

## Vitamin D (Cholecalciferol)

Vitamin D ist das einzige Vitamin, bei dem die biologisch aktive Form ein Hormon ist. Der Name Vitamin D bezeichnet eine Gruppe von verwandten Verbindungen. Vitamin D<sub>3</sub>, auch Cholecalciferol genannt, ist die Vitamin-D-Form, die unsere Haut aus Cholesterin synthetisiert, wenn sie der Sonne ausgesetzt wird. Bei den meisten Menschen genügt die Besonnung von Händen, Gesicht und Armen während 10–15 Minuten an mehreren Tagen der Woche (im Sommerhalbjahr) für die Synthese einer ausreichenden Menge an Vitamin D. Nach der Aufnahme aus Lebensmitteln oder der Synthese in der Haut wird Vitamin D in eine Speicherform in der Leber umgewandelt. Im Bedarfsfall kann es dann in der Niere in seine aktive Form verwandelt werden. Die gute Funktion von Leber und Niere ist also eine Voraussetzung für einen optimalen Vitamin-D-Status (1 µg = 40 IE Vitamin D<sub>3</sub>, 1 IE = 0,025 µg)

Eine weitere Form ist das Vitamin D<sub>2</sub>, auch Ergocalciferol genannt, das in Pflanzen und bestimmten Pilzen gebildet wird. Mehrere neuere Studien haben gezeigt, dass Vitamin D<sub>3</sub> für den Menschen signifikant besser bioverfügbar und wirksam ist; es führt zu fast doppelt so hohen Serumspiegeln von 25-OH-Vitamin D.

### Funktionen

**Gesunde Knochen und Zähne:** Vitamin D ist unerlässlich für den normalen Knochenaufbau. Vitamin D fördert die Aufnahme von Kalzium aus der Nahrung und erhöht die Menge des im Körper gespeicherten Kalziums. Es vermehrt auch die Ablagerung von Mineralien in den Knochen. Der wichtige Einfluss von Vitamin D auf die Bildung der Zähne und die Mineraleinlagerung in den Zähnen funktioniert in analoger Weise. Ein Mangel äußert sich in dünnem, unregelmäßigem, schlecht ausgebildetem Zahnschmelz, der anfällig gegen Karies ist.

**Immunsystem:** Vitamin D unterstützt die Aktivierung und Reaktion der weißen Blutkörperchen bei Infektionen. Studien zeigen Zusammenhänge zwischen der Störung des Vitamin-D-Stoffwechsels und der Ausbildung von Autoimmunreaktionen (Multiple Sklerose, Diabetes Typ 1, Morbus Crohn, Psoriasis).

**Muskelkraft:** Vitamin D stimuliert das Muskelzellwachstum. Ein ausreichender Vitamin-D-Status, besonders bei älteren Menschen kombiniert mit sportlicher Aktivität, kann die Muskelkraft erhöhen, das Gleichgewicht verbessern und zudem das Risiko für Stürze vermindern.

**Zellwachstum, Entwicklung:** Vitamin D hat eine wichtige Kontrollfunktion bei der Entwicklung von Zellen in den verschiedensten Geweben, wozu auch die weißen Blutkörperchen und die Epithelzellen im Deckgewebe gehören. Vitamin D verhindert unkontrolliertes Wachstum von abnormalen, schlecht entwickelten Zellen und ermöglicht die Entwicklung von gesunden, funktionstüchtigen, reifen Zellen.

### Vorkommen in der Nahrung

Nahrungsmittel	Menge	µg Vitamin D
Lachs	100 g	16,0
Thunfisch*	100 g	5,0
Hühnerei	1 mittelgroßes	1,0
Kalbsleber	100 g	1,0

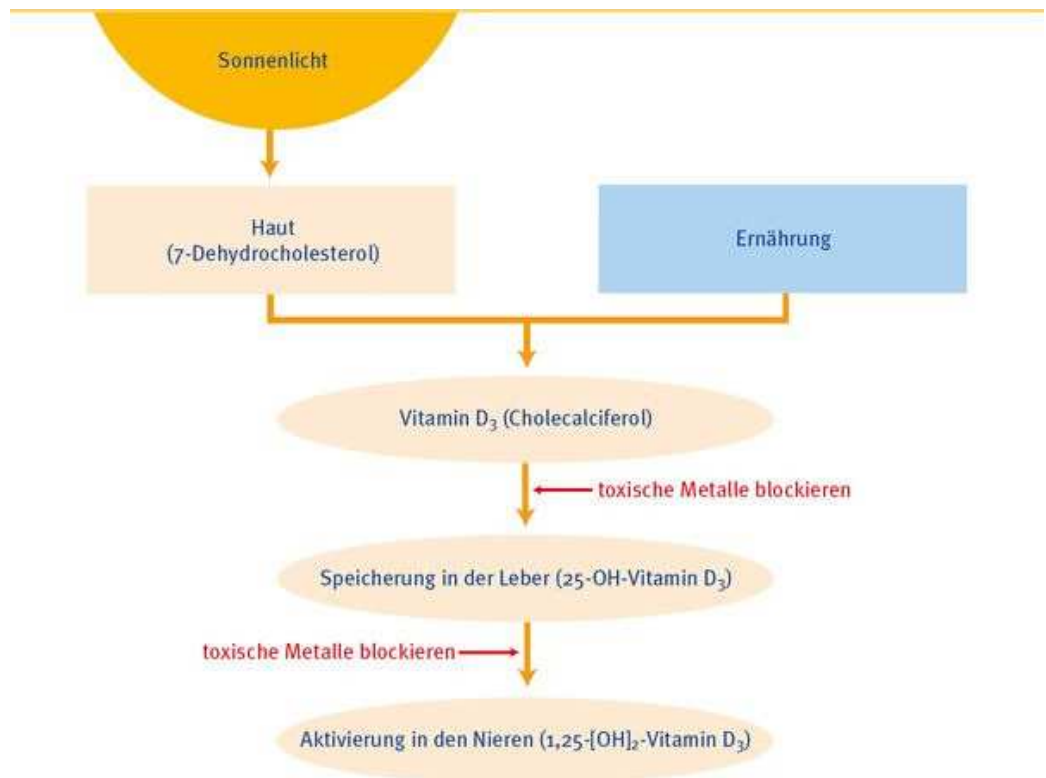
\* wegen der hohen Schwermetall-Belastung weniger empfehlenswert

## Störungen des Vitamin-D-Haushalts: Ursachen

Vitamin-D<sub>3</sub>-Mängel und Störungen des Vitamin-D-Haushaltes kommen bei einer Mehrheit der gesunden Bevölkerung vor.

**Lebensstil:** Unsere Gewohnheiten bringen es häufig mit sich, dass wir uns zu wenig an der frischen Luft aufhalten und somit die Haut zu wenig der UV-Strahlung aussetzen.

**Schwermetall-Belastungen, Aluminium-Belastungen:** Aus der toxikologischen Literatur ist bekannt, dass die häufig vorkommenden chronischen Belastungen mit toxischen Metallen zu einer Blockade der Vitamin-D-Aktivierung führen können.



Quellen und Stoffwechsel von Vitamin D. Toxische Metalle (Aluminium, Schwermetalle) blockieren die Aktivierung und somit den Stoffwechsel von Vitamin D.

**Vegetarier:** Vitamin D kommt vor allem in tierischen Lebensmitteln vor. Daneben hat man aber Vitamin D auch in einigen Pflanzen (Pfefferminze) gefunden, was gerade in armen Ländern eine große Bedeutung haben kann. Trotzdem sollten Vegetarier darauf achten, sich ausreichend dem Sonnenlicht auszusetzen.

**Alter:** Ältere Menschen, die ans Haus oder an ein Altersheim gebunden und ungenügend mit Nährstoffen und Sonnenlicht versorgt sind, sind einem erhöhten Risiko für einen Vitamin-D-Mangel ausgesetzt. Im Alter ist die Bildung von Vitamin D in der Haut zudem deutlich weniger wirkungsvoll. Außerdem verlieren die Nieren von älteren Menschen immer mehr ihre Fähigkeit, das eingelagerte Vitamin D in seine aktive Form zu verwandeln.

**Jahreszeiten und Breitengrad, Sonnenschutzmittel:** Da die Sonnenintensität und die Dauer der Sonneneinstrahlung in den nördlicheren Breiten reduziert sind, besteht für die Bewohner dieser Zonen besonders im Winter eine große Gefahr für die Entwicklung eines Vitamin-D-Mangels, wenn die Aufnahme aus der Nahrung unzureichend ist. Sonnenschutzmittel mit einem Schutzfaktor > 8 verhindern zudem die Synthese von Vitamin D in der Haut vollständig. Für Menschen, die immer ein Sonnenschutzmittel verwenden, besteht das Risiko eines Vitamin-D-Mangels, wenn sie außerdem wenig von diesem Vitamin über die Nahrung zu sich nehmen.

**Verdauungsstörungen:** Chronische Leber- und Gallenblasenerkrankungen sowie andere Störungen des Verdauungstraktes, bei denen Fette schlecht absorbiert werden, reduzieren auch die Aufnahme und Speicherung von Vitamin D.

**Nierenleiden:** Da bei Menschen mit Nierenproblemen die Umwandlung von Vitamin D in seine aktive Form vermindert ist, weist diese Gruppe meist einen stark verschlechterten Vitamin-D-Status auf.

## Störungen des Vitamin-D-Haushalts: Folgen

### Kinder und Jugendliche

- Verzögertes Wachstum und gestörte Entwicklung (das Kind beginnt spät zu krabbeln und zu laufen). Verminderte Entwicklung von Knochen und Muskulatur.
- Reizbarkeit und Ruhelosigkeit.
- Gestörtes Immunsystem mit wiederholten Infektionen oder Autoimmunreaktionen.
- Rachitis: Weiche Knochenmasse, Deformation der Wirbelsäule, krumme Beine, O-Beine, vergrößerte Gelenke zwischen Rippen und Rippenbogen. Schwellungen an den Knochenenden in den Extremitäten in Verbindung mit Gelenkschmerzen (besonders in den Knien).
- Verspäteter Ausfall des Milchgebisses, schlechte Entwicklung des Zahnschmelzes mit Neigung zu Zahnschäden.

### Erwachsene

- Verlust von Mineralien im Knochen (Wirbelsäule, Becken und Extremitäten), was zu Knochenschmerzen, Deformierungen, Schwäche und Brüchen führt.
- Verlust des Gehörs und Ohrensausen.
- Gestörtes Immunsystem mit wiederholten Infektionen oder Autoimmunreaktionen.
- Muskelschwäche, besonders an Hüfte und Becken (Schwierigkeiten beim Aufstehen und Treppensteigen, unsteter Gang).
- Erhöhtes Risiko für diverse Krebsformen. Die Gefahr von erhöhtem Blutdruck kann zunehmen.

## Zufuhrempfehlungen

### Empfohlene tägliche Vitamin-D<sub>3</sub>-Zufuhr (µg)

	Normalernährung		ernährungsmedizinischer Dosierungsbereich	
	DACH (2008)	US RDA (2011)	Pauling (1986)	Werbach (1999)
Männer	5–10 (20)	15–20	20	10–40
Frauen*	5–10 (20)	15–20	20	10–40

\* mit Ausnahme von schwangeren und stillenden Frauen (siehe → S. 327, 330)

Es ist klar, dass die bisher von den Behörden empfohlenen Zufuhrmengen (5–10 µg) deutlich zu niedrig lagen. Auch die dt. Gesellschaft für Ernährung hat nun im Jahr 2012 ihre Empfehlungen für die Vitamin-D<sub>3</sub>-Zufuhr auf 20 µg (= 800 IE)/Tag deutlich nach oben angepasst. Bei einer regelmäßigen, therapeutischen Dosierung von Vitamin D<sub>3</sub> sollte der Blutspiegel kontrolliert werden. Um den 25-OH-Vitamin-D<sub>3</sub>-Blutspiegel konstant über den empfohlenen 75 nmol/l zu halten, sind bei Erwachsenen mit normalem Körperfettanteil durchschnittlich 1 500–2 000 IE Vitamin D<sub>3</sub>/Tag nötig. Entzündungshemmende Wirkungen (z.B. bei rheumatischen Entzündungen, Autoimmunerkrankungen usw.) sind bei Dosierungen zwischen 2 000–4 000 IE/Tag beobachtet worden. Zur Compliance-Verbesserung werden gelegentlich höhere wöchentliche oder monatliche Vitamin-D-Gaben empfohlen. Ob damit gegenüber der täglichen Verabreichung äquivalente Wirkungen erzielt werden können und welche Dosierungen hierfür ideal sind, müssen weitere Studien zeigen.

## Anwendungsgebiete

**Entzündungen, Schmerzen:** Vitamin-D-Gaben im Bereich von 2 000–4 000 IE (= 50–100 µg) reduzieren klassische Entzündungsparameter wie C-reaktives Protein (CRP), Interleukin 6 (IL-6) sowie von NF-kappa-B. Interventionsstudien bei Patienten mit Rückenschmerzen zeigten, dass Patienten mit Vitamin-D-Mangel deutliche klinische Verbesserungen zeigten.

**Immunmodulation:** Vitamin D besitzt eine immunmodulierende Wirkung (längst bekannt von der Anwendung von Lebertran). Diese Eigenschaft dürfte in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen, wenn sich die Bedeutung von Vitamin D zur Stabilisierung von Autoimmunreaktionen (Diabetes Typ 1, MS, Morbus Crohn, Psoriasis usw.) mit noch breiteren Studien absichern lässt.

**Krebsprävention:** Vitamin D reduziert das Risiko gegenüber diversen Krebsformen.

**Multiple Sklerose:** Sonnenlicht und Vitamin D scheinen bei der Multiplen Sklerose eine wichtige Rolle zu spielen. In Gebieten mit hoher Sonneneinstrahlung (Alpen, Äquator) kommt Multiple Sklerose kaum vor. Interventionsstudien mit Vitamin D zeigen eine stabilisierende Wirkung.

**Muskelschwäche, Sturzprophylaxe:** Ein ausgeglichener Vitamin-D<sub>3</sub>-Haushalt führt zu einer deutlichen Verminderung von Stürzen bei älteren Menschen. Zum einen dürfte die Verbesserung der Knochenstruktur hierfür mitverantwortlich sein. Zum anderen konnte jedoch sowohl bei Jugendlichen als auch bei älteren Menschen eine direkte Muskelstärkung nachgewiesen werden. Diese Erkenntnis ist gerade zur Reduktion der Frakturhäufigkeit bei Osteoporose-Patienten äußerst bedeutsam.

### *Tipp*

**Mit täglicher Bewegung an der frischen Luft und in der Sonne sichern Sie sich Ihre tägliche Ration Vitamin D! Also auch einmal das Auto in der Garage stehen lassen und zu Fuß gehen!**

**Osteoporose:** Vitamin D scheint nach neueren Studien bei der Prävention und Therapie der Osteoporose wichtiger als Kalzium zu sein. In Verbindung mit Kalzium und weiteren Mikronährstoffen vermag Vitamin D den Knochenverlust bei Osteoporose zu verlangsamen oder sogar zu stoppen. Zusammen mit Kalzium kann es auch den Schwund des Kieferknochens verzögern und so die stützende Basis für Zähne und Zahnfleisch erhalten.

**Psoriasis:** Durch seine Fähigkeit zur Regulierung und Entwicklung von Hautzellen kann Vitamin D das abnormale Wachstum von Hautzellen bei Psoriasis (Schuppenflechte) verlangsamen und die Intensität der Krankheit beeinflussen.

**Verlust des Gehörs:** Ein Vitamin-D-Mangel kann Ohrensauen und den Verlust des Gehörs mitverursachen.

**Zahngesundheit:** Ein ausreichender Vitamin-D-Status vermindert das Risiko von Parodontose und Zahnverlusten dank seinem Einfluss auf den Stoffwechsel des Alveolarknochens und seiner entzündungshemmenden und antimikrobiellen Wirkungen.

## Überdosierung

Bei Erwachsenen liegen die chronisch toxischen Dosierungen bei 25–75 µg Vitamin D/kg Körpergewicht/Tag, also deutlich über den normalerweise therapeutisch eingesetzten Mengen. Die langfristige Einnahme von > 100 µg (4000 IE) Vitamin D/Tag kann bei Kindern zu hohem Kalziumspiegel im Blut (Hyperkalzämie) führen.

## Literatur

- Armas L et al. Vitamin D<sub>2</sub> is much less effective than vitamin D<sub>3</sub> in humans. *J Clin Endocrin Metabol* 2004;89:5387–5391.
- Bell DS. Protean manifestations of vitamin D deficiency, part 2: deficiency and its association with autoimmune disease, cancer, infection, asthma, dermatopathies, insulin resistance, and type 2 diabetes. *South Med J* 2011;104:335–339.
- Bischoff-Ferrari HA et al. Fracture prevention with vitamin D supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 2005;293:2257–2264.
- Davis CD et al. Vitamin D and colon cancer. *Expert rev Gastroenterol Hepatol* 2011;5:67–81.
- Gröber U. Vitamin D – an old vitamin in a new perspective. *Med Monatsschr Pharm* 2010;33:376–383.
- Herr C et al. The role of vitamin D in pulmonary disease: COPD, asthma, infection, and cancer. *respir res* 2011;12(1):31.
- Holick MF et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrin Metabol* 2011;96(7):1911–1930.
- Hyppönen E et al. Intake of vitamin D and risk of type 1 diabetes. *Lancet* 2001;358:1500–1503.
- Nurmi I et al. Half of the patients with an acute hip fracture suffer from hypovitaminosis D. *Osteoporosis int* 2005;16:2018–2024.
- Rosen CJ. Clinical practice. Vitamin D insufficiency. *N Engl J Med* 2011;364:248–254.
- Shahriari M et al. Vitamin D and the skin. *Clin Dermatol* 2010;28:663–668.
- Stene LC et al. Use of cod liver oil during the first year of life is associated with lower risk of childhood-onset type 1 diabetes: a large, population-based, case control study. *Am J Clin Nutr* 2003;78:1128–1134.
- Stockton KA et al. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis int* 2011;22:859–871