bereits ein geringer Reiz genügt, um eine starke bis extreme Schmerzempfindung auszulösen. Manchmal ist der Reiz so gering, dass er nicht einmal nachgewiesen werden kann. Da der Körper ständig gewissen Reizen ausgesetzt ist, leiden die Patienten permanent unter starken Schmerzen.

Chronische Schmerzen können meist nur mit verschiedenen Schmerzmitteln wie NSAR (z. B. Ibuprofen, Diclofenac, Naproxen) oder Gaba-Analoga behandelt werden. Dabei kann aber stets nur das Symptom unterdrückt werden. Für die Patienten ist die dauerhafte erfolglose Einnahme sehr frustrierend. Depressionen und andere emotionale Beschwerden sind deshalb häufige Begleiterscheinungen. Auch dürfen die schädlichen Auswirkungen einer kontinuierlichen Medikamenteneinnahme nicht vernachlässigt werden.

Aus diesem Grund sucht die Orthomolekularmedizin seit Jahren nach Therapiemöglichkeiten, die die unterschiedlichen Schmerzsyndrome nebenwirkungsarm lindern können. Bei leichten bis mittelgradigen Schmerzen werden bereits erfolgreich orthomolekulare Therapien eigenständig oder ergänzend zur medikamentösen Behandlung eingesetzt.

#### 3.2 Nukleotide und B-Vitamine: Ein wirkungsvolles Zusammenspiel bei Schmerzen

Der Vitamin-B-Komplex ist an unzähligen Körperprozessen beteiligt und wird in der orthomolekularen Therapie bei nahezu allen Erkrankungen unterstützend eingesetzt. Dem Vitamin-B-Komplex werden die wasserlöslichen Vitamine Thiamin (B1), Riboflavin (B2), Niacin bzw. Niacinamid (B3), Pyridoxin (B6), Cobalamin (B12), Folsäure (B9), Pantothenensäure (B5) und Biotin (B7) sowie Inosit, Cholin und Para-Aminobenzoessäure (PABA; Baustein der Folsäure) zugeordnet. In der Schmerzbehandlung haben sich insbesondere Thiamin (B1), Pyridoxin (B2), Folsäure (B9) und Methyl- bzw. Cyanocobalamin (B12) etabliert. Die B-Vitamine sind wichtig für die Synthese der Nukleinsäuren sowie Proteine. Darüber hinaus sind sie unerlässlich für die Bildung von Phosphatidylcho-

lin. Phosphatidylcholin ist ein Phospholipid in der Zellmembran, welches aus Cholin und dem Nukleotid Cytidin-Triphosphat entsteht. Es kann aber auch für die Acetylcholinsynthese in Cholin umgewandelt werden.

In den zurückliegenden Jahrzehnten konnten in zahlreichen Tierversuchen schmerzlindernde und antineuralgische Effekte der B-Vitamine nachgewiesen werden, wobei in diesem Bereich die Vitamine B<sub>1</sub> und B<sub>12</sub> besonders herausstechen. Zu den Wirkungen zählen unter anderem die Regeneration beschädigter Nervenfasern, die Stabilisierung der elektrischen Nervenerregbarkeit, die Erhöhung der Nervenleitungsgeschwindigkeit und die Erhöhung der Verfügbarkeit sowie der Wirksamkeit von Noradrenalin sowie Serotonin in den schmerzhemmenden neuronalen Wegen. Außerdem wurden Wechselwirkungen mit Mediatoren beobachtet, die Schmerzen an denen für die Schmerzwahrnehmung zuständigen Rezeptoren (Nozizeptoren) verursachen.

Studien ergaben, dass die Nukleotide Uridintriphosphat (UTP) und Cytidinmonophosphat (CMP) aus der Gruppe der Pyrimidine sowohl in Kombination mit B-Vitaminen als auch alleinstehend die Schmerzintensität bei Patienten mit Rückenschmerzen, diabetischer Neuropathie sowie bei Schmerzen aufgrund von Veränderungen im Bereich der Halswirbelsäule oder durch verletzungsbedingte Kompressionen verringern. UTP und CMP stimulieren die Synthese von Nervenzellproteinen, Nervenzellmembranen sowie Myelinhüllen. Sie sind somit entscheidend an peripheren neuroregenerativen Prozessen beteiligt.

### 3.3 Schmerzlindernde Nukleotide: Uridin und Cytidin

Die Nukleotide Uridin und Cytidin (Pyrimidine) sind für den Zellstoffwechsel von fundamentaler Bedeutung. Sie sind Bestandteile der DNA und an der Translation sowie Transkription des Erbguts beteiligt. Darüber hinaus sind sie in den Energietransfer für chemische Bindungen, in die intrazelluläre Signalübertragung, den Transfer von Radikalen im Intermediärstoffwechsel (Umwandlung von Metaboliten geringer Molekülmasse ineinander) und die Neurotransmission (Kommunikation zwischen Neuronen und Synapsen) involviert.

In einer Studie zu akuten, jedoch nicht verletzungsbedingten Rückenschmerzen zeigte die Kombination von Uridintriphosphat (UTP), Cytidinmonophosphat (CMP) und Hydroxocobalamin (Form des Vitamin B<sub>12</sub>) schmerzlindernde Eigenschaften. Die Kombination dieser drei Substanzen kann somit als wirksame Therapie für die periphere Neuroregeneration betrachtet werden.

In weiteren Untersuchungen, sowohl in Verbindung mit Vitamin B<sub>12</sub> als auch ohne, konnten unterschiedliche vorteilhafte Effekte der beiden Nukleotide aufgezeigt werden. Dazu zählen zum Beispiel die Linderung neuropathischer Schmerzen, die Beschleunigung der Nerven- sowie Muskelfaserregeneration, die Erhöhung der Nervenleitungsgeschwindigkeit und eine Steigerung der Axonmyelinoberfläche sowie -dicke (Biomembran, welche die Axone (Fortsätze der Nervenzellen) umhüllt). Darüber hinaus führte die Supplementation von Nukleotiden auch zu einem erhöhten Spiegel an schützenden Phospholipiden wie Phosphatidylcholin und Phosphatidylethanolamin. In den Studien wurden die Effekte an Patienten beobachtet, die an diabetischer Neuropathie, Lendenschmerzen, akuten nicht-traumatischen Schmerzen, traumatisch-kompressiven Läsionen und Gebärmutterhalsschmerzen litten.

Bis aus freiem Cholin Membran-Phosphatidylcholin wird, sind mehrere Umwandlungsschritte notwendig. Dabei ist der geschwindigkeitsbestimmende Schritt während der Phosphatidylcholin-Synthese die Bildung von CDP-Cholin (Citicholin) aus CTP (Cytidintriphosphat) und Phosphatcholin. In Versuchen an Ratten zeigte sich, dass die zusätzliche Gabe von Nukleotiden die CTP-Werte des Gehirns erhöhte. Darüber hinaus steigerte Uridin, welches in UTP und CTP umgewandelt wird, die Bildung von CDP-Cholin, welches wiederum der unmittelbare Vorläufer des Phosphatidylcholins ist.

Der Körper benötigt drei Vorstufen, um Phosphatidylcholin zu synthetisieren: Cholin, Uridin (sowie gegebenenfalls Cytidin) und mehrfachungesättigte Fettsäuren. In einer Studie an Wüstenmäusen konnte beobachtet werden, dass die Gabe der Omega-3-Fettsäure DHA (Docosahexaensäure) in Kombination mit Uridin zu einer signifikanten Erhöhung des Phosphatid-Level im Gehirn führte. Die Autoren vermuten, dass diese Kombination nicht nur Einfluss auf die Schmerzwahrnehmung nimmt, sondern auch bei neurodegenerativen Erkrankungen wirkungsvoll sein könnte.

## 4. Nukleotide und deren Einfluss auf chronische Müdigkeit und die ATP-Produktion

### 4.1 Chronische Müdigkeit: Schlaf ist nicht genug

Eine zu kurze Nachtruhe, Zeitumstellungen oder Reisen in andere Zeitzonen ziehen starke Müdigkeit nach sich. Die Auswirkungen dieser simplen Ursachen lassen sich leicht durch Erholung korrigieren, sodass Betroffene nach wenigen Tagen wieder fit sind. Dramatisch ist jedoch, wenn sich Personen trotz einer angemessenen Schlafdauer permanent müde und erschöpft fühlen. In der Medizin wird dies als Fatigue bezeichnet. Betroffene leiden unter einem massiven Energiemangel und einem gesteigerten Bedarf an Ruhephasen, der unverhältnismäßig zu den alltäglichen Aktivitäten steht.

Sind vorübergehende besondere Situationen die Auslöser der anhaltenden Erschöpfung, reguliert sich der Körper meist nach wenigen Wochen oder Monaten von selbst, sodass keine besondere Therapie notwendig ist. Hierzu zählen zum Beispiel Infektionen, eine kurzzeitige medikamentöse Behandlung, emotionale Belastungen, vorübergehender Stress, hormonelle Umstellungen (wie Schwangerschaft, Wechseljahre) oder vorübergehende hormonelle Störungen. Die ergänzende Einnahme von Mikronährstoffen sowie eine Optimierung des Lebensstils unterstützen den Körper dabei, zu seiner Balance zurückzufinden.

Halten die Ursachen jedoch an oder sind nicht offensichtlich erkennbar, beginnt ein Teufelskreis, bei dem der Körper von Tag zu Tag immer mehr Energie verliert und die Erschöpfung wächst. Chronische Müdigkeit kann einerseits durch einen erhöhten Energieverbrauch (ATP-Verbrauch) und andererseits durch eine verringerte ATP-Produktion in den Mitochondrien entstehen. Chronische Müdigkeit ist also stets mit einem Mangel an ATP verbunden.

Da der Körper aber für alle Funktionen ATP benötigt, löst dieser dauerhafte ATP-Mangel neben der anhaltenden Müdigkeit weitere Symptome sowie im späteren Verlauf Erkrankungen aus. Hierzu zählen besonders:

- starkes, anhaltendes Unwohlsein nach körperlicher Anstrengung
- Sport und körperliche Aktivität verstärken die Müdigkeit
- hohes Schlafbedürfnis, wobei der Schlaf nicht als befriedigend wahrgenommen wird
- Schlafstörungen

- gesteigerte Schmerzempfindlichkeit und Schmerzwahrnehmung, Neigung zu Kopf-, Rücken-, Muskel- und Gelenkschmerzen, Migräne
- Schwäche, Schwindel, Lichtempfindlichkeit
- Konzentrationsschwierigkeiten, Antriebslosigkeit, depressive Verstimmungen, Reizbarkeit, Stimmungsschwankungen, mangelndes Interesse an üblichen Aktivitäten, sozialer Rückzug; im weiteren Verlauf sind ausgeprägte psychische Erkrankungen wie Depressionen oder Burn-out möglich
- Grippe-ähnliche Symptome
- Neigung zur Entwicklung neuer Allergien, Unverträglichkeiten, Überempfindlichkeiten

Betroffene leiden stark unter den Beschwerden - mit verheerenden Auswirkungen auf ihren Alltag, das Berufs-, Privat- und Familienleben bzw. Partnerschaften. Es ist deshalb unerlässlich, die individuellen Ursachen der chronischen Müdigkeit ausfindig zu machen. Infrage kommen zum Beispiel:

- Nährstoffmangel
- Erkrankungen wie Herzschwäche, Schilddrüsenunterfunktion, Diabetes, Schlafapnoe, Nierenschwäche, psychische Erkrankungen, Asthma, COPD, Rheuma, chronisch-entzündliche Erkrankungen, Magen-Darm-Erkrankungen (auch Zöliakie, Leaky-Gut etc.), unentdeckte Allergien oder Nahrungsmittelunverträglichkeiten, Krebserkrankungen, Alkoholabusus, unentdeckte Infektionen (z. B. Borreliose, Hepatitis)
- Nebenwirkungen einer regelmäßigen Medikamenteneinnahme
- Hormonstörungen
- Schlafstörungen
- psychische und/oder körperliche Überanstrengung, Dauerstress

### 4.2 Die ATP-Produktion mit Nukleotiden erhöhen: Auch für Sportler von großer Bedeutung!

Unabhängig davon, was ursächlich für die chronische Müdigkeit ist, kann eines mit Gewissheit gesagt werden: es mangelt dem Körper an ATP. Und ohne Energie ist weder Gesundheit noch Heilung möglich. Neben einer Nährstofftherapie (insbesondere mit Vitamin C und dem Vitamin-B-Komplex), der Anpassung des Lebensstils und ggf. einer weiteren Ursachenbehebung ist die Erhöhung des ATPs von zentraler Bedeutung im Kampf gegen chronische Müdigkeit.

Das Energieübertragungsmolekül ATP besteht aus dem Nucleotid Adenosin und drei Phosphatgruppen. Nucleotide sind somit nicht nur unerlässliche Bausteine unserer Genetik, sondern auch fundamental in die Energieproduktion und deren Verteilung involviert. Da die Energieproduktion in den Mitochondrien stattfindet, kann eine Supplementierung mit Nucleotiden die Tätigkeit und Funktionalität dieser „Kraftwerke“ verbessern, die Langlebigkeit der Zellen fördern und die dem Körper zur Verfügung stehende Energiemenge erhöhen.

Hat der Körper viel Energie (ATP), erfüllt er auch die Grundvoraussetzung, um Heilungsprozesse in Gang zu setzen. Darüber hinaus führt das Mehr an ATP zu einem regelrechten Aufschwung, sodass sich Betroffene, die unter chronischer Müdigkeit oder Erschöpfung leiden, innerhalb kürzester Zeit wesentlich energiegeladener fühlen. Sie können ihren Alltagsaktivitäten wieder nachgehen und gewinnen an Lebensqualität.

Zudem fördern Nucleotide die Bildung roter Blutkörperchen, welche für den Sauerstofftransport verantwortlich sind. Eine gute Sauerstoffversorgung erhöht sowohl die körperliche als auch die geistige Leistungsfähigkeit. In diesem Zusammenhang wurden bereits eindrucksvolle Studien mit Leistungssportlern durchgeführt. Diese ergaben unter anderem, dass bei einer Supplementierung mit Nucleotiden im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich weniger Muskelschäden aufgrund der starken sportlichen Belastung entstanden und die Sauerstoffversorgung der Muskulatur deutlich höher war. Auch benötigten die Sportler nur eine sehr kurze Erholungsphase und konnten das Training schneller wieder aufnehmen. Das Muskelwachstum sowie die Ausdauer waren ebenfalls verbessert.

Die Sportler verfügten über deutlich mehr Energie als die Kontrollgruppe und empfanden die sportliche Herausforderung um 10 Prozent weniger anstrengend als die Placebogruppe. Auch wurde beobachtet, dass die Gruppe mit Nucleotid-Einnahme 10 Prozent schneller auf Kurzstrecken sprinten konnte und die Herzfrequenz dabei noch 10 Prozent niedriger war als in der Kontrollgruppe. Ein weiterer Vorteil der Nucleotid-Einnahme besteht langfristig im Wachstum der Darmzotten: Je höher die Darmzotten sind, desto effektiver können die Nährstoffe aus der Nahrung aufgenommen werden. Je besser der Körper mit Nährstoffen versorgt ist, desto größer ist die Leistungsfähigkeit. Durch die Einnahme von Nucleotiden können die Darmzotten um bis zu 25 Prozent höher wachsen.

Darüber hinaus leiden viele Leistungssportler unter einem anfälligen Immunsystem, da die permanente extreme körperliche Belastung die Cortisol-

Ausschüttung (ähnlich wie Dauerstress) steigert, was wiederum zu einer Schwächung des Immunsystems führt. Untersuchungen ergaben, dass die Cortisol-Ausschüttung durch die Einnahme von Nucleotiden signifikant gesenkt werden kann, wodurch die Immunleistung weniger beeinträchtigt wird. Daraus ergeben sich weniger krankheitsbedingte Trainingsausfälle durch weniger Infektionen.



## FAZIT: NUKLEOTIDE SIND VON FUNDAMENTALER BEDEUTUNG FÜR DIE GESUNDHEIT!

---

**N**ukleotide sind bisher von der Medizin zu Unrecht vernachlässigt worden. Sie sind an fast allen biologischen Prozessen beteiligt und spielen in den verschiedenen Stufen des Stoffwechsels eine wichtige Rolle. Nukleotide sind unerlässliche Bestandteile der Stränge der DNA sowie der RNA und kommen somit in jeder einzelnen Zelle des Körpers vor. Auch der überlebenswichtige Energieträger ATP besteht aus einem Nucleotid, dem Purin Adenosin. Darüber hinaus unterstützen Nucleotide die Darmgesundheit, das Immunsystem, die fehlerfreie Zellteilung, die Zellregeneration, die Signalübertragung, die Neuroregeneration und die Neuroprotektion.

Die meisten Körperzellen können ihren Nucleotid-Bedarf fast vollständig selbst decken. Dies geschieht einerseits über die De-novo-Synthese, bei der die Nucleotide aus einfacheren Molekülen neu zusammengesetzt werden und andererseits über das „Recycling“ der Nucleotide aus abgestorbenen Zellen (Salvage-Pathway). Es gibt jedoch auch Zellen, die nicht in der Lage sind, sich selbst mit Nucleotiden zu versorgen. Hierzu zählen besonders Hirn-, Immun-, Knochenmark- und Darmzellen. Sie sind auf eine ausreichende Zufuhr über die Nahrung angewiesen.

Nucleotide sind zwar in allen Nahrungsmitteln enthalten, jedoch sind die Mengen in Obst, Gemüse und Fisch zu gering, um den Körper angemessen zu versorgen. Sehr gute Quellen sind tierische Innereien wie Leber, Kutteln, Zunge oder Nieren. Da diese Nahrungsmittel in der modernen Ernährung kaum noch auf dem Speiseplan stehen, sind nicht nur Veganer und Vegetarier von einem Mangel bedroht. Typische Belastungen des modernen Lebensstils wie Stress, Umwelttoxine und schlechte Essgewohnheiten erhöhen den Bedarf zusätzlich, sodass eine Nahrungsergänzung mit Nucleotiden für nahezu alle Menschen essenziell geworden ist.

Darüber hinaus fördern Nucleotide in hohem Maße die Darmgesundheit. Sie unterstützen die Durchgängigkeit der Schleimhaut, das Wachstum der Darmzotten und das Mikrobiom. Dank dieser umfangreichen Effekte könnten Nucleotide

in der Behandlung sämtlicher Darmerkrankungen wertvoll sein. Hierzu zählen besonders Leaky Gut, Reizdarm, entzündliche Erkrankungen und Nahrungsmittelenverträglichkeiten sowie -allergien. Da die Darmgesundheit für die Gesundheit des gesamten Organismus ausschlaggebend ist, können die positiven Auswirkungen auf den Darm auch Erkrankungen außerhalb des Verdauungstraktes lindern. Hierunter fallen zum Beispiel Autoimmunerkrankungen, Allergien, chronische Erkrankungen und psychische sowie teilweise neurologische Beschwerden.

Weiterhin können Nucleotide womöglich der Krebsentstehung entgegenwirken sowie den Körper im Kampf gegen Krebserkrankungen unterstützen. Untersuchungen legen nahe, dass Nucleotide weder Krebs auslösen noch das Wachstum bösartiger Zellen fördern. Viel mehr gleichen Nucleotide den Vorsprung der Krebszellen zugunsten der Immunzellen aus, welche im Gegensatz zu den Krebszellen ihren Nucleotid-Bedarf nicht selbst decken können.

Da Nucleotide möglicherweise mit Chemotherapien interagieren können, sollten sie nicht während einer solchen Behandlungsepisode eingenommen werden. Sinnvoll erscheint die Einnahme vor Beginn einer Chemotherapie, um den Körper zu stärken und Nebenwirkungen zu reduzieren, sowie nach Ende der Therapie, um die Heilung geschädigter Körperstrukturen zu beschleunigen. Die Einnahme vor, während und nach einer Strahlentherapie scheint uneingeschränkt empfehlenswert zu sein.

Wertvolle Dienste erweisen Nucleotide auch im Bereich der Schmerzbehandlung: Chronische Schmerzen sind für die Betroffenen eine enorme Belastung. Häufig können lediglich die Symptome medikamentös gelindert werden, eine dauerhafte Schmerzbefreiung ist selten möglich. Die permanente Medikamenteneinnahme steht mit zahlreichen Nebenwirkungen in Verbindung. Die Betroffenen sind aufgrund der erfolglosen Therapien meist frustriert und entwickeln zudem Depressionen oder andere emotionale bzw. psychische Krankheitsbilder.

Untersuchungen ergaben, dass Nucleotide (besonders Uridintriphosphat (UTP) und Cytidinmonophosphat (CMP)) sowohl chronische Schmerzen als auch Neuropathien lindern können. Die zusätzliche Einnahme von B-Vitaminen (besonders Vitamin B12) konnte diesen Effekt oftmals verstärken. Studien belegen positive Wirkungen bei Patienten mit diabetischer Neuropathie, akuten nicht-traumatischen Schmerzen, traumatisch-kompressiven Läsionen, Lendenschmerzen und Gebärmutterhalsschmerzen.

Können mithilfe der Nukleotide und ggf. B-Vitamine die Standardmedikamente in ihrer Dosierung verringert werden, schwächt dies auch die gesundheitlichen Risiken der Pharmazeutika ab. In einigen Fällen konnten die Medikamente sogar gänzlich ausgeschlichen werden. Die Betroffenen gewinnen dadurch deutlich an Lebensqualität und können ihre körperliche und seelische Gesundheit verbessern.

Ein weiteres Anwendungsfeld stellt die Behandlung mit Nukleotiden bei chronischer Müdigkeit dar. Bei chronischer Müdigkeit kommt es aufgrund der Stresssituation für den Körper einerseits zu einem erhöhten ATP-Verbrauch und andererseits langfristig zu einer verringerten ATP-Produktion. Der Körper verliert dadurch täglich immer mehr an Energie und wird regelrecht ausgelaugt. Durch die Einnahme von zusätzlichen Nukleotiden werden die Zellen wieder verstärkt mit Energie versorgt und können sich regenerieren.

Da Nukleotide auch die Bildung roter Blutkörperchen unterstützen und somit die Sauerstoffversorgung steigern, erhöht sich die Leistungsfähigkeit des Körpers. Das ist nicht nur bei chronischer Müdigkeit vorteilhaft, sondern auch für Sportler interessant. Sie profitieren unter anderem von leistungsfähigeren Muskeln, einer besseren Ausdauer, weniger Muskelverletzungen, einer kürzeren Regenerationsphase und einem stärkeren Immunsystem.

Nukleotide sind wahre Multitalente, die sowohl bei verschiedenen Erkrankungen lindernd wirken können als auch im Bereich der Prävention wertvoll erscheinen. Bei der Wahl eines Nahrungsergänzungsmittels sollte auf eine ausgewogene Mischung mit allen fünf Nukleotiden geachtet werden. Zum Erhalt der Gesundheit scheint laut aktueller Erkenntnisse rund ein Gramm Nukleotid-Mischung über den Tag verteilt sinnvoll zu sein. Die Nukleotid-Einnahme kann optimal durch die Einnahme eines Vitamin-B-Komplexes erweitert werden.



nutritional science  
and home  
economics holding

**[NWzG.de/nukleotide](http://NWzG.de/nukleotide)**

**Neue Wege  
zur Gesundheit**  
Ausgabe 53