LEHRBRIEF - Kurzfassung

Vitamin D & Ernährungs- sowie Supplementationsfaktoren

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2
Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung und der Serumwerte des Institute of Medicine 3
Anmerkung zur Dosis-Findung 4
Wie viel Sonne braucht es auf der Haut – zu welcher Tages- und Jahreszeit? 4
Tabelle Sonnenbestrahlungsdauer am Beispiel beim Hauttyp 3 5
Für viele Menschen scheinen 40 nmol/L Vitamin D Serumwerte zu genügen 5
Überdosierung 6
In der Sonne genügt kurze Zeit und Halbschatten / 25% der Hautoberfläche (Arme, Beine und Gesicht) und 25% der Rötungszeit (Erythemschwelle) 6
Calcium gehört dazu 7
Anmerkung zur Kombination mit Vitamin K 7
Weitere Informationen zu Funktionen und Vorkommen von Vitamin K1 und K2) 7
Fazit zu Vitamin K 8
Ausrichtung der Serumwerte und Supplementationsdosis an der Knochengesundheit 8
Weitere Bedingungen der Knochengesundheit 8
Kurz zusammengefasst einige Beispiele von Ernährungsfaktoren im Kontext der Knochengesundheit 9
Gesamt-Resümee 9
Fazit des Lehrbriefes 10
Inhaltsangabe zum kompletten Lehrbrief / Weitere Details und Themen 11

Literatur / Studienquellen 12

Vorwort: Der Körper ist in der Lage, Vitamin D selbst zu produzieren, wenn die Haut ausreichend Sonnenlicht ausgesetzt ist. Da jedoch insbesondere in den Wintermonaten in geographisch nördlichen Breitengraden, oder bei generell geringer Sonnenexposition eine ausreichende Produktion nicht gewährleistet ist, wird eine Supplementierung mit Vitamin-D-Präparaten empfohlen. Genetische Variationen, die sich unter den Lebensbedingungen in nördlichen Regionen entwickelt haben, lassen vermuten, dass in diesen Bevölkerungsgruppen möglicherweise weniger oder unter bestimmten Gegebenheiten sogar keine Supplementierung erforderlich ist. Daraus ergeben sich die Fragen: Wie viel Sonnenkontakt auf wie viel Hautoberfläche wird bei welchem Hauttyp zu welcher Jahreszeit benötigt? Welchen Anteil kann die Ernährung liefern?

Vitamin D spielt eine wichtige Rolle für die Knochengesundheit, das Immunsystem und viele andere Körperfunktionen. Insbesondere zur Knochenthematik gibt es bereits lange viele Forschungsdaten. Bereits im Jahr 1919 entdeckte man den Zusammenhang von Vitamin D und Calcium bei der Behandlung sowie Vermeidung der Rachitis (Knochenentwicklungsstörung durch die gestörte Mineralisation der Knochen und Beeinträchtigung der Wachstumsfugen bei Kindern) oder Osteomalazie (Knochenerweichung bei Erwachsenen). Früher lag der Schwerpunkt der Vitamin D Forschung in solchen Zusammenhängen. Heute ist jedoch bekannt, dass Vitamin D eine weitaus vielfältigere Rolle im Körper spielt. Es nimmt Funktionen im Immunsystem ein, indem es entzündliche Prozesse reguliert, zudem wird es mit der Vorbeugung verschiedener chronischer Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Autoimmunerkrankungen in Verbindung gebracht. Allerdings können zu diesen Bereichen noch keine beweiskräftigen Schlussfolgerungen gezogen werden. Es bedarf einer deutlich größeren Zahl präzise erhobener Daten unter streng kontrollierten klinischen Studienbedingungen. Ein niedriger Vitamin D-Serumwert, dessen Referenzwerte in verschiedenen Kon-texten ebenfalls hinterfragt werden müssen, liefert noch keinen Beweis für eine direkte Ursache-Wirkungs-Beziehung im Hinblick auf spezifische Erkrankungen. Die Dosierung von Vitamin D in Zeiten einer Mangelversorgung wurde bislang vor allem auf Grundlage der Daten zur Knochengesundheit geschätzt. Neuere Studien zeigen jedoch, dass genetische Faktoren die individuelle Vitamin-D-Versorgung und dessen Wirkung beeinflussen können. Diese Erkenntnis macht eine differenzierte, interdisziplinäre Analyse sowie eine komplexere Beurteilung der Thematik erforderlich. Bei der Festlegung der Dosierung von Vitamin-D-Supplementen sollten daher kritische Fragen hinsichtlich der vorhandenen Evidenz und ihrer Korrelation zu bestimmten Erkrankungen gestellt werden. Da es diverse unterschiedliche Dosierungsempfehlungen gibt, stellt sich die Frage: Was ist bereits wissenschaftlich gut belegt, und in welchen Bereichen können die Supplementationsdosen bislang nur vage oder gar nicht präzise eingeschätzt werden? Die Übertragung von Studienerkenntnissen der Knochengesundheit auf andere Bereiche sollte nur erfolgen, wenn wissenschaftlich signifikante Nachweise vorliegen.

Unterschiedliche physiologische Prozesse und individuelle Bedürfnisse könnten die Wirkung von Vitamin D in anderen Kontexten beeinflussen. Es gibt zunehmend Hinweise darauf, dass der allgemein definierte Blutplasmawert für Vitamin D vor allem als Orientierung dient, jedoch nicht als alleiniger Maßstab für die optimale Versorgung und Wirkung. Forschungsergebnisse, die eine individuellere Einschätzung ermöglichen, legen nahe, dass genetische Variationen, Lebensstilfaktoren und andere Gesundheitsaspekte in die Bewertung der optimalen Dosierung einfließen sollten. Hierzu sind noch weiterführende Studien notwendig, die sich auf die individuelle Genetik, den Stoffwechsel und die spezifischen Bedürfnisse von Menschen konzentrieren. Diese Fragen und weitere Vitamin-D-Themen werden in diesem Lehrbrief behandelt.

Kurzüberblick zu Vitamin D: Welche Lebensmittel liefern es? Wie viel Sonnenkontakt ist notwendig? Wie viel ist als Supplementation bei mangelndem Sonnenkontakt empfohlen? (weitere Themen und Details folgen im kompletten Lehrbrief)

Der **Tagesbedarf an Vitamin D** wird hauptsächlich über die physiologische **Eigenproduktion in der Haut** durch Sonneneinstrahlung gedeckt. Die **übliche Ernährung liefert nur etwa 10%** der empfohlenen Dosis. Fisch, insbesondere Hering, Lachs und Makrele, ist eine gute Quelle für Vitamin D (getrocknete Pilze sind auch gute Quellen, liefern jedoch bereits viel weniger als Fisch). Um die empfohlene Vitamin D-Dosis zu erreichen, müsste man täglich etwa 100g Hering essen. Da dies üblicherweise nicht realistisch ist, wird empfohlen, 1–2-mal pro Woche Seefisch zu essen, der neben Vitamin D auch wertvolle Omega-3-Fettsäuren sowie Jod liefert.

Zusätzlich sollte man im Freien Sonnenkontakt auf der Haut haben (*siehe Tabelle 2*). Im Winter, wenn in den geographischen Breitengraden etwa nördlich von Rom der Sonnenstand tief ist, sowie allgemein, wenn wenig Sonnenkontakt vorliegt, wird eine **Supplementation ab dem 1. Lebensjahr von 800 IE pro Tag** mit einem Präparat empfohlen (**im ersten Lebensjahr 400 IE**). **Calcium gehört dazu!** *(siehe unten)*

Eine **Überdosierung** ist in der Regel nur durch hohe Dosen von Nahrungsergänzungsmitteln möglich, nicht jedoch durch Sonneneinstrahlung, da das in der Haut synthetisierte Vitamin D zu über 90% gebunden inaktiv bleibt, und es nur in aktives Vitamin D umgewandelt wird, wenn Bedarf besteht (*Cashman KD. 2008*). Dennoch sollte man übermäßigen Sonnenkontakt vermeiden, um das Hautkrebsrisiko nicht zu erhöhen.

Empfehlungen der DGE (DACH: Deutschland/Österreich/Schweiz) und der Serumwerte durch das Institute of Medicine (IOM)

Tabelle 1: Empfohlene Dosen und Werte (1µg= 40 IE)

Alter	
0-12 Monate*	400 IE (10µg)
1-13 Jahre	800 IE (20µg)
14-18 Jahre	800 IE (20µg)
19-50 Jahre	800 IE (20µg)
51-70 Jahre	800 IE (20µg)
> 70 Jahre	800 IE (20µg)

Serum-Werte 25(OH)D nach dem Institute of Medicine, Food and Nutrition Board 2010		
nmol/L*	**ng/ml***	**Gesundheitsstatus**
< 30	< 12	Im Zusammenhang mit einem Vitamin D-Mangel, der bei Säuglingen und Kindern zu Rachitis und bei Erwachsenen zu Osteomalazie führen kann
30 bis < 50	12 bis < 20	Wird bei gesunden Personen allgemein als unzureichend für die Knochen und Allgemeingesundheit angesehen
≥ 50	≥ 20	Wird allgemein als ausreichend für die Knochen- und Allgemeingesundheit gesunder Personen angesehen
> 125	> 50	Verbunden mit möglichen Nebenwirkungen, insbesondere bei >150nmol/L (>60mg/ml)

*Angemessene Zufuhr (AI) (*Ross AC 2011*)
Für **Schwangere** und **Stillende** werden auch 800 IE/Tag empfohlen

Es gibt von manchen Experten Berechnungen, dass pro 100 IE aufgenommenem Vitamin D der 25(OH)D-Blutspiegel um 1 ng/ml steigt, und somit die Empfehlungen für Kinder im ersten Lebensjahr von 400 IE Vitamin D pro Tag gut ausreicht, jedoch **für Erwachsene dann eher 1.000 IE Vitamin D pro Tag vorteilhafter sein könnten**. (*wie Holick MF. 2009 / 2011*; *Cashman KD, 2008*; *Smith TJ 2016*; und weitere Fachexperten *siehe Textfeld S.5*).

Die Fachgesellschaften und weitere Studien weisen jedoch darauf hin, dass die IOM Dosierungen für die absolute Mehrheit genügen. Die Vitamin-D-Produktion in der Haut hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. der Tageszeit, Jahreszeit, dem geografischen Breitengrad, Hauttyp und der UV-B-Strahlungsintensität (Sonnenstand – also Einstrahlungswinkel). Eine detaillierte Tabelle, die die benötigte Zeit für eine bestimmte Vitamin-D-Produktion in Abhängigkeit von diesen Faktoren darstellt, ist in der wissenschaftlichen Literatur nicht standardisiert verfügbar. Somit sind die Hinweise zur Sonnenbestrahlung und zu Supplementationsdosen eher als Orientierung und allgemeine Empfehlungen zu sehen (Tabelle 2).

Anmerkung: Da diverse Analysen auch im Winter bei reichlich Sonnenkontakt und üblichen Dosen aus der Nahrung keinen Vitamin D-Mangel feststellen, und da auch andere Faktoren, wie individuelle genetische Varianzen Einfluss auf die Dosis von bioaktiven Formen des Vitamins nehmen, gibt es plausible Argumente, dass die empfohlenen **800 IE bzw. 20µg Vitamin D als tägliche Supplementation** bereits eine **gute Orientierung sind, um die gewünschten Serumwerte bei der Mehrheit der Menschen zu erreichen**. Das IOM stufte für die Altersgruppe von 1-70 Jahren sogar lediglich mit 600 IE/Tag ein. Die **Serum-Zielwerten von größer/gleich 50 nmol/L**, stammt vor allem **durch die Datenlage der**

Knochengesundheit und die 800 IE-Dosis enthält eine Sicherheitsmarge.

Zudem scheint diese Empfehlung in der Regel für die Mehrheit der Menschen geeignet, weil die festgelegten Zielwerte für die Blutserumkonzentration bislang ohnehin noch nicht die späteren Erkenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen freiem Vitamin D und dem Vitamin-D-bindenden Protein (DBP) einbeziehen. Diese neueren wissenschaftlichen Befunde deuten darauf hin, dass bei vielen Menschen wahrscheinlich ein niedrigerer Bedarf an Vitamin D bestehen kann.
Bei gezielten Analysen in Regionen mit längeren Winterperioden wurden bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen genetische Veränderungen im Vitamin-D-bindenden Protein (DBP) sowie in anderen Faktoren des Vitamin-D-Stoffwechsels festgestellt, die erklären können, warum bei diesen Gruppen ein niedrigerer Serumwert als ausreichend erscheint. Auch vor diesem Hintergrund erscheint die seit langem empfohlene Tagesdosis von 20 µg (800IE) für viele Menschen als ausreichend, zumal damit in der Regel Serumwerte oberhalb 50nmol/L erreicht werden, und sogar ein Serumzielwert von etwas über 40 nmol/L als suffizient vermutet werden kann, wenn man die Erkrankungshäufigkeiten analysiert. (einige Analysen belegen dies – *siehe Textfeld „*Für viele scheinen 40 nmol/L Vitamin D im Serum zu genügen**“**; und siehe Kapitel „Welche Evidenz gibt es für den definierten Ziel-Serumwert?“).

Wie viel Sonne braucht es auf der Haut – zu welcher Tages- und Jahreszeit?

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zwischen der Vitamin D Produktion und dem Haut-Sonnenkontakt basieren auf: **1. Der Tageszeit:** Die UV-B-Strahlung erreicht zwischen 11:00 und 15:00 Uhr ihren Höhepunkt, was die effektivste Zeit für die Vitamin-D-Synthese ist. Wenn der Sonneneinstrahlungswinkel niedriger als etwa 45 Grad am Himmel ist - im Sommer morgens und abends, und im Winter zur gesamten Zeit, findet deutlich weniger Vitamin-D-Produktion statt. **2. Der Jahreszeit:** In den Wintermonaten (Oktober bis März) ist nicht nur der Sonnenstand tief, auch die Sonnenscheintage sind deutlich reduziert. Je nördlicher geographisch, desto länger sind die Dunkelzeiten. Die UV-B-Strahlung in Regionen höherer Breitengrade sind zwangsläufig oft nicht ausreichend, um eine effektive Vitamin-D-Produktion zu gewährleisten. **3. Dem Hauttyp:** Personen mit dunklerer Haut benötigen aufgrund des höheren Melaninghalts eine längere Sonnenexposition, da Melanin UV-Strahlen absorbiert und die Vitamin-D-Produktion verlangsamt.

Für eine genauere **Berechnung der benötigten Sonnenexposition zur Vitamin-D-Produktion** können spezifische Formeln und Modelle aus wissenschaftlichen Arbeiten und Büchern verwendet werden, die jedoch komplex sind und individuelle Faktoren berücksichtigen müssen. Solche Formeln, die Faktoren wie Hauttyp, geografischen Breitengrad, Jahreszeit, Tageszeit und UV-B-Strahlungsintensität berücksichtigen, wurden in verschiedenen Arbeiten entwickelt; eine zusammengefasste ist in Tabelle 2 zur Orientierung dargestellt.
Es sind **Schätzwerte für Mittelwertverteilungen** und die beschriebenen **genetischen Faktoren sind dabei nicht berücksichtigt.** Es ist somit wichtig zu beachten, dass die tatsächliche Vitamin-D-Produktion von individuellen Faktoren abhängt und daher variieren kann. Zur genauen Einschätzung der benötigten Sonnenexposition ist es empfehlenswert, einen Arzt zu konsultieren, der Ihnen die Serumwerte bestimmen lassen kann.

Die meisten Mitteleuropäer entsprechen dem **Hauttyp 3** (Mischtyp - dunkelblonde bis dunkle Haarfarbe, kaum Sommersprossen). Je heller die Haut ist, desto weniger Bestrahlungszeit braucht es für die Vitamin-D-Eigensynthese, je dunkler, desto länger. Insgesamt kann man sagen, dass die **direkte Sonnenbestrahlung zum Hautschutz nicht exzessiv sein sollte**; es ist sicherer statt der prallen Sonne zur Mittagszeit, **besser Halbschatten dafür dann etwas länger** zu nutzen (siehe Anmerkungen unten #).

Tabelle 2: Beispiel (nach *Holick F. 2009* und anderen Quellen *Reichrat J. 2024*) **orientierend für den Hauttyp 3**

Geografische Lage	**Jahreszeit**	**Tageszeit # (Uhrzeit)**	**Exposition (in Minuten)**	**Hautoberfläche (25%)** Gesicht + Arme + Beine	**Empfohlene Vitamin D-Exposition**
Äquatorzone	Ganzjährig	10:00 - 15:00	10–15 Min.	25 % der Hautoberfläche	Ausreichend
30° nördlicher Breitengrad (Kairo 30°)	Sommer (Juni–August) Winter	10:00 - 15:00	10–20 Min. 30-40 Min.	25 % der Hautoberfläche	Ausreichend
40° nördlicher Breitengrad (Rom 42°)	Winter (Oktober–März)	10:00 - 14:00	30–60 Min.	25 % der Hautoberfläche	Evtl. unzureichend ohne Supplementpräparat
50° nördlicher Breitengrad (München 48°) *	Winter (Oktober–März)	10:00 - 14:00	>60 Min.	25 % der Hautoberfläche	Unzureichend ohne Supplement-Präparat
60° nördlicher Breitengrad (Flensburg 55°) *	Winter (Oktober–März)	Keine ausreichende UV-B	Personen mit genetischen Varianten Minuten ? *	? *	Oft unzureichend ohne Supplementpräparat

*Es gibt verschiedene Hinweise und Messungen, dass einige Menschen mit bestimmten Genvarianten (*siehe Kapitel Genetik*) auch in nördlichen Ländern oberhalb des 60. geografischen Breitengrades ausreichend freies (bioverfügbares) Vitamin D produzieren – vermutlich aufgrund einer Kombination aus geringer Eigenproduktion und einer ausreichenden Zufuhr über die Nahrung. Wie viel Vitamin D dort im Durchschnitt während der Wintermonate in der Bevölkerung supplementiert werden sollte, konnte bislang nicht umfassend erforscht werden. **Zur Sicherheit sollten die Blutserumwerte überprüft werden**. Auch die Frage, welche Zielwerte im Blutserum für verschiedene Personengruppen erforderlich sind, ist noch nicht abschließend geklärt (*siehe Kapitel Diskussion im kompletten Lehrbrief*). Daher dienen, wie erwähnt, die Daten und Empfehlungen zur Knochengesundheit als Leitfaden.

bei der Tageszeit kann man **als grobe Faustregel** schätzen, dass **in der Mittagssonne doppelt so viel Vitamin D produziert wird wie am Morgen oder Nachmittag. Bei sehr tiefem Sonnenstand (ca. 1-2 Stunden vor Sonnenuntergang) wird geschätzt, dass nur noch 20% bis 10% an Vitamin D Produktion, verglichen zur mittleren Tageszeit, stattfindet. Also längere Aufenthalte bei niedrigem Sonnenstand produzieren dennoch etwas Vitamin D. Ebenso verhält es sich bei „Halbschatten.**

Zum Hautschutz hinsichtlich des Hautkrebsrisikos muss man betonen, dass nicht zu viel Sonnenbestrahlung stattfinden sollte – insbesondere nicht zu Mittagszeiten, und dass ohnehin zur Vitamin D Produktion bereits kurze Zeiten genügen (25% der Zeit der Erythemschwelle – *siehe unten S.6*)

Resümee: Die Tabelle 2 basiert auf Modellberechnungen aus wissenschaftlichen Studien zur UV-B-Strahlung und ihrer Effizienz, Vitamin D in der Haut zu produzieren. In Gebieten weiter nördlich des 40° Breitengrades - vor allem in den Wintermonaten - ist die UV-B-Strahlung oft nicht ausreichend, um genügend Vitamin D durch Sonneneinstrahlung zu produzieren, was zu Vitamin-D-Defiziten führen kann. Nochmals ist zu betonen, dass die Tabelle eine verallgemeinerte Darstellung ist, und die tatsächliche Dauer von den individuellen Faktoren wie Hauttyp, geografischem Standort und der tatsächlichen UV-B-Strahlung abhängt. Es wird empfohlen, dass Sie die exakten Werte von Ihrem Arzt in Bezug auf Ihre spezifische Situation besprechen.

Für viele Menschen scheinen 40 nmol/L Vitamin D Serumwerte zu genügen

Messungen der Vitamin-D-Serumwerte im Winter (Oktober bis März) zeigen, dass trotz geringerer Sonnenexposition noch eine gewisse Menge an Vitamin D durch Sonnenbestrahlung der Haut produziert wird. Allerdings ist zur Aufrechterhaltung der Zielwerte eine zusätzliche Supplementierung erforderlich, die über den natürlichen Anteil und die üblichen Vitamin-D-Mengen aus der Nahrung hinausgeht. Einige Personen erreichen bereits mit geringen Supplementationsdosen die allgemeinen Zielwerte (>50 nmol/l Serumwerte von 25(OH)D), während die **meisten eine tägliche Dosis** von **28 µg** (**1120 IE**) Vitamin D benötigen, um diese Werte zu erreichen (*Cashman KD, 2008*). Auch weitere Studien, wie beispielsweise die (*Smith TJ 2016*) bei Jugendlichen mit heller Haut, zeigten, dass eine tägliche **Dosis von 10 µg bis 30 µg Vitamin D** in der Winterzeit zu den empfohlenen Serumzielwerten (25(OH)D) >40 nmol/L führen kann. Für die **meisten Jugendlichen waren Dosen von 10–20 µg Vitamin D ausreichend**, um die gewünschten 25(OH)D-Konzentrationen zu erreichen. **Um jedoch auch jene sicher zu versorgen, die weniger Vitamin D bilden, wären pauschal Dosen von 30 µg pro Tag adäquat** (diese Dosis kann bei fast allen Jugendlichen die 25(OH)D-Werte auf einem sehr hohen Niveau halten). Höhere Dosen darüber (> 30 µg pro Tag) zeigen möglicherweise keine weiterführende Wirkung auf die Vitamin D-Konzentration, da bei 50% der Jugendlichen, die Serumwerte bereits bei deutlich niedrigeren Dosen nicht weiter anstiegen; **bei diesen 50% Jugendlichen reichten bereits 6,6 µg pro Tag (ca. 264 IE/Tag), um Werte knapp über 40 nmol/L zu erreichen, und dies dürfte für sie ausreichend sein, weil bei ihnen die Serumwerte kaum weiter stiegen - bereits bei 46 nmol/L wurde ein Plateau erreicht.** Das heißt, es konnte kein weiterer Anstieg auf die oft anvisierten Werte über 50 nmol/L gemessen werden.

Fazit: Es stellen sich die Fragen: Sollte man gleich der Mehrheit höhere Dosen empfehlen, um auch die abzudecken, die geringere Serumwerte bilden? Wie oft haben diejenigen mit niedrigen Serumwerten Nachteile? Welche Zielwerte kann man für verschiedene Bereiche sicher definieren? Die Studien zeigen, dass **einige Menschen deutlich geringere Vitamin-D-Dosen benötigen (z.B. 6,6µg/Tag = 264 IE). Die meisten Studienteilnehmer benötigten 10-20µg/Tag (400-800 IE).**

Wenn gleich nahezu alle Teilnehmer (97,5%) die Zielwerte erreichen sollen, wäre eine höhere Dosierung von **30µg/Tag (1200 IE) in der Winterzeit angebracht. Wegen der möglichen unerwünschten Nebenwirkungen bei Überdosierung, empfehlen die Fachgesellschaften mit den Sicherheitsmargen allgemein die 20µg/Tag (800IE); und bei speziellen Gruppen den Laborwert zu bestimmen, um den eventuellen Bedarf einer höheren Dosis zu erkennen.**

Wie betont, hängen die benötigten Werte von verschiedenen individuellen Faktoren ab, wie beispielsweise dem Hauttyp, der Aufnahmefähigkeit und genetischen Variationen bei der Verwertbarkeit. **Und die Serumzielwerte (Normwerte) sind überdies nicht für alle Menschen und alle Bereiche gleichermaßen definierbar!** Siehe auch im kompletten Lehrbrief die Frage „Welche Zielserumwerte braucht es, welche Werte haben für welche Bereiche wissenschaftliche Beweise (Evidenz

Überdosierungen

Bis zu 4000 IE/Tag werden als sicher eingestuft, dennoch sollte man bei Dosen, die über den Bedarf hinausgehen nicht lediglich auf Parameter wie die zu hohen Calciumwerte im Serum (Hypercalcämie) oder deutlich vernehmbare Symptome als Nebenwirkungen (wie Nierenproblematiken) achten. In biologischen Zusammenhängen können bereits moderate Dysbalancen im Gesamtkontext in anderen Bereichen des Organismus von Nachteil sein - *siehe Anmerkungen zu komplexen Interaktionen*).

In der Sonne genügt kurze Zeit und Halbschatten

Es ist wichtig, die Haut nicht zu überlasten, da übermäßige Sonnenexposition das **Risiko von Hautschäden, schnellerer Hautalterung und Hautkrebs** erhöht**.** In der Regel wird geraten, den direkten Sonnenkontakt nicht länger als nötig zu suchen, um eine angemessene Vitamin-D-Produktion zu fördern, ohne die Haut zu schädigen. Ohnehin braucht es für die Vitamin-D-Produktion nur kurze Zeit; es wird lange bevor die Haut sich rötet bereits genügend gebildet.

25% der Hautoberfläche (Arme, Beine und Gesicht) und 25% der Rötungszeit (Erythemschwelle)

Wie gezeigt, werden die Sonnenbestrahlungszeiten für die notwendige Vitamin-D-Synthese in der Haut orientierend für **25% der Hautoberfläche (Arme, Beine und Gesicht) berechnet** (*Holick 2011*)**.**

Für den ausreichenden Sonnenkontakt reicht z.B. **25% der Erythemschwelle**: z.B., wenn bei einer Stunde Aufenthalt eine leichte Rötung der Haut beginnt, wären bereits 25% von dieser Zeit – also 15 Minuten Sonne auf den Armen, Beinen plus Gesicht genug, um relevante Mengen Vitamin D zu bilden – wenn Sie zudem nur eine kurze Zeit **auch den Oberkörper unbedeckt haben**, ist wesentlich mehr Fläche bestrahlt und es **genügen lediglich etwa 5-10 Minuten**, um genügend Vitamin D zu produzieren. Diese Zeit kann je nach individueller Empfindlichkeit und Hautreaktion auf die Sonne bzw. Sonnenintensität variieren.

Ältere Menschen haben eine empfindlichere Haut und produzieren in ihr schlechter Vitamin D. Des Weiteren haben sie oft einen veränderten Vitamin D-Stoffwechsel mit weniger freiem und bioaktivem Vitamin D. Die Dosierungsempfehlungen bei den Supplementationen genügen in der Regel auch bei den älteren Menschen, doch sicherheitshalber sollten ältere Menschen die **Blutserumwerte eher und regelmäßig analysieren lassen (z.B. zur Herbst- und Winterzeit)**.

Zusätzlich können auch Faktoren wie Kleidung, Sonnencreme*, der Bräunungsgrad der Haut (Melanin-gehalt), der Sonnenstand und Bestrahlungswinkel* sowie der geografische Breite den benötigten Zeitraum beeinflussen. Daher kann die tatsächliche Zeit variieren, und es ist ratsam, die Haut regelmäßig zu beobachten sowie bei Bedarf auf die Vitamin-D-Supplementation zurückzugreifen, um einen Mangel zu vermeiden.

*Je nach Sonnenschutzfaktor von Sonnencremes kann der Vitamin D-Synthesewert deutlich reduziert werden.

Liegend bei senkrechter Bestrahlung der Haut sowie bei hohem Sonnenstand [Sommer] wird schneller und mehr Vitamin D in der Haut gebildet (etwa doppelt so hoch wie aufrechtstehend), daher ergeben sich die Unterschiede der Sonnenkontaktdauer zwischen den Tages- und Jahreszeiten.

Wenn Menschen im Sommer zur Tageszeit Innenräume kaum verlassen, oder Kleidung tragen, die kaum freie Hautstellen zulässt, kann selbstverständlich bei ihnen auch zu dieser Jahreszeit ein Bedarf der Vitamin-D-Supplementation bestehen.

Kein Sonnenbrand! Nicht zu viel und nicht zu wenig Sonnenkontakt. Wo es geht wäre es gut **Sonnenschutz** zu verwenden – z.B. auch **Schatten und Halbschatten** zu nutzen. **Z.B. 5-6 Intervalle von jeweils lrdiglich 2-3 Minuten mit direkter Sonne** und dazwischen Schatten oder Halbschatten **genügen im Sommer** schätzungsweise für viele Menschen, **wenn die UV-Strahlung im Freien 30-60 Minuten auf circa 25% Hautoberfläche Kontakt hat (Gesicht + Arme + Beine)**.

Auch bei Wassersport ist es besser, den Oberkörper mit Shirts vor der Sonne zu schützen, da der Outdoor-Sport in der Regel ohnehin einem direkten und längeren Sonnenkontakt bedingt.

Am besten Outdoor-Aktivitäten für mindestens 30 Minuten pro Tag – besser 60 Minuten und mehr ...

Die Outdoorzeit kann bei Bedarf auf mehrere Zeiteinheiten aufgeteilt werden

>> z.B. 3 x 10 Minuten - besser 3x 20 Minuten.

Eine zu lange Bestrahlung macht keinen Sinn, obwohl überschüssiges in der Haut synthetisiertes Vitamin D dort abgebaut wird (dort besteht ein Unterschied zu supplementiertem), denn zu lange Sonnenkontakte – vor allem Sonnenbrände (ausgeprägtes Erythem) erhöhen das Hautkrebsrisiko; und lange vor der Hautrötung steigen die Alterungsprozesse.

Calcium gehört dazu

Gleichzeitig zur Vitamin D-Versorgung sollte auch genügend Calcium zugeführt werden. Dafür ist Milch sehr gut (mit einem idealen Verhältnis zu Proteinen und nicht zu viel Phosphat; bei Milchprodukten, sind betreffs der Calciumresorption, Produkte mit einem geringeren Proteinanteil besser (Natur-Joghurt schneidet dabei sehr gut ab, wenn er nicht mit Protein extra angereicherter ist). Vegan kann man es gut über calciumreiches Mineralwasser plus z.B. Grünkohl und Schnittlauch gut versorgen. Bei veganen Lebensmitteln kommt es auch auf den Gehalt der Oxalsäure an, die nur gering enthalten sein sollte (mehr zum Thema folgt in einem weiteren Lehrbrief).

Anmerkung zur Kombination mit Vitamin K

Vitamin D und Vitamin K sind beide auch für die Knochengesundheit wichtig; zudem wirken beide als gute Antioxidantien und Zellmembranschutz (*Conrad Helmholz Forschung 2022*). Studien legen nahe, dass eine Kombination die Knochengesundheit verbessern kann, da beide Vitamine zusammenarbeiten, um den Calciumstoffwechsel zu regulieren und den Knochenabbau zu verhindern. Ein Ungleichgewicht zwischen diesen Vitaminen könnte theoretisch zu Problemen führen. Von Vitamin K gibt es zwei Formen (K1 Phyllochinon und K2 Menachinon). **Vitamin D fördert die Aufnahme von Calcium aus dem Darm in das Blut und Vitamin K1 als auch K2 sind bei der Einbindung von Calcium in die Knochen beteiligt** (über die Carboxylierung von Osteocalcin). Vitamin K2 scheint* dabei aufgrund seiner besseren Bioverfügbarkeit und längeren Halbwertszeit (durch eine bessere Bindung in Geweben) effektiver in diesem Prozess. Vitamin K1 hat dafür mehr Bedeutung in der Leber bei der Bildung von Blutgerinnungsfaktoren (*Přemysl Mladěnka 2022*). Eine Vitamin-K2-Ergänzung in Kombination mit Vitamin D und Calcium erwies sich teils als vorteilhaft*. Die Fachgesellschaften betonen allerdings, dass die Vitamin-K2-Ergänzungen die bestehenden Behandlungsmöglichkeiten nicht ersetzen können. Darüber hinaus sollte Vitamin K2 aufgrund seiner Wechselwirkungen mit Nahrungsmitteln und anderen Medikamenten mit Vorsicht angewendet werden (*Lamia Al Hajri 2021; Xiaotong Kuang 2020*).

***Es benötigt noch mehr Forschung**: Hochdosierte Vitamin-D-Präparate werden oft mit Vitamin K1 und insbesondere Vitamin K2, kombiniert. Inwieweit sich die Interaktion dieser beiden Vitamine auf die Gesundheit auswirkt, ist gegenwärtig nicht hinreichend wissenschaftlich erforscht. Für eine zuverlässige Risikobewertung zu Kombinationen von Vitamin D mit Vitamin K liegen nicht genügend Daten vor. Die Behauptung, dass Vitamin K2 bei gleichzeig hoher Vitamin D-Aufnahme das Risiko einer Gefäßverkalkung senkt, ist nach Aussagen der Experten wissenschaftlich nicht belegt.

Die **Deutsche Gesellschaft für Ernährung** gibt derzeit keine spezifische Zufuhrempfehlung für Vitamin K2. Stattdessen empfiehlt sie für die Gesamtzufuhr von Vitamin K – hauptsächlich in Form von Vitamin K1 tägliche Aufnahmemengen für Frauen 60µg und Männer 70µg. Von manchen Seiten werden täglich 10-45µg K2 empfohlen.

Die **Darmflora kann Vitamin K2 synthetisieren**. Aus verschiedenen Gründen sind fermentierte Gemüsesorten (wie Sauerkraut) und fermentierte Hülsenfrüchte (wie Miso oder Tempeh aus Soja), sowie auch die Lebensmittel, die viel K1 liefern für die gesunde Darmflora sehr wertvoll. Also wird darüber indirekt dann über die Darmflora auch mehr K2 produziert.

Weitere Informationen zu Funktionen und Vorkommen von Vitamin K1 und K2)

Deutsche Herzstiftung, Vitamin K in Lebensmitteln - unter: https://herzstiftung.de/system/files/2020-05/Vitamin-K-in-Gemuese.pdf (2024) und weitere Quellen

Vitamin K2 ist vor allem in fermentierten Lebensmitteln und tierischen Produkten zu finden, wie (Dosisangaben pro 100g Lebensmittel):

- Natto - fermentierte Sojabohnen (sind eine der besten Quellen für Vitamin K2) mit circa 150µg
- Hartkäse (besonders aus Rohmilch) mit circa: 12µg Cheddar; 32µg Edamer und Gouda; 34µg Camembert; Munster (franz. Rotschmierkäse) 50µg
- Leber* (insbesondere von Rind oder Huhn) 11µg
- Eier (besonders das Eigelb 67-192 µg, wenn Hühner im Futter Vitamin K zugesetzt bekommen haben)
- Fermentiertes Gemüse (z. B. Sauerkraut 2,75µg) hat wenig, ist jedoch für die Darmflora gut.

*Leber sollte nur selten konsumiert werden, da sie als „Entgiftungsorgan" mehr Schadstoffe enthalten kann. Schwangere Frauen sollten sie noch mehr meiden, da die höheren darin enthaltenen Vitamin A-Dosen den Embryo möglicherweise

Vitamin K1 kommt hauptsächlich in grünen Blattgemüsen vor, wie (Dosisangaben pro 100g Lebensmittel):

- Grünkohl (732-817µg)
- Petersilie (548µg)
- Spinat gegart (305- 471µg)
- Schnittlauch (380µg)
- Portulak (381µg)
- Zwiebeln gegart (348µg)
- Kichererbsen getrocknet (264µg)
- Brunnenkresse (250µg)
- Brokkoli (176-270 µg)
- Fenchel (240µg)
- Rosenkohl (133-236 µg)
- Weißkohl (124µg)
- Haferflocken (63µg)

Fazit: Werder die Deutsche Gesellschaft für Ernährung DGE noch das Bundesinstitut für Risikobewertung BfR sehen den Bedarf der Kombination von Vitamin D mit speziell K2, und der Dachverband für Osteologie hat als Leitlinie zur Osteoporoseprophylaxe und Förderung der Knochengesundheit ebenso wie zur Therapie das Vitamin K2 nicht aufgeführt. Dort werden lediglich 800-1000IE Vitamin D und 1000mg Calcium empfohlen (Stand Februar 2025).

Es gibt nur wenige Studien und zudem mit unzureichendem Design, die durch K2 bessere Effekte feststellen (*Xiaotong Kuang 2020*). Insgesamt liegt bei den bisherigen Studien keine ausreichende Beweiskraft (Evidenz) vor und man muss darauf hinweisen, dass sowohl K1 als auch K2 mit dem Vitamin D zusammenwirken. Zudem gibt es Studienauswertungen, die bei Vitamin D und der Osteoporose-Prophylaxe **keinen Unterschied feststellen, egal ob K1 oder K2 kombiniert wurde** (*Binkley N 2009*); und bei Vitamin K1 oder K2 Supplementationen gibt es Wechselwirkungen mit Medikamenten, sodass Vorsicht geboten ist.

Für Vitamin K empfiehlt das BfR, in einem Nahrungsergänzungsmittel nicht mehr als 80 µg Vitamin K1 oder nicht mehr als 25 µg Vitamin K2 pro Tagesdosis zuzusetzen. Menschen, die bestimmte **blutgerinnungshemmende Medikamente** (Antikoagulanzien vom Cumarin-Typ) etwa zur Thrombose-Prophylaxe einnehmen, **sollten Vitamin K grundsätzlich nur unter ärztlicher Kontrolle einnehmen**, denn Vitamin K kann die therapeutische Wirkung dieser Mittel abschwächen.

Es sind weitere gut konzipierte Studien erforderlich, um diese eventuellen Vorteile eindeutig zu bestätigen. Es ist ratsam, die Einnahme solcher Supplemente mit einem Arzt oder einer Ärztin zu besprechen, insbesondere wenn bereits Medikamente eingenommen werden oder gesundheitliche Bedenken bestehen.

Ausrichtung der Serumwerte und Supplementations-dosis an der Knochengesundheit

Da die überzeugendsten Daten zu den Vitamin-D-Zielwerten (Normwerten) im Blutserum aus Studien zur Knochengesundheit stammen, stellt sich die Frage, inwieweit diese Werte auf andere Präventionsbereiche und gesundheitliche Fragestellungen übertragbar sind. Dieser Aspekt wird im kompletten Lehrbrief eingehend behandelt. Zusammengefasst lässt sich hier festhalten, dass diese Frage für die anderen Bereiche bislang nicht ausreichend wissenschaftlich geklärt wurde. Daher orientieren sich die Leitlinien weiterhin weitgehend an den bisherigen Zielwerten. Die in dieser Kurzfassung dargestellten Empfehlungen zur Supplementationsdosis und den Zeiten der Einnahme sind als erste Orientierung zu verstehen und sollten nicht überinterpretiert werden. Auch die Knochengesundheit hängt von wesentlich mehr Faktoren ab. Im Zuge der empfohlenen integrativen, sozusagen ganzheitlichen Betrachtung, stelle ich Ihnen an dieser Stelle weitere wichtige Punkte kurz zusammen.

Weitere Bedingungen für die Knochengesundheit

Für gesunde Knochen ist weit mehr erforderlich als nur der Mineralstoffwechsel, wobei die Versorgung mit Vitamin D und Calcium als zentrale Elemente eine wichtige Rolle spielen. Es bedarf einer harmonischen Kombination aus essentiellen Nährstoffen, regelmäßiger körperlicher Aktivität und einer ausgewogenen hormonellen Balance, um die Knochen gesund und stabil zu erhalten. **Neben Calcium sind auch Magnesium, Phosphor, Zink und Bor von Bedeutung.** Darüber hinaus beeinflussen **Vitamin D, Vitamin K und weitere Vitamine** die Knochengesundheit. Eine **vielfältige und ausgewogene Ernährung** ist entscheidend, da Mangelzustände in Bereichen, die nicht primär gleich mit dem Knochenstoffwechsel in Verbindung gebracht werden, Dysfunktionen anstoßen können, die sich dann auch auf die Knochen auswirken. Immer spielen viele komplexe Ernährungsfaktoren wichtige Rollen.

Zusammengefasst: Beispiele von Ernährungsfaktoren im Kontext der Knochengesundheit:

- die **Aminosäuren als Proteinbausteine** sind entscheidend für den Knochen- und Gelenkknorpel-Aufbau, sowie für die Regeneration von Geweben.
- die **Art der Kohlenhydrate** beeinflusst Glykierungen, d.h. chemische Prozesse, wie Glucose mit Proteinen und Fett im Körper reagiert. Dadurch können, insbesondere bei oxidativem Stress, sogenannte fortgeschrittene Glykationsendprodukte (AGEs) entstehen, die die Struktur und Funktion der betroffenen Moleküle verändern. Diese Veränderungen können zu Schäden an Geweben wie Kollagen in der Haut oder den Blutgefäßen führen - z.B. wenn Zucker mit dem Kollagen in den Gelenken oder Hautzellen reagiert, kann es die Elastizität und Festigkeit dieser Gewebe beeinträchtigen, was zu einer Verschlechterung der Funktion führt.
- die **Fettsäuren** sind nicht nur an den zuvor genannten Schäden durch Glykierungen beteiligt, sondern können, abhängig von ihrer Art und ihrem Wirken mit oxidativem Stress, auch ein höheres Potenzial zur Förderung von Entzündungen aufweisen. Diese entzündungsfördernde Wirkung trägt, insbesondere bei chronischen, oft „stille Entzündungen“, die äußerlich lange nicht wahrnehmbar sind, zur Entstehung verschiedenster Zivilisationserkrankungen bei – nicht nur zu Knochen- und Gelenkerkrankungen.

Neben den Nährstoffen und Ernährungsfaktoren spielen diverse weitere Faktoren zentrale Rollen bei den physiologischen Mechanismen, die gesunde Knochenfunktionen bedingen:

- wie hormonelle Einflüsse: Östrogen, Testosteron, Parathormon, körpereigenes Kortison
- wie der oxidative Stress
- wie die physische Aktivität: Knochen brauchen regelmäßige Belastungen durch die Bewegung und Interaktion mit der Muskulatur
- genetische Varianzen (z.B. bei Muskelfunktionen)

Diese Punkte und mehr Details werden in einem anderen Lehrbrief behandelt

In Bezug auf die **Zusammenhänge zwischen Knochenfunktionen, Frakturrisiko sowie Calcium und Vitamin D** wurden kürzlich **genetische Aspekte** untersucht, die **auch die Muskelfunktionen einbeziehen** (*Ermira Krasniqi 2021*). Dies wurde analysiert, weil Therapien mit Vitamin D und Calcium bei älteren Menschen häufig nicht ausreichen, um Knocehnfrakturen zu verhindern. Obwohl es selbstverständlich ist, dass Stürze und Knochenbrüche nicht allein durch therapeutische Maßnahmen wie diese vermieden werden können, werfen die aktuellen Studienergebnisse die Frage auf, warum bei einigen älteren Menschen die Wirkung von Calcium- und Vitamin D-Therapien schlechter ausfällt – obwohl ähnliche Bedingungen vorliegen, wie etwa keine fortgeschrittenen körperlichen Einschränkungen, die Ursachen erklären könnten.

Gesamt-Resümee

Das Statement des Maine Medical Center Research Institute USA (*Gallagher JC 2023*) resümiert treffend:

„In den letzten 100 Jahren gab es in der Vitamin-D-Forschung viele große Durchbrüche und Entdeckungen. Zu diesen Entwicklungen gehören die Heilung von Rachitis im Jahr 1919, die Entdeckung von Vitamin-D-Verbindungen, Fortschritte in der molekularen Vitamin-D-Biologie und Verbesserungen in unserem Verständnis der endokrinen Kontrolle des Vitamin-D-Stoffwechsels. Darüber hinaus wurden empfohlene Tagesdosen für Vitamin D festgelegt und große klinische Studien zu Vitamin D abgeschlossen, um die Wirkung von Vitamin D bei der Vorbeugung mehrerer Krankheiten zu klären.

Enttäuschenderweise haben die klinischen Studien jedoch die Erwartungen, die viele vor 10 Jahren hatten, nicht erfüllt - in fast allen Studien wurde bei verschiedenen Dosierungen und Verabreichungswegen keine Wirksamkeit von Vitamin D bei der Vorbeugung von Knochenbrüchen, Stürzen, Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes, Asthma und Atemwegsinfektionen nachgewiesen.

Obwohl Bedenken hinsichtlich der Nebenwirkungen langfristiger Hochdosisbehandlungen wie Hyperkalzämie und Nephrocalzinose seit vier Jahrzehnten bestehen, traten in einigen Studien der letzten 5 Jahre neue und unerwartete Nebenwirkungen auf. Zu diesen Nebenwirkungen zählen bei älteren Menschen (> 65 Jahre) eine erhöhte Zahl von Knochenbrüchen, Stürzen und Krankenhausaufenthalten. Einige dieser klinischen Studien waren für ein primäres Ergebnis angemessen aussagekräftig, umfassten jedoch keine Dosis-Wirkungs-Studien und waren für sekundäre Analysen zu schwach.

Darüber hinaus muss der Sicherheit einer hohen Dosis von Vitamin-D-Präparaten mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, insbesondere bei älteren Menschen.

Trotz der allgemeinen Empfehlung von Osteoporose-Gesellschaften, Calciumpräparate mit Vitamin D zu kombinieren, gibt es außerdem nach wie vor nicht genügend Daten zur Wirksamkeit und Auswirkung auf das Frakturrisiko in den am stärksten gefährdeten Gruppen. Es sind mehr Studien mit Menschen mit schwerem Vitamin-D-Mangel (d. h. Serum-25(OH) D < 25 nmol/l [10 ng/ml]) erforderlich.“

Fazit des Lehrbriefes Sicherheitshalber kann Vitamin D in den von Fachgesellschaften wie dem IOM oder der DGE empfohlenen Dosierungen supplementiert werden, insbesondere wenn ein Mangel an der körpereigenen Produktion durch Sonnenlichteinwirkung vorliegt, etwa in den Wintermonaten unserer geographischen Breitengrade (circa nördlich Rom). Für die Rachitisprophylaxe im ersten Lebensjahr wird ebenfalls eine Supplementierung empfohlen, wie sie von Fachgesellschaften wie der DGKJ vorgegeben wird. Höhere Dosierungen sollten vermieden werden, da sie unerwünschte Wirkungen haben können, und laut mehrerer Studien in der breiten Anwendung nicht indiziert sind sowie für viele Menschen keine Vorteile brachten. Höhere Dosierungen sind speziellen ergänzenden Therapien vorbe-halten, die nur unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden sollten, da die Nutzen-Risikoabwägung adäquat kontrolliert werden sollte.

(DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung / IOM Institute of Medicine / DGKJ Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin)

Die evidenzbasierte Vitamin D-Supplementation ist, wenn auch nicht für die Reduktion des Frakturrisikos bei manchen älteren Menschen, jedoch im Allgemeinen gut für die Knochengesundheit belegt. Aber für viele andere Bereiche kann der präventive Nutzen noch nicht eindeutig definiert werden. Es gibt Hinweise darauf, dass für das Immunsystem und einige chronische Erkrankungen höhere Serumspiegel vorteilhaft sein könnten, es gibt dazu jedoch auch viele kontroverse Ergebnisse. Gleichzeitig zeigen genetische Studien, dass nicht alle Menschen dieselben Dosen benötigen und manche mit geringeren Mengen gut auskommen oder höhere Dosen schlechter verwerten. Daher sollten allgemeine Dosierungsempfehlungen differenzierter betrachtet werden, anstatt pauschal auf alle Gesundheitsbereiche übertragen zu werden. Weitere Forschung ist nötig, um personalisierte Empfehlungen zu ermöglichen.

Empfehlungen zusammengefasst: Über die empfohlenen Vitamin-D-Dosen liegen bisher nur überzeugende evidenzbasierte Studienergebnisse zu bestimmten Bereichen der Knochengesundheit vor. Aufgrund dieser Daten empfehlen das **Institute of Medicine und dort die Fachabteilung Endocrine Society (2024)**, ebenso wie andere Fachgesellschaften **tägliche Vitamin-D-Dosen von 400 IE (10µg) fürs erste Lebensjahr und danach 600 bis 800 IE (15-20µg) pro Tag für Kinder und Erwachsene**. Die von einigen Experten empfohlenen 1000 bis 2000 IE (25-50µg) pro Tag in der Zeit mit unzureichender Sonneneinstrahlung liegen zwar im therapeutisch sicheren Bereich, dennoch werden von vielen Fachinstitutionen gleichermaßen lediglich die niedriger, oben genannten Dosierungen empfohlen. Dies ist der Leitfaden, weil die niedrigeren Dosen für viele Menschen ausreichen und man Überdosierungen, wie die Hypercalcämie (erhöhte Blutcalciumwerte) vermeiden will, gleichwohl die Überdosierungserscheinungen in diesen Dosisbereichen selten und milde sind. **Für bestimmte Gruppen**, wie Schwangere, Menschen mit sehr dunkler Haut, ab dem 50. Lebensjahr, chronisch Kranke, stark übergewichtige Menschen wird ein **routinemäßiges Laboranalysen** des 25(OH)D-Serum-Spiegel empfohlen.

Anmerkung: Hinsichtlich der Überdosierungsthematik, sollte man nicht lediglich auf Parameter wie die zu hohen Calciumwerte im Serum (Hypercalcämie) oder deutlich vernehmbare Symptome, wie Nierenproblematiken, als Nebenwirkungen achten, bereits moderate Dysbalancen können im Gesamtkontext in anderen Bereichen des Organismus von Nachteil sein - *siehe Anmerkungen zu komplexen Interaktionen*).

Wie betont, ist der sicherste Weg, eine angemessene Vitamin-D-Dosis bereitzustellen, die Sonneneinstrahlung der Haut, worüber Vitamin D produziert wird und der Körper nur so viel in die aktive Form umwandelt wie er benötigt. Dafür reicht im Sommer eine kurze Zeit der Sonneneinstrahlung von etwa einer halben Stunde täglich bei Kontakt zu 25% der unbedeckten Körperoberfläche aus (*genauere Berechnungen nach dem Hauttyp und der Tages- sowie Jahreszeit siehe Tabelle 2).* Im Winter wird geschätzt, dass nördlich des 40. Breitengrades (Höhe von Rom) die Vitamin-D-Produktion in der Haut öfters unzureichend sein kann und eine Supplementierung empfohlen wird, da die übliche Ernährung nur etwa 10% der empfohlenen Vitamin-D-Dosis liefert.

Es wird immer empfohlen bei Krankheiten oder Beschwerden den persönlichen Arzt zu konsultieren.

Bilderquellen Lizenzen: Fotolia und KI Bild ChatOn bearbeitet; Free AI Playground; Wikimedia und eigene Bilder; eigene Graphiken

Nutzungsbedingungen: Die Inhalte dieses Artikels, Newsletters (Webbeitrages) oder Lehrbriefes dienen Bildungszwecken und stellen keine persönliche medizinische Beratung dar. Bei Fragen zu einer Erkrankung sollten Sie stets den Rat Ihres Arztes oder eines anderen qualifizierten Gesundheitsdienstleisters einholen. Es ist wichtig, dass Sie niemals den professionellen medizinischen Rat ignorieren oder zögern, diesen einzuholen, nur weil Sie etwas auf dieser Website oder den Informationsmaterialien gelesen haben. Die bereitgestellten Informationen dienen lediglich der allgemeinen Aufklärung und sollten nicht als Ersatz für eine persönliche Beratung durch qualifizierte medizinische Fachkräfte, die Sie vor Ort beurteilen können, betrachtet werden.

© CC BY-NC-SA 3.0 DE

Mehr Details werden im kompletten Lehrbrief dargestellt

Weitere Kapitel im kompletten Lehrbrief
Die Rolle von Vitamin D - Vitamin D-Supplementation: Evidenz und Unsicherheiten 11

Dosierungsempfehlungen – wissenschaftliche Erkenntnisse für den Präventionsbereich 13
Wie viel Vitamin D braucht es? 13

Zufuhrempfehlungen für den Fall nicht genügender Produktion über Sonnenkontakt 14
Anmerkung zur Nutzen-Risiko-Abwägung 15

Die Tabelle zeigt die Empfehlungen der von DACH (Deutschland/Österreich/Schweiz) DGE 16
Unterschiede zwischen den Fachgesellschaften 16
Mehr Details zu Dosisempfehlungen bei Säuglingen und Kindern
(Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin – DGKJ 2018) 17
Täglicher Milchbedarf von Säuglingen nach Alter 17
Zusätzliche Hinweise Gestillte Säuglinge / Flaschennahrung / Beikostbeginn 18
Zusätzliche Hinweise der Deutschen Gesellschaft für Kinder und Jugendmedizin (DGKJ) 18
Empfohlene Vitamin-D-Dosis bei Frühgeborenen 19
Rachitis-Prophylaxe (Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kinder und Jugendmedizin) 19

Zahngesundheit - Kombination von Vitamin D mit Fluorid!?

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) 20
Studien die Risiken durch Fluorid nicht ausschließen
Mögliche Risiken einer Fluorid-Supplementation bei Säuglingen 21
Natürliche Fluoridbelastungen / Empfehlungen 21

Anhang: Thema genetische Komponenten und Vitamin D-Bedarf 22
Anhang Thema Calcium 23
Zusammenfassend – Vitamin D-Dosis und weitere Empfehlungen zur Knochengesundheit 24

Anhang: Weitere Bedingungen für die Knochengesundheit 24
Kurzgefasst ein paar Beispiele im Kontext von Ernährungsfaktoren 25
Welche Voraussetzungen sind für die Vitamin-D-Synthese in der Haut erforderlich? 26
Überdosierung Vitamin D 27
Stellungnahmen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) und des Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) 28
Studien zu hohen Bolusdosen 28
Hypercalcämie 29
Hohe Dosen von Vitamin D und deren Halbwertszeit – es würde schnell wieder ausgeschieden 30
„Warum führt die in der Haut synthetisierte hohe Dosis Vitamin D nicht zu Überdosierungen?“ 31
Weitere Informationen zur Vitamin D Synthese in der Haut 32
Resümee 32
Anhang: Anmerkung zur Kombination mit Vitamin K 33
Bei welchen weiteren Erkrankungsrisiken, außer zur Knochengesundheit, wirkt die Vitamin D-Supplementation
risikomindernd? 35
Atemwegsinfekte 36
Krebs – keine Evidenz 38
Die Stellungnahme National Cancer Institute (NCI) / Positionspapier des National Cancer Institute zu Vitamin D 39
Weitere Forschung im Kontext zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes 40
Gesamtresümee 40

Literaturquellen

Avel A. Gillespie WJ, et al. **Vitamin D and vitamin D analogues for preventing fractures associated with involutional and post-menopausal osteoporosis** Cochrane Database Syst Rev. 2009 Apr 15:(2):CD000227.

Bikle DD. **Vitamin D Regulation of Immune Function.** Curr Osteoporos Rep. 2022 Jun;20(3):186-193

Billington EO, Lauren A Burt LA, et. al. **Safety of High-Dose Vitamin D Supplementation: Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial** J Clin Endocrinol Metab . 2020 Apr 1;105(4):dgz212.

Binkley N, Harke J, Krueger D, Engelke J, Vallarta-Ast N, Gemar D, et al. **Vitamin K treatment reduces undercarboxylated osteocalcin but does not alter bone turnover, density, or geometry in healthy postmenopausal North American women**. J Bone Miner Res. 2009;24(6):983-91.

Borges-Vieira JG, Cardoso CKS. **Efficacy of B-vitamins and vitamin D therapy in improving depressive and anxiety disorders: a systematic review of randomized controlled trials.** Nutr Neurosci. 2023 Mar;26(3):187-207.

Bouillon R. Comparative analysis of nutritional guidelines for vitamin D. Nat Rev Endocrinol 2017;13:466-79. [PubMed abstract]

Bradford, L. D. **"CYP2D6 allele frequency in European Caucasians, Asians, Africans and their descendants."** 2002 Pharmacogenomics, 3(2), 229–243

Bruce W. Hollis, Carol L. Wagner **The Role of the Parent Compound Vitamin D with Respect to Metabolism and Function: Why Clinical Dose Intervals Can Affect Clinical Outcomes.** J Clin Endocrinol Metab. 2013 Dec; 98(12): 4619–4628.

Carboo JA, Dolman-Macleod RC, et al. **High-dose oral vitamin D supplementation for prevention of infections in children aged 0 to 59 months: a systematic review and meta-analysis.** Nutr Rev. 2024 May; 82(5): 579–599

Cashman KD, Hill TR, et al. Estimation of the dietary requirement for vitamin D in healthy adults. Am J Clin Nutr. 2008;88(6):1535–42.

Conrad M. et al. **Vitamin K verhindert Zelltod: Forscher entdecken neue Funktion eines lange bekannten Moleküls** New Research Findings, MCD 03. August 2022
Craig Mellis **Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections.** J Paediatr Child Health . 2017 Jul;53(7):723.)

Endocrine Society: Demay MB.; Scragg R., et. al. **Vitamin D for the Prevention of Disease Guideline Resources Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline** *JCEM* | August 2024 (online June 2024)

Danforth A. Newton DA., John E. Baatz JE. et al. **Vitamin D binding protein polymorphisms significantly impact vitamin D status in children.** Pediatr Res. 2019 Feb 2;86(5):662–669.

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) zu Vitamin D mit Fluorid

DGKJ: Gemeinsame Stellungnahme der Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder und Jugend-medizin (DGKJ e. V.) und der Deutschen Gesellschaft für Kinderendokrinologie und Diabetologie (DGKED e. V.) 2018

Ducharme FM, Jensen M, et al. **Impact of two oral doses of 100,000 IU of vitamin D_3 in preschoolers with viral-induced asthma: a pilot randomised controlled trial.** Trials, 18 Feb 2019, 20(1):138

Ermira Krasniqi, Arben Boshnjaku, et al. **Association between Polymorphisms in Vitamin D Pathway-Related Genes, Vitamin D Status, Muscle Mass and Function: A Systematic Review.** Nutrients. 2021 Sep 4;13(9):3109.

Gallagher JC, Rosen CJ. **Vitamin D: 100 years of discoveries, yet controversy continues.** Lancet Diabetes Endocrinol. 2023 May;11(5):362-374.

Geng C, Shaikh AS, Han W, et al. **Vitamin D and depression: mechanisms, determination and application.** Asia Pac J Clin Nutr. 2019;28(4):689-694

Glenville Jones-**Pharmacokinetics of vitamin D toxicity** Am J Clin Nutr . 2008 Aug;88(2):582S-586S.

Grandjean P. **Developmental fluoride neurotoxicity: an updated review.** Environ Health. 2019 Dec 19;18(1):110.

Green R, Lanphear B, et al. **Association Between Maternal Fluoride Exposure During Pregnancy and IQ Scores in Offspring in Canada. JAMA Pediatr**. 2019 Oct 1;173(10):940-948.

Holick MF, Binkley NC, et al., Endocrine Society **Evaluation, treatment, and prevention of vitamin d deficiency: an endocrine society clinical practice guideline**.2011 J Clin Endocrinol Metab 96:1911–193

Holick, M. F., et al. **Vitamin D and Health: Evolution, Biologic Functions, and Recommended Dietary Intakes for Vitamin D.** 2009 Clinical Reviews in Bone and Mineral Metabolism

Hollis BW., Carol L. Wagner CL. **The Role of the Parent Compound Vitamin D with Respect to Metabolism and Function: Why Clinical Dose Intervals Can Affect Clinical Outcomes.** J Clin Endocrinol Metab. 2013 Dec; 98(12): 4619–4628.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (heute National Academy of Medicine). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: National Academy Press, 2010.

Jolliffe DA, Camargo CA Jr, et al. **Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: a systematic review and meta-analysis of aggregate data from randomised controlled trials.** Lancet Diabetes Endocrinol. 2021 May;9(5):276-292)

Jones G, Horst RL, et al. **Measurement of 25-OH-D (RIA, HPLC, LC- MS/MS).** J Bone Miner Res, 22 (suppl) (2007), pp. V11-V15

Kearns MD, Binongo JNG, et al.**The effect of a single, large bolus of vitamin D in healthy adults over the winter and following year: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial**. Eur J Clin Nutr. 2014 Oct 1;69(2):193–197.

Lamia Al Hajri, Amna Ayoub, et al. **Effect of Vitamin K_2 Alone or in Combination on Various Bone Turnover Markers Amongst Postmenopausal Females.** J Bone Metab. 2021 Feb; 28(1): 11–26.

Malihi Z, Wu Z, Stewart AW, et.al. **Hypercalcemia, hypercalciuria, and kidney stones in long-term studies of vitamin D supplementation: a systematic review and meta-analysis.** Am J Clin Nutr. 2016 Oct;104(4):1039-1051.

Manson JE, Cook NR, et. al. **Vitamin D Supplements and Prevention of Cancer and Cardiovascular Disease.** N Engl J Med 2019;380:33-44

Martineau AR, David A Jolliffe DA, et. al**. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: systematic review and meta-analysis of individual participant data** BMJ 2017;356:i6583

Mawer EB, Schaefer K, et al. **The metabolism of isotopically labelled vitamin D3 in man: the influence of the state of vitamin D nutrition.** Clin Sci, 40 (1971), pp. 39-53

Muhammad Saeed, Riffat Naseem Malik, et al. **Fluorosis and cognitive development among children (6–14 years of age) in the endemic areas of the world: a review and critical analysis** Review Article Springer Nature Link Volume 27, pages 2566–2579, (2020)

O'Connor EA, Evans CV, et al. **Vitamin and Mineral Supplements for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer:** Updated Evidence Report and Systematic Review for the US **Preventive** Services Task Force. . JAMA. 2022 Jun 21;327(23):2334-2347.

Perrott KW. **Severe dental fluorosis and cognitive deficits.** Neurotoxicol Teratol. 2015 Mar-Apr;48:78-9.

Petersen RA, Larsen LH, et al. **Common genetic variants are associated with lower serum 25-hydroxyvitamin D concentrations across the year among children at northern latitudes.** Br J Nutr. 2017 Mar;117(6):829-838

Přemysl Mladěnka, Kateřina Macáková, et al. the OEMONOM researchers and collaborators **Vitamin K – sources, physiological role, kinetics, deficiency, detection, therapeutic use, and toxicity.** Nutr Rev. 2022 Apr; 80(4): 677–698.

Reichrath Jörg. UV-induzierte Vitamin-D-Produktion in der Haut. Online 2024 Springer Verlag.

Reichrath, J. (2024). **Fazit mit praxisnahen Empfehlungen zur Gewährleistung einer guten Vitamin-D-Versorgung bei gesundem Umgang mit der Sonne. In: Vitamin D im Fokus** . Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68875-5_7

Ross AC, Manson JE, Abrams SA, et al. ***The 2011 Report on Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D from the Institute of Medicine: What Clinicians Need to Know***. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96(1):53-58.

Sempos CT, Binkley N. **25-hydroxyvitamin D assay standardisation and vitamin D guidelines paralysis**. Public Health Nutrition 2020;23:1153-64. [PubMed abstract]

Sha VP, Nayfeh T. et al. **A Systematic Review Supporting the Endocrine Society Clinical Practice Guidelines on Vitamin D.** The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, Volume 109, Issue 8, August 2024, Pages 1961–1974

Slater NA, Rager ML, Havrda DE, Harralson AF. **Genetic Variation in CYP2R1 and GC Genes Associated with Vitamin D Deficiency Status**. J Pharm Pract. 2017 Feb;30(1):31-36.

Smith TJ, Tripkovic L, et al. **Estimation of the dietary requirement for vitamin D in adolescents aged 14-18 y: a dose-response, double-blind, randomized placebo-controlled trial.** Am J Clin Nutr. 2016 Nov;104(5):1301-1309.

Speeckaert MM, Reinhart Speeckaert R., et al. **Vitamin D binding protein: a multifunctional protein of clinical importance** Adv Clin Chem . 2014:63:1-57.

Suneil Malik , Lei Fu, et al. **Common variants of the vitamin D binding protein gene and adverse health outcomes** Crit Rev Clin Lab Sci . 2013 Jan-Feb;50(1):1-22.

Xiaotong Kuang, Chunxiao Liu, et al. **The combination effect of vitamin K and vitamin D on human bone quality: a meta-analysis of randomized controlled trials. Food & Function Issue 4 2020**

Yue Fang Y., van Meurs JBJ, et al. **Vitamin D Binding Protein Genotype and Osteoporosis.** Calcif Tissue Int. 2009 Jun 2;85(2):85–93

Zittermann A. Trummer Ch. et al. **Long-term supplementation with 3200 to 4000 IU of vitamin D daily and adverse events: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. European J o Nutrition Volume 62, pages 1833–1844, (2023)**