



SCHLOSSBERGINSTITUT GmbH
Wiener Schule für Gesundheitsförderung

Diplomarbeit

zum/r diplomierten Gesundheitsförderer/in
2025

Die Rolle von Vitamin D in der Prävention von Atemwegsinfekten

—

Evidenzbasierte Ansätze zur Gesundheitsförderung

Name Diplomand/in: Ulrike Maria Hilber

Betreuer/in: Joe-Petra Stanger, MPH

Abstract

Diese systematische Übersichtsarbeit untersucht den Zusammenhang zwischen niedrigen Serumspiegeln von 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D] und dem Auftreten von Atemwegsinfektionen im Winterhalbjahr aus gesundheitsfördernder Perspektive. Ziel ist es, die aktuelle Evidenzlage einzuordnen und daraus salutogenetisch orientierte Handlungsempfehlungen zur Stärkung gesundheitlicher Ressourcen abzuleiten.

Methodisch folgt die Arbeit dem Vorgehen einer systematischen Übersichtsarbeit. Analysiert wurden aktuelle Metaanalysen, systematische Übersichtsarbeiten und relevante Primärstudien, die in den Datenbanken PubMed, SpringerLink und Google Scholar identifiziert wurden. Die Suchstrategie berücksichtigte sowohl präventive als auch gesundheitsfördernde Aspekte von Vitamin D im Kontext respiratorischer Infektionen.

Die Evidenz zeigt konsistent, dass niedrige 25(OH)D-Spiegel mit einer erhöhten Inzidenz und Schwere von Atemwegsinfektionen assoziiert sind, insbesondere während der Wintermonate und bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen. Beobachtungsstudien deuten auf eine erhöhte Infektanfälligkeit bei Vitamin-D-Mangel hin. Randomisierte kontrollierte Studien zeigen hingegen, dass präventive Effekte einer Vitamin-D-Supplementierung vor allem bei Personen mit ausgeprägtem Mangel auftreten, während bei ausreichender Versorgung kein zusätzlicher Nutzen nachweisbar ist.

Aus Sicht der Gesundheitsförderung wird Vitamin D nicht primär als isolierter Präventionsfaktor, sondern als salutogenetische Ressource verstanden, die im Zusammenspiel mit Ernährung, Sonnenexposition, Bewegung und weiteren Mikronährstoffen zur Stärkung der Immunresilienz beitragen kann. Die Ergebnisse sprechen für einen differenzierten, ressourcenorientierten Ansatz, der auf die Vermeidung von Mangelzuständen bei Risikogruppen abzielt und gleichzeitig Gesundheitskompetenz, Selbstwirksamkeit und alltagsnahe Handlungsmöglichkeiten fördert. Pauschale Supplementierungsempfehlungen für die Allgemeinbevölkerung werden dadurch nicht gestützt.

Schlüsselworte: „vitamin D“ AND „respiratory infection“, „vitamin D supplementation“ sowie „health promotion“.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
Tabellenverzeichnis	5
1. Einleitung	6
1.1 Problemstellung.....	6
1.2 Zielsetzung	7
1.3 Aufbau der Arbeit	7
2. Theoretische Grundlagen	9
2.1 Physiologie und Stoffwechsel von Vitamin D.....	9
2.2 Synthese und Quellen	11
2.2.1 Vitamin-D-Synthese durch Sonnenexposition.....	11
2.2.2 Vitamin D Aufnahme über die Nahrung.....	16
2.3 Aktivierung und Metabolismus	17
2.4 Vitamin D Rezeptor	19
2.5 Vitamin D bindendes Protein (VDBP)	20
2.6 Die Wichtigkeit von Co- Faktoren in der Vitamin D Aufnahme	21
2.7 Die richtige Einnahme von Vitamin D und seiner Co-Faktoren.....	28
2.8 Verschiedene Vitamin D Formen.....	29
2.8.1 Vitamin D 25 OH.....	29
2.8.2 Vitamin D 1,25 OH 2D.....	31
2.8.3 Das Vitamin D bindende Protein (VDBP).....	31
2.8.4 Das Vitamin D Metaboliten Verhältnis (VMR)	32
2.9 Vitamin D und seine Auswirkungen auf das Immunsystem.....	32
2.10 Definition Vitamin D Mangel.....	34
2.10.1 Risikogruppen	35
2.10.2 Optimale Werte.....	38
2.10.3 Klinische Zeichen und Symptome eines Vitamin D Mangels	39
2.10.4 Definition und Symptome einer Überdosierung.....	41
2.11 Aktueller Forschungsstand und Empfehlungen zur Supplementierung.....	42
2.11.1 Empfehlungen der EFSA (European Safety Food Authority)	44
2.11.2 Empfehlungen der Endocrine Society	45
2.11.3 Empfehlungen der deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE).....	45
2.11.4 Empfehlungen der SIOMMS.....	45

2.11.5 Weitere Metastudien	46
2.11.5 Empfehlungen zur Verabreichungsform	46
2.11.6 Gründe für eine tägliche Supplementierung von 2.000 IE Vitamin D.....	48
3. Einführung in die Gesundheitsförderung	51
3.1 Definition Gesundheit	51
3.2 Einführung in die Salutogenese.....	51
3.3 Definition Gesundheitsförderung	53
3.4 Ziele und Prinzipien der Gesundheitsförderung.....	56
3.5 Merkmale der Gesundheitsförderung	57
3.6 Salutogik als pädagogisch-didaktische Umsetzung salutogenetischer Gesundheitsförderung	58
4. Methodik.....	60
4.1 Literaturrecherche	60
4.2 Methodische Schwächen und Limitationen.....	61
5. Diskussion und Handlungsempfehlungen	65
Salutogogische Gestaltung der Handlungsempfehlungen	65
5.1 Verstehbarkeit: Wissen über Vitamin D und Atemwegserkrankungen	66
5.2 Handhabbarkeit	66
5.2.1 Vitamin-D-Versorgung über die Ernährung.....	66
5.2.2 Sonnenexposition für eine gute Vitamin-D-Versorgung.....	68
5.2.3 Co-Faktoren der Vitamin D- Wirkung.....	70
5.2.4 Labordiagnostischen Bestimmung des Vitamin D- Status	72
5.2.5 Risikogruppen für einen Vitamin D- Mangel erkennen	73
5.2.6 Einen Vitamin D- Mangel achtsam erkennen.....	74
5.2.7 Eine Vitamin D- Überdosierung achtsam erkennen und vermeiden.....	75
5.2.8 Vitamin D - Supplementation.....	76
5.2.9 Verabreichungsform von Vitamin D.....	78
5.2.10 Vitamin D sinnvoll einnehmen.....	79
5.3 Sinnhaftigkeit	81
6. Schlussfolgerungen	82
Literaturverzeichnis	84

Tabellen und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Die Aufgaben von Vitamin D im menschlichen Körper nach Delrue & Speeckaert (2023) und Charoenngam & Holick(2020), eigene Darstellung mit ChatGBT am 30.12.2025	10
Abbildung 2 Synthese von Vitamin D ₃ nach Voiculescu et al. 2025, eigene Abbildung erstellt mit ChatGBT am 29.12.2025	13
Abbildung 3 Faktoren, die die Vitamin D Produktion beeinträchtigen oder fördern könne, nach Wimalawansa 2024 und Voiculescu 2025, eigene Darstellung erstellt mit ChatGBT, am 29.12.2025	15
Abbildung 4 Berechnete Serum-25(OH)D-Konzentrationen, die zur Überwindung verschiedener Gruppen von Erkrankungen und Störungen erforderlich sind	43
Abbildung 5 Weitere Metastudien, entnommen aus Berlin-Potsdam, I. F. M. D. (o. D.). IMD Institut für medizinische Diagnostik, Labor: Vitamin D – Update und Geschichte. https://www.imd-potsdam.de/fachinformationen/diagnostikinformationen/200-299/274-vita	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Darstellung der Risikogruppen für einen Vitamin D Mangel nach Bleizgys, 2024	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 2 Vitamin D Statuskategorien nach Bleizgys, 2024. * Die Intoxikationskategorie umfasst auch niedrigere 25OH-D-Spiegel, wenn Hyperkalzämie durch Vitamin-D-Präparate verursacht wird. 25OH-D-Serum-25-Hydroxy-Vitamin-D-Spiegel.	38
Tabelle 3 Die empfohlene Dosierung für die Vitamin-D-Zufuhr bei Personen laut der Endocrine Society (2024), eigene Darstellung	45
Tabelle 4 Darstellung der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2012, eigene Darstellung	45
Tabelle 5 Merkmale der Gesundheitsförderung Quelle: in Anlehnung an BZGA-Leitbegriffe	58

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Eine unzureichende Versorgung mit Vitamin D stellt ein bedeutendes Problem der öffentlichen Gesundheit dar. Weltweit sind über eine Milliarde Menschen betroffen, was etwa einem Sechstel der Weltbevölkerung entspricht. Auch in Europa ist die Prävalenz hoch, insbesondere bei älteren Menschen: Mehr als die Hälfte der über 60-Jährigen weist einen Vitamin-D-Mangel auf (Cordis, 2006). In Deutschland zeigen Blutanalysen, dass etwa 30 % der erwachsenen Bevölkerung von einem Mangel betroffen sind (Frauen: 29,7 %, Männer: 30,8 %), während lediglich rund 38 % eine ausreichende Versorgung aufweisen (Frauen: 38,6 %, Männer: 38,3 %). Während die Versorgungslage bei Männern über verschiedene Altersgruppen hinweg relativ konstant bleibt, verschlechtert sie sich bei Frauen mit zunehmendem Alter deutlich. Zudem besteht ein sozialer Gradient: Personen mit niedrigem sozioökonomischem Status sind signifikant häufiger von einer unzureichenden Vitamin-D-Versorgung betroffen als Menschen mit höherem Status (Rabenberg & Mensink, 2016b).

Der Vitamin-D-Status unterliegt zudem ausgeprägten saisonalen Schwankungen. Für eine ausreichende körpereigene Synthese wird empfohlen, sich zwischen März und Oktober zwei- bis dreimal pro Woche für kurze Zeit mit unbedecktem Gesicht, Händen und Armen der Sonne auszusetzen, ohne dabei einen Sonnenbrand zu riskieren. Dennoch bleibt die Prävalenz niedriger 25-Hydroxyvitamin-D-Spiegel in Europa hoch und betrifft nicht nur ältere Menschen, sondern auch die Altersgruppe der 50- bis 70-jährigen beider Geschlechter (Gröber, 2021). Diese unzureichende Versorgung ist in erster Linie auf moderne Lebensgewohnheiten sowie Umweltfaktoren zurückzuführen, die eine ausreichende Sonnenexposition einschränken.

Vitamin D erfüllt im menschlichen Organismus vielfältige physiologische Funktionen. Es spielt eine zentrale Rolle im Kalzium- und Phosphatstoffwechsel und ist damit essenziell für die Knochengesundheit. Darüber hinaus wirkt Vitamin D hormonartig und beeinflusst zahlreiche immunologische Prozesse. Die aktive Form, 1,25-Dihydroxyvitamin D, moduliert sowohl das angeborene als auch das adaptive Immunsystem und trägt zur Stabilität von Zellmembranen, insbesondere von Endothelzellen, bei (Charoenngam & Holick, 2020).

Mehrere Studien weisen darauf hin, dass ein Mangel an 25-Hydroxyvitamin D ein relevantes Public-Health-Problem darstellt. Bestimmte Bevölkerungsgruppen können sich nur eingeschränkt der Sonneneinstrahlung aussetzen, während zusätzlich der regelmäßige

Gebrauch von Sonnenschutzmitteln die kutane Vitamin-D-Synthese reduzieren kann (Nuti et al., 2024). Darüber hinaus wird Vitamin D mit kardiometabolischen Erkrankungen wie Hypertonie, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes mellitus in Zusammenhang gebracht. Trotz der gut dokumentierten regulatorischen Funktionen von Vitamin D in zahlreichen biologischen Prozessen existiert jedoch bislang keine eindeutige Evidenz für einen therapeutischen Nutzen einer Vitamin-D-Supplementierung zur Prävention oder Behandlung immunitzündlicher, infektiöser oder hyperproliferativer Erkrankungen (Delrue & Speeckaert, 2023).

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, einen wissenschaftlichen Zusammenhang zwischen Vitamin-D und dem Auftreten von Atemwegserkrankungen im Winterhalbjahr zu untersuchen. Auf dieser Grundlage sollen praxisnahe Empfehlungen für die Gesundheitsförderung entwickelt werden. Diese sollen den Aspekten der Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit folgen. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Bedeutung von Gesundheitsförderung im Allgemeinen sowie dem Einfluss des Lebensstils.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in mehrere Kapitel gegliedert. In der Einleitung (Kapitel 1) werden die Problemstellung, die Relevanz des Themas sowie die Zielsetzung vorgestellt. Zudem werden die Forschungsfrage und die Hypothese formuliert, und der Aufbau der Arbeit wird erläutert.

Die (Kapitel 2) umfassen zunächst eine Einführung in die Gesundheitsförderung. Anschließend werden die Physiologie und der Stoffwechsel von Vitamin D beschrieben und dessen Zusammenhang mit dem Immunsystem sowie mit Atemwegserkrankungen dargestellt. Auf Basis wissenschaftlicher Literatur wird die Rolle von Vitamin D in der Gesundheitsförderung diskutiert, aktuelle Empfehlungen zur Supplementierung werden aufgezeigt. Darüber hinaus werden Atemwegserkrankungen definiert, deren Häufigkeit und Risikofaktoren dargestellt und bisherige Forschungsergebnisse zu Vitamin D und Infektanfälligkeit zusammengefasst. Der Fokus des Kapitels liegt auf der Verstehbarkeit der Inhalte.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit den Grundlagen der Gesundheitsförderung und ihren Zielsetzungen. Zusätzlich wird die Salutogogik als pädagogisch – didaktisches Tool kurz vorgestellt.

Das Methodenkapitel (Kapitel 4) beschreibt das Studiendesign, die Literaturrecherche und methodische Schwächen oder Limitationen.

In Kapitel 5 werden die Ergebnisse dargestellt und darauf aufbauend salutogogische Handlungsempfehlungen entwickelt. Sie bauen auf den drei Bestandteilen der Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit. Zudem werden Darauf aufbauend werden Fragestellungen sowie Empfehlungen für die zukünftige Vitamin D Forschung abgeleitet.

Die Schlussfolgerungen (Kapitel 6) beantworten die Forschungsfrage, fassen die zentralen Ergebnisse in einem Fazit zusammen und geben einen Ausblick auf weiterführende Fragestellungen.

Die Forschungsfrage lautet: Gibt es einen wissenschaftlichen Zusammenhang zwischen einem niedrigen Vitamin-D-Spiegel und dem Auftreten von Atemwegsinfekten im Winterhalbjahr?

Die Diplomarbeit wird als systematische Übersichtsarbeit durchgeführt, die sowohl bestehende wissenschaftliche Studien und Fachliteratur systematisch analysiert. Ziel ist es, fundierte Antworten auf die Forschungsfrage zu geben und praxisorientierte, salutogogische Handlungsempfehlungen für die Gesundheitsförderung zu entwickeln. Die Literaturrecherche erfolgt in wissenschaftlichen Datenbanken wie PubMed, SpringerLink und Google Scholar sowie in Bibliothekskatalogen. Verwendet werden gezielte Suchbegriffe wie *“vitamin D” AND supplementation AND “respiratory infection”* oder *“vitamin D” AND “immune system” AND prevention*.

Die Auswahl der Literatur orientiert sich an Kriterien wie Aktualität, wissenschaftlicher Qualität und Relevanz für die Forschungsfrage. Die Analyse erfolgt anhand der Kriterien Gültigkeit, Gruppengröße und Präzision, Übertragbarkeit und Anwendbarkeit. Zentrale Daten werden extrahiert und interpretiert. Abschließend reflektiert die Arbeit methodische Limitationen und Forschungslücken, um eine umfassende Darstellung des Forschungsstandes sowie praxisnahe Empfehlungen abzuleiten.

2. Theoretische Grundlagen

Vitamin D ist bereits seit den 1930er-Jahren bekannt und wurde zunächst vor allem aufgrund seiner zentralen Bedeutung für die Prävention der Rachitis erforscht. In den späten 1980er-Jahren rückte Vitamin D erneut stärker in den Fokus der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit, nachdem ein Zusammenhang zwischen der Vitamin-D-Versorgung und der Vorbeugung von Fragilitätsfrakturen festgestellt worden war. Seit Beginn der 2000er-Jahre mehren sich Hinweise darauf, dass ein Vitamin-D-Mangel nicht ausschließlich das Skelettsystem betrifft, sondern möglicherweise auch mit einer Vielzahl weiterer Erkrankungen in Zusammenhang steht. Parallel dazu wuchs das Bewusstsein für die weite Verbreitung von Vitamin-D-Defiziten in der Bevölkerung, wodurch das Interesse an seiner präventiven Bedeutung weiter zunahm (vgl. Kavalier et al. 2024). Als eines der ältesten bekannten Hormone erfüllt Vitamin D eine grundlegende Funktion für die Gesundheit nahezu aller Lebensformen. Seine biologische Bedeutung reicht von einfachen Organismen wie Phytoplankton bis hin zum Menschen, was auf eine evolutionär tief verankerte Rolle im Stoffwechsel und in Regulationsprozessen hinweist (vgl. Voiculescu et al. 2025).

2.1 Physiologie und Stoffwechsel von Vitamin D

Vitamin D bezeichnet keine einzelne Substanz, sondern eine Gruppe von mehr als 50 biologisch aktiven Metaboliten. Diese entstehen aus Cholesterin durch eine komplexe Abfolge enzymatischer und nicht-enzymatischer Reaktionen im menschlichen Organismus (vgl. Alonso et al. 2023). Chemisch gehört Vitamin D zu den fettlöslichen Secosteroiden und liegt in zwei Hauptformen vor: **Vitamin D₂ (Ergocalciferol)** und **Vitamin D₃ (Cholecalciferol)** (Delrue & Speeckaert, 2023).

Der strukturelle Unterschied zwischen diesen beiden Formen besteht darin, dass Vitamin D₂ in seiner Seitenkette eine zusätzliche Doppelbindung zwischen den Kohlenstoffatomen 22 und 23 sowie eine Methylgruppe am Kohlenstoffatom 24 aufweist. Diese chemischen Unterschiede beeinflussen unter anderem die biologische Aktivität und den Stoffwechsel der beiden Vitamin-D-Formen (vgl. Alonso et al. 2022). Vitamin D zählt zu den fettlöslichen Vitaminen und erfüllt im menschlichen Organismus eine Vielzahl essenzieller Funktionen. Seine klassische und am besten untersuchte Aufgabe liegt in der Regulation des Kalzium- und Phosphatstoffwechsels und damit in der Erhaltung der Knochengesundheit. Lopez und Badenhop ordnen Vitamin D

Tabelle 1Abbildung 1Die Aufgaben von Vitamin D im menschlichen Körper nach Delrue & Speeckaert (2023) und Charoenngam & Holick(2020), eigene Darstellung mit ChatGBT am 30.12.2025

Tabelle 1Abbildung 1Die Aufgaben von Vitamin D im menschlichen Körper nach Delrue & Speeckaert (2023) und Charoenngam & Holick(2020), eigene Darstellung mit ChatGBT am 30.12.2025

2.2 Synthese und Quellen

Vitamin D₃ wird überwiegend in der Haut gebildet. Ausgangssubstanz ist dabei 7-Dehydrocholesterin, das unter dem Einfluss von ultravioletter Strahlung des Typs UV-B zunächst photochemisch in Prävitamin D₃ umgewandelt wird. In einem anschließenden, temperaturabhängigen Prozess entsteht daraus Vitamin D₃. Im Gegensatz dazu kann Vitamin D₂ nicht vom menschlichen Körper selbst synthetisiert werden und muss vollständig über externe Quellen aufgenommen werden.

Der menschliche Vitamin-D-Bedarf wird somit grundsätzlich über drei Wege gedeckt: durch Sonnenexposition, durch die Aufnahme über die Nahrung und durch Nahrungsergänzungsmittel. Für die Aufrechterhaltung eines physiologisch angemessenen Serumspiegels von 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D], dem etablierten Marker zur Beurteilung des Vitamin-D-Status, sind vor allem zwei Faktoren von zentraler Bedeutung: die endogene Synthese in der Haut unter UV-B-Einwirkung sowie die exogene Zufuhr über die Ernährung oder Nahrungsergänzungsmittel.

Zu den natürlichen Nahrungsquellen von Vitamin D zählen vor allem fettreiche Fische, Lebertran und Eigelb. Insgesamt trägt die Ernährung jedoch nur in begrenztem Ausmaß zur Vitamin-D-Versorgung bei. Schätzungen zufolge werden etwa 10–20 % des Vitamin-D-Bedarfs über die Nahrung gedeckt, während der überwiegende Anteil durch die körpereigene Synthese in der Haut entsteht. Eine höhere Zufuhr kann über angereicherte Lebensmittel, wie bestimmte Milchprodukte oder Margarine, sowie über Vitamin-D-Präparate erreicht werden (vgl. Alonso et al. 2022).

2.2.1 Vitamin-D-Synthese durch Sonnenexposition

Ein Vitamin-D-Mangel stellt heute ein weltweites Gesundheitsproblem dar und betrifft Menschen aller Altersgruppen. Zu den häufigsten Ursachen zählen eine unzureichende Sonnenlichtexposition sowie die begrenzte Verfügbarkeit natürlicher Vitamin-D-Quellen in der Ernährung (vgl. Alonso et al. 2022).

Der enge Zusammenhang zwischen Sonnenexposition, Hautpigmentierung und Vitamin-D-Stoffwechsel lässt sich auch aus evolutionärer Perspektive erklären. Vor etwa 100.000 Jahren lebte der moderne Mensch ausschließlich in Afrika, wo eine hohe Sonneneinstrahlung vorherrschte. In diesem Umfeld entwickelte sich eine dunkle Hautpigmentierung, die vor UV-

bedingten Hautschäden schützte und gleichzeitig den Abbau von Folat verhinderte. Folat ist ein essenzieller Methylgruppendonator und spielt insbesondere während der Embryonalentwicklung eine zentrale Rolle bei der DNA-Methylierung.

Mit der Migration des Menschen nach Europa vor etwa 40.000 Jahren änderten sich die Umweltbedingungen grundlegend. Die geringere UV-Strahlung in nördlichen Breitengraden führte langfristig zu einer Reduktion der Hautpigmentierung, wodurch die körpereigene Synthese von Vitamin D₃ trotz niedrigerer UV-B-Intensität weiterhin möglich blieb. Dieser Prozess stellt ein Beispiel für eine evolutionäre Anpassung des Genoms an veränderte Umweltbedingungen dar. Vitamin D₃ wirkte dabei nicht nur über den Vitamin-D-Rezeptor (VDR) als Regulator zahlreicher Gene, sondern auch als Selektionsfaktor bei der Entwicklung hellerer Hautfarben in sonnenärmeren Regionen (vgl. Carlberg, 2019).

Bereits vor fast vier Jahrzehnten beschrieb Holick die zentrale Rolle der Haut bei der Photokonversion von 7-Dehydrocholesterin zu Prävitamin D₃ (vgl. Voiculescu et al. 2025).

Die Synthese von Vitamin D₃ erfolgt in der Haut aus 7-Dehydrocholesterin unter dem Einfluss von UV-B-Strahlung. Dieser Prozess findet überwiegend im Stratum basale und Stratum spinosum statt. Dort absorbiert UV-B-Strahlung im Wellenlängenbereich von 290 bis 315 nm die notwendige Energie, um 7-Dehydrocholesterin photochemisch in Prävitamin D₃ umzuwandeln. In einem anschließenden, temperaturabhängigen Schritt wird Prävitamin D₃ durch Umlagerung kovalenter Bindungen in Vitamin D₃ (Cholecalciferol) überführt. Diese photochemische Reaktion stellt die wichtigste Vitamin-D-Quelle des Menschen dar und ist entscheidend für die Aufrechterhaltung der metabolischen Homöostase. Etwa 80 % der Vitamin-D-Versorgung stammen aus dieser endogenen Synthese, während rund 20 % über die Nahrung aufgenommen werden. Die Effizienz der kutanen Vitamin-D-Bildung wird von verschiedenen biologischen und umweltbedingten Faktoren beeinflusst. Dazu zählen insbesondere die Intensität und Dauer der UV-B-Exposition, die Wellenlänge des Sonnenlichts (optimal zwischen 290 und 310 nm), die Hautpigmentierung, der Breitengrad, die Jahreszeit sowie altersbedingte Veränderungen der Haut (vgl. Nuti et al. 2024).

Das gebildete Cholecalciferol gelangt anschließend in den Blutkreislauf, wo es an das Vitamin-D-bindende Protein (DBP) gebunden und zur Leber transportiert wird. Dort erfolgt die erste Hydroxylierung zu 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D], dem wichtigsten zirkulierenden Vitamin-D-Metaboliten. In einem weiteren Schritt wird dieser in der Niere durch das Enzym 1 α -Hydroxylase zu 1,25-Dihydroxyvitamin D [1,25(OH)₂D], der biologisch aktiven Hormonform, umgewandelt. Diese bindet an den Vitamin-D-Rezeptor und entfaltet über

genomische und nicht-genomische Mechanismen vielfältige physiologische Wirkungen. Ihre zentrale Funktion liegt in der Regulation des Kalzium- und Phosphathaushalts. Durch die Förderung der intestinalen Kalziumaufnahme, die Rückresorption in der Niere sowie die Mobilisierung aus dem Knochen trägt sie wesentlich zur Aufrechterhaltung der Kalzium-Phosphat-Homöostase und damit zur Knochengesundheit bei (vgl. Voiculescu et al. 2025).

Abbildung 2 verdeutlicht die Synthese von Vitamin D im menschlichen Körper.

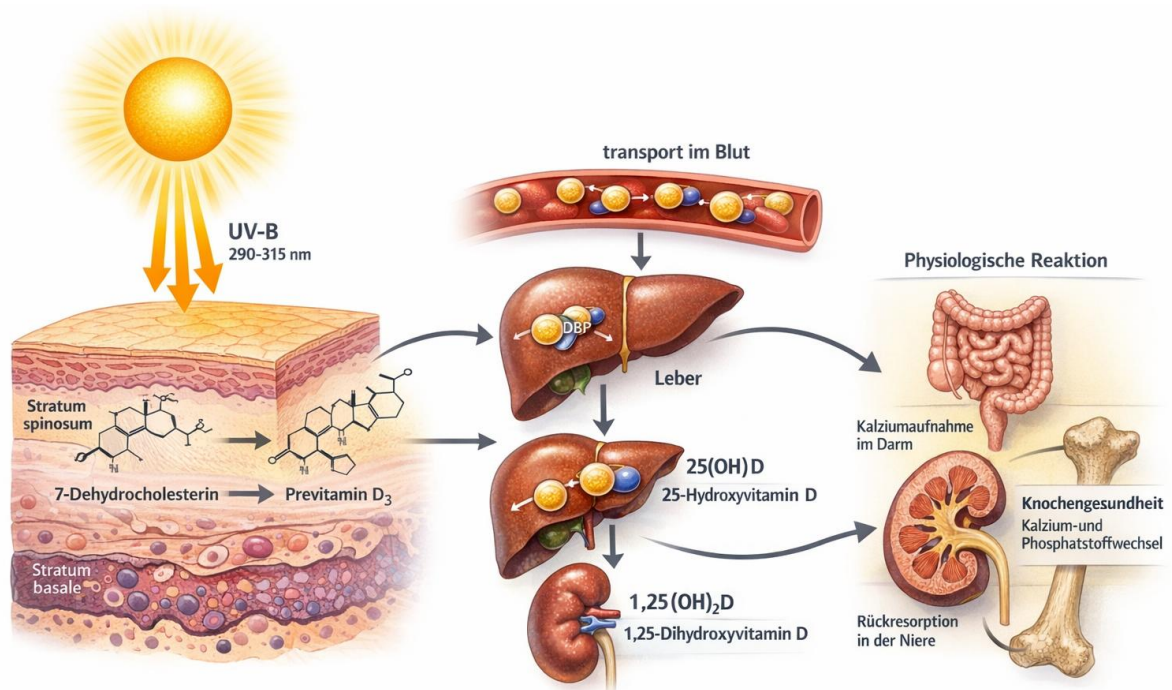


Abbildung 2 Synthese von Vitamin D₃ nach Voiculescu et al. 2025, eigene Abbildung erstellt mit ChatGBT am 29.12.2025

Die Effizienz der körpereigenen Vitamin-D-Synthese wird von einer Vielzahl individueller, geografischer und umweltbedingter Faktoren beeinflusst. Ein zentraler individueller Einflussfaktor ist die Hautpigmentierung. Das Hautpigment Melanin absorbiert UV-B-Strahlung und schützt die Hautzellen vor UV-bedingten DNA-Schäden. Gleichzeitig reduziert dieser Schutzmechanismus jedoch die Menge an UV-B-Strahlung, die das in der Haut vorhandene 7-Dehydrocholesterin erreicht. Personen mit dunkler Hautfarbe benötigen daher eine längere Sonnenexposition, um die gleiche Menge an Vitamin D zu bilden wie Menschen mit hellerer Haut.

Auch das Lebensalter beeinflusst die Vitamin-D-Bildung in der Haut. Mit zunehmendem Alter nimmt die Konzentration von 7-Dehydrocholesterin in der Epidermis ab, wodurch die

Synthesekapazität der Haut sinkt. Bei etwa 70-jährigen Personen ist diese Konzentration rund 50 % geringer als bei 20-Jährigen. Diese altersabhängige Abnahme unterstreicht die besondere Bedeutung einer ausreichenden Vitamin-D-Zufuhr, insbesondere in älteren Bevölkerungsgruppen. Zusätzlich können Faktoren wie Adipositas, eine unausgewogene Ernährung, geringe körperliche Aktivität sowie ein hoher Konsum koffeinhaltiger Getränke die Bioverfügbarkeit von Vitamin D beeinträchtigen. Bei adipösen Personen wird Vitamin D vermehrt im Fettgewebe gespeichert, wodurch weniger Vitamin D im Blutkreislauf verfügbar ist (vgl. Voiculescu et al. 2025).

Neben individuellen Faktoren spielen auch geografische Lage und Jahreszeit eine entscheidende Rolle. Die verfügbare UV-B-Strahlung hängt maßgeblich vom Breitengrad und dem Einfallswinkel der Sonnenstrahlen ab. Nördlich des 34. Breitengrades ist die UV-B-Intensität in den Wintermonaten nicht ausreichend, um eine relevante Vitamin-D-Synthese in der Haut zu ermöglichen. Infolgedessen sinken die Serumspiegel von 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D] typischerweise ein bis zwei Monate nach Oktober unter den empfohlenen Schwellenwert von 30 ng/ml. In äquatornahen Regionen bleibt die UV-B-Intensität hingegen über das gesamte Jahr hinweg relativ konstant, sodass eine kontinuierliche Vitamin-D-Bildung möglich ist (vgl. Voiculescu et al. 2025). Zur Kompensation des saisonalen Abfalls kann eine tägliche Supplementierung von 2000 bis 4000 I.E. Vitamin D, entsprechend etwa 40–60 I.E. pro Kilogramm Körpergewicht, beitragen, die Serumwerte wieder auf ein physiologisch angemessenes Niveau anzuheben (vgl. Gröber, 2021).

Darüber hinaus beeinflussen Kleidung, Sonnenschutzmittel und Umweltbedingungen die Verfügbarkeit von UV-B-Strahlung. Das Tragen bedeckender Kleidung sowie die Verwendung von Sonnenschutzmitteln mit hohem Lichtschutzfaktor können den Kontakt zwischen Haut und UV-B-Strahlung nahezu vollständig blockieren und dadurch die Vitamin-D-Synthese deutlich reduzieren. Auch Luftverschmutzung, starke Wolkenbedeckung und eine erhöhte atmosphärische Dämpfung vermindern den UV-B-Anteil des Sonnenlichts erheblich. Im Gegensatz dazu begünstigt eine dünnere Atmosphäre eine höhere Durchlässigkeit für UV-B-Strahlung und damit eine effizientere endogene Vitamin-D-Bildung (vgl. Voiculescu et al. 2025; Wimalawansa, 2024).

Schließlich unterliegt die Vitamin-D-Synthese auch zeitlichen und physiologischen Einschränkungen. Bei Personen mit heller Haut kann eine Sonnenexposition von etwa 30 bis 60 Minuten ausreichen, um eine Vitamin-D-Produktion von bis zu 10.000 I.E. zu ermöglichen, sofern etwa ein Drittel der Körperoberfläche dem Sonnenlicht ausgesetzt ist. Besonders günstig

ist der Zeitraum zwischen 10:30 und 13:30 Uhr, da hier die UV-B-Intensität am höchsten ist. Gleichzeitig verhindert ein physiologischer Rückkopplungsmechanismus eine Überproduktion von Vitamin D, indem überschüssiges Prävitamin D₃ in biologisch inaktive Metaboliten umgewandelt wird. Dadurch wird das Risiko einer Hypervitaminose D oder Hyperkalzämie durch Sonnenexposition wirksam begrenzt (vgl. Voiculescu et al. 2025). In den frühen Morgen- und späten Nachmittagsstunden, während der Wintermonate sowie bei Aufenthalten hinter Glas findet hingegen kaum oder keine Vitamin-D-Bildung statt, da die UV-B-Strahlung weitgehend gefiltert wird (vgl. Wimalawansa, 2024).

Abbildung 3 veranschaulicht Faktoren, die die Vitamin D Bildung beeinträchtigen oder fördern können.

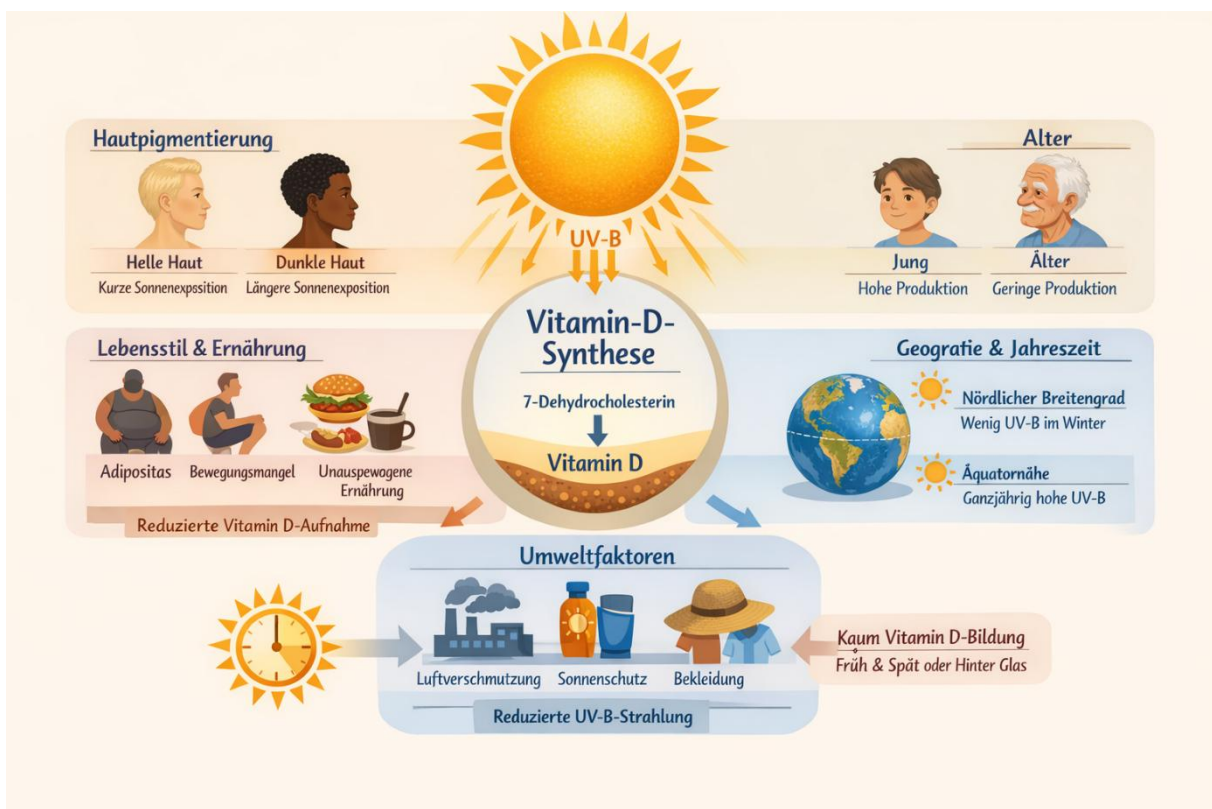


Abbildung 3 Faktoren, die die Vitamin D Produktion beeinträchtigen oder fördern könne, nach Wimalawansa 2024 und Voiculescu 2025, eigene Darstellung erstellt mit ChatGBT, am 29.12.2025

2.2.2 Vitamin D Aufnahme über die Nahrung

Vitamin D kann neben der körpereigenen Synthese in der Haut auch über die Nahrung aufgenommen werden. Nach der oralen Aufnahme wird Vitamin D im Dünndarm resorbiert, in sogenannte Chylomikronen eingebaut und über das lymphatische System in den Blutkreislauf transportiert. Als fettlösliches Vitamin wird es anschließend vorübergehend im Fettgewebe gespeichert und bei Bedarf wieder freigesetzt. Im Blut liegt Vitamin D hauptsächlich in den Formen Cholecalciferol (Vitamin D₃) und Ergocalciferol (Vitamin D₂) vor. Beide Formen sind an das Vitamin-D-bindende Protein (VDBP) gebunden und werden zur weiteren Verarbeitung in die Leber transportiert. In der Leber erfolgt durch spezifische Cytochrom-P450-Enzyme (CYP2R1 und CYP27A1) eine Hydroxylierung am Kohlenstoffatom 25. Dabei entsteht 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D], auch Calcidiol genannt. Diese Form stellt den wichtigsten zirkulierenden und speicherbaren Vitamin-D-Metaboliten im menschlichen Organismus dar und dient als etablierter Marker zur Beurteilung des Vitamin-D-Status. In einem weiteren Schritt wird 25(OH)D in der Niere durch das Enzym 1 α -Hydroxylase in die biologisch aktive Form 1,25-Dihydroxyvitamin D [1,25(OH)₂D], das sogenannte Calcitriol, umgewandelt.

Calcitriol wirkt als zentraler Regulator des Kalzium- und Phosphathaushalts. Es steigert die Kalziumaufnahme im Darm, vermindert die renale Ausscheidung und mobilisiert Kalzium aus dem Knochen. Auf diese Weise trägt es wesentlich zur Aufrechterhaltung der Kalzium-Phosphat-Homöostase bei (Prentice et al., 2008). Darüber hinaus beeinflusst Calcitriol die Expression zahlreicher Gene und reguliert Prozesse wie Zellproliferation, Zelldifferenzierung und Immunmodulation. Neben seiner systemischen Wirkung kann 1,25(OH)₂D auch lokal in verschiedenen Geweben gebildet werden, darunter Makrophagen, die Nebenschilddrüse, Mikroglia sowie Brust-, Dickdarm- und Hautzellen. Dort übernimmt es endokrine, parakrine und autokrine Funktionen (vgl. Charoenngam & Holick, 2020). Cholecalciferol wird nicht ausschließlich zur Leber transportiert, sondern auch in andere Gewebe verteilt. Seine Aufnahme gilt als effizienter als jene von 25(OH)D, da es weniger stark an das Vitamin-D-bindende Protein gebunden ist. Neuere Erkenntnisse weisen darauf hin, dass die Bildung bestimmter antimikrobieller Peptide, wie Cathelicidine, eine kontinuierliche Zufuhr bioverfügbaren Cholecalciferols erfordert. Vor diesem Hintergrund ist eine regelmäßige und moderate Zufuhr von gut resorbierbarem Vitamin D über die Nahrung von Bedeutung. Im Gegensatz dazu kann die Einnahme hoher Einzeldosen in größeren zeitlichen Abständen, insbesondere über Nahrungsergänzungsmittel, mit potenziellen gesundheitlichen Risiken verbunden sein.

(Einnahme hoher Einzeldosen Vitamin D über Nahrungsergänzungsmittel im Abstand von Tagen oder Wochen birgt gesundheitliche Risiken, 2025).

In Lebensmitteln kommt Vitamin D sowohl als Vitamin D₂ (Ergocalciferol) als auch als Vitamin D₃ (Cholecalciferol) vor. Beide Formen werden im Dünndarm sowohl über passive Diffusion als auch über spezifische Transportproteine aufgenommen. Zu den Lebensmitteln mit einem nennenswerten Vitamin-D-Gehalt zählen vor allem fettreiche Fische wie Lachs, Thunfisch und Forelle sowie planktonische Mikroalgen, die die höchsten natürlichen Vitamin-D-Gehalte aufweisen. Darüber hinaus enthalten auch Rindsleber, Huhn, Schweinefleisch, Eigelb, Käse und Milch geringere Mengen an Vitamin D. Pflanzliche Lebensmittel liefern in der Regel ausschließlich Vitamin D₂, wobei insbesondere UV-exponierte Pilze eine relevante Quelle darstellen. Trotz dieser Nahrungsquellen ist die durchschnittliche Vitamin-D-Zufuhr über die Ernährung häufig unzureichend. Eine Studie von Nuti et al. (2024) zeigte, dass die tägliche Aufnahme in der italienischen Bevölkerung bei Frauen etwa 5,1 µg (202 I.E.) und bei Männern etwa 6,2 µg (250 I.E.) beträgt. Da sich die italienische Bevölkerung überwiegend an der Mittelmeerdiet orientiert, die reich an pflanzlichen Lebensmitteln, Hülsenfrüchten, Obst, Gemüse und Olivenöl ist, fehlen in dieser Ernährungsweise häufig Lebensmittel mit einem hohen Vitamin-D-Gehalt (Nuti et al., 2024).

2.3 Aktivierung und Metabolismus

Der Vitamin-D-Rezeptor (VDR) ist ein nukleärer Steroidrezeptor, der in nahezu allen Zelltypen des menschlichen Körpers vorkommt. Besonders hoch ist seine Expression in Zellen des Immunsystems, was die Bedeutung von Vitamin D für immunologische Prozesse unterstreicht. Die biologisch aktive Form von Vitamin D, Calcitriol (1,25-Dihydroxyvitamin D), bindet im Zytosol an den VDR. Anschließend bildet der aktivierte VDR einen Komplex mit dem Retinoid-X-Rezeptor (RXR). Dieser Rezeptorkomplex wandert in den Zellkern und bindet dort an spezifische DNA-Abschnitte, sogenannte Vitamin-D-Response-Elemente (VDREs). Durch diese Bindung werden Koaktivatoren und Korepressoren rekrutiert, welche die Genexpression regulieren. Auf diesem Weg kann Calcitriol die Transkription von mehr als 1.200 Genen beeinflussen und damit eine Vielzahl physiologischer Prozesse steuern, darunter Immunfunktion, Zellwachstum und Differenzierung (vgl. Wimalawansa, 2024).

Neben seiner hormonellen Wirkung im Blutkreislauf besitzt Vitamin D auch eine wichtige lokale Funktion auf Zellebene. In verschiedenen Zielgeweben, darunter Immunzellen,

Brustdrüsenzellen und Kolonozyten, kann Calcitriol direkt innerhalb der Zelle gebildet werden. Diese lokale Synthese ermöglicht autokrine und parakrine Wirkungen, bei denen Vitamin D entweder auf die produzierende Zelle selbst oder auf benachbarte Zellen einwirkt. Diese Mechanismen sind für viele der genomischen Effekte von Vitamin D von zentraler Bedeutung. In der Regel wird das lokal gebildete Calcitriol intrazellulär abgebaut und gelangt nicht in den systemischen Kreislauf. Eine Ausnahme stellen überaktivierte Makrophagen bei granulomatösen Erkrankungen wie der Sarkoidose oder bei tuberkulösen Granulomen dar. In diesen Fällen kann Calcitriol in den Blutkreislauf übertreten und zu erhöhten Kalziumspiegeln im Blut führen (vgl. Wimalawansa, 2024).

Die Aktivierung von Vitamin D erfolgt in zwei klar voneinander getrennten Schritten. Der erste Schritt findet in der Leber statt. Dort wird Vitamin D durch die Cytochrom-P450-Enzyme CYP2R1 (mikrosomal) und CYP27A1 (mitochondrial) an der Position C-25 hydroxyliert. Dabei entsteht 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D], auch Calcidiol genannt. Diese Form ist die wichtigste zirkulierende und speicherbare Form von Vitamin D im menschlichen Organismus, besitzt jedoch noch keine hormonelle Aktivität.

Der zweite Aktivierungsschritt erfolgt überwiegend in der Niere. Hier wird 25(OH)D durch das Enzym CYP27B1 an der Position C-1 hydroxyliert, wodurch 1,25-Dihydroxyvitamin D [1,25(OH)₂D], die biologisch aktive Hormonform, entsteht. Das Enzym CYP27B1 wird jedoch auch in verschiedenen extrarenalen Geweben exprimiert. Dort ermöglicht es eine lokale Aktivierung von Vitamin D, die vor allem der Regulation zellulärer Prozesse dient. Der Beitrag dieser extrarenalen Synthese zur systemischen Calcitriolkonzentration ist insgesamt gering (vgl. Alonso et al., 2022).

Der Abbau von Vitamin D dient der Feinregulation seiner biologischen Aktivität und erfolgt hauptsächlich über das Enzym CYP24A1. Dieses Enzym wandelt sowohl 25(OH)D als auch 1,25(OH)₂D in biologisch inaktive Metaboliten um, darunter 24,25-Dihydroxyvitamin D [24,25(OH)₂D] und 1,24,25-Trihydroxyvitamin D [1,24,25(OH)₃D]. Zusätzlich kann durch das Enzym 3-Epimerase eine strukturelle Umlagerung der Vitamin-D-Moleküle erfolgen, bei der sogenannte 3-Epimere entstehen, wie beispielsweise 3-epi-25(OH)D₃. Dieses Enzym wurde unter anderem in Leber-, Knochen- und Hautzellen nachgewiesen und trägt zur Feinregulation des Vitamin-D-Stoffwechsels bei (vgl. Alonso et al., 2022).

2.4 Vitamin D Rezeptor

Vitamin-D-Rezeptoren (VDR) wurden in zahlreichen Geweben des menschlichen Körpers nachgewiesen. Dazu zählen unter anderem Prostata, Gehirn, Brustdrüse, Bauchspeicheldrüse, Dickdarm sowie verschiedene Zellen des Immunsystems. Aufgrund dieser weiten Verbreitung kann Vitamin D neben seinen bekannten Effekten auf das Skelettsystem auch nicht-skelettale Wirkungen entfalten. Die biologisch aktive Form von Vitamin D, 1,25-Dihydroxyvitamin D₃ [1,25(OH)₂D₃], spielt dabei unter anderem eine Rolle in der Immunfunktion sowie in der Regulation von Zellproliferation und Zelldifferenzierung. Solche Effekte wurden in unterschiedlichen Zelltypen beschrieben, darunter Lymphozyten, Endothelzellen, Osteoblasten und Keratinozyten (Delrue & Speeckaert, 2023).

Zellen des Immunsystems, wie Lymphozyten, Monozyten, Makrophagen und dendritische Zellen, exprimieren nicht nur den Vitamin-D-Rezeptor, sondern auch mehrere Enzyme, die am Vitamin-D-Stoffwechsel beteiligt sind. Dadurch sind diese Zellen in der Lage, direkt auf Vitamin D zu reagieren und dessen Wirkungen lokal zu regulieren. Die meisten Effekte von 1,25(OH)₂D₃ werden dabei über den nukleären Vitamin-D-Rezeptor vermittelt. Nach der Bindung von 1,25(OH)₂D₃ bildet der VDR einen Heterodimer-Komplex mit dem Retinoid-X-Rezeptor (RXR). Dieser VDR/RXR-Komplex bindet anschließend an spezifische DNA-Sequenzen, sogenannte Vitamin-D-Response-Elemente (VDRE), in den Zielgenen und reguliert auf diese Weise die Transkription verschiedener Gene. Über diesen Signalweg kann Vitamin D zahlreiche biologische Prozesse beeinflussen. Darüber hinaus steht der VDR-Signalweg in Wechselwirkung mit anderen intrazellulären Signalwegen, wodurch die Wirkung von Vitamin D weiter moduliert wird. In bestimmten Fällen entfaltet 1,25(OH)₂D₃ seine Effekte auch unabhängig von Veränderungen der Genexpression oder der Proteinsynthese, was auf das Vorhandensein nicht-genomischer Wirkmechanismen hinweist (Delrue & Speeckaert, 2023).

Bereits 2011 untersuchten Hidalgo et al. den Einfluss von Glukokortikoiden, insbesondere Cortisol, auf den Vitamin-D-Rezeptor. Sowohl der Vitamin-D-Rezeptor als auch der Glukokortikoid-Rezeptor gehören zur Familie der nukleären Steroidrezeptoren, die als Transkriptionsfaktoren wirken und die Aktivität spezifischer Gene steuern. In Zellkulturstudien zeigte sich, dass sowohl das aktive Vitamin-D-Hormon Calcitriol als auch das Glukokortikoid Dexamethason die Genaktivität über ihre jeweiligen Rezeptoren erhöhen können. Darüber hinaus führte Cortisol zu einer gesteigerten Expression des VDR-Gens, was darauf hindeutet, dass Glukokortikoide die Menge des Vitamin-D-Rezeptors in Zellen beeinflussen können. Diese Beobachtung wurde durch eine erhöhte Transkriptionsaktivität VDR-assoziiierter

Genabschnitte bestätigt. Die Autoren identifizierten mehrere potenzielle Glukokortikoid-Response-Elemente (GREs) im VDR-Gen, was darauf hinweist, dass Glukokortikoid-Rezeptoren direkt an regulatorische Bereiche des VDR-Gens binden könnten. Zudem diskutierten sie, dass Glukokortikoide in anderen experimentellen Modellen gezeigt haben, sowohl den VDR-Anteil als auch die Empfindlichkeit gegenüber Vitamin D zu verändern. Diese Wechselwirkungen sind insbesondere relevant, da Vitamin D und Steroidhormone häufig gemeinsam bei entzündlichen Erkrankungen sowie im Knochenstoffwechsel eine Rolle spielen. Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Glukokortikoide die Expression des Vitamin-D-Rezeptors beeinflussen und dadurch indirekt die Wirkung von Vitamin D auf Genregulation, entzündliche Prozesse und den Kalziumstoffwechsel modulieren können (Hidalgo et al. 2011).

2.5 Vitamin D bindendes Protein (VDBP)

Das Vitamin-D-bindende Protein (VDBP), auch als gruppenspezifische Komponente (Gc-Globulin) bezeichnet, ist ein hoch polymorphes Protein mit über 100 bekannten Isoformen. Es wird vom VDBP-Gen auf dem Chromosom 4q12–q13 kodiert und ist strukturell eng mit Albumin und Alpha-Fetoprotein verwandt. VDBP wird hauptsächlich in der Leber synthetisiert. Tierexperimentelle Studien deuten jedoch darauf hin, dass auch andere Gewebe, darunter Niere, Hoden und Fettgewebe, zur Expression beitragen können. Die Bildung von VDBP wird unter anderem durch Östrogene reguliert, weshalb während der Schwangerschaft sowie bei der Einnahme oraler Kontrazeptiva erhöhte VDBP-Konzentrationen beobachtet werden.

Eine zentrale Funktion von VDBP liegt im Transport von Vitamin D und seinen Metaboliten im Blut. Etwa 85 % der zirkulierenden Vitamin-D-Metaboliten sind an VDBP gebunden, weitere rund 15 % an Albumin. Weniger als 0,1 % des 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D] liegen im Plasma in freier Form vor. Analog zu anderen Steroidhormonen wird angenommen, dass vor allem die freie Fraktion biologisch aktiv ist, da nur diese in die Zellen eintreten und dort an den zytosolischen Vitamin-D-Rezeptor binden kann. Diese Annahme wird durch die sogenannte Free-Hormone-Hypothese gestützt. Beobachtungen zeigen, dass ein Mangel an VDBP trotz sehr niedriger Serumkonzentrationen von 25(OH)D und 1,25(OH)₂D nicht zwangsläufig mit einem funktionellen Vitamin-D-Mangel einhergeht. Neben seiner Transportfunktion übernimmt VDBP weitere wichtige physiologische Aufgaben. Eine davon

ist die megalin- und cubilinvermittelte Rückresorption von 25(OH)D in der Niere, wodurch Vitamin D vor einem übermäßigen Verlust über den Urin geschützt wird. Darüber hinaus spielt VDBP eine entscheidende Rolle bei der Bindung von freiem Aktin, das bei Gewebeschäden vermehrt aus Zellen freigesetzt wird, etwa bei Traumata, Sepsis, Leberverletzungen, akuten Lungenschäden, Präeklampsie, Operationen oder Verbrennungen. Ungebundenes Aktin kann polymerisieren und in Kombination mit Gerinnungsfaktoren schwerwiegende Komplikationen wie eine disseminierte intravaskuläre Gerinnung und Multiorganversagen begünstigen. Durch die Bindung an VDBP wird Aktin rasch aus dem Blut entfernt und über Leber, Lunge und Milz eliminiert, wodurch diese Risiken deutlich reduziert werden. Darüber hinaus ist VDBP an verschiedenen immunologischen Prozessen beteiligt. Es unterstützt unter anderem die Rekrutierung von Neutrophilen, die Komplement-5a-vermittelte Chemotaxis sowie die Bildung des Vitamin-D-bindenden Protein-Makrophagen-aktivierenden Faktors (DBP-MAF), dem immunmodulatorische und potenziell antitumorale Eigenschaften zugeschrieben werden. Zusätzlich kann VDBP-Fettsäuren binden und trägt zur Entfernung von Toxinen und Krankheitserregern aus dem Blutkreislauf bei (vgl. Delrue & Speeckaert, 2023).

2.6 Die Wichtigkeit von Co- Faktoren in der Vitamin D Aufnahme

Die Wirkung von Vitamin D auf Gesundheit und Immunsystem hängt nicht ausschließlich von seinem Serumspiegel ab, sondern wird wesentlich durch das Zusammenspiel mit weiteren Mikronährstoffen beeinflusst. Eine ausreichende Zufuhr von Magnesium, Zink und Selen sowie der Vitamine K₂, A und C, von Resveratrol und essenziellen Fettsäuren wie Omega-3 trägt zur Aufrechterhaltung eines funktionsfähigen Immunsystems und zur allgemeinen Gesundheit bei. Diese Nährstoffe sind insbesondere für die Abwehr und Bewältigung von Infektionen von zentraler Bedeutung (vgl. Wimalawansa, 2024).

Zu den essenziellen Mikronährstoffen zählen unter anderem Zink, Magnesium und Vitamin K, die für zahlreiche physiologische Prozesse im menschlichen Organismus notwendig sind. Ein Mangel an diesen Substanzen kann durch verschiedene Faktoren begünstigt werden und zur Entstehung oder Verschlimmerung unterschiedlicher Erkrankungen beitragen. Gleichzeitig stehen diese Mikronährstoffe in Wechselwirkung mit dem Vitamin-D-Stoffwechsel und beeinflussen dessen biologische Aktivität. Vitamin D selbst weist pleiotrope Wirkungen auf, das heißt, es wirkt nicht nur auf den Knochenstoffwechsel, sondern beeinflusst eine Vielzahl

weiterer physiologischer Prozesse. Entsprechend zeigen zahlreiche Beobachtungsstudien Zusammenhänge zwischen niedrigen Vitamin-D-Spiegeln und verschiedenen Erkrankungen.

Der Stoffwechsel von Vitamin D sowie die Konzentration seiner Metaboliten, insbesondere der biologisch aktiven Form Calcitriol, werden durch mehrere Regulationsmechanismen gesteuert. Zu den wichtigsten Einflussfaktoren zählen das Parathormon (PTH), der Fibroblasten-Wachstumsfaktor 23 (FGF-23), der Serumkalziumspiegel sowie Magnesium. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass auch Zink und Vitamin K mit dem Vitamin-D-Stoffwechsel interagieren. Diese Zusammenhänge werden in der wissenschaftlichen Literatur jedoch deutlich seltener thematisiert als beispielsweise die Rolle von PTH oder Magnesium.

Die komplexen Wechselwirkungen zwischen Vitamin D und anderen Mikronährstoffen könnten erklären, warum viele klinische Studien zur Vitamin-D-Supplementierung nicht die erwarteten positiven Effekte zeigten. In einzelnen Fällen wurden sogar unerwünschte Wirkungen, wie etwa Verkalkungen von Weichteilen, beobachtet. Ein möglicher Erklärungsansatz ist das gleichzeitige Vorliegen von Defiziten weiterer essenzieller Mikronährstoffe, die für eine sichere und effektive Wirkung von Vitamin D erforderlich sind. Der kombinierte Mangel mehrerer lebenswichtiger Nährstoffe, darunter Zink, Vitamin K und Magnesium, wird auch als „verborgener Hunger“ bezeichnet. Dieses Phänomen ist in vielen Ländern weit verbreitet und kann langfristig zu erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen (Bleizgys, 2024). Im Folgenden werden sie besprochen.

Magnesium

Magnesium ist ein essenzieller Mineralstoff und an zahlreichen enzymatischen Reaktionen beteiligt, darunter Prozesse des Energie-, Zell- und Membranstoffwechsels. Obwohl der Großteil des Magnesiums in Knochen und Geweben gespeichert ist, hat es zentrale regulatorische Funktionen im gesamten Organismus. Für das Immunsystem ist Magnesium unverzichtbar. Es unterstützt sowohl das angeborene als auch das adaptive Immunsystem, stabilisiert Immunzellmembranen, fördert die Funktion von T- und B-Zellen und trägt zur Kontrolle von Entzündungsprozessen bei. Ein Magnesiummangel wird mit einer erhöhten Infektanfälligkeit und schwereren Krankheitsverläufen in Verbindung gebracht.

Gleichzeitig ist Magnesium ein Schlüsselfaktor für die immunmodulierende Wirkung von Vitamin D. Es wird für die Aktivierung von Vitamin D, die Bildung der aktiven Hormonform Calcitriol sowie für die Expression des Vitamin-D-Rezeptors benötigt. Ein unzureichender Magnesiumstatus kann daher zu einem funktionellen Vitamin-D-Mangel führen, selbst wenn

die Vitamin-D-Zufuhr ausreichend erscheint, und dadurch die Immunantwort zusätzlich schwächen. Besonders gefährdet sind Personen mit bereits niedrigen Vitamin-D-Spiegeln, etwa adipöse Menschen, Personen mit dunkler Hautfarbe oder erhöhtem Parathormonspiegel.

Umgekehrt beeinflusst Vitamin D den Magnesiumhaushalt, indem es die intestinale Aufnahme fördern, gleichzeitig aber die renale Ausscheidung erhöhen kann. Magnesium und Vitamin D stehen somit in einer engen wechselseitigen Beziehung, die für eine effektive Immunfunktion und eine ausgewogene Entzündungsregulation entscheidend ist. Da ein Magnesiummangel häufig vorkommt und diagnostisch schwer zu erfassen ist, kann eine ausreichende Magnesiumzufuhr – insbesondere bei Vitamin-D-Mangel oder erhöhter Infektanfälligkeit – sinnvoll sein. Eine Überdosierung ist selten und tritt meist nur bei schwerer Niereninsuffizienz auf (Bleizgys, 2024).

Zink

Zink ist ein essenzielles Spurenelement und muss regelmäßig über die Nahrung aufgenommen werden. Es ist für zahlreiche biologische Prozesse unverzichtbar und spielt eine Schlüsselrolle in der Immunabwehr. Für das Immunsystem ist Zink zentral, da es die Entwicklung, Reifung und Funktion sowohl des angeborenen als auch des adaptiven Immunsystems steuert. Es wirkt antiviral, immunmodulierend und entzündungshemmend, reduziert proinflammatorische Zytokine, senkt oxidativen Stress und stabilisiert Barrieren wie das Atemepithel. Zudem verbessert Zink die mukoziliäre Clearance und kann die virale Replikation direkt hemmen, unter anderem bei Atemwegsviren und Coronaviren. Ein Zinkmangel führt daher zu erhöhter Infektanfälligkeit, verzögerter Wundheilung und einer abgeschwächten Immunantwort. Besonders relevant ist die enge Wechselwirkung zwischen Zink und Vitamin D. Zink ist ein wichtiger Cofaktor für den Vitamin-D-Rezeptor (VDR) und unterstützt die Expression vitamin-D-abhängiger Gene, die an der Immunregulation beteiligt sind. Umgekehrt kann Vitamin D die zelluläre Verfügbarkeit von Zink verbessern und dadurch oxidativen Stress verringern. Ein kombinierter Mangel an Zink und Vitamin D kann die immunmodulierenden Effekte beider Nährstoffe deutlich abschwächen.

Da Zinkmangel weltweit verbreitet und diagnostisch schwer zu erfassen ist, ist eine ausreichende Zufuhr besonders bei Personen mit erhöhter Infektanfälligkeit oder Vitamin-D-Mangel wichtig. Die empfohlene tägliche Zinkzufuhr liegt je nach Quelle zwischen 7 und 20 mg, während eine langfristige Zufuhr über 40 mg pro Tag vermieden werden sollte (Bleizgys, 2024).

Vitamin K₂

Vitamin K ist ein fettlösliches Vitamin, das vor allem als Vitamin K₁ aus grünem Blattgemüse und als Vitamin K₂ aus fermentierten Lebensmitteln und der Darmmikrobiota vorkommt. Vitamin K₂ besitzt eine höhere Bioverfügbarkeit und erreicht besser Gewebe außerhalb der Leber, in denen auch immunrelevante Prozesse stattfinden.

Die Hauptfunktion von Vitamin K ist die Aktivierung Vitamin-K-abhängiger Proteine durch γ -Carboxylierung. Diese Proteine sind nicht nur für die Blutgerinnung, sondern auch für Gefäß-, Gewebe- und Immunfunktionen bedeutsam. Darüber hinaus wirkt Vitamin K entzündungshemmend und antioxidativ, was zu einer Reduktion systemischer Entzündungsprozesse beiträgt. Ein niedriger Vitamin-K-Status wird mit chronisch-entzündlichen Erkrankungen und funktionellen Einschränkungen im Alter in Verbindung gebracht.

Für das Immunsystem ist Vitamin K vor allem indirekt relevant: Es unterstützt die Gewebe- und Gefäßintegrität, moduliert Entzündungsreaktionen und reduziert oxidativen Stress – Faktoren, die entscheidend für eine effektive Immunabwehr sind.

Besonders wichtig ist die enge Synergie zwischen Vitamin K und Vitamin D. Vitamin D erhöht die Bildung Vitamin-K-abhängiger Proteine wie Osteocalcin und Matrix-GLA-Protein (MGP), während Vitamin K deren funktionelle Aktivierung ermöglicht. Beide Vitamine wirken entzündungshemmend und unterstützen gemeinsam die Regulation von Kalziumverteilung, Gefäßgesundheit und Knochenstabilität. Da Vitamin D die Synthese dieser Proteine steigert, kann eine hohe Vitamin-D-Zufuhr den Vitamin-K-Bedarf erhöhen.

Auf zellulärer Ebene verstärken sich ihre Effekte gegenseitig: Vitamin K₂ kann Signalwege beeinflussen, die mit dem Vitamin-D-Rezeptor interagieren und den Abbau von Calcitriol hemmen, während Vitamin D das Recycling von Vitamin K unterstützt. Dadurch wird auch die vitamin-D-abhängige Immunregulation optimiert.

Ein Vitamin-K-Mangel entsteht häufig durch unzureichende Zufuhr, Malabsorption oder bestimmte Medikamente. Die empfohlene tägliche Zufuhr liegt je nach Land zwischen 50 und 120 μg (Bleizgys, 2024).

Calcium

Seit der Entdeckung von Vitamin D vor rund 100 Jahren wurde zunächst vor allem seine zentrale Rolle im Kalzium- und Knochenstoffwechsel erkannt. Früh zeigte sich, dass Vitamin

Die intestinale Kalziumaufnahme ermöglicht und ein Mangel zu Rachitis und Knochenabbau führt. Ein entscheidender Durchbruch gelang in den 1970er-Jahren mit der Identifikation der aktiven Hormonform 1,25-Dihydroxyvitamin D [$1,25(\text{OH})_2\text{D}$] und des Vitamin-D-Rezeptors (VDR). Damit wurde erstmals verständlich, dass Vitamin D wie ein Steroidhormon wirkt und über Genregulation zahlreiche physiologische Prozesse steuert (Fleet, 2022).

Die klassische Funktion von Vitamin D liegt in der Aufrechterhaltung der Kalzium-Homöostase, die nicht primär dem Knochen, sondern der Stabilität des Serumkalziums dient. Bei niedriger Kalziumzufuhr wird über Parathormon (PTH) die Bildung von $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ in der Niere gesteigert. Dieses erhöht die Kalziumaufnahme im Darm und stabilisiert den Blutkalziumspiegel. Reicht die Zufuhr langfristig nicht aus, wird zusätzlich Kalzium aus dem Knochen mobilisiert – ein Mechanismus, der zwar lebenswichtig ist, aber langfristig die Knochenmasse reduziert.

Neben dieser klassischen Rolle wurde in den letzten Jahrzehnten deutlich, dass Vitamin D weit über den Kalziumstoffwechsel hinaus wirkt, insbesondere auf das Immunsystem. Der Vitamin-D-Rezeptor ist nicht nur im Darm und Knochen, sondern auch in zahlreichen Immunzellen (z. B. Makrophagen, dendritischen Zellen und T-Lymphozyten) exprimiert. Zudem können Immunzellen selbst $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ lokal bilden. Dadurch wirkt Vitamin D direkt auf die Immunantwort, indem es die angeborene Abwehr stärkt, entzündliche Prozesse reguliert und überschießende Immunreaktionen begrenzt.

Ein Vitamin-D-Mangel beeinträchtigt daher nicht nur die Kalziumaufnahme, sondern auch die Immunfunktion. Sinkt der Spiegel der Speicherform $25(\text{OH})\text{D}$ stark ab (z. B. $\leq 10 \text{ nmol/L}$), steht nicht mehr genügend Substrat für die Bildung von $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ zur Verfügung. Dies kann sowohl die intestinale Kalziumabsorption als auch die immunmodulatorischen Effekte von Vitamin D deutlich reduzieren.

Zusammenfassend ist Vitamin D ein zentrales Regulationshormon, das über den VDR sowohl den Kalziumhaushalt als auch das Immunsystem steuert. Während seine Rolle für die Knochen seit Jahrzehnten bekannt ist, rückt heute zunehmend seine Bedeutung für die Immunbalance, Entzündungsregulation und Krankheitsanfälligkeit in den Fokus. Physiologische Lebensphasen wie Wachstum, Schwangerschaft, Alterung sowie bestimmte Ernährungsformen können den Vitamin-D-Bedarf zusätzlich erhöhen (Fleet, 2022).

Phosphat

Der Phosphathaushalt ist eng mit dem Kalziumhaushalt verknüpft und dient der Aufrechterhaltung einer stabilen Phosphat-Homöostase im Blut und in den Geweben. Phosphat ist essenziell für die Knochenmineralisation, den Energiestoffwechsel (ATP), den Aufbau von Zellmembranen sowie von DNA und RNA und damit auch für die Funktion und Teilung von Immunzellen.

Etwa 85 % des Phosphats sind im Knochen gespeichert, während nur ein sehr kleiner Anteil im Blut zirkuliert. Trotz dieses geringen Serumanteils wird der Phosphatspiegel streng reguliert, da bereits kleine Abweichungen wichtige Stoffwechsel- und Zellfunktionen – einschließlich der Immunantwort – beeinträchtigen können.

Die Phosphataufnahme erfolgt über den Darm, die Ausscheidung überwiegend über die Niere, während die Knochen als Puffer fungieren. Die Regulation erfolgt hormonell durch ein Zusammenspiel von Parathormon (PTH), Vitamin D und FGF-23. Vitamin D fördert die intestinale Phosphataufnahme und unterstützt gemeinsam mit Kalzium die Knochenmineralisation. Gleichzeitig beeinflusst es über diese Mechanismen die Energieversorgung und Funktionsfähigkeit von Immunzellen. Der Wachstumsfaktor FGF-23 wirkt als Gegenspieler, indem er die renale Phosphatausscheidung erhöht und die Aktivierung von Vitamin D hemmt, um einen Phosphatüberschuss zu vermeiden.

Da Phosphat und Kalzium gemeinsam über Vitamin D reguliert werden, wirken sich Störungen des Phosphathaushalts auch auf den Vitamin-D-Stoffwechsel, die Knochengesundheit und indirekt auf das Immunsystem aus. Ein ausgeglichener Phosphathaushalt ist daher nicht nur für stabile Knochen, sondern auch für einen funktionierenden Energie- und Zellstoffwechsel von zentraler Bedeutung.

Zusammenfassend trägt der Phosphathaushalt – in enger Wechselwirkung mit Vitamin D – zur Aufrechterhaltung zentraler Stoffwechselprozesse bei. Störungen dieses Gleichgewichts können sich negativ auf Knochen, Zellfunktion und Immunantwort auswirken und besitzen daher hohe klinische Relevanz (DocCheck, o. D.).

Vitamin A

Vitamin A ist ein fettlösliches Vitamin, dessen biologisch aktivste Form Retinsäure über nukleäre Rezeptoren (RAR) die Genexpression reguliert. Es ist essenziell für die Integrität von Schleimhäuten, Zellwachstum und insbesondere für die Funktion des Immunsystems. Da der

Körper Vitamin A nicht selbst bilden kann, ist eine ausreichende Zufuhr über die Nahrung notwendig.

Im Immunsystem wirkt Vitamin A vor allem über dendritische Zellen, die Retinol lokal in Retinsäure umwandeln können. Dadurch beeinflusst Vitamin A gezielt die Steuerung von Immunreaktionen. Es fördert häufig einen entzündungshemmenden und toleranzfördernden Zustand, insbesondere im Darm, kann unter bestimmten Bedingungen jedoch auch proinflammatorische Signale verstärken. Diese kontextabhängige Wirkung ermöglicht eine fein abgestimmte Immunregulation.

Vitamin A beeinflusst maßgeblich die Differenzierung von T-Lymphozyten. Retinsäure fördert regulatorische T-Zellen (Treg), die überschießende Immunreaktionen begrenzen, und unterstützt Th2-Antworten, während entzündungsfördernde Th1- und Th17-Reaktionen abgeschwächt werden. Zudem stabilisiert Vitamin A die Darm- und Schleimhautbarriere, die eine zentrale Rolle in der Abwehr von Krankheitserregern spielt.

Ein Vitamin-A-Mangel führt zu einer erhöhten Infektanfälligkeit und schwereren Krankheitsverläufen. Eine ausreichende Versorgung ist mit einer geringeren Morbidität und Mortalität bei Infektionskrankheiten wie Masern, Durchfallerkrankungen und Malaria verbunden. Aufgrund seiner immunmodulatorischen Eigenschaften wird Vitamin A auch bei entzündlichen, autoimmunen und onkologischen Erkrankungen untersucht (Džopalić et al., 2021).

In Bezug auf Vitamin D bestehen funktionelle Parallelen und Ergänzungen: Beide Vitamine wirken über nukleäre Rezeptoren, regulieren die Genexpression in Immunzellen und fördern eine balancierte, entzündungshemmende Immunantwort. Während Vitamin D vor allem die angeborene Immunabwehr und die Entzündungsregulation beeinflusst, trägt Vitamin A insbesondere zur Schleimhautimmunität und zur T-Zell-Differenzierung bei. Eine ausreichende Versorgung beider Vitamine ist daher entscheidend für eine effektive und kontrollierte Immunabwehr.

Bor

Bor ist ein Spurenelement, das zwar nur in sehr geringen Mengen im Körper vorkommt, jedoch eine wichtige unterstützende Rolle im Vitamin-D- und Mineralstoffstoffwechsel spielt. Über diese Funktionen kann Bor indirekt auch das Immunsystem beeinflussen, da Vitamin D ein zentraler Regulator der angeborenen und adaptiven Immunantwort ist.

Studien zeigen, dass Bor die Bioverfügbarkeit und Wirkdauer von Vitamin D erhöhen kann, indem es den Abbau von Vitamin-D-Metaboliten hemmt. Dadurch bleiben aktive Vitamin-D-Formen länger im Körper verfügbar, was nicht nur den Kalziumstoffwechsel, sondern auch die immunmodulierenden Effekte von Vitamin D verstärken kann – etwa die Regulation von Entzündungen und die Unterstützung der Immunabwehr.

Zusätzlich verbessert Bor den Magnesiumstoffwechsel, indem es die Aufnahme und Retention von Magnesium fördert. Magnesium ist ein essenzieller Cofaktor für die Aktivierung von Vitamin D sowie für die Regulation des Parathormons. Ein guter Magnesiumstatus ist daher Voraussetzung für eine optimale Vitamin-D-Wirkung, auch im Immunsystem. Über diesen Weg trägt Bor indirekt zur Stabilisierung der Vitamin-D-abhängigen Immunfunktionen bei.

Gemeinsam wirken Bor, Magnesium und Vitamin D synergistisch: Vitamin D fördert die Kalziumaufnahme und moduliert das Immunsystem, Magnesium ermöglicht dessen Aktivierung, und Bor unterstützt beide Nährstoffe, indem es ihre Verfügbarkeit erhöht. Ein ausreichender Borstatus kann somit dazu beitragen, die Vitamin-D-Wirkung auf Knochen, Mineralstoffhaushalt und Immunfunktion zu optimieren (Pizzorno, 2015).

2.7 Die richtige Einnahme von Vitamin D und seiner Co-Faktoren

Unabhängig davon, ob Vitamin D morgens, mittags oder abends eingenommen wird, ist für die Bioverfügbarkeit weniger der Zeitpunkt als vielmehr die Art der Einnahme entscheidend. Präparate, die keine zusätzliche Fettkomponente enthalten, sollten vorzugsweise im Rahmen einer Mahlzeit eingenommen werden. In der Fachliteratur wird häufig empfohlen, Vitamin D gemeinsam mit der größten oder fettreichsten Mahlzeit des Tages – in der Regel dem Mittag- oder Abendessen – zuzuführen. Da Vitamin D zu den fettlöslichen Vitaminen zählt, verbessert das Vorhandensein von Nahrungsfetten, beispielsweise in Form hochwertiger pflanzlicher Öle, seine intestinale Resorption. Entsprechend sollte die Einnahme von Vitamin D grundsätzlich zu einer Mahlzeit erfolgen. Eine Ausnahme stellen Präparate dar, bei denen das Vitamin bereits an eine Fettmatrix gebunden ist, wie etwa ölige Vitamin-D-Tropfen, bei denen die gleichzeitige Nahrungsaufnahme für die Absorption weniger relevant ist (MSc, 2025)

2.8 Verschiedene Vitamin D Formen

2.8.1 Vitamin D 25 OH

25(OH)D ist die wichtigste Speicher- und Transportform von Vitamin D und entsteht in der Leber aus Vitamin D₃. Bei Bedarf wird es vor allem in den Nieren in die aktive Hormonform 1,25(OH)₂D umgewandelt. Da dieser Schritt streng reguliert ist, bleiben 1,25(OH)₂D-Werte auch bei niedrigen Vitamin-D-Speichern oft normal. Zur Beurteilung des Vitamin-D-Status eignet sich daher ausschließlich 25(OH)D.

Der Großteil von 25(OH)D ist an das Vitamin-D-bindende Protein (VDBP) gebunden. Veränderungen dieses Transportproteins – etwa durch genetische Faktoren, Schwangerschaft oder Erkrankungen – beeinflussen die gemessenen Serumwerte. Menschen mit dunkler Haut haben häufig niedrigere 25(OH)D-Spiegel, zeigen jedoch eine vergleichbare oder höhere Knochenmineraldichte und kein erhöhtes Frakturrisiko. Dieses sogenannte *Vitamin-D-Paradoxon* wird unter anderem mit genetischen Unterschieden des VDBP, Hautpigmentierung und Körperzusammensetzung erklärt. Höhere Vitamin-D-Dosierungen bringen in dieser Gruppe keinen zusätzlichen Nutzen für die Knochengesundheit (vgl. Alonso et al. 2022).

Auch Alter, Stoffwechsel und Körperfett beeinflussen den Vitamin-D-Status. Bei Adipositas wird Vitamin D vermehrt im Fettgewebe gespeichert, wodurch weniger im Blut verfügbar ist. Nach bariatrischen Operationen ist ein Vitamin-D-Mangel ebenfalls häufig. In diesen Fällen sollte ein Mangel frühzeitig erkannt und behandelt werden, auch wenn Zielwerte schwer erreichbar sind (vgl. Alonso et al. 2023). Während der Schwangerschaft verändern sich 25(OH)D-Spiegel unter anderem durch höhere VDBP-Konzentrationen. Der Fötus ist vollständig auf das mütterliche 25(OH)D angewiesen; die Spiegel im Nabelschnurblut erreichen etwa 75–100 % des mütterlichen Werts (vgl. Alonso et al. 2022).

Die Messung von Serum-25(OH)D wird insbesondere bei Risikogruppen empfohlen (z. B. Fragilitätsfrakturen, chronische Nierenerkrankung, Malabsorption, Störungen des Kalzium-/Phosphatstoffwechsels). Außerhalb knochenspezifischer Fragestellungen ist der Nutzen einer routinemäßigen Bestimmung weiterhin umstritten.

Internationale Fachgesellschaften definieren:

- < 12 ng/ml (30 nmol/l): erhöhtes Risiko für Rachitis/Osteomalazie
- 50–125 nmol/l: ausreichend für die Knochengesundheit

Diese Grenzwerte basieren überwiegend auf Daten hellhäutiger Populationen, weshalb eine populationsspezifische Interpretation sinnvoll ist (vgl. Alonso et al. 2022).

Unterform Vitamin D 24,25 OH Vitamin D2

24,25(OH)₂D ist das wichtigste Abbauprodukt von 25(OH)D und entsteht über das Enzym CYP24A1 bei ausreichender Vitamin-D-Versorgung. Seine Konzentration beträgt etwa 10 % des 25(OH)D-Spiegels. Die alleinige Messung liefert meist keinen Zusatznutzen.

In Kombination mit 25(OH)D kann jedoch das Vitamin-D-Metaboliten-Verhältnis (VMR) berechnet werden. Ein niedriges VMR kann auf seltene Störungen des Vitamin-D-Abbaus hinweisen, die mit Hyperkalzämie und einem erhöhten Risiko unter Supplementierung verbunden sind. Besonders bei Menschen mit dunkler Hautfarbe und bei chronischer Nierenerkrankung spiegelt das VMR den Vitamin-D-Status und das Frakturrisiko teilweise besser wider als 25(OH)D allein. Niedrige 24,25(OH)₂D-Werte sind hier mit schlechterer Nierenfunktion, höheren PTH-Werten und erhöhter Mortalität assoziiert (vgl. Alonso et al. 2023). Bestimmte Medikamente beschleunigen den Vitamin-D-Abbau und erhöhen das Frakturrisiko. Bei langfristiger Therapie werden eine prophylaktische Supplementierung und regelmäßige 25(OH)D-Kontrollen empfohlen (vgl. Alonso et al. 2022). Erste Hinweise aus pharmakologischen Untersuchungen deuten darauf hin, dass Vitamin D die über das Enzymsystem CYP3A4 vermittelte Arzneimittelverstoffwechselung beeinflussen könnte. In diesem Zusammenhang wird diskutiert, dass bei höheren Vitamin-D-Spiegeln bestimmte Medikamente schneller abgebaut werden könnten. Dazu zählen unter anderem Immunsuppressiva sowie Wirkstoffe wie Quetiapin oder Carbamazepin. Umgekehrt ist bekannt, dass Substanzen, die den Pregnan-X-Rezeptor (PXR) aktivieren, den Vitamin-D-Stoffwechsel beeinflussen und zu niedrigeren Vitamin-D-Spiegeln beitragen können.

Besondere Aufmerksamkeit gilt daher Medikamentengruppen, die diese Stoffwechselwege betreffen. Dazu gehören Antiepileptika wie Carbamazepin und Phenytoin, bestimmte Zytostatika (z. B. Cyclophosphamid, Paclitaxel, Tamoxifen), einzelne Antibiotika wie Rifampicin oder Clotrimazol, systemisch eingesetzte Kortikosteroide, ausgewählte Antihypertensiva (etwa Nifedipin oder Spironolacton), antivirale Medikamente wie Ritonavir und Saquinavir sowie hormonell wirksame Substanzen wie Cyproteronacetat.

Auch frei erhältliche pflanzliche Präparate können den Vitamin-D-Stoffwechsel beeinflussen. Insbesondere Johanniskraut (durch den Wirkstoff Hyperforin) und Kava-Kava sind dafür

bekannt, über enzymatische Aktivierung zu einer Absenkung des Vitamin-D-Spiegels beitragen zu können (Berlin-Potsdam, o. D.)

2.8.2 Vitamin D 1,25 OH 2D

1,25(OH)₂D ist die biologisch aktive Form von Vitamin D und spielt eine zentrale Rolle in der Regulation des Kalzium- und Knochenstoffwechsels. Es erhöht die Kalziumaufnahme im Darm, fördert die Rückresorption in der Niere und mobilisiert Kalzium aus dem Knochen, wodurch die Kalziumhomöostase und Knochenmineralisierung gesichert werden.

Darüber hinaus wirkt 1,25(OH)₂D immunmodulierend und entzündungshemmend und beeinflusst weitere Stoffwechselprozesse wie Blutdruck- und Glukoseregulation. Zudem wird es mit einer günstigen Zusammensetzung des Darmmikrobioms in Verbindung gebracht.

Abweichende Spiegel treten vor allem bei bestimmten Erkrankungen auf und spiegeln häufig Störungen der Regulation wider, etwa bei chronischer Nierenerkrankung, Hypoparathyreoidismus oder granulomatösen Erkrankungen. Auch Schwangerschaft, genetische Faktoren, ethnische Unterschiede und Medikamente können den Stoffwechsel von 1,25(OH)₂D beeinflussen (vgl. Alonso et al. 2022).

2.8.3 Das Vitamin D bindende Protein (VDBP)

VDBP ist der wichtigste Transporter von Vitamin D im Blut und liegt in genetisch unterschiedlichen Varianten vor. Diese beeinflussen die gemessenen 25(OH)D-Werte und unterscheiden sich zwischen ethnischen Gruppen. Auch Schwangerschaft sowie Leber- und Nierenerkrankungen verändern die VDBP-Konzentration. Die Hypothese, dass freies oder bioverfügbares Vitamin D klinisch relevanter sei als Gesamt-25(OH)D, konnte bislang keinen klaren diagnostischen Vorteil zeigen. Aufgrund fehlender Standardisierung wird die routinemäßige Bestimmung von VDBP oder freiem Vitamin D derzeit nicht empfohlen (vgl. Alonso et al. 2022; Delrue & Speeckaert, 2023)

2.8.4 Das Vitamin D Metaboliten Verhältnis (VMR)

Das VMR wird als möglicher Marker zur Individualisierung der Vitamin-D-Therapie diskutiert. Studien zeigen jedoch, dass es keinen besseren prädiktiven Wert für den Therapieerfolg oder den Knochenstoffwechsel hat als der Ausgangswert von 25(OH)D. Zudem fehlen gezielte Vergleichsstudien. Die Aussagekraft des VMR ist durch uneinheitliche Berechnungen, variable Referenzbereiche und hohe Messanfälligkeit begrenzt. Für spezielle Fragestellungen (z. B. Hyperkalzämie, Störungen des Vitamin-D-Abbaus) kann es hilfreich sein, für die allgemeine Diagnostik oder Supplementationssteuerung jedoch nicht überlegen (vgl. Alonso et al. 2022).

2.9 Vitamin D und seine Auswirkungen auf das Immunsystem

Schon im 19. und frühen 20. Jahrhundert gab es Hinweise darauf, dass Vitamin D das Immunsystem unterstützt. Damals wurden Sonnenlicht und Lebertran erfolgreich zur Behandlung von Tuberkulose eingesetzt. Erst später erkannte man, dass beide Maßnahmen über Vitamin D wirkten.

Bei Infektionen können bestimmte Immunzellen (z. B. Makrophagen und Monozyten) die Speicherform von Vitamin D [25(OH)D] selbst in die aktive Form [1,25(OH)₂D] umwandeln. Diese aktive Form stärkt die Abwehrleistung der Immunzellen und fördert die Bildung von Cathelicidin, einem körpereigenen antimikrobiellen Peptid. Cathelicidin kann Bakterien, Pilze und Viren bekämpfen, indem es deren Hüllen oder Zellmembranen schädigt. Zusätzlich scheint Vitamin D auch unabhängig von der Genregulation schützend zu wirken, etwa durch die Stabilisierung von Zellmembranen im Gefäßendothel (vgl. Charoenngam & Holick, 2020).

Klinische Studien zeigen, dass sehr niedrige Vitamin-D-Spiegel unter 25 nmol/l mit einem deutlich erhöhten Risiko für bakterielle Lungenentzündungen verbunden sind (Giustina et al. 2024). Frühere Supplementierungsstudien zu Atemwegsinfektionen – insbesondere bei Kindern – zeigen ein wiederkehrendes Muster: Menschen mit ausreichender Vitamin-D-Versorgung profitierten kaum von zusätzlicher Einnahme, während Personen mit Vitamin-D-Mangel deutlich häufiger positive Effekte zeigten. Da viele dieser Studien auf älteren Messmethoden beruhen, sollten die Ergebnisse jedoch vorsichtig interpretiert werden.

Vitamin D unterstützt sowohl das angeborene als auch das adaptive Immunsystem. Es aktiviert die erste Abwehrlinie des Körpers, unter anderem über Toll-like-Rezeptoren, und fördert die

Abwehr von Krankheitserregern wie *Mycobacterium tuberculosis*. Gleichzeitig reguliert es das adaptive Immunsystem, indem es entzündungsfördernde T-Zell-Antworten dämpft und regulatorische T-Zellen stärkt. Dadurch kann Vitamin D überschießende Entzündungsreaktionen – sogenannte Zytokinstürme – begrenzen. Ein Vitamin-D-Mangel erhöht nachweislich die Anfälligkeit für Atemwegsinfektionen und Autoimmunerkrankungen. Höhere 25(OH)D-Spiegel werden mit einem geringeren Risiko für virale Infektionen, Lungenentzündungen und schwere COVID-19-Verläufe in Verbindung gebracht. Zudem zeigen Studien, dass eine Supplementierung das Risiko für Krankenhausaufenthalte senken und den Krankheitsverlauf verbessern kann. Auch ein geringeres Risiko für allergische und autoimmune Erkrankungen wird mit einer ausreichenden Vitamin-D-Versorgung assoziiert. Leitlinien empfehlen zwar die Vermeidung eines Mangels, berücksichtigen jedoch nicht immer den erhöhten Bedarf bei akuten oder chronischen Entzündungen.

Auch bei Kindern scheint Vitamin D eine wichtige Rolle zu spielen. Vor Einführung vieler Impfungen traten typische Kinderkrankheiten wie Masern oder RSV vor allem im Winter auf – einer Zeit mit niedrigen Vitamin-D-Spiegeln. Vitamin-D-abhängige Abwehrmechanismen wie die Bildung von Cathelicidin gehören zur ersten Schutzlinie gegen Infektionen. Eine ausreichende Versorgung könnte daher insbesondere in den Wintermonaten die Infektanfälligkeit senken (vgl. Grant et al. 2025). Zahlreiche Beobachtungsstudien zeigen, dass ein Vitamin-D-Mangel mit der Entstehung und Verschlechterung vieler Erkrankungen verbunden ist. Nach akuten Infektionen sinken die Vitamin-D-Spiegel häufig weiter ab, was ohne gezielte Supplementierung die Genesung verzögern und das Risiko für Komplikationen erhöhen kann (vgl. Grant et al. 2025).

Akute Atemwegsinfektionen gehören weltweit zu den häufigsten Ursachen für Krankheit und Todesfälle. Die Schleimhaut der Atemwege bildet dabei die erste Abwehrbarriere. Die erhöhte Häufigkeit solcher Infektionen im Winter wird unter anderem mit saisonal niedrigen Vitamin-D-Spiegeln erklärt (vgl. Gröber, 2021). Beobachtungsstudien zeigen, dass niedrige 25(OH)D-Spiegel mit einem erhöhten Risiko für akute Atemwegsinfektionen verbunden sind. Interventionsstudien liefern jedoch ein uneinheitliches Bild: Metaanalysen zeigen insgesamt nur einen geringen oder keinen signifikanten Effekt einer generellen Vitamin-D-Supplementierung. Ein Nutzen scheint vor allem bei Personen mit Vitamin-D-Mangel zu bestehen (vgl. Jolliffe et al. 2025; Jia et al. 2024).

Auch bei chronischen Atemwegserkrankungen wie der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) spielt Vitamin D vermutlich eine Rolle. Niedrige 25(OH)D-

Spiegel sind mit einem höheren COPD-Risiko, schwereren Krankheitsverläufen und einer erhöhten Sterblichkeit verbunden. Ein möglicher Mechanismus ist die entzündungshemmende Wirkung von Vitamin D, da COPD-Patienten häufig gleichzeitig niedrige Vitamin-D-Spiegel und erhöhte Entzündungsmarker aufweisen (vgl. Grant et al. 2025).

Eine Metaanalyse von Martineau et al. 2019 konnte zeigen, dass eine tägliche oder wöchentliche Vitamin D Supplementierung, bei Menschen mit einem starken Vitamin D Mangel, das Risiko für eine akute Atemwegsinfektion signifikant senken konnte. Bei Patienten mit Bolusgaben trat dieser Effekt nicht ein (vgl. Martineau et al. 2019). Eine randomisiert kontrollierte Studie von Laaksi et al. 2024 kam zu folgendem Schluss, dass eine generelle Vitamin D Supplementierung keinen Einfluss auf die Entwicklung einer akuten Atemwegsinfektion hatte, die Gruppe der Studienteilnehmer mit einem Vitamin D Mangel war jedoch mit einem erhöhten Risiko einer Atemwegsinfektion verbunden (vgl. Laaksi et al. 2024). Wang et al. kamen in ihrer Metaanalyse zum Ergebnis, dass eine Vitamin D Supplementierung das Auftreten einer Atemwegsinfektion verhindern kann, wenn sie in täglichen Dosen zwischen 400 – 1200 IE pro Tag im Frühling, Sommer, Herbst und Winter eingenommen wird (vgl. Wang et al. 2024). Die PODA-Studie kam 2019 zu folgendem Ergebnis, dass eine Serum Konzentration von > 30 ng/ml bei älteren afroamerikanischen Frauen nicht ausreichte, um eine Atemwegsinfektion zu verhindern (vgl. Aloia et al. 2019).

Zusammenfassend unterstützt Vitamin D die Immunabwehr der Atemwege, indem es sowohl die frühe, angeborene Abwehr stärkt als auch überschießende Entzündungsreaktionen reguliert. Eine generelle Supplementierung bietet keinen klaren Schutz für die gesamte Bevölkerung, doch die Vermeidung eines Vitamin-D-Mangels scheint für die Prävention und den Verlauf akuter und chronischer Atemwegserkrankungen besonders wichtig zu sein (vgl. Grant et al. 2025).

2.10 Definition Vitamin D Mangel

Ein Vitamin-D-Mangel ist heute weltweit verbreitet und betrifft Menschen jeden Alters. Die Hauptgründe dafür sind zu wenig Sonnenlicht und die Tatsache, dass nur wenige Lebensmittel nennenswerte Mengen an Vitamin D enthalten. Viele Menschen halten sich überwiegend in geschlossenen Räumen auf, was die körpereigene Bildung von Vitamin D zusätzlich verringert.

2.10.1 Risikogruppen

Besonders gefährdet für einen Vitamin-D-Mangel sind:

- Menschen mit dunkler Hautfarbe
- Schwangere und Stillende
- ältere oder wenig mobile Personen
- Menschen mit Übergewicht
- Personen mit chronischen Erkrankungen, vor allem des Darms
- Menschen mit geringer Sonnenexposition oder wenig Bewegung

Zusätzlich haben folgende Personengruppen ein erhöhtes Risiko für einen Mangel:

- ältere oder ans Haus gebundene Menschen
- Personen mit Behinderungen oder chronischen Erkrankungen
- Menschen mit überwiegend sitzender Innenraumarbeit
- Personen mit Erkrankungen von Darm, Leber, Nieren oder Nebenschilddrüse
- stark übergewichtige Menschen oder Patienten nach bariatrischen Operationen
- Personen, die Medikamente einnehmen, welche den Vitamin-D-Abbau beschleunigen
- Säuglinge von Müttern mit Vitamin-D-Mangel

Die Fachgesellschaft Endocrine Society empfiehlt eine gezielte Vitamin-D-Supplementierung insbesondere für folgende Personengruppen:

- Kinder und Jugendliche (1–18 Jahre)
zur Vorbeugung einer ernährungsbedingten Rachitis und möglicherweise zur Senkung des Risikos für Atemwegserkrankungen.
- Menschen ab 75 Jahren
zur Reduktion des Sterberisikos.
- Schwangere Frauen
zur Verringerung des Risikos für Präeklampsie, intrauterinen Fruchttod und

Frühgeburten sowie zur Senkung des Risikos für ein zu geringes Geburtsgewicht und die Neugeborenensterblichkeit.

- Personen mit hohem Risiko für Prädiabetes um das Fortschreiten zu einem manifesten Diabetes mellitus zu verhindern oder zu verzögern.
- Nicht schwangere Personen ab 50 Jahren hier empfiehlt die Endocrine Society eine tägliche Einnahme von Vitamin D und rät von hoch dosierten, intermittierenden Gaben ab (Demay et al. 2024).

In der Korrektur der Leitlinie (2025) wurden folgende Einschränkungen ergänzt:

- Für die Allgemeinbevölkerung im Alter von 50 bis 74 Jahren wird keine routinemäßige Vitamin-D-Supplementierung über die empfohlene Referenzmenge hinaus empfohlen.
- Für die allgemeine erwachsene Bevölkerung unter 50 Jahren wird ebenfalls von einer pauschalen Supplementierung über die Referenzmenge hinaus abgeraten, sofern kein besonderer Risikofaktor vorliegt („Correction To: *Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline*“, 2024)

In der Tabelle 1 werden die Risikogruppen für einen Vitamin D Mangel nach Bleizgys dargestellt.

Gruppen von Risikofaktoren	Krankheiten
Erkrankungen des Bewegungsapparates	Rachitis, Osteoporose, Osteopenie, "Knochenschmerzen", Muskelschmerzen, Myopathie, Myodystrophie, wiederkehrende ("niederenergetische") Knochenbrüche, wiederkehrende Stürze, Knochendeformitäten
Endokrine und metabolische Krankheiten	Diabetes mellitus Typ 1 und 2, metabolisches Syndrom, Fettleibigkeit, Übergewicht, Hypo und Hyperparathyreodismus, Hypo und Hyperthyreose, Hypokalzämie, Calciurie, Phosphatämie, Hypo und Hyperphosphatämie, Phosphaturie und Dyslipidämien
Erhöhter Bedarf aus physiologischen Gründen	Kindheit, Jugend, Schwangerschaft, Stillzeit
Malabsorptionssyndrome	exokrine Pankreasinsuffizienz (Alter, Pankreatitis, Typ-II-Diabetes etc.), entzündliche Darmerkrankungen (Morbus Crohn, Colitis ulcerosa), Mukoviszidose, Laktoseintoleranz, Zöliakie, bariatrische Chirurgie

Erkrankungen der Leber und Gallenwege	Leberinsuffizienz, Leberzirrhose, Cholestase, Hepatosteatose
Nierenerkrankungen	Niereninsuffizienz, chronische Nierenerkrankung insbesondere Stadium III bis V, nephrotisches Syndrom
Atemwegserkrankungen	Asthma bronchiale, chronisch obstruktive Lungenerkrankung
Infektionskrankheiten	Tuberkulose, rezidivierende Atemwegserkrankungen
Systemische Bindegewebserkrankungen	Rheumatoide Arthritis, systemischer Lupus erythematodes, Dermatomyositis, Fibromyalgie
Hautkrankheiten	Neurodermitis, Schuppenflechte
Erkrankungen des Nervensystems	Multiple Sklerose, Parkinson, Demenz, Zerebralparese, Autismus
Verminderte Vitamin D3 Produktion der Haut	Höheres Lebensalter > 70 Jahre, aktiver Schutz vor Sonneneinstrahlung durch Sonnenschutzmittel, kulturelle Besonderheiten durch Ganzkörperkleidung, seltene Aktivitäten im Freien (Arbeit und Freizeit vorwiegend in geschlossenen Räumlichkeiten, Bewohner von Pflegeheimen), erhöhte Luftverschmutzung (Leben in der Stadt), Wintersaison in mittleren Breitengraden, Dunkelhäutig (vor allem Afrikaner)
Nährwertmerkmale	Veganismus und andere Arten des Vegetarismus, Allergie gegen Kuhmilch, fettarme Ernährung, unzureichende Magnesiumzufuhr, unzureichende Kalziumzufuhr
Langfristiger Konsum von Drogen	Antiepileptika (v. a. Phenytoin, Valproat), Antiretrovirale Medikamente, Glukokortikosteroide, systemische Antimykotika, Rifampin, Gallensäurekomplexbildner wie (Cholestyamin), Lipase Hemmer wie Orlistat
Bösartige Neubildungen	Darmkrebs, Lymphsystem und Blutkrebs, Brustkrebs, Eierstockkrebs, Prostatakrebs
Granulomatöse Erkrankungen	Sarkoidose, Histoplasmose, Kokzidiomykose, Berylliose
Psychische Erkrankungen	Depressionen, Schizophrenie, Anorexia nervosa
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Arterielle Hypertonie, ischämische Herzkrankheit, Herzinsuffizienz
Andere	Chronisches Erschöpfungssyndrom, stationäre Behandlung insbesondere auf der Intensiv und Reanimationsstation, Warten auf Organtransplantation und Nachtransplantation

Tabelle 2 Darstellung der Risikogruppen für einen Vitamin D Mangel nach Bleizgys, 2024

2.10.2 Optimale Werte

Historische Daten zeigen, dass unsere Vorfahren vermutlich deutlich höhere Vitamin-D-Spiegel hatten als viele Menschen heute. Auch bei heutigen indigenen Bevölkerungsgruppen werden häufig Werte zwischen 40 und 60 ng/ml gemessen. Um solche Spiegel bei wenig Sonnenlicht zu erreichen, wären allein über Ernährung oder Supplemente oft 4000–6000 IE Vitamin D täglich notwendig. Diese Erkenntnisse machen deutlich, dass Vitamin-D-Mangel in modernen Gesellschaften häufig ist. Eine gezielte Supplementierung, insbesondere bei Risikogruppen, ist daher oft sinnvoll und in vielen Fällen notwendig. Ein Bereich von 40–60 ng/ml wird häufig als optimal angesehen. Erst bei sehr hohen Werten über 150 ng/ml besteht das Risiko einer Vitamin-D-Vergiftung.

Die Tabelle 2 enthält die Vitamin D Statuskategorien nach Bleizgys.

Kategorie	25 OH-Werte in nmol/L
Schwerer Mangel	< 25
Mäßiger Mangel	< 50
Insuffizienz	< 75
genüge	< 100
Optimale Spiegel	< 150
Überhöhter Level	150 -250
Überdosis	> 250
Rausch*	> 375

Tabelle 3 Vitamin D Statuskategorien nach Bleizgys, 2024. * Die Intoxikationskategorie umfasst auch niedrigere 25OH-D-Spiegel, wenn Hyperkalzämie durch Vitamin-D-Präparate verursacht wird. 25OH-D-Serum-25-Hydroxy-Vitamin-D-Spiegel.

Hypovitaminose D (unzureichender Vitamin-D-Spiegel)

Von Hypovitaminose D spricht man, wenn der Vitamin-D-Spiegel im Blut zu niedrig ist, um die normalen Aufgaben von Vitamin D im Körper ausreichend zu erfüllen. Gemeint ist dabei ein Serumwert von 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D] unter 40 ng/ml. Ein solcher Mangelbereich ist nicht harmlos, da ein unzureichender Vitamin-D-Spiegel bestehende Erkrankungen verschlechtern und die Anfälligkeit für neue Krankheiten – insbesondere Infektionen – erhöhen kann. Deshalb gilt Hypovitaminose D nicht mehr als normaler oder akzeptabler Zustand.

Schwerer Vitamin-D-Mangel

Ein schwerer Vitamin-D-Mangel liegt vor, wenn der 25(OH)D-Spiegel unter 12 ng/ml fällt. In diesem Bereich treten häufig bereits deutliche Beschwerden auf, vor allem aus dem Muskulatur- und Skelettsystem (z. B. Muskelschwäche, Knochenschmerzen). Ein so ausgeprägter Mangel kann viele Erkrankungen deutlich verschlimmern und ist mit einem erhöhten Risiko für Komplikationen und Todesfälle verbunden, unter anderem bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, Infektionen und Blutvergiftungen (Sepsis).

Ausreichende Vitamin-D-Versorgung

Eine gute Vitamin-D-Versorgung ist entscheidend für die allgemeine Gesundheit und eine stabile Körperfunktion.

- Ein 25(OH)D-Spiegel über 40 ng/ml gilt als Mindestwert für eine ausreichende Versorgung auf Bevölkerungsebene.
- Der physiologisch günstige Bereich liegt etwa zwischen 40 und 80 ng/ml.
- Werte über 50 ng/ml werden als besonders vorteilhaft angesehen, um das Risiko für viele weit verbreitete Erkrankungen zu senken.

Aus Sicht der öffentlichen Gesundheit wird daher ein Mindestwert von 40 ng/ml als Ziel für eine ausreichende Vitamin-D-Versorgung in der Bevölkerung empfohlen (vgl. Wimalawansa, 2025).

2.10.3 Klinische Zeichen und Symptome eines Vitamin D Mangels

Ein Vitamin-D-Mangel macht sich im Gegensatz zu vielen anderen Nährstoffmängeln oft lange Zeit nicht deutlich bemerkbar. Klare Beschwerden treten meist erst auf, wenn der Vitamin-D-Spiegel stark abgesunken ist – in der Regel unter 12 ng/ml. In diesem Bereich kann der Körper Vitamin D nicht mehr ausreichend in seine aktive Form Calcitriol umwandeln. Zwar versucht der Organismus, diesen Mangel durch eine erhöhte Enzymaktivität auszugleichen, doch gelingt dies irgendwann nicht mehr.

Kommt es zu einem schweren Vitamin-D-Mangel, entstehen typische Erkrankungen:

- Rachitis bei Kindern
- Osteomalazie (Knochenerweichung) bei Erwachsenen

Die häufigsten Beschwerden bei ausgeprägtem Vitamin-D-Mangel sind:

- anhaltende Müdigkeit und allgemeine Schwäche
- Muskel- und Gelenkschmerzen
- Schwierigkeiten beim Aufstehen, Treppensteigen oder beim Heben der Arme
- erhöhte Sturzanfälligkeit
- Kälteempfindlichkeit und geringere Belastbarkeit

Da Vitamin D für die Aufnahme von Kalzium notwendig ist, werden die Knochen bei einem Mangel weich und instabil. Bei Kindern kann es zu Knochenverformungen kommen, bei Erwachsenen zu Knochenschmerzen, einer geringeren Knochendichte und einem erhöhten Risiko für Knochenbrüche, insbesondere an Wirbelsäule, Hüfte und Beinen.

Darüber hinaus werden niedrige Vitamin-D-Spiegel mit weiteren Beschwerden in Verbindung gebracht, darunter:

- depressive Verstimmungen
- verzögerte Wundheilung
- Haarausfall
- Muskelabbau
- Störungen des Immunsystems und des Energiestoffwechsels

Viele dieser Symptome sind jedoch unspezifisch und können auch andere Ursachen haben, was die Diagnose eines Vitamin-D-Mangels erschwert. Außerhalb des Knochensystems zeigt sich ein Vitamin-D-Mangel oft nicht durch unmittelbare Symptome, sondern durch ein erhöhtes Risiko für chronische Erkrankungen, wie z. B. Stoffwechselstörungen (Diabetes, Übergewicht), Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Infektionen und möglicherweise auch bestimmte Krebsarten (vgl. Wimalawansa, 2025)

2.10.4 Definition und Symptome einer Überdosierung

Starke Schwankungen des Vitamin-D-Spiegels können dem Körper schaden – vor allem dann, wenn sie durch sehr hohe Einzelgaben (sogenannte Bolusdosen) entstehen. Dabei wird Vitamin D in großen Mengen auf einmal eingenommen oder gespritzt. Das führt zu kurzzeitigen sehr hohen Blutwerten, die anschließend schnell wieder abfallen. Solche schnellen Auf- und Abbewegungen sind für den Körper unnatürlich und können biologische Abläufe stören – auch direkt in den Zellen. Der Grund dafür ist, dass Vitamin D nach einer großen Dosis rasch aufgenommen wird, aber nicht lange im Körper bleibt. Zwar steigt der gemessene Blutwert (25-Hydroxyvitamin D) zunächst stark an, doch er sinkt bald wieder ab. Studien zeigen, dass dadurch sogar die Vitamin-D-Konzentration innerhalb von Zellen stark schwanken kann, was ungünstige Effekte haben kann. Besonders problematisch sind hohe Einzelgaben von 300.000 bis 600.000 IE, die nur ein- oder zweimal pro Jahr verabreicht werden. Diese Praxis entspricht nicht dem natürlichen Vitamin-D-Stoffwechsel. Solche Spitzen können den Körper dazu bringen, Vitamin D schneller abzubauen. Verantwortlich ist ein Enzym, das bei sehr hohen Spiegeln aktiviert wird und Vitamin D rasch wieder abbaut. Dadurch können die wirksamen Vitamin-D-Formen im Verlauf sogar unter das gewünschte Niveau fallen, obwohl zuvor sehr viel Vitamin D zugeführt wurde. Auch hohe Dosen in größeren Abständen (z. B. monatlich) sind nicht ideal. In mehreren Studien waren solche Einnahmestrategien mit einem erhöhten Risiko für Stürze und Knochenbrüche verbunden. Deshalb empfehlen Fachleute, Vitamin D regelmäßig in kleineren Mengen, am besten täglich, einzunehmen. Diese Form ist natürlicher, sorgt für stabile Blutspiegel und wird auch in wissenschaftlichen Studien bevorzugt.

Eine echte Vitamin-D-Überdosierung ist insgesamt selten. Sie tritt meist erst bei sehr hohen Blutwerten von über 150 ng/ml auf und entsteht fast immer durch lange Zeit stark überhöhte Dosierungen. Die Beschwerden einer Vitamin-D-Vergiftung hängen vor allem mit einem zu hohen Kalziumspiegel im Blut zusammen. Typische Symptome sind:

- Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen
- Verstopfung, Gewichtsverlust
- Müdigkeit, Schwäche, Verwirrtheit
- Herzrhythmusstörungen
- starker Durst, häufiges Wasserlassen
- Dehydrierung und Nierensteine

Sehr hohe Vitamin-D-Dosen können außerdem mit bestimmten Medikamenten wechselwirken, insbesondere mit Arzneimitteln, die über bestimmte Leberenzyme abgebaut werden. Dazu gehören unter anderem einige Antiepileptika, Statine, bestimmte Blutdruckmittel und Herzmedikamente (vgl. Wimalawansa, 2024). Eine Vitamin-D-Vergiftung wird in der Regel erst bei sehr hohen täglichen Einnahmen über längere Zeit beobachtet – meist bei mehr als 20.000 IE pro Tag (vgl. Pludowski et al. 2024).

2.11 Aktueller Forschungsstand und Empfehlungen zur Supplementierung

Bis heute ist nicht eindeutig geklärt, wie viel Vitamin D optimal ist und wie es am besten eingenommen werden sollte – also täglich, wöchentlich oder in größeren Abständen. Auch darüber, welcher Vitamin-D-Blutspiegel für eine gute Immunfunktion ideal ist, besteht weiterhin keine Einigkeit. Zudem ist noch nicht abschließend geklärt, ob Vitamin D direkt auf das Immunsystem wirkt oder ob beobachtete Effekte teilweise indirekt entstehen.

Die aktuellen Vitamin-D-Leitlinien orientieren sich vor allem an der Knochengesundheit, insbesondere an der Vorbeugung von Rachitis und Osteomalazie. Sie legen Zielwerte für den Blutwert 25-Hydroxyvitamin D [25(OH)D] fest und empfehlen darauf basierend eine Vitamin-D-Zufuhr – meist unter der Annahme geringer Sonneneinstrahlung und ausreichender Versorgung mit anderen Nährstoffen.

Einigkeit besteht darin, dass sehr niedrige Werte:

- unter 10–12 ng/ml (25–30 nmol/l)
einen klaren Vitamin-D-Mangel darstellen und behandelt werden sollten.

Uneinigkeit besteht im mittleren Bereich, also zwischen etwa 10 und 30 ng/ml. Die zentrale Frage lautet, ob:

- 20 ng/ml oder
- 30 ng/ml
als Zielwert für eine ausreichende Versorgung gelten sollten.

Diese Unsicherheiten haben dazu geführt, dass es viele unterschiedliche Empfehlungen gibt. Da die Vitamin-D-Zufuhr über die Ernährung meist sehr gering ist, empfehlen viele Leitlinien tägliche Supplemente von 400–800 IE. Diese Dosierungen beruhen jedoch überwiegend auf Studien mit weißen Bevölkerungsgruppen. Neuere Forschung deutet darauf hin, dass Menschen

anderer ethnischer Herkunft, Personen mit wenig Sonnenexposition oder bestimmte Lebensstile höhere Vitamin-D-Mengen benötigen könnten. Menschen mit starkem Übergewicht benötigen oft deutlich höhere Mengen, da Vitamin D im Fettgewebe gespeichert wird und dem Körper weniger zur Verfügung steht. Einigkeit besteht darin, dass sehr niedrige Vitamin-D-Spiegel gesundheitliche Risiken bergen, während übermäßig hohe Werte vermieden werden sollten. Auch geografische Unterschiede spielen eine Rolle, sodass die bisherigen Empfehlungen für manche Menschen möglicherweise zu niedrig sind (vgl. Pludowski et al. 2024). Zudem zeigen aktuelle Daten, dass der optimale Vitamin-D-Spiegel vom jeweiligen Gesundheitsziel abhängt. Für Effekte über die Knochengesundheit hinaus, insbesondere im Zusammenhang mit dem Immunsystem und chronischen Erkrankungen, scheinen höhere Blutwerte notwendig zu sein. Für viele nicht-skelettale Erkrankungen werden 25(OH)D-Spiegel über 40 ng/ml als vorteilhaft angesehen (vgl. Grant et al. 2025).

Zusammengefasst gibt es keinen einheitlichen „Idealwert“ für alle. Der Vitamin-D-Bedarf hängt von individuellen Faktoren, Lebensstil, Herkunft und Gesundheitszustand ab. Abbildung 2 zeigt, dass je nach Erkrankung unterschiedliche stabile Vitamin-D-Spiegel erforderlich sind, um das Krankheitsrisiko wirksam zu senken oder den Verlauf positiv zu beeinflussen. In der Abbildung 4 werden die berechneten Serum Konzentrationen bei verschiedenen Krankheitsbildern dargestellt.

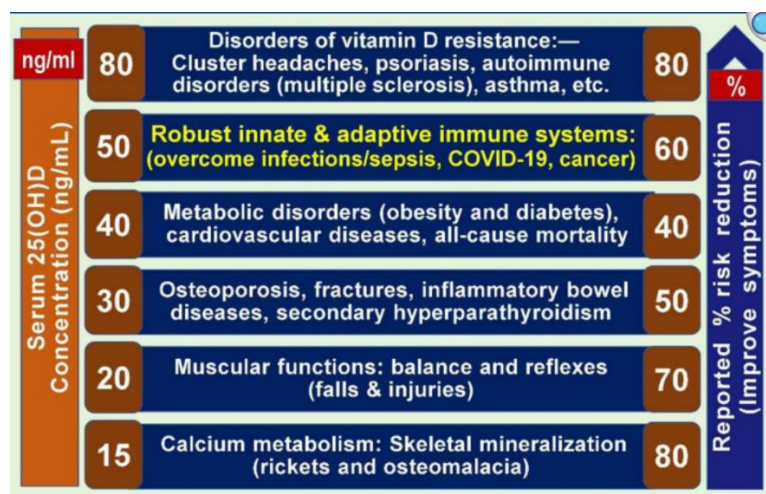


Abbildung 4 Berechnete Serum-25(OH)D-Konzentrationen, die zur Überwindung verschiedener Gruppen von Erkrankungen und Störungen erforderlich sind, Grant 2025

Studien zeigen, dass Vitamin-D-Blutwerte (25[OH]D) über 40 ng/ml mit einem deutlich geringeren Risiko für viele Erkrankungen verbunden sind. Würden die durchschnittlichen

Vitamin-D-Spiegel in der Bevölkerung steigen – zum Beispiel von derzeit etwa 20 ng/ml auf 40 ng/ml –, könnte dies nicht nur das Krankheitsrisiko senken, sondern auch die Gesamtsterblichkeit, einschließlich vorzeitiger Todesfälle, spürbar reduzieren. Um möglichst viele gesundheitliche Vorteile zu erzielen, empfehlen Fachleute, Vitamin-D-Spiegel im Bereich von etwa 40 bis 70 ng/ml anzustreben. In diesem Bereich lassen sich viele Erkrankungen, die mit einem Vitamin-D-Mangel in Zusammenhang stehen, vorbeugen oder zumindest abschwächen. Diese Erkenntnisse sprechen dafür, bei bestimmten Gruppen höhere Zielwerte einzuplanen. Dazu gehören insbesondere ältere Menschen sowie Personen mit Übergewicht oder Adipositas, da sie häufig einen höheren Vitamin-D-Bedarf haben. Werden diese Unterschiede in der medizinischen Praxis oder in Studien nicht ausreichend berücksichtigt, kann dies zu ungünstigen gesundheitlichen Ergebnissen führen (vgl. Grant et al. 2025).

2.11.1 Empfehlungen der EFSA (European Safety Food Authority)

Für Erwachsene, einschließlich Schwangeren und Stillenden, sowie für 11- bis 17-jährige Kinder und Jugendliche ergab sich ein UL (Upper intake level) von 100 µg (4.000 IE) und für 1- bis 10-jährige Kinder von 50 µg (2.000 IE) pro Tag. Für Säuglinge unter sechs Monaten leitete die EFSA einen UL von 25 µg (1.000 IE) pro Tag und für sieben- bis unter zwölfmonatige Säuglinge von 35 µg (1.400 IE) pro Tag ab. Unter der UL versteht man die Menge eines Mikronährstoffes, der im Laufe des Lebens täglich aus allen Quellen zugeführt werden kann, ohne dass daraus eine gesundheitsschädigende Wirkung entstehen kann. Der UL ist aber auf Bolusgaben nicht anwendbar (Turck et al., 2023).

2.11.2 Empfehlungen der Endocrine Society

In Tabelle 3 werden die jeweiligen Dosierungsempfehlungen der Endocrine Society vorgestellt.

Altersgruppe	Täglicher Bedarf
1 -18 Jahren	300–2000 IE
Unter 50 Jahren	600 IE
50 – 70 Jahren	600 IE
Ab 70 Jahren	800 IE
Ab 75 Jahren	800 -900 IE
Schwangerschaft	2500 IE
Menschen mit Hochrisiko Prädiabetes	1000 IE

Tabelle 4 Die empfohlene Dosierung für die Vitamin-D-Zufuhr bei Personen laut der Endocrine Society (2024), eigene Darstellung

2.11.3 Empfehlungen der deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE)

In Tabelle 4 werden die Empfehlungen der deutschen Gesellschaft für Ernährung (2012) dargestellt.

Säuglinge (0-12 Monate)	400 IE
Kinder (1-15 Jahre)	800 IE
Jugendliche und Erwachsene (15 -65 Jahre)	800 IE
Erwachsene ab 65 Jahren	800 IE
Schwangere	800 IE
Stillende	800 IE

Tabelle 5 Darstellung der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2012, eigene Darstellung

2.11.4 Empfehlungen der SIOMMS

Die Richtlinien der SIOMMMS (Italienische Gesellschaft für Osteoporose, Mineralstoffwechsel und Knochenkrankheiten) schlagen bei Patienten mit Hypovitaminose D eine Dosis Cholecalciferol-Supplementierung zwischen 800 und 2000 IE/Tag vor; wenn das Serum 25(OH) <10 ng/ml beträgt, wird eine anfängliche Aufsattdosis von Cholecalciferol 3000–10.000 IE/Tag (durchschnittlich 5000 IE/Tag) für 1–2 Monate empfohlen, gefolgt von einer Erhaltungsdosis von 2000 IE/Tag (Nati et al. 2024).

2.11.5 Weitere Metastudien

Im Zeitraum von 2012 – 2020 liefen einige Metastudien mit sehr differenzierten Ergebnissen. In der Tabelle 5 werden sie als Übersicht dargestellt.

Laufende Metastudien			
VITAL	Harvard	2012 - 2017	20.000 Gesunde 2.000 IU tgl. → Zielwert 75 nmol/l (30 ng/ml), Beobachtung von Herz-Kreislauf, Diabetes, Krebs
FIND	Finnland	bis 2020	1.660 - 3.200 IU tgl.
ViDA	Neuseeland	bis 2017	100.000 IU monatlich (~ 3.300 IU tgl.)
DOHealth	8 europ. Städte	bis 2017	2.000 IU tgl.
VIDAL	UK	bis 2020	60.000 IU monatlich (~ 2.000 IU tgl.)
Laufende Metastudien legen eine tägliche Substitution von ca. 1.600 – 3.300 IU Vitamin D zugrunde!			

Abbildung 5 Weitere Metastudien, entnommen aus Berlin-Potsdam, I. F. M. D. (o. D.). IMD Institut für medizinische Diagnostik, Labor: Vitamin D – Update und Geschichte. <https://www.imd-potsdam.de/fachinformationen/diagnostikinformationen/200-299/274-vita>

Stellt man diese unterschiedlichen Dosierungen gegenüber, so merkt man rasch, dass die einzelnen Studien dazu kein homogenes Bild bieten.

2.11.5 Empfehlungen zur Verabreichungsform

Bolusdosen

In den letzten Jahren hat die hoch dosierte Vitamin-D-Therapie verstärkt Aufmerksamkeit erhalten. Ein Grund dafür ist das mögliche Nutzenpotenzial bei der sogenannten Vitamin-D-Resistenz (VDRES). Dabei sprechen Betroffene auf übliche Vitamin-D-Dosen nur schwach oder gar nicht an, sodass trotz regelmäßiger Einnahme keine ausreichenden 25(OH)D-Blutwerte erreicht werden.

Eine solche Vitamin-D-Resistenz kann verschiedene Ursachen haben. Dazu zählen:

- genetische Veränderungen, etwa am Vitamin-D-Rezeptor (VDR) oder seiner Signalübertragung,
- chronische Entzündungen, Infektionen oder Umweltbelastungen,
- Lebensstilfaktoren, unausgewogene Ernährung oder ein Mangel an wichtigen Begleitnährstoffen.

In diesen Situationen kann der Körper Vitamin D schlechter verwerten, sodass höhere Dosierungen nötig sein können, um eine biologische Wirkung zu erzielen. Bestimmte genetische Varianten im Vitamin-D-Stoffwechsel sind zudem mit Autoimmunerkrankungen assoziiert. Auch Infektionen oder toxische Einflüsse können die Aktivität des Vitamin-D-Rezeptors hemmen. In solchen Fällen reichen Standarddosierungen häufig nicht aus, um therapeutische Effekte zu erreichen. Klinische Erfahrungen mit Hochdosisprotokollen, zum Beispiel etwa 1.000 IE Vitamin D pro Kilogramm Körpergewicht täglich, zeigen bei einigen Autoimmunerkrankungen – etwa bei Multipler Sklerose – positive Effekte. Auch sehr hohe Einzeldosen (z. B. 50.000 IE) konnten in Studien die Insulinsensitivität bei Menschen mit metabolischem Syndrom verbessern. Unter sorgfältiger ärztlicher Überwachung gelten solche Ansätze als grundsätzlich sicher und können insbesondere für Patientinnen und Patienten mit komplexen Erkrankungen von Nutzen sein. Die Endocrine Society warnt in ihren Leitlinien zwar vor hohen Vitamin-D-Dosen, vor allem wegen möglicher Toxizitätsrisiken. Gleichzeitig räumt sie jedoch ein, dass die Nebenwirkungen hoch dosierter, intermittierender Gaben gering sind und sich die positiven Effekte im Vergleich zu niedrig dosierten täglichen Gaben nur wenig unterscheiden. Kritisch wird zudem hinterfragt, warum hohe Vitamin-D-Dosen streng bewertet werden, während andere Medikamente oft dauerhaft und in hoher Zahl eingenommen werden.

Gerade bei Erkrankungen, für die es nur begrenzte wirksame Therapieoptionen gibt – wie bei vielen Autoimmunerkrankungen –, könnten die potenziellen Vorteile höherer Vitamin-D-Dosen die Risiken überwiegen. Daher erscheint es sinnvoll, individuell angepasste Hochdosisstrategien weiter wissenschaftlich zu untersuchen (vgl. Grant et al. 2025).

Wirksamkeit und Grenzen von Bolusgaben

Hohe Bolusdosen von Vitamin D führen zu einem raschen Anstieg des 25(OH)D-Spiegels. Abhängig von der Ausgangskonzentration und der Dosis können in den ersten Wochen Werte von über 75 nmol/l erreicht werden. Dieser Anstieg ist jedoch nur vorübergehend. Nach etwa

drei Monaten sinken die Spiegel meist wieder auf das Ausgangsniveau ab (Einnahme hoher Einzeldosen Vitamin D, 2025). Die VIDA-Studie untersuchte den Einsatz hoher Vitamin-D-Bolusgaben zur Vorbeugung von Atemwegsinfektionen. Insgesamt konnte kein deutlicher Schutz vor Erkrankungen festgestellt werden. Teilnehmende mit Vitamin-D-Mangel zeigten jedoch einzelne positive Effekte (vgl. Scragg, 2020).

Auch eine Studie von Pham et al. zeigte, dass monatliche Bolusdosen von 60.000 IE das Risiko für akute Atemwegsinfektionen in der Allgemeinbevölkerung nicht senkten. Allerdings verkürzten sie die Dauer der Krankheitssymptome (vgl. Pham et al. 2021).

Hohe Vitamin-D-Bolusdosen können in spezifischen klinischen Situationen sinnvoll sein, etwa bei Vitamin-D-Resistenz oder bestimmten Autoimmunerkrankungen. Für die allgemeine Prävention eignen sich Bolusgaben jedoch weniger, da die Wirkung oft nur kurzfristig ist. Entscheidend ist daher eine individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung und – bei hohen Dosierungen – eine ärztliche Begleitung.

Tägliche Einnahme vs. intermittierende Vitamin-D-Gaben

Bei intermittierenden Vitamin-D-Gaben mit Abständen von drei Monaten oder mehr kommt es häufig zu starken Schwankungen der 25-Hydroxyvitamin-D-Spiegel (25[OH]D) im Blut. Die Werte steigen nach einer hohen Einzeldosis zunächst stark an, fallen danach aber wieder deutlich ab.

Im Gegensatz dazu führt eine tägliche Vitamin-D-Einnahme zu einem gleichmäßigen und stabilen Anstieg der 25(OH)D-Spiegel, ohne ausgeprägte Spitzen oder Abfälle. Dieses Einnahmeschema gilt daher als physiologischer und besser verträglich (*Einnahme hoher Einzeldosen Vitamin D, 2025*).

2.11.6 Gründe für eine tägliche Supplementierung von 2.000 IE Vitamin D (*nach Pludowski et al., 2024*)

Mehrere wissenschaftliche Argumente sprechen für eine tägliche Einnahme von 2.000 IE (50 µg) Vitamin D:

- Frühere Empfehlungen haben den tatsächlichen Vitamin-D-Bedarf zur Erreichung bestimmter Ziel-Blutwerte möglicherweise unterschätzt.

- Die Sicherheit einer täglichen Dosis von 2.000 IE ist durch aktuelle randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) über mehrere Jahre gut belegt.
- Klinische Studien unterstützen Serum-25(OH)D-Werte von mindestens 75 nmol/l (30 ng/ml) als günstigen Zielbereich.
- Einige RCTs zeigen neben positiven Effekten auf Knochen auch gesundheitliche Vorteile außerhalb des Skelettsystems bei einer täglichen Einnahme von 2.000 IE Vitamin D.

Auf Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Daten erscheint es sinnvoll, für die allgemeine erwachsene Bevölkerung eine tägliche Vitamin-D-Supplementierung von etwa 2.000 IE (50 µg) zu empfehlen. Diese Dosierung eignet sich sowohl zur Vorbeugung als auch zur Behandlung eines Vitamin-D-Mangels und steht im Einklang mit den Empfehlungen der Endocrine Society. Gleichzeitig ist klar, dass es keine Dosierung gibt, die für alle Menschen gleichermaßen optimal ist. Idealerweise sollte die Vitamin-D-Zufuhr individuell angepasst werden, zum Beispiel anhand von Blutmessungen des 25(OH)D-Spiegels. Da solche individuellen Kontrollen im Alltag jedoch nicht immer praktikabel sind, stellt eine pauschale Empfehlung von 2.000 IE pro Tag einen sicheren und wirksamen Richtwert dar.

Alternativ kann ein vorsichtigerer, stärker individualisierter Ansatz gewählt werden:

- 800–2.000 IE (20–50 µg) täglich, abhängig vom persönlichen Bedarf.
- Höhere Dosierungen sind besonders sinnvoll bei sehr niedrigen Ausgangswerten, Adipositas oder Erkrankungen mit eingeschränkter Nährstoffaufnahme.
- Niedrigere Dosierungen können bei geringem Risiko und ausreichender Sonnenexposition ausreichen (vgl. Pludowski et al. 2024).

3. Einführung in die Gesundheitsförderung

3.1 Definition Gesundheit

Es gibt leider noch immer keine allgemeingültige Definition von Gesundheit. Gesundheit kann zum einen als Abwesenheit von Krankheit verstanden werden, aber auch das Vorhandensein psychischer und physischer Ressource. Sie kann aber auch als Wohlbefinden definiert werden, oder als Vorliegen einer Handlungs – und Leistungsfähigkeit (vgl. Bak, 2023, S. 22). Hurrelmann definierte 2010 Gesundheit folgendermaßen: „*Gesundheit bezeichnet den Zustand des Wohlbefindens einer Person, der gegeben ist, wenn diese Person sich psychisch und sozial im Einklang mit den Möglichkeiten und Zielvorstellungen und jeweils gegebenen äußeren Lebensbedingungen befindet. Gesundheit ist nach diesem Verständnis ein angenehmes und durchaus nicht selbstverständliches Gleichgewichtsstadium von Risiko und Schutzfaktoren, das zu jedem lebensgeschichtlichen Zeitpunkt immer erneut in Frage gestellt ist. Gelingt das Gleichgewicht, dann kann dem Leben Freude und Sinn abgewonnen werden, es ist eine produktive Entfaltung der eigenen Kompetenzen und Lernpotentiale möglich, und es steigt die Bereitschaft, sich gesellschaftlich zu integrieren und zu engagieren.*“ (Hurrelmann, 2010, S. 146).

Frühere Versuche Gesundheit zu definieren, setzten oft bei der Krankheit an. So ist die sicher bekannteste und zentrale Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO):“ *Gesundheit ist ein Zustand völligen psychischen, physischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheit und Gebrechen. Sich des bestmöglichen Gesundheitszustandes zu erfreuen, ist ein Grundrecht jedes Menschen, ohne Unterschied der Rasse, der Religion, der politischen Überzeugung, der wirtschaftlichen oder sozialen Stellung.*“ (WHO,1948)

3.2 Einführung in die Salutogenese

Der Begriff der Salutogenese ist im Bereich der Gesundheitsförderung von großer Bedeutung und wird in verschiedenen Zusammenhängen verwendet. Aaron Antonovsky führte diesen Begriff 1979 in seinem Buch Health, Stress and Coping ein. Als Begründer gilt Aaron Antonovsky, welcher anhand von Beobachtungen zu folgenden Ergebnissen kam: In Studien zu ethnischen Unterschieden in der Verarbeitung im Übergang zur Menopause, wurden unter anderem jüdische Frauen untersucht, die die Konzentrationslager überlebt hatten. Die

Kontrollgruppen waren Frauen, die keine solche schrecklichen Erfahrungen gemacht hatten und sich 25 Jahre später gut angepaßt hatten, sowie keine psychischen Auffälligkeiten aufwiesen. Zunächst zeigte sich, dass die Frauen aus der Kontrollgruppe eine gute emotionale Stabilität aufwiesen. Dies galt aber auch für 29% der Frauen, die das Konzentrationslager überlebt hatten. Antonovsky stellt sich deshalb die Frage: Wie kann man sich das, angesichts der traumatischen Erfahrungen erklären? (vgl. Bak, 2023. S. 63). Von dieser Fragestellung ausgehend entwickelte er sein Salutogenese Modell und formulierte die Salutogenese als eine Frage: „Was sind die Ursprünge der Gesundheit?“. Seine Antwort darauf war das Gefühl der Kohärenz. Die Salutogenese ist ein Bereich der Gesundheitsförderung, die mit verschiedenen Bedeutungen in Zusammenhang gebracht werden kann. In seiner ursprünglichsten Erklärung ist die Grundlage der Salutogenese das „salutogenetische Modell der Gesundheit“. Antonovskys Frage nach den Ursprüngen der Gesundheit und seine Antwort darauf, bilden den Kern des salutogenetischen Modells. Dies beschreibt, dass Lebenserfahrungen dazu beitragen, das Kohärenzgefühl zu entwickeln. Konnte durch Lebenserfahrungen oder Prägungen ein starkes Kohärenzgefühl entwickelt werden, so sind Menschen eher in der Lage, Ressourcen zu mobilisieren, um mit stressigen Situationen umzugehen oder Spannungen zu bewältigen. Die Salutogenese bezieht sich also auf die salutogene Orientierung, besonders im Bereich der Gesundheitsförderung. Sie legt den Schwerpunkt auf die Ursprünge der Gesundheit, im Gegensatz zu den Ursprüngen von Erkrankungen oder Risikofaktoren (vgl. Mittelmark & Bauer, 2022). Ähnlich wie das Stressmodell nach Lazarus, geht er davon aus, dass stresshafte und lebensbedrohliche Situationen nicht automatisch krank machen. Vielmehr hängt es davon ab, wie man mit Stressoren umgeht. Sind Menschen in der Lage, stressauslösende Situationen zu überwinden, bewegen sie sich in Richtung Gesundheit (vgl. Bak, 2023. S. 63). Mit der Salutogenese beschreibt er ein Modell, das erklärt, wie Lebenserfahrungen zur Entwicklung und Stärkung des Kohärenzgefühls beitragen. Antonovsky formulierte die zentrale Frage der Salutogenese so: „Was sind die Ursprünge der Gesundheit?“ Seine Antwort lautete: das Gefühl der Kohärenz. Nach Antonovsky verfügen Menschen in ihrem Leben über eine bestimmte Grundeinstellung zum Leben. Diese Grundeinstellung ist ein bestimmtes, vor allem in der Kindheit und Jugend durch Erfahrung entstandenes Wahrnehmungsmuster (vgl. Bak, 2023. S. 64). Dieses Gefühl hilft Menschen, ihre inneren Ressourcen zu mobilisieren, um besser mit Stressoren umzugehen und Spannungen erfolgreich abzubauen. Darüber hinaus ermöglicht ein starkes Kohärenzgefühl die persönliche Weiterentwicklung auf dem Kontinuum zwischen Gesundheit und Krankheit. Die Salutogenese unterscheidet sich somit von der Pathogenese, die sich auf die Erforschung der Ursachen von Krankheit und Risikofaktoren konzentriert. Im Mittelpunkt der Salutogenese

steht das Kohärenzgefühl, das als Orientierung oder Fähigkeit beschrieben wird, eigene Ressourcen zur Bewältigung von Stressoren einzusetzen (vgl. Mittelmark & Bauer, 2016, S. 7-13). In den letzten Jahrzehnten hat die Forschung zunehmend die Beziehung zwischen sozialen Faktoren, Gesundheit und Krankheit unter dem Blickwinkel des salutogenetischen Modells untersucht. Diese Studien haben gezeigt, dass Menschen mit einem starken Kohärenzgefühl (Sense of Coherence, SOC) besser mit Stress umgehen können, während Personen mit einem schwächeren Kohärenzgefühl anfälliger für Krankheiten sind. Einige Studien identifizieren das Kohärenzgefühl sogar als Prädiktor für Gesundheit und gesundheitsförderndes Verhalten (vgl. Idan et al., 2016, S. 107-121).

3.3 Definition Gesundheitsförderung

Die konzeptionelle Grundlage der Gesundheitsförderung bildet die Ottawa-Charta der WHO, die 1986 verabschiedet wurde. Bereits im Vorfeld erarbeitete eine internationale Arbeitsgruppe im Juli 1984 ein erstes, noch inoffizielles Grundsatzdokument, das als inhaltliche Basis für die spätere Ottawa-Charta diente. Frühere Impulse finden sich zudem im Alma-Ata-Dokument von 1977, in dem der Ansatz der Gesundheitsförderung bereits mit einem starken Fokus auf soziale Ungleichheiten, Chancengleichheit und die gesellschaftlichen Voraussetzungen von Gesundheit verankert wurde (vgl. BIÖG – Leitbegriffe: Gesundheitsförderung 1: Grundlagen, 2025).

In der Ottawa-Charta wird Gesundheitsförderung definiert als *„der Prozess, allen Menschen ein höheres Maß an Selbstbestimmung über ihre Gesundheit zu ermöglichen und sie dadurch zur Stärkung ihrer Gesundheit zu befähigen“* (BIÖG – Leitbegriffe: Gesundheitsförderung 1: Grundlagen, 2025). Damit wird Gesundheit nicht als bloßes Ergebnis individueller Verhaltensweisen verstanden, sondern als Resultat eines Zusammenspiels persönlicher, sozialer und struktureller Faktoren.

Gesundheitsförderung zielt darauf ab, Gesundheitsressourcen zu identifizieren, zu erhalten und gezielt zu stärken, sowohl auf individueller als auch auf gesellschaftlicher Ebene. Eine zentrale theoretische Grundlage stellt dabei das salutogenetische Modell dar, das sich mit der Frage beschäftigt, wie Gesundheit entsteht und erhalten bleibt. Eng damit verbunden ist das Konzept der Resilienz, das die Fähigkeit von Menschen und Gemeinschaften beschreibt, Belastungen zu bewältigen und gesund zu bleiben. Beide Ansätze rücken nicht Defizite oder Risiken in den Mittelpunkt, sondern die Entwicklung und Stärkung gesundheitsfördernder Potenziale. Die

Förderung von Gesundheit ist jedoch nicht allein Aufgabe des Individuums. Sie setzt voraus, dass auch die soziale, ökologische und politische Umwelt Verantwortung übernimmt, indem gesundheitsförderliche Lebensbedingungen geschaffen werden. Ursprünglich als Ergänzung zur pathogenetisch und risikofaktorenorientierten Medizin gedacht, entwickelte sich Gesundheitsförderung zu einem umfassenden sozial- und gesundheitspolitischen Ansatz. Im Verständnis der World Health Organization (WHO) geht Gesundheitsförderung daher über die reine Krankheitsprävention hinaus. Sie umfasst sowohl die Förderung gesunder Lebensweisen als auch die Verbesserung der Lebensverhältnisse und berücksichtigt dabei wirtschaftliche, soziale, kulturelle, ökologische und politische Einflussfaktoren. Ziel ist es, Menschen und Gemeinschaften zu befähigen, mehr Kontrolle über ihre Gesundheit zu erlangen und diese nachhaltig zu verbessern, indem die grundlegenden Determinanten von Gesundheit positiv beeinflusst werden (BIÖG – Leitbegriffe: Gesundheitsförderung 1: Grundlagen, 2025). Fonds Gesundes Österreich definiert Gesundheitsförderung als Prozess, der Menschen befähigt, mehr Kontrolle über ihre Gesundheit zu erlangen und ihre gesundheitlichen Ressourcen gezielt zu stärken. Sie basiert auf der Salutogenese, also der Frage, *was Gesundheit erhält und wie sie entsteht*, statt allein auf der Vermeidung von Krankheit. Gesundheitsförderung zielt darauf ab, sowohl individuelle Lebensweisen als auch gesundheitsrelevante Lebensbedingungen zu verbessern und berücksichtigt dabei ökonomische, soziale, ökologische, kulturelle und politische Einflussfaktoren. Ein solcher ganzheitlicher Ansatz strebt eine gesunde und faire Gesellschaft an.

Im Gegensatz dazu konzentriert sich Prävention auf die Vermeidung von Krankheiten, insbesondere durch Maßnahmen der Primärprävention, die darauf abzielen, bevor es zu Krankheit kommt, gesundheitsgefährdende Belastungen (z. B. Rauchen, Stress) zu reduzieren und gesundheitsförderliche Ressourcen wie Kompetenzen, Wissen und soziale Netzwerke zu stärken. Dabei berücksichtigt die Primärprävention idealerweise Personengruppen in relevanten Lebenswelten („Settings“). Die Gesundheitsförderung ist ein komplexer sozialer und gesundheitspolitischer Ansatz, der nicht nur auf Verhalten Einzelner abzielt, sondern auch strukturelle Rahmenbedingungen einbezieht. Dazu gehört die Förderung von Gesundheit in verschiedenen Lebenswelten (z. B. Schule, Arbeitsplatz, Gemeinden) und übergreifende Strategien, die gesundheitsrelevante Lebensbedingungen verbessern (*Die Zentralen Begriffe „Gesundheitsförderung“ Und „Prävention“ | Fonds Gesundes Österreich, o. D.*)

Gesundheitsförderung ist als sozialpolitischer, gesellschaftlicher Prozess zu verstehen, der auf allen Ebenen wirkt:

- **Individuelle Ebene:** Förderung von Kompetenzen, Wissen und Gesundheitsverantwortung
- **Gemeinschaftsebene:** Schaffung gesundheitsförderlicher Lebenswelten und sozialer Netzwerke
- **Gesellschaftspolitische Ebene:** Entwicklung gesundheitlicher Gesamtpolitik und struktureller Rahmenbedingungen

Maßnahmen der Gesundheitsförderung umfassen unter anderem Gesetzgebung zur Reduktion gesundheitlicher Belastungen, gesundheitsbezogene Informations- und Bildungsangebote, Unterstützungsstrukturen für gesundheitsfördernde Lebensweisen sowie politische Interventionen zur Verbesserung der Gesundheitsdeterminanten.

Der Ansatz geht damit über traditionelle Präventionsstrategien hinaus, die sich primär auf die Verhinderung von Krankheit konzentrieren, und weist auf die Bedeutung eines ganzheitlichen Verständnisses von Gesundheit hin, in dem Individuum und Lebensumwelt in Wechselwirkung stehen. Gesundheitsförderung soll Menschen und Gemeinschaften befähigen, ihre Gesundheitsressourcen und -potenziale zu erkennen und zu stärken.

Das Robert Koch-Institut (RKI) beschreibt die Gesundheitsförderung als integralen Bestandteil der Gesundheitsentwicklung, der weit über die Vermeidung von Krankheit hinausgeht. Gesundheitsförderung umfasst Maßnahmen und Strategien, die die Ressourcen, Fähigkeiten und Lebensbedingungen der Menschen stärken, damit sie ein gesundes Leben führen können und länger gesund bleiben. Dabei richtet sie ihren Blick nicht nur auf individuelles Verhalten, sondern auf breitere soziale, strukturelle und politische Einflussfaktoren, die Gesundheit fördern oder gefährden können.

Laut RKI ist Gesundheitsförderung ein multidisziplinärer Ansatz, der unterschiedliche Bereiche wie Bildung, Stadtentwicklung, Arbeit, Verkehr und soziale Teilhabe einbezieht. Sie zielt darauf ab, Gesundheitsdeterminanten positiv zu beeinflussen, also jene Faktoren, die Gesundheit maßgeblich mitbestimmen, wie z. B. Lebensbedingungen, Lebensweisen und soziale Ressourcen. Gesundheitsförderung ist eng mit Prävention verknüpft, jedoch unterscheidet sich ihr Schwerpunkt: Während Prävention primär darauf ausgerichtet ist, Krankheiten zu vermeiden oder zu verzögern, adressiert Gesundheitsförderung die Schaffung gesundheitsförderlicher Lebenswelten und die Stärkung gesundheitsbezogener Kompetenzen von Einzelpersonen und Gemeinschaften gleichermaßen. Das RKI sieht Gesundheitsförderung auch in der Verantwortung von Politik, Gesellschaft und Institutionen, da viele gesundheitliche Einflussfaktoren struktureller Natur sind. Gesundheitsförderung umfasst deshalb nicht nur

Programme im Gesundheitswesen, sondern auch Maßnahmen auf kommunaler und gesellschaftlicher Ebene, um gesunde Bedingungen und Chancengleichheit zu verbessern (*Gesundheitsförderung*, 2025).

3.4 Ziele und Prinzipien der Gesundheitsförderung

Die Ziele und Prinzipien der Gesundheitsförderung wurden 1986 in der Ottawa-Charta festgelegt, die als erstes wegweisendes Dokument in diesem Bereich gilt. 1997 wurden diese Grundsätze in der Jakarta-Erklärung weiterentwickelt. Die zentralen Handlungsstrategien der Ottawa-Charta umfassen:

- **Anwaltschaft (Advocacy):** Dies bedeutet, aktiv für Gesundheit einzutreten, indem politische, ökonomische, soziale, kulturelle, biologische sowie umwelt- und verhaltensbezogene Faktoren beeinflusst werden.
- **Befähigen und Ermöglichen (Enable):** Durch Konzepte wie Kompetenzförderung und Empowerment sollen Menschen in die Lage versetzt werden, ihr größtmögliches Gesundheitspotential eigenständig zu entwickeln.
- **Vermitteln und Vernetzen (Mediate):** Diese Strategie zielt auf die nachhaltige Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren innerhalb und außerhalb des Gesundheitswesens ab.

Die fünf Handlungsebenen der Gesundheitsförderung umfassen:

- Die Entwicklung einer gesundheitsfördernden Gesamtpolitik, die über die medizinische und soziale Versorgung hinausgeht.
- Die Schaffung gesundheitsfördernder Lebenswelten, die unterstützende Umweltbedingungen bieten.
- Die Förderung gemeinschaftlicher Gesundheitsressourcen, die die Gesundheit in der Gemeinschaft stärken.
- Die Stärkung persönlicher Kompetenzen durch die Förderung sozialer Fähigkeiten und der persönlichen Entwicklung.
- Die Neuausrichtung der Gesundheitsdienste, um diese stärker auf Prävention und Gesundheitsförderung auszurichten.

Der Ansatz der Gesundheitsförderung richtet sich nicht nur an Fachkräfte im Gesundheitssystem, sondern erfordert auch die aktive Beteiligung der gesamten Bevölkerung

sowie die Zusammenarbeit vieler Akteure auf verschiedenen Ebenen. Er bezieht Menschen in unterschiedlichen Lebensphasen und -lagen ein, einschließlich Personen mit chronischen Krankheiten und Behinderungen. Diese sollen durch lebenslanges Lernen in die Lage versetzt werden, ihre gesundheitlichen Herausforderungen zu bewältigen. Die Ottawa-Charta betont zudem „grundlegende Bedingungen für Gesundheit, wie Frieden, angemessene Wohnverhältnisse, Bildung, Ernährung, Einkommen, ein stabiles Ökosystem, Naturressourcen, soziale Gerechtigkeit und Chancengleichheit“ (vgl. *BIÖG - Leitbegriffe: Gesundheitsförderung 1: Grundlagen*, 2025).

3.5 Merkmale der Gesundheitsförderung

Die Merkmale der Gesundheitsförderung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

orientiert sich an Gesundheit	Die Gesundheitsförderung orientiert sich an der Förderung der Gesundheit und zur Frage, wo und wie Gesundheit entsteht (Perspektive der Salutogenese).
orientiert sich an Fähigkeiten, Schutzfaktoren und Potentialen	nicht wie bei der Prävention an Krankheit, Risikofaktoren und Defiziten.
sie vermittelt ein Wissen über Gesundheit, damit jeder Mensch mit diesen Kompetenzen sein Leben selbstbestimmt gestalten und bewältigen kann.	Gesundheitsförderung auf der Ebene des Individuums und von Gruppen und Gemeinschaften als Befähigung, Kompetenzförderung und Empowerment
sie beinhaltet ein sozialökologisches Verständnis von Gesundheit gesundheitsbeeinflussender Faktoren	Fokus auf die politische Gestaltung der gesundheitsbezogenen Faktoren und Rahmenbedingungen sowie die Hervorhebung der Wichtigkeit einer Zusammenarbeit über verschiedene Sektoren hinweg, insbesondere mit Bereichen, die nicht direkt dem Gesundheitswesen angehören.
sie fordert aktive Mitarbeit und Empowerment	Teilhabe aller Betroffenen und Beteiligten; Unterstützung von Selbsthilfeaktivitäten, Entwicklung und Stärkung von Individuen, Gruppen, Organisationen
sie orientiert sich an der Lebenswelt und am Alltag	Lebensweisen, Setting Ansatz
sie orientiert sich am Gemeinwesen	Gemeinwesenarbeit – und Orientierung

und fordert gesundheitliche Chancengleichheit	Verringerung sozial bedingter Ungleichheiten der Gesundheit; Gesundheitsförderung mit sozial benachteiligten Menschen/Gruppen
--	---

Tabelle 6 Merkmale der Gesundheitsförderung Quelle: in Anlehnung an BZGA-Leitbegriffe

3.6 Salutogogik als pädagogisch-didaktische Umsetzung salutogenetischer Gesundheitsförderung

Während die Salutogenese einen theoretischen Bezugsrahmen zur Erklärung der Entstehung und Erhaltung von Gesundheit bietet, beschreibt die Salutogogik die praktische Umsetzung salutogenetischer Prinzipien auf pädagogisch-didaktischer Ebene. Sie richtet den Fokus auf die Frage, wie gesundheitsbezogene Inhalte so vermittelt werden können, dass sie Menschen in ihrer Fähigkeit unterstützen, Gesundheit aktiv zu erhalten und zu fördern. Der Begriff „Salutogogik“ ist in der wissenschaftlichen Literatur bislang nicht einheitlich definiert und findet vor allem in praxisorientierten Kontexten Anwendung. Etymologisch setzt er sich aus *salus* (Gesundheit) und *agogik* (Anleitung, Führung, Erziehung) zusammen und verweist damit auf einen Ansatz, der Gesundheitsförderung als Lern- und Entwicklungsprozess versteht.

Inhaltlich knüpft die Salutogogik eng an das salutogenetische Modell nach Antonovsky an, verlagert den Schwerpunkt jedoch von der theoretischen Erklärungsebene auf die Vermittlungs- und Handlungsebene. Ziel ist es nicht allein, Wissen über gesundheitliche Zusammenhänge zu vermitteln, sondern Menschen dazu zu befähigen, dieses Wissen selbstbestimmt, kompetent und sinnorientiert in ihren Alltag zu integrieren. Damit stellt die Salutogogik eine konsequente Weiterführung der salutogenen Orientierung im Sinne moderner Gesundheitsförderung dar. **„Wie vermittele ich Gesundheitswissen so, dass Menschen es annehmen, verstehen und umsetzen wollen?“**

Merkmale:

- motivierend, alltagsnah
- ressourcen- statt defizitorientiert
- partizipativ
- lebensweltbezogen
- freudvoll statt moralisierend

Zentral für die salutogogische Gestaltung gesundheitsbezogener Inhalte ist das Kohärenzgefühl (Sense of Coherence, SOC), das nach Antonovsky die Dimensionen Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit umfasst. Salutogogische Ansätze zielen darauf ab, diese Dimensionen gezielt zu stärken, indem Gesundheitsinformationen nachvollziehbar aufbereitet werden, realistisch umsetzbare Handlungsmöglichkeiten aufzeigen und einen persönlichen Nutzen erkennbar machen. Gesundheitliches Lernen wird dadurch nicht als abstrakte Wissensvermittlung, sondern als individuell bedeutsamer Prozess erfahrbar. Im Unterschied zu defizit- oder risikoorientierten Modellen der Gesundheitskommunikation verzichtet die Salutogogik bewusst auf eine problemzentrierte Darstellung von Krankheit, Mangel oder Fehlverhalten. Stattdessen richtet sie den Blick auf vorhandene Ressourcen, Kompetenzen und Potenziale der Menschen. Gesundheit wird nicht als moralische Verpflichtung oder als Ergebnis normativer Verhaltensvorgaben vermittelt, sondern als dynamischer Prozess, der durch bewusste Entscheidungen und unterstützende Lebensbedingungen positiv beeinflusst werden kann. Diese ressourcenorientierte Haltung entspricht sowohl dem salutogenetischen Modell als auch den Grundprinzipien der Gesundheitsförderung, wie sie in der Ottawa-Charta formuliert sind. Ein weiteres zentrales Merkmal salutogogischer Ansätze ist die Stärkung von Selbstwirksamkeit und Eigenverantwortung. Menschen werden nicht als passive Empfänger gesundheitlicher Empfehlungen verstanden, sondern als aktive Gestalter ihrer Gesundheit. Durch partizipative, alltagsnahe und lebensweltbezogene Vermittlungsformen soll die Motivation gefördert werden, gesundheitsfördernde Maßnahmen eigenständig umzusetzen. Auf diese Weise leistet die Salutogogik einen wesentlichen Beitrag zur Befähigung im Sinne von Empowerment, einem Kernanliegen zeitgemäßer Gesundheitsförderung. In praxisorientierten Konzepten wird die Salutogogik teilweise als Wortneuschöpfung verwendet, die salutogenetische Grundannahmen mit pädagogischen Vermittlungsansätzen verbindet. Inhaltlich orientieren sich solche Konzepte häufig an ganzheitlichen Gesundheitsmodellen, etwa an den Leitsätzen der traditionellen europäischen Medizin, die Gesundheit als Ergebnis eines ausgewogenen Zusammenspiels körperlicher, seelischer und sozialer Faktoren versteht. Dabei wird davon ausgegangen, dass Menschen über verschiedene grundlegende Lebensbereiche verfügen, durch die sie ihre Gesundheit aktiv beeinflussen können, darunter Ernährung und Flüssigkeitszufuhr, Licht und Luft, ein ausgewogener Rhythmus zwischen Arbeit und Erholung, Schlaf und Wachsein, körpereigene Regulationsprozesse sowie psychische und emotionale Einflussfaktoren. Diese Bereiche stehen in wechselseitiger Beziehung zueinander und tragen gemeinsam zur Stabilisierung von Gesundheit bei. Im Mittelpunkt der salutogogischen Perspektive steht dabei stets die Individualität des Menschen

sowie eine gesundheitsförderliche Lebensführung, die nicht auf Verzicht oder starre Verhaltensnormen reduziert wird, sondern Genuss, Achtsamkeit und Lebensqualität einschließt. Bewegung, Ernährung, Entspannung und Sinngabe werden als zentrale Grundpfeiler des Wohlbefindens verstanden. Durch die Vermittlung entsprechender Kenntnisse und Zusammenhänge soll es Menschen ermöglicht werden, informierte Entscheidungen zu treffen und eigenständig gesundheitsförderliche Wege jenseits rigider „Du-sollst“-Regeln zu entwickeln.

4. Methodik

In diesem Kapitel wird die Beschreibung der Literaturrecherche sowie methodische Schwächen und Limitationen dargestellt.

4.1 Literaturrecherche

Die vorliegende Arbeit folgt dem methodischen Vorgehen einer systematischen Übersichtsarbeit. Ziel ist es, den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Evidenz zum Thema Vitamin-D-Supplementierung im Zusammenhang mit respiratorischen Infektionen darzustellen und kritisch zu analysieren. Hierzu werden bestehende Metaanalysen sowie relevante Übersichtsarbeiten systematisch ausgewertet.

Die Literaturrecherche erfolgt in anerkannten wissenschaftlichen Datenbanken, darunter PubMed, SpringerLink und Google Scholar, sowie in einschlägigen Bibliothekskatalogen. Zur Identifikation relevanter Publikationen werden kombinierte Suchbegriffe verwendet. Dazu zählen unter anderem „*vitamin D*“ AND *supplementation* AND „*respiratory infection*“ sowie „*vitamin D*“ AND „*health promotion*“ AND „*respiratory infection*“. Die Suchstrategie wird so gewählt, dass sowohl präventive als auch gesundheitsfördernde Aspekte von Vitamin D berücksichtigt werden. Um die Aktualität der Ergebnisse sicherzustellen, insbesondere im Hinblick auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Referenzwerte zu Vitamin D, werden ausschließlich Studien berücksichtigt, die innerhalb der letzten fünf Jahre veröffentlicht wurden. Eingeschlossen werden vor allem Metaanalysen, systematische Übersichtsarbeiten sowie relevante Primärstudien, sofern diese einen direkten Bezug zur Fragestellung der Arbeit aufweisen. Die Auswahl der eingeschlossenen Literatur orientiert sich an festgelegten Kriterien, insbesondere an der Aktualität, der wissenschaftlichen Qualität sowie der Relevanz

für die zugrunde liegende Forschungsfrage. Berücksichtigt werden ausschließlich Studien, die den inhaltlichen Fokus der Arbeit abbilden und methodisch nachvollziehbar sind.

Die Analyse der identifizierten Studien erfolgt anhand definierter Bewertungskriterien. Dazu zählen die interne und externe Gültigkeit der Studien, die Gruppengröße, die Präzision der Ergebnisse, sowie deren Übertragbarkeit und Anwendbarkeit auf unterschiedliche Zielgruppen und Praxissettings. Zentrale Daten und Kernergebnisse werden systematisch extrahiert, vergleichend gegenübergestellt, kritisch interpretiert und in den Kontext der bestehenden Evidenz eingeordnet. Abschließend reflektiert die Arbeit mögliche methodische Limitationen der einbezogenen Studien sowie identifizierte Forschungslücken, um eine differenzierte und umfassende Darstellung des aktuellen Forschungsstandes zu gewährleisten. Auf dieser Grundlage werden praxisnahe Schlussfolgerungen und Empfehlungen abgeleitet, die sowohl wissenschaftlich fundiert als auch für gesundheitsfördernde Entscheidungsprozesse nutzbar sind.

Zur Einbettung der Ergebnisse in einen salutogenetischen Bezugsrahmen werden in der gesamten Arbeit die drei Kernkomponenten der Salutogenese – Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit – konsequent angewandt. Die Zielsetzung besteht darin, dem Leser ein fundiertes theoretisches Hintergrundwissen zu vermitteln, das es ihm ermöglicht, gesundheitsbezogene Informationen einzuordnen und daraus sinnvolle Entscheidungen abzuleiten. In diesem Kontext steht Kapitel 2 unter dem Leitgedanken der Verstehbarkeit, während Kapitel 5 insbesondere die Aspekte der Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit adressiert. Aus diesem Gedanken heraus, enthält die Arbeit auch viele Bilder und Tabellen.

4.2 Methodische Schwächen und Limitationen

Die Interpretation der vorliegenden Evidenz zu Vitamin D unterliegt mehreren methodischen und inhaltlichen Einschränkungen, die bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Eingeschränkte Generalisierbarkeit

Ein zentrales Limit vieler Beobachtungs- und Interventionsstudien besteht in der eingeschränkten Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bevölkerungsgruppen. Studien aus westlichen Industrienationen lassen sich nicht ohne Weiteres auf Länder mit niedrigem oder mittlerem Einkommen übertragen. Ebenso ist die Generalisierbarkeit zwischen Geschlechtern,

Altersgruppen und ethnischen Gruppen begrenzt. Unterschiede im Hauttyp, im Lebensstil, in der Ernährung sowie in genetischen Faktoren können die Wirkung von Vitamin D wesentlich beeinflussen. Darüber hinaus zeigen Personen mit erhöhtem Body-Mass-Index (BMI) häufig eine abgeschwächte Reaktion auf Vitamin-D-Supplementierung, sodass Ergebnisse aus Normalgewichtskollektiven nicht direkt auf adipöse Populationen übertragbar sind.

Prävention versus Krankheitsprogression

Ein weiterer wesentlicher methodischer Aspekt ist die Unterscheidung zwischen präventiven und therapeutischen Effekten. Studien zur Prävention lassen sich nicht ohne Weiteres auf Krankheitsprogression oder Mortalität übertragen. So unterscheiden sich beispielsweise die biologischen Mechanismen, über die Vitamin D zur Krebsprävention beitragen kann, deutlich von jenen, die nach Tumorinitiierung relevant werden, etwa Angiogenese und Metastasierung. Diese Differenzierung wird in vielen Studien nicht ausreichend berücksichtigt.

Unzureichende Berücksichtigung von Co-Faktoren

Viele Studien berücksichtigen potenziell relevante Einflussfaktoren auf die Vitamin-D-Wirkung nur unzureichend. Dazu zählen insbesondere die Zufuhr von Co-Nährstoffen wie Kalzium und Magnesium, die Gesamtqualität der Ernährung, körperliche Aktivität sowie weitere Lebensstilfaktoren. Das Fehlen dieser Informationen erschwert die Interpretation der isolierten Effekte von Vitamin D.

Methodische Limitationen randomisierter kontrollierter Studien (RCTs)

Eine grundlegende Einschränkung besteht darin, dass die meisten randomisierten kontrollierten Studien auf fixen Vitamin-D-Dosierungen und nicht auf erreichten Serum-25(OH)D-Konzentrationen basieren. Dadurch ist es häufig nicht möglich, Dosis-Wirkungs-Beziehungen präzise abzubilden oder Beobachtungsstudien, die serumabhängige Effekte beschreiben, adäquat zu validieren. Dies trägt zur Diskrepanz zwischen Ergebnissen aus Beobachtungsstudien und RCTs bei.

Heterogenität und Datenverfügbarkeit in Metaanalysen

Metaanalysen, darunter jene von Jia et al. (2024) und Jolliffe et al. (2025), weisen eine erhebliche klinische und statistische Heterogenität auf. Die eingeschlossenen Studien unterschieden sich teils deutlich hinsichtlich Dosierung, Supplementierungsschema, Studiendauer, Studienumfeld und Teilnehmermerkmalen. Zudem war es in mehreren Analysen aufgrund fehlender Primärdaten nicht möglich, Effekte nach Ausgangs-25(OH)D-Spiegeln

differenziert zu untersuchen, obwohl Beobachtungsstudien nahelegen, dass insbesondere Personen mit Vitamin-D-Mangel profitieren könnten.

Ein weiterer limitierender Faktor ist, dass viele Analysen auf aggregierten Studiendaten basieren und nicht auf individuellen Patientendaten. Dies schränkt die Untersuchung potenzieller Effektmodifikatoren wie Alter, BMI, ethnische Zugehörigkeit oder Komorbiditäten erheblich ein. Darüber hinaus war in mehreren eingeschlossenen Studien die Prävention von Atemwegsinfektionen nicht das primäre Studienziel, was die Aussagekraft der entsprechenden Ergebnisse reduziert.

Selektions- und Publikationsverzerrungen

Zusätzliche Einschränkungen ergeben sich durch mögliche Publikationsverzerrungen und Selektionsbias. Nicht alle relevanten Studien konnten in Metaanalysen eingeschlossen werden, unter anderem aufgrund fehlender Datenfreigabe oder Sprachbeschränkungen auf englischsprachige Publikationen. Zudem ist nicht auszuschließen, dass die Gesamteffektstärken in einzelnen Analysen überschätzt wurden, obwohl versucht wurde, unveröffentlichte Studiendaten zu integrieren. Die gleichzeitige Einnahme von Vitamin-D-Präparaten in Kontrollgruppen kann darüber hinaus zu einer Unterschätzung tatsächlicher Effekte führen.

Interessenkonflikte und Finanzierung

Schließlich ist zu berücksichtigen, dass einzelne Autoren in der Vergangenheit Forschungsgelder von Herstellern vitamin-D-haltiger Präparate erhalten haben. Obwohl dies transparent angegeben wurde und die vorliegende Forschung teilweise ohne externe Finanzierung durchgeführt wurde, stellt dies eine potenzielle Quelle von Interessenkonflikten dar und sollte bei der Interpretation der Ergebnisse reflektiert werden (vgl. Grant et al. 2025).

5. Diskussion und Handlungsempfehlungen

Salutogogische Gestaltung der Handlungsempfehlungen

Die Prävention von Atemwegserkrankungen stellt ein zentrales Handlungsfeld der Gesundheitsförderung dar, insbesondere vor dem Hintergrund saisonaler Infekte und veränderter Lebensbedingungen. Im Sinne der Salutogenese wird Gesundheit dabei nicht als statischer Zustand verstanden, sondern als dynamischer Prozess, der sich auf einem Kontinuum zwischen Gesundheit und Krankheit bewegt. Vitamin D kann in diesem Zusammenhang als gesundheitsfördernde Ressource betrachtet werden, die zur Unterstützung immunologischer Funktionen und damit zur Stabilisierung der Atemwegsgesundheit beiträgt.

Aufbauend auf dem salutogenetischen Modell nach Antonovsky zielt eine salutogogische Umsetzung darauf ab, gesundheitsbezogene Handlungsempfehlungen so zu gestalten, dass sie das Kohärenzgefühl (Sense of Coherence, SOC) stärken und Menschen befähigen, präventive Maßnahmen selbstbestimmt in ihren Alltag zu integrieren. Die salutogogische Perspektive verbindet dabei wissenschaftliche Erkenntnisse zu Vitamin D mit pädagogisch-didaktischen Prinzipien der Gesundheitsförderung.

Vitamin D als salutogenetische Ressource

Im salutogenetischen Verständnis stellt Vitamin D eine generalisierte Widerstandsressource (GRR) dar, die den Organismus in seiner Fähigkeit unterstützt, auf Belastungen zu reagieren. Eine ausreichende Vitamin-D-Versorgung kann dazu beitragen, das Immunsystem zu modulieren und die Abwehr gegenüber Atemwegsinfekten zu stärken. Damit leistet Vitamin D einen Beitrag zur Erhaltung von Gesundheit, insbesondere in Phasen erhöhter Infektanfälligkeit. Die salutogenetische Perspektive lenkt den Blick dabei weniger auf einen möglichen Mangelzustand als vielmehr auf die Förderung gesundheitlicher Stabilität. Vitamin D wird somit nicht primär als therapeutisches Mittel verstanden, sondern als präventive Ressource im Rahmen einer gesundheitsförderlichen Lebensweise.

5.1 Verstehbarkeit: Wissen über Vitamin D und Atemwegserkrankungen

Eine salutogogische Gestaltung beginnt mit der verständlichen Vermittlung zentraler Zusammenhänge. Informationen zu Vitamin D werden so aufbereitet, dass sie für unterschiedliche Zielgruppen nachvollziehbar sind. Dazu gehören etwa grundlegende Erklärungen zur körpereigenen Bildung von Vitamin D durch Sonnenlicht, zu saisonalen Schwankungen der Versorgung sowie zu seinem Beitrag zur Funktion des Immunsystems.

Durch eine klare, alltagsnahe Sprache und den Verzicht auf medizinische Fachterminologie wird Verstehbarkeit gefördert und Unsicherheiten im Umgang mit gesundheitsbezogenem Wissen reduziert. Die salutogogische Perspektive betont dabei Wahlmöglichkeiten statt normativer Vorgaben. Menschen sollen ihre individuellen Lebensbedingungen, Bedürfnisse und gesundheitlichen Voraussetzungen berücksichtigen können. Dadurch wird die Wahrnehmung eigener Handlungsspielräume gestärkt und die Umsetzung präventiver Maßnahmen erleichtert.

5.2 Handhabbarkeit

Aufbauend auf dem Verständnis werden konkrete, realistisch umsetzbare Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt.

5.2.1 Vitamin-D-Versorgung über die Ernährung

Eine gute Vitamin-D-Versorgung kann einen wertvollen Beitrag zum Wohlbefinden und zur langfristigen Gesundheit leisten. Sie ist kein starres Ziel, sondern lässt sich Schritt für Schritt in den Alltag integrieren – angepasst an persönliche Vorlieben, kulturelle Essgewohnheiten und individuelle Lebenssituationen.

Verstehbarkeit stärken

Vitamin D ist ein besonderer Nährstoff, da er nur in wenigen Lebensmitteln natürlicherweise vorkommt. Vor allem fettreiche Fischarten wie Lachs, Hering oder Makrele, aber auch Eigelb, bestimmte Pilze und angereicherte Lebensmittel können zur Versorgung beitragen. Wer weiß, wo Vitamin D enthalten ist und warum es wichtig ist, kann bewusste und informierte

Entscheidungen treffen – sei es beim Einkauf, beim Kochen oder beim gemeinsamen Essen mit Familie und Freunden.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Eine ausreichende Vitamin-D-Zufuhr muss nicht kompliziert sein: Schon kleine, regelmäßig wiederkehrende Gewohnheiten können viel bewirken. Zum Beispiel kann ein Fischgericht pro Woche, die bewusste Auswahl angereicherter Produkte oder das Ausprobieren neuer Rezepte mit passenden Lebensmitteln ein guter Anfang sein. Menschen mit überwiegend pflanzlicher Ernährung können ihre Versorgung aufmerksam im Blick behalten und bei Bedarf ergänzende Möglichkeiten – wie angereicherte Lebensmittel oder eine individuell abgestimmte Supplementierung – gemeinsam mit Fachpersonen nutzen. So entsteht Sicherheit, ohne Druck oder Überforderung. Vitamin-D-reiche Lebensmittel bieten eine genussvolle Möglichkeit, die eigene Versorgung im Alltag zu unterstützen. Fettreiche Fischarten wie Lachs, Thunfisch oder Forelle, aber auch Eier mit Eigelb, Käse, Milch sowie Fleisch wie Rindsleber, Huhn oder Schweinefleisch können hierzu beitragen. Ergänzend liefern UV-exponierte Pilze und planktonische Mikroalgen pflanzliche Optionen. Wer zu Lebensmitteln aus ökologischer Haltung greift, verbindet die Förderung der eigenen Gesundheit mit einem bewussten Umgang mit Umwelt und Tierwohl. So wird Ernährung zu einer wertvollen Ressource, die Genuss, Verantwortung und Wohlbefinden miteinander verbindet.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Sich um die eigene Vitamin-D-Versorgung zu kümmern bedeutet, aktiv Verantwortung für die eigene Gesundheit zu übernehmen und dem Körper das zu geben, was er braucht, um sich stark und ausgeglichen zu fühlen. Besonders wertvoll ist es, diese Aufmerksamkeit frühzeitig zu entwickeln und weiterzugeben – etwa in Familien, Bildungseinrichtungen oder Gemeinschaften. Gemeinsames Kochen, Essen und Lernen schafft nicht nur Wissen, sondern auch Verbundenheit und Freude.

5.2.2 Sonnenexposition für eine gute Vitamin-D-Versorgung

Sonnenlicht bietet dem Körper die Möglichkeit, Vitamin D eigenständig zu bilden und stellt damit eine leicht zugängliche Ressource für die Gesundheitsförderung dar. Ein achtsamer und maßvoller Umgang mit Sonnenexposition unterstützt Selbstwirksamkeit und lässt sich gut in unterschiedliche Alltags- und Lebenssituationen integrieren. Besonders bei hellem Hauttyp kann bereits eine begrenzte Zeit im Freien ausreichen, um die körpereigene Vitamin-D-Synthese anzuregen – vor allem dann, wenn die Sonne hochsteht. Gleichzeitig variiert die Verfügbarkeit wirksamer Sonneneinstrahlung je nach geografischer Lage, Umweltbedingungen und Lebensumfeld. Diese natürlichen Unterschiede bieten eine hilfreiche Orientierung, um Sonnenlicht realistisch einzuschätzen und gesundheitsförderliche Entscheidungen situationsangepasst zu treffen.

Verstehbarkeit stärken

Ein wesentlicher Teil der Vitamin-D-Versorgung wird direkt über die Haut durch Sonnenlicht ermöglicht. Wie gut dieser natürliche Prozess funktioniert, hängt sowohl von individuellen Voraussetzungen – etwa Hauttyp, Alter und körperlichen Gegebenheiten – als auch von äußeren Rahmenbedingungen wie Tages- und Jahreszeit sowie der geografischen Lage ab. Dieses Zusammenspiel zu kennen, erleichtert eine realistische Einschätzung und unterstützt einen entspannten, sicheren Umgang mit Sonnenexposition.

Besonders günstig für die Vitamin-D-Bildung sind Zeiten, in denen die Sonne hoch steht, etwa zwischen 10:30 und 13:30 Uhr. In diesem Zeitraum ist der für die Vitamin-D-Synthese relevante UV-B-Anteil des Sonnenlichts am wirksamsten. Bei hellem Hauttyp kann es bereits ausreichen, wenn etwa ein Drittel der Körperoberfläche – beispielsweise Arme und Beine – für 30 bis 60 Minuten dem Sonnenlicht ausgesetzt ist. Menschen mit dunklerer Haut benötigen in der Regel längere Aufenthalte im Freien, da die Pigmentierung einen Teil der UV-B-Strahlung absorbiert.

Die Intensität der Sonneneinstrahlung variiert zudem je nach geografischer Lage. In äquatornahen Regionen steht ganzjährig ausreichend UV-B-Strahlung zur Verfügung, während sie mit zunehmender Entfernung vom Äquator – insbesondere nördlich des 34. Breitengrades – deutlich abnimmt, vor allem in den Wintermonaten. Entscheidend ist dabei der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen: Je steiler sie auf die Erdoberfläche treffen, desto höher ist der Anteil

wirksamer UV-B-Strahlung im Wellenlängenbereich von etwa 290 bis 310 nm, der für die Vitamin-D-Bildung besonders relevant ist.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Sonnenexposition lässt sich auf einfache Weise in den Alltag einbinden – etwa durch einen Spaziergang zur Mittagszeit, kurze Pausen im Freien oder Bewegung draußen statt in Innenräumen. Je nach Hauttyp, Alter und persönlicher Lebenssituation können bereits kurze, regelmäßig wiederkehrende Aufenthalte im Freien ausreichen. Entscheidend ist dabei ein maßvoller Umgang und die Orientierung am eigenen Körpergefühl.

Menschen mit dunklerer Haut, höherem Lebensalter oder eingeschränkter Mobilität profitieren häufig von längeren Aufenthalten im Freien oder von ergänzenden Strategien, insbesondere in sonnenarmen Zeiten. Dazu zählen eine vitamin-D-bewusste Ernährung oder eine individuell abgestimmte Supplementierung. Wer unbedeckte Hautareale gezielt und zeitlich begrenzt ohne Sonnenschutz dem Sonnenlicht aussetzt und anschließend wieder Schutzmaßnahmen nutzt, kann Sonnenlicht achtsam und hauttypgerecht einsetzen.

Wie viel Sonnenlicht tatsächlich wirksam wird, hängt zudem von äußeren Bedingungen ab. Kleidung, Luftverschmutzung, dichte Wolken oder atmosphärische Einflüsse können die UV-B-Strahlung reduzieren. Dieses Wissen unterstützt eine realistische Einschätzung der eigenen Möglichkeiten und erleichtert es, Erwartungen anzupassen und bei Bedarf alternative Wege zur Sicherstellung der Vitamin-D-Versorgung zu nutzen.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Regelmäßiger Aufenthalt im Tageslicht wirkt auf vielfältige Weise gesundheitsfördernd: Er unterstützt nicht nur die Vitamin-D-Bildung, sondern fördert Bewegung, hebt die Stimmung und gibt dem Alltag Struktur. Als bewusst gestaltete Pause – allein oder gemeinsam – kann Sonnenlicht zu einem positiven Ritual werden, das Selbstwirksamkeit stärkt und die Beziehung zum eigenen Körper vertieft.

Besonders in Gemeinschaften, etwa in Nachbarschaften, Bildungseinrichtungen oder Pflegekontexten, entfalten gemeinsame Aufenthalte im Freien zusätzliche Wirkung: Sie fördern Teilhabe, Verbundenheit und Lebensfreude über alle Altersgruppen hinweg. Wenn dabei Umwelt- und Lebensbedingungen realistisch mitgedacht werden, entsteht eine Haltung der Selbstfürsorge, die sich an den tatsächlichen Möglichkeiten orientiert statt an idealisierten

Maßstäben. So wird Prävention nicht als Einschränkung erlebt, sondern als unterstützender, alltagstauglicher Beitrag zu Gesundheit und Wohlbefinden.

5.2.3 Co-Faktoren der Vitamin D- Wirkung

Vitamin D entfaltet seine positiven Effekte im Körper nicht isoliert, sondern im Zusammenspiel mit vielen weiteren Nährstoffen. Dieses Zusammenspiel lässt sich als gut eingespieltes Team verstehen: Wenn mehrere Mikronährstoffe gemeinsam zur Verfügung stehen, kann der Körper seine Regulations- und Schutzfunktionen besonders wirkungsvoll entfalten. Eine ganzheitliche, multinährstofforientierte Perspektive unterstützt daher nicht nur die Vitamin-D-Wirkung, sondern stärkt insgesamt Gesundheit und Wohlbefinden.

Verstehbarkeit stärken

Vitamin D braucht „Mitspieler“, um im Körper aktiv zu werden und sinnvoll zu wirken. Mineralstoffe wie Magnesium, Zink, Kalzium und Bor sowie Vitamine wie K₂, A und C und gesunde Fettsäuren helfen dabei, Vitamin D zu aktivieren, zu transportieren und gezielt dort einzusetzen, wo es gebraucht wird – etwa im Knochenstoffwechsel oder im Immunsystem. Wer diese Zusammenhänge kennt, kann Ernährung nicht als Sammlung einzelner Nährstoffe, sondern als stimmiges Ganzes begreifen.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Eine gute Versorgung mit Co-Faktoren lässt sich genussvoll und ohne Perfektionsdruck in den Alltag integrieren. Abwechslungsreiche Mahlzeiten mit Vollkornprodukten, grünem Gemüse, Hülsenfrüchten, Nüssen, Samen, Milch- oder fermentierten Produkten, Fisch, Eiern und hochwertigen Ölen liefern viele dieser unterstützenden Nährstoffe ganz selbstverständlich. Kleine Rituale – wie ein bunter Teller, gemeinsames Kochen oder das bewusste Ausprobieren neuer Lebensmittel – machen gesunde Ernährung greifbar und praktikabel. In besonderen Lebensphasen oder bei bekannten Risiken können ergänzende Maßnahmen gemeinsam mit Fachpersonen bedacht werden, um Sicherheit und Balance zu schaffen. Damit Vitamin D im Körper gut wirksam werden kann, lohnt es sich, auch seine „Mitspieler“ über die Ernährung zu unterstützen. Eine vielfältige, genussvolle

Lebensmittelauswahl liefert genau jene Nährstoffe, die an Aktivierung, Transport und Wirkung von Vitamin D beteiligt sind – ganz ohne Perfektionsanspruch.

Magnesium lässt sich zum Beispiel über Kerne und Samen, Hülsenfrüchte, Vollkornprodukte, grünes Blattgemüse, dunkle Schokolade oder Kakao sowie fettreichen Fisch und Meeresfrüchte aufnehmen. Auch bestimmte Mineral- oder Heilwässer und Trockenfrüchte können hier einen Beitrag leisten.

Zink ist in Lebensmitteln wie Austern, rotem Fleisch (besonders Rind), Innereien wie Leber, Fisch, Käse sowie in pflanzlichen Quellen wie Haferflocken, Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen enthalten.

Für Vitamin K₂ bieten sich vor allem fermentierte Lebensmittel wie Natto oder Sauerkraut an, ebenso Käse, Eigelb, Leber, Milch und Butter. Diese Vielfalt lässt sich gut in unterschiedliche Essgewohnheiten integrieren.

Eine ausreichende Kalziumzufuhr gelingt über Milchprodukte, calciumreiche Mineral- oder Heilwässer sowie über pflanzliche Quellen wie Nüsse, Samen, Tofu und Hülsenfrüchte. Phosphat ist in Fleisch, Eiern, Milchprodukten, Nüssen und Vollkornprodukten enthalten und ergänzt den Mineralstoffhaushalt sinnvoll.

Auch Vitamin A unterstützt wichtige Körperfunktionen und findet sich sowohl in tierischen Lebensmitteln wie Leber, Eiern, Milchprodukten und fettem Fisch als auch in farbenfrohem Gemüse und Obst – etwa Karotten, Kürbis, Süßkartoffeln, roter Paprika, grünem Blattgemüse, Aprikosen oder Mango.

Der Spurennährstoff Bor rundet das Zusammenspiel ab und kann über Trockenfrüchte, Nüsse, Hülsenfrüchte, Avocado, Gurken, rote Beete, Sellerie und Fisch aufgenommen werden.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Sich um Co-Faktoren zu kümmern bedeutet, dem Körper Vertrauen und Aufmerksamkeit zu schenken. Statt einzelne Werte zu „optimieren“, steht das Ziel im Vordergrund, innere Prozesse zu unterstützen und langfristige Stabilität aufzubauen. Diese Haltung fördert Selbstwirksamkeit und lädt dazu ein, Ernährung als Quelle von Energie, Genuss und Fürsorge zu erleben – für sich selbst und im sozialen Miteinander.

5.2.4 Labordiagnostischen Bestimmung des Vitamin D- Status

Laborwerte können eine hilfreiche Orientierung bieten, um den eigenen Vitamin-D-Status besser zu verstehen und gesundheitsförderliche Entscheidungen fundiert zu treffen. Richtig eingesetzt, unterstützen sie Klarheit, Sicherheit und individuelle Handlungsspielräume – sie ersetzen jedoch nicht das eigene Körpererleben und den ganzheitlichen Blick auf Gesundheit.

Verstehbarkeit stärken

Für die Einschätzung der Vitamin-D-Versorgung hat sich ein Wert besonders bewährt: das Serum-25-Hydroxyvitamin D (25(OH)D). Es zeigt verlässlich, wie gut der Körper mit Vitamin D versorgt ist, und eignet sich daher als Orientierung für Prävention und Begleitung. Andere Vitamin-D-Formen spielen zwar im Stoffwechsel eine Rolle, sind aber für die allgemeine Statusbestimmung meist nicht aussagekräftig. Dieses Wissen hilft, Laborbefunde einzuordnen und unnötige Verunsicherung durch „zu viele Werte“ zu vermeiden.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Eine Laborkontrolle ist vor allem dann sinnvoll, wenn besondere Lebensumstände vorliegen – etwa im höheren Lebensalter, in der Schwangerschaft, bei chronischen Erkrankungen oder wenn sich Unsicherheiten zur eigenen Versorgung ergeben. Wichtig ist, Messergebnisse nicht isoliert zu betrachten, sondern gemeinsam mit Fachpersonen im Kontext von Jahreszeit, Lebensstil, Ernährung und Wohlbefinden zu besprechen. So wird aus einem Zahlenwert ein praktischer Kompass, der Orientierung gibt, ohne Druck zu erzeugen.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Die bewusste Entscheidung für oder gegen eine Labordiagnostik ist Ausdruck von Selbstfürsorge. Sie kann dabei helfen, gezielt und maßvoll vorzugehen – statt auf Verdacht oder aus Sorge zu handeln. Wenn Laborwerte als unterstützendes Werkzeug verstanden werden, fördern sie Vertrauen in den eigenen Körper und stärken die Fähigkeit, Gesundheitsentscheidungen aktiv mitzugestalten.

5.2.5 Risikogruppen für einen Vitamin D- Mangel erkennen

Ein erhöhter Bedarf an Vitamin D ist kein Zeichen von Schwäche, sondern Ausdruck unterschiedlicher Lebensphasen, körperlicher Voraussetzungen und sozialer Rahmenbedingungen. Viele Menschen tragen ein erhöhtes Risiko für einen Vitamin-D-Mangel, ohne es zu wissen – oft, weil der Körper lange still kompensiert. Umso wertvoller ist ein aufmerksamer, wertschätzender Blick auf individuelle Lebenslagen.

Verstehbarkeit stärken

Risikogruppen entstehen dort, wo biologische Faktoren, Erkrankungen, Lebensstil und Umweltbedingungen zusammenwirken. Menschen mit einem geringen sozioökonomischen Hintergrund, Alter, Adipositas, Hauttyp, chronische Erkrankungen, hoher Koffeinkonsum, bestimmte Medikamente oder wenig Sonnenlicht beeinflussen, wie gut Vitamin D gebildet, aufgenommen oder genutzt werden kann. Dieses Wissen hilft, Unterschiede zu verstehen, ohne sie zu bewerten, und macht deutlich: Nicht alle Menschen brauchen das Gleiche, um gesund zu bleiben.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Risikogruppen lassen sich nicht über starre Kategorien, sondern über aufmerksames Hinschauen erkennen. Wer sich in bestimmten Lebenssituationen wiederfindet – etwa im höheren Lebensalter, während Schwangerschaft oder Stillzeit, bei chronischen Erkrankungen oder eingeschränkter Mobilität – kann gezielt das Gespräch mit Fachpersonen suchen. Eine einfache Laborkontrolle schafft hier Klarheit und bildet eine gute Grundlage für individuelle Entscheidungen. Gleichzeitig eröffnen sich alltagsnahe Handlungsmöglichkeiten: mehr Bewegung im Freien, kleine Ernährungsanpassungen oder – wenn sinnvoll – eine maßvolle Supplementierung.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Risikogruppen zu erkennen, bedeutet nicht, Menschen zu kategorisieren, sondern Chancen für Prävention sichtbar zu machen. Frühzeitige Aufmerksamkeit ermöglicht es, Gesundheit zu stärken, bevor Beschwerden entstehen. Besonders wirksam wird dieser Ansatz, wenn medizinische, soziale und lebensweltliche Aspekte zusammengedacht werden – etwa in Familien, Pflegeeinrichtungen oder Gemeinschaften. So entsteht Prävention, die nicht belehrt, sondern begleitet.

5.2.6 Einen Vitamin D- Mangel achtsam erkennen

Ein möglicher Vitamin-D-Mangel ist kein persönliches Versäumnis, sondern eine verständliche Folge moderner Lebensbedingungen. Viel Zeit in Innenräumen, wenig Sonnenlicht und begrenzte natürliche Nahrungsquellen betreffen viele Menschen gleichermaßen. Umso wichtiger ist ein achtsamer, informierter Umgang mit dem eigenen Körper – neugierig statt ängstlich, unterstützend statt bewertend.

Verstehbarkeit stärken

Ein Vitamin-D-Mangel entwickelt sich meist schleichend und bleibt lange unbemerkt. Der Körper kann niedrige Spiegel zunächst ausgleichen, sodass klare Symptome oft erst spät auftreten. Orientierung bietet hier der Serumwert von 25-Hydroxyvitamin D: Er macht sichtbar, wie gut die Versorgung aktuell ist. Gleichzeitig hilft das Wissen, dass nicht nur sehr niedrige Werte relevant sind – auch im „Graubereich“ kann der Körper bereits Unterstützung benötigen, besonders wenn weitere Belastungsfaktoren bestehen. Die Einordnung von Vitamin-D-Werten gewinnt an Qualität, wenn sie die Vielfalt menschlicher Voraussetzungen berücksichtigt. Viele der heute verwendeten Grenzwerte stammen aus Studien mit überwiegend hellhäutigen Bevölkerungsgruppen und lassen sich daher nicht automatisch auf alle Menschen übertragen. Eine populations- und kontextbezogene Interpretation der Werte trägt dazu bei, individuelle Unterschiede wertzuschätzen und Fehlbewertungen zu vermeiden. In der Fachliteratur zeichnet sich ein Bereich ab, in dem Vitamin D für viele Menschen besonders gut wirksam sein kann. Häufig wird ein Serum-25(OH)D-Spiegel zwischen etwa 40 und 70 ng/ml als günstig beschrieben, wobei ein Wert um 50 ng/ml als sinnvoller Orientierungsbereich gilt. Diese Zahlen

sind jedoch keine starren Zielvorgaben, sondern dienen als flexible Leitplanken, die helfen, Versorgung individuell, sicher und gesundheitsförderlich zu gestalten.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Der eigene Körper sendet oft leise Hinweise, die es wert sind, ernst genommen zu werden: anhaltende Müdigkeit, Muskelschwäche, häufige Infekte, Knochenschmerzen oder ein spürbarer Leistungsabfall können Signale sein, genauer hinzuschauen. Diese Wahrnehmungen lassen sich gut mit einer gezielten Laborkontrolle verbinden, um Klarheit zu gewinnen. Wichtig ist dabei, Messergebnisse nicht isoliert zu bewerten, sondern sie gemeinsam mit Fachpersonen im Zusammenhang mit Lebensstil, Jahreszeit und individuellem Wohlbefinden zu betrachten. So entstehen konkrete, umsetzbare nächste Schritte – ohne Alarmismus.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Einen möglichen Vitamin-D-Mangel zu erkennen bedeutet, dem eigenen Körper Aufmerksamkeit und Fürsorge zu schenken. Es eröffnet die Chance, frühzeitig gegenzusteuern und langfristige Gesundheit zu unterstützen – etwa durch bewusste Sonnenzeiten, nährstoffreiche Ernährung oder individuell abgestimmte Ergänzungen. Dieser Prozess stärkt Selbstwirksamkeit und Vertrauen: Gesundheit wird nicht als starre Norm erlebt, sondern als dynamisches Gleichgewicht, das aktiv mitgestaltet werden kann.

5.2.7 Eine Vitamin D- Überdosierung achtsam erkennen und vermeiden

Vitamin D ist ein wertvoller Verbündeter für die Gesundheit – und zugleich ein gutes Beispiel dafür, dass „mehr“ nicht automatisch „besser“ bedeutet. Eine mögliche Überdosierung ist selten und entsteht fast ausschließlich durch eine langfristige, hochdosierte Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln. Sonnenlicht und eine vitamin-D-reiche Ernährung gehören hingegen zu den natürlichen und sicheren Wegen der Versorgung. Dieses Wissen schafft Gelassenheit und hilft, Risiken realistisch einzuordnen.

Verstehbarkeit stärken

Eine Vitamin-D-Überdosierung zeigt sich nicht allein durch einen hohen Laborwert, sondern vor allem durch Störungen des Kalziumhaushalts. Typische Warnzeichen entstehen also nicht plötzlich „aus dem Nichts“, sondern entwickeln sich nachvollziehbar aus inneren Regulationsprozessen. Wer versteht, dass der Körper stabile Spiegel bevorzugt und auf extreme Schwankungen sensibel reagiert, kann Supplemente bewusster und sicherer einsetzen.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Sicherheit entsteht durch Regelmäßigkeit und Maß: Eine gleichmäßige, moderate Vitamin-D-Zufuhr orientiert sich am natürlichen Stoffwechsel und unterstützt stabile Blutwerte. Sehr hohe Einzelgaben oder seltene Bolusdosen passen hingegen weniger gut zu den Bedürfnissen des Körpers. Menschen, die Vitamin D längerfristig ergänzen oder mehrere Medikamente einnehmen, können durch gelegentliche Laborkontrollen zusätzliche Orientierung gewinnen. So wird aus Vorsorge ein praktikabler Begleiter im Alltag – nicht eine Quelle von Sorge.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Achtsam mit Vitamin D umzugehen heißt, dem Körper zuzuhören und ihm Vertrauen entgegenzubringen. Das Ziel ist nicht maximale Optimierung, sondern ein stabiles Gleichgewicht, das Energie, Belastbarkeit und Wohlbefinden unterstützt. Wenn Supplementierung als Teil eines ganzheitlichen Gesundheitsverständnisses gesehen wird – eingebettet in Ernährung, Bewegung, Sonnenlicht und individuelle Lebensumstände – stärkt sie Selbstwirksamkeit statt Abhängigkeit.

5.2.8 Vitamin D - Supplementation

Vitamin-D-Supplementation kann ein hilfreicher Baustein sein, um Gesundheit zu unterstützen – besonders dann, wenn Sonnenlicht und Ernährung allein nicht ausreichen. Gleichzeitig zeigt die Forschung: Es gibt nicht *die eine* richtige Dosis für alle. Umso wichtiger ist ein individueller, informierter und achtsamer Umgang, der Sicherheit vermittelt und persönliche Lebensumstände respektiert.

Verstehbarkeit stärken

Die wissenschaftliche Diskussion rund um Vitamin D ist lebendig und entwickelt sich stetig weiter. Unterschiedliche Empfehlungen spiegeln wider, dass Menschen verschieden sind – in Alter, Körperzusammensetzung, Hauttyp, Lebensstil und gesundheitlicher Ausgangslage. Supplementation folgt daher keinem starren Schema, sondern orientiert sich an Zielwerten, individuellen Bedürfnissen und realistischen Alltagsbedingungen. Dieses Wissen entlastet: Unterschiede in Dosierung bedeuten keine Widersprüche, sondern Ausdruck personenzentrierter Gesundheitsvorsorge. Ein niedriger Vitamin-D-Status kann ein Hinweis darauf sein, dass körpereigene Schutz- und Regulationsmechanismen weniger gut unterstützt werden. In Studien wird gezeigt, dass Serumwerte unter etwa 25 ng/ml häufiger mit einem erhöhten Risiko für Infektionen der Atemwege, bakterielle Lungenentzündungen und bestimmten Autoimmunerkrankungen einhergehen. Diese Zusammenhänge verdeutlichen, wie eng Vitamin D mit dem Immunsystem verknüpft ist. Gleichzeitig legen Forschungsergebnisse nahe, dass ein gut ausgeglichener Vitamin-D-Spiegel den Verlauf von Erkrankungen positiv beeinflussen und das Risiko schwerer Verläufe oder Krankenhausaufenthalte senken kann. Vitamin D wirkt dabei nicht als Schutzschild im engeren Sinne, sondern als unterstützender Faktor innerhalb eines komplexen Zusammenspiels von Immunfunktion, Lebensstil und individuellen Voraussetzungen. Trotz dieser Erkenntnisse wird für die Allgemeinbevölkerung keine pauschale präventive Supplementierung empfohlen. Stattdessen rückt ein differenzierter, kontextbezogener Ansatz in den Vordergrund: Gesundheit profitiert besonders dann, wenn Vitamin-D-Status, persönliche Risikofaktoren und Lebensumstände gemeinsam betrachtet werden. So entsteht Prävention, die nicht verallgemeinert, sondern stärkt – informierend, unterstützend und selbstbestimmt.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Vitamin-D-Supplementation lässt sich gut in den Alltag integrieren, wenn sie regelmäßig, moderat und angepasst erfolgt. Für viele Menschen reicht eine tägliche Einnahme im niedrigen bis mittleren Dosisbereich aus, insbesondere in sonnenarmen Zeiten. Andere – etwa ältere Personen, Risikogruppen, Patienten unter der Therapie mit bestimmten Medikamenten, Menschen mit höherem Körpergewicht, wenig Sonnenexposition oder bestimmten Erkrankungen – profitieren möglicherweise von höheren, individuell abgestimmten Mengen. Orientierung bieten dabei empfohlene Sicherheitsgrenzen sowie gelegentliche Laborkontrollen,

die helfen, den eigenen Weg ruhig und souverän zu gestalten. Wichtig ist: Gleichmäßigkeit schlägt Extreme – tägliche Routinen sind dem Körper vertrauter als seltene Hochdosisgaben.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Supplementation ist kein Zeichen von Mangel oder Abhängigkeit, sondern eine Form moderner Selbstfürsorge. Sie ermöglicht, Gesundheit aktiv mitzugestalten – pragmatisch, realistisch und eingebettet in das eigene Leben. Wenn Vitamin D nicht isoliert betrachtet wird, sondern als Teil eines Gesamtkonzepts aus Sonnenlicht, Ernährung, Bewegung und Achtsamkeit, entsteht ein Gefühl von Stimmigkeit und Kontrolle. Besonders wertvoll ist dabei der Dialog mit Fachpersonen: Er stärkt Vertrauen, schützt vor Verunsicherung und unterstützt individuelle Entscheidungen.

5.2.9 Verabreichungsform von Vitamin D

Die Art und Weise, wie Vitamin D eingenommen wird, beeinflusst wesentlich, wie gut es vom Körper genutzt werden kann. Ziel ist nicht ein möglichst schneller oder maximaler Effekt, sondern eine stabile, gut verträgliche Versorgung, die sich harmonisch in den Alltag einfügt und dem natürlichen Stoffwechsel entspricht.

Verstehbarkeit stärken

Der Körper bevorzugt gleichmäßige Impulse statt großer Schwankungen. Eine regelmäßige, tägliche Zufuhr von Vitamin D ahmt den natürlichen Rhythmus der körpereigenen Bildung nach und sorgt für stabile Blutspiegel. Sehr hohe Einzelgaben oder lange Einnahmeintervalle führen hingegen zu kurzfristigen Spitzen und anschließenden Abfällen – ein Muster, mit dem der Körper weniger gut umgehen kann. Dieses einfache Prinzip hilft, unterschiedliche Einnahmeempfehlungen besser einzuordnen. Langjährig durchgeführte randomisiert-kontrollierte Studien zeigen, dass eine tägliche Vitamin-D-Zufuhr von etwa 2.000 I.E. für viele Menschen gut verträglich und sicher ist. Diese Dosierung wird auch von der Endocrine Society als sinnvoller Orientierungswert eingeordnet. Sie bietet einen verlässlichen Rahmen, um die Versorgung zu unterstützen, insbesondere in Phasen mit geringer Sonnenexposition oder bei erhöhtem Bedarf.

Gleichzeitig eröffnet ein salutogenes Verständnis Spielraum für individuelle Anpassungen: Menschen mit geringem Risiko, ausreichend Sonnenlicht und stabiler Versorgung können oft auch mit niedrigeren Dosierungen gut auskommen. So entsteht ein flexibler Ansatz, der Sicherheit mit Selbstbestimmung verbindet und Gesundheit nicht über starre Vorgaben, sondern über passende, kontextbezogene Entscheidungen stärkt.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Für die meisten Menschen ist eine tägliche Einnahme in moderater Dosierung gut praktikabel und leicht in bestehende Routinen integrierbar – etwa gemeinsam mit einer Mahlzeit. Ein Dosierungsbereich von etwa 800 bis 2.000 IE pro Tag bietet dabei einen sicheren und wirksamen Rahmen. Besonders bewährt hat sich eine tägliche Dosis um 2.000 IE, da sie zuverlässig stabile Werte unterstützt und auch langfristig gut verträglich ist. Intermittierende Einnahmeschemata können in Einzelfällen eine Alternative sein, erfordern jedoch mehr Aufmerksamkeit und sind nicht für jede Person gleichermaßen geeignet.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Die bewusste Wahl einer passenden Verabreichungsform stärkt das Vertrauen in den eigenen Körper. Sie zeigt, dass Gesundheit nicht durch extreme Maßnahmen entsteht, sondern durch kontinuierliche, gut abgestimmte Schritte. Hochdosierte Therapien haben ihren Platz bei speziellen medizinischen Fragestellungen – getragen von fachlicher Begleitung und klarer Zielsetzung. Im Alltag hingegen schafft Regelmäßigkeit Sicherheit, Ruhe und ein Gefühl von Stimmigkeit.

5.2.10 Vitamin D sinnvoll einnehmen

Für eine gute Wirkung von Vitamin D kommt es weniger auf die Uhrzeit als auf die Art der Einnahme an. Das entlastet den Alltag: Es gibt keinen „perfekten“ Moment, sondern viele passende Möglichkeiten, Vitamin D unkompliziert und wirksam zu integrieren.

Verstehbarkeit stärken

Vitamin D gehört zu den fettlöslichen Vitaminen. Das bedeutet: Es wird vom Körper besonders gut aufgenommen, wenn gleichzeitig etwas Fett im Spiel ist. Nicht der Morgen, Mittag oder Abend entscheidet also über die Bioverfügbarkeit, sondern ob Vitamin D zusammen mit einer Mahlzeit eingenommen wird. Dieses einfache Prinzip macht die Einnahme leicht nachvollziehbar und nimmt unnötigen Druck. Ein niedriger Vitamin-D-Spiegel trotz regelmäßiger Einnahme kann ein hilfreicher Hinweis darauf sein, die Einnahmeform und das Zusammenspiel mit anderen Nährstoffen genauer zu betrachten. Vitamin D entfaltet seine Wirkung im Körper am besten, wenn es passend eingenommen wird und unterstützende Mikronährstoffe ausreichend zur Verfügung stehen. Dieses Wissen eröffnet neue Handlungsmöglichkeiten: Durch kleine Anpassungen – etwa bei der Einnahme oder der Ernährung – lässt sich die Wirksamkeit oft verbessern, ohne die Dosis zu erhöhen. So wird ein unerwarteter Laborwert nicht als Misserfolg verstanden, sondern als Chance, die Versorgung stimmiger und wirksamer zu gestalten.

Handhabbarkeit im Alltag fördern

Vitamin D lässt sich gut an bestehende Essgewohnheiten ankoppeln. Viele Menschen empfinden es als angenehm, das Präparat gemeinsam mit einer Hauptmahlzeit einzunehmen – häufig dem Mittag- oder Abendessen, das oft automatisch etwas Fett enthält, etwa durch pflanzliche Öle, Nüsse oder Milchprodukte. Wer ölige Vitamin-D-Tropfen verwendet, kann flexibler sein, da das Vitamin hier bereits in einer Fettmatrix vorliegt. So lässt sich die Einnahme an persönliche Routinen anpassen, statt neue Regeln aufzustellen.

Sinnhaftigkeit erlebbar machen

Die bewusste, entspannte Einnahme von Vitamin D kann zu einem kleinen Akt der Selbstfürsorge werden – eingebettet in den Alltag und verbunden mit Essen, Genuss und Achtsamkeit. Anstatt sich an starre Vorgaben zu halten, entsteht ein Gefühl von Stimmigkeit: Das, was dem Körper guttut, fügt sich natürlich ins eigene Leben ein.

5.3 Sinnhaftigkeit

Die Sinnhaftigkeit salutogogischer Empfehlungen ergibt sich aus dem erlebbaren Nutzen für das eigene Wohlbefinden. Im Kontext der Prävention von Atemwegserkrankungen kann dies bedeuten, Infekte besser zu bewältigen, das subjektive Gesundheitsgefühl zu stärken oder krankheitsbedingte Ausfallzeiten zu reduzieren. Indem Vitamin D als unterstützender Faktor für die eigene Gesundheit verstanden wird, entsteht ein persönlicher Bezug, der Motivation und langfristige Gesundheitsorientierung fördert.

Ressourcenorientierung und Selbstwirksamkeit

Im Gegensatz zu defizitorientierten Präventionsansätzen richtet die salutogogische Umsetzung den Fokus auf vorhandene Ressourcen und Kompetenzen. Menschen werden ermutigt, ihre individuellen Einflussfaktoren auf die Vitamin-D-Versorgung zu erkennen und aktiv zu gestalten. Dies stärkt das Gefühl von Selbstwirksamkeit und unterstützt die Entwicklung einer eigenverantwortlichen Gesundheitskompetenz.

Gesundheitsförderung wird damit nicht als äußere Vorgabe, sondern als persönlicher Lern- und Entwicklungsprozess erlebt, der an bestehende Lebensgewohnheiten anschließt.

Einbettung in eine ganzheitliche gesundheitsförderliche Lebensweise

Die salutogogische Perspektive betrachtet Vitamin D nicht isoliert, sondern eingebettet in eine umfassende gesundheitsförderliche Lebensführung. Aspekte wie Bewegung an der frischen Luft, ausgewogene Ernährung, ausreichende Erholung und psychisches Wohlbefinden stehen in Wechselwirkung und tragen gemeinsam zur Stabilisierung der Atemwegsgesundheit bei. Diese ganzheitliche Betrachtungsweise entspricht sowohl salutogenetischen Grundannahmen als auch den Prinzipien moderner Gesundheitsförderung.

6. Schlussfolgerungen

Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war es, den wissenschaftlichen Zusammenhang zwischen einem niedrigen Vitamin-D-Spiegel und dem Auftreten von Atemwegsinfekten im Winterhalbjahr zu untersuchen sowie daraus gesundheitsfördernde Handlungsempfehlungen abzuleiten. Die analysierte Evidenz zeigt, dass ein niedriger Serumspiegel von 25-Hydroxyvitamin D mit einer erhöhten Inzidenz und Schwere von Atemwegsinfekten assoziiert ist, insbesondere in den Wintermonaten und bei Risikogruppen wie älteren Menschen, Personen mit chronischen Erkrankungen, dunkler Hautfarbe oder eingeschränkter Sonnenexposition. Beobachtungsstudien weisen konsistent darauf hin, dass Vitamin-D-Mangelzustände mit einer erhöhten Infektanfälligkeit einhergehen. Randomisierte Interventionsstudien und Metaanalysen zeigen hingegen ein differenziertes Bild: Eine Vitamin-D-Supplementierung führt vor allem bei Personen mit ausgeprägtem Mangel zu einer Reduktion von Atemwegsinfekten, während bei bereits ausreichender Versorgung kein klarer Zusatznutzen nachweisbar ist. Dies spricht gegen eine pauschale Supplementierung der Gesamtbevölkerung, unterstreicht jedoch die Bedeutung der gezielten Prävention und Mangelkorrektur. Darüber hinaus verdeutlicht die Literatur, dass die immunmodulierenden Effekte von Vitamin D nicht isoliert betrachtet werden können. Der Vitamin-D-Stoffwechsel steht in enger Wechselwirkung mit weiteren Mikronährstoffen wie Magnesium, Zink und Vitamin K sowie mit Lebensstilfaktoren wie Ernährung, Bewegung und Sonnenexposition. Diese multifaktoriellen Zusammenhänge erklären möglicherweise die heterogenen Ergebnisse klinischer Studien und machen deutlich, dass eine rein pharmakologische Perspektive der Komplexität von Gesundheitsförderung nicht gerecht wird.

Aus gesundheitsfördernder Sicht kommt Vitamin D eine besondere Rolle als salutogenetische Ressource zu. Eine ausreichende Versorgung kann zur Stärkung der Immunresilienz beitragen und das Kohärenzgefühl fördern, indem Menschen befähigt werden, ihre Gesundheit aktiv mitzugestalten. Im Sinne der Gesundheitsförderung liegt der Fokus daher weniger auf der isolierten Prävention einzelner Erkrankungen, sondern auf der Stärkung von Ressourcen, Gesundheitskompetenz und Selbstwirksamkeit. Primäre Handlungsempfehlungen zielen auf die Vermeidung von Vitamin-D-Mangel und damit auf die Reduktion eines spezifischen Krankheitsrisikos ab. Salutogenetische Handlungsempfehlungen gehen darüber hinaus, indem sie Vitamin D als gesundheitsfördernde Ressource begreifen und in einen ganzheitlichen Ansatz zur Stärkung von Resilienz, Gesundheitskompetenz und Selbstwirksamkeit einbetten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein wissenschaftlich plausibler Zusammenhang zwischen niedrigen Vitamin-D-Spiegeln und dem Auftreten von Atemwegsinfekten im Winterhalbjahr besteht, insbesondere bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen. Für die Praxis der Gesundheitsförderung ergeben sich daraus differenzierte, evidenzbasierte Handlungsempfehlungen, die sowohl primärpräventive Maßnahmen zur Mangelvermeidung als auch salutogenetische Ansätze zur langfristigen Stärkung gesundheitlicher Ressourcen berücksichtigen. Zukünftige Forschung sollte verstärkt die individuellen Voraussetzungen, Mikronährstoffinteraktionen und lebensstilbezogenen Faktoren einbeziehen, um personalisierte und nachhaltige Präventionsstrategien zu entwickeln.

Literaturverzeichnis

Aloia, J. F., Islam, S. & Mikhail, M. (2019). Vitamin D and Acute Respiratory Infections—The PODA Trial. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(9). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz228>

Alonso N, Zelzer S, Eibinger G, Herrmann M. Vitamin-D-Metaboliten: Analytische Herausforderungen und klinische Relevanz. *Calcif Tissue Int*. 2023 Februar; 112(2):158-177. DOI: 10.1007/s00223-022-00961-5. Epub 3. März 2022. PMID: 35238975; PMCID: PMC8892115.

<https://doi.org/10.1007/s00223-022-00961-5>

Antworten des Robert Koch-Instituts auf häufig gestellte Fragen zu Vitamin D. (o. D.). RKI2024. https://www.rki.de/SharedDocs/FAQs/DE/Vitamin_D/Vitamin_D_FAQ-Liste.html#entry_16871796

Bak, P. M. (2023). *Gesundheitspsychologie - Eine Einführung – kompakt, prägnant und anwendungsorientiert*. Springer.

Berlin-Potsdam, I. F. M. D. (o. D.). *IMD Institut für medizinische Diagnostik, Labor: Vitamin D – Update und Geschichte*. <https://www.imd-potsdam.de/fachinformationen/diagnostikinformationen/200-299/274-vitamin-d-update-und-geschichte>

BIÖG - Leitbegriffe: Gesundheitsförderung I: Grundlagen. (2025, 25. August). <https://leitbegriffe.bioeg.de/alphabetisches-verzeichnis/gesundheitsfoerderung-1-grundlagen/>

Bleizgys A. Vitamin-D-Dosierung: Grundprinzipien und ein kurzer Algorithmus (Update 2021). *Nährstoffe*. 2021 Dezember 10; 13(12):4415. DOI: 10.3390/NU13124415. PMID: 34959969; PMCID: PMC8709011.

<https://doi.org/10.3390/nu13124415>

Bleizgys A. Zink-, Magnesium- und Vitamin-K-Supplementierung bei Vitamin-D-Mangel: Pathophysiologischer Hintergrund und Auswirkungen auf die klinische Praxis. *Nährstoffe*. 14. März 2024; 16(6):834. PMID: 38542745; PMCID: PMC10974675.

<https://doi.org/10.3390/nu16060834>

Carlberg, C. (2019). Nutrigenomik von Vitamin D. *Nährstoffe*, 11(3), 676.
<https://doi.org/10.3390/nu11030676>

Cavalier, E., Makris, K., Heijboer, A., Herrmann, M., & Souberbielle, J.-C. (2024). Vitamin D: Analytische Fortschritte, klinische Auswirkungen und laufende Debatten über gesundheitliche Perspektiven. *Klinische Chemie*. doi:10.1093/clinchem/hvae056
<https://doi.org/10.1093/clinchem/hvae056>

Charoenngam, N. & Holick, M. F. (2020). Immunologic Effects of Vitamin D on Human Health and Disease. *Nutrients*, 12(7), 2097. <https://doi.org/10.3390/nu12072097>

Cordis, C. (2006b, April 3). Mehr als die Hälfte der über Sechzigjährigen in der EU von Vitamin D-Mangel betroffen. *CORDIS | European Commission*.
<https://cordis.europa.eu/article/id/25439-more-than-half-of-eu-over60s-are-deficient-in-vitamin-d/de>

Delrue C, Speeckaert MM. Vitamin D und Vitamin D-bindendes Protein in Gesundheit und Krankheit. *Int J Mol Sci*. 28. Februar 2023; 24(5):4642. DOI: 10.3390/IJMS24054642. PMID: 36902073; PMCID: PMC10003016.
<https://doi.org/10.3390/ijms24054642>

Die zentralen Begriffe „Gesundheitsförderung“ und „Prävention“ | Fonds Gesundes Österreich. (o. D.). https://fgoe.org/Gesundheitsfoerderung_und_Praevention, eingesehen am 28.12.2025

DocCheck, M. B. (o. D.). *Phosphatstoffwechsel - DocCheck Flexikon*. DocCheck Flexikon.
<https://flexikon.doccheck.com/de/Phosphathaushalt>, eingesehen am 27.12.2025

Džopalić T, Božić-Nedeljković B, Jurišić V. Die Rolle von Vitamin A und Vitamin D bei der Modulation der Immunantwort mit Schwerpunkt auf angeborenen lymphoiden Zellen. *Cent Eur J Immunol*. 2021; 46(2):264-269. Epub 2021 7. August. PMID: 34764797; PMCID: PMC8568032.

Eingesehen am 29.12.2025

Einnahme hoher Einzeldosen Vitamin D über Nahrungsergänzungsmittel im Abstand von Tagen oder Wochen birgt gesundheitliche Risiken. (2025, 9. März). Bundesinstitut für Risikobewertung. <https://www.bfr.bund.de/stellungnahme/einnahme-hoher-einzeldosen->
© Ulrike Hilber, 2025

[vitamin-d-ueber-nahrungsergaenzungsmittel-im-abstand-von-tagen-oder-wochen-birgt-gesundheitliche-risiken/](#)

Fleet JC. Vitamin-D-vermittelte Regulierung der Kalziumaufnahme im Darm. *Nährstoffe*. 16. August 2022; 14(16): 3351. PMID: 36014856; PMCID: PMC9416674.

Gesundheitsförderung. (2025, 27. August). RKI2024.
<https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Gesundheitliche-Einflussfaktoren-A-Z/G/Gesundheitsfoerderung/gesundheitsfoerderung-node.html>,
eingesehen am 28.12.2025

Giustina, A., Bilezikian, J. P., Adler, R. A., Banfi, G., Bikle, D. D., Binkley, N. C., Bollerslev, J., Bouillon, R., Brandi, M. L., Casanueva, F. F., Di Filippo, L., Donini, L. M., Ebeling, P. R., Fuleihan, G. E., Fassio, A., Frara, S., Jones, G., Marcocci, C., Martineau, A. R., . . . Virtanen, J. K. (2024). Consensus Statement on Vitamin D Status Assessment and Supplementation: Whys, Whens, and Hows. *Endocrine Reviews*, 45(5), 625–654.
<https://doi.org/10.1210/endrev/bnae009>

Grant WB, Wimalawansa SJ, Pludowski P, Cheng RZ. Vitamin D: Evidenzbasierte gesundheitliche Vorteile und Empfehlungen für Bevölkerungsrichtlinien. *Nährstoffe*. 2025 Januar 14; 17(2):277. DOI: 10.3390/nu17020277. PMID: 39861407; PMCID: PMC11767646.
<https://doi.org/10.3390/nu17020277>

Gröber, U. (2021): COVID-19 und Long- COVID Bessere Resilienz durch immunrelevante Mikronährstoffe, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 1. Auflage, S. 23-29

Hidalgo AA, Trump DL, Johnson CS. Glukokortikoidregulation des Vitamin-D-Rezeptors. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2010 Jul; 121(1-2):372-5. Epub 2010 14. April. PMID: 20398752; PMCID: PMC2907065.

Hurrelmann, K. (2010). *Gesundheitssoziologie* (7. Auflage. Auf.). Juventa.

Idan O, Braun-Lewensohn O, Lindström B, et al. Salutogenese: Kohärenzgefühl in Kindheit und Familie. 3. September 2016. In: Mittelmark MB, Sagy S, Eriksson M, et al., Herausgeber. *Das Handbuch der Salutogenese* [Internet]. Cham (CH): Springer; 2017. Kapitel 13. verfügbar ab: https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6_13

Jia H, Sheng F, Yan Y, Liu X, Zeng B. Vitamin-D-Supplementierung zur Vorbeugung akuter Atemwegsinfektionen bei älteren Erwachsenen: Eine systematische Überprüfung und

Metaanalyse. PLoS Eins. 2024 Mai 24; 19(5):e0303495. DOI: 10.1371/journal.pone.0303495. PMID: 38787821; PMCID: PMC11125479.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303495>

Jolliffe DA, Camargo CA Jr, Sluyter JD, Aglipay M, Aloia JF, Bergman P, Bischoff-Ferrari HA, Borzutzky A, Bubes VY, Damsgaard CT, Ducharme FM, Dubnov-Raz G, Esposito S, Ganmaa D, Gilham C, Ginde AA, Golan-Tripto I, Goodall EC, Grant CC, Griffiths CJ, Hibbs AM, Janssens W, Khadilkar AV, Laaksi I, Lee MT, Loeb M, Maguire JL, Majak P, Manaseki-Holland S, Manson JE, Mauger DT, Murdoch DR, Nakashima A, Neale RE, Pham H, Rake C, Rees JR, Rosendahl J, Scragg R, Shah D, Shimizu Y, Simpson-Yap S, Kumar GT, Urashima M, Martineau AR. Vitamin-D-Supplementierung zur Vorbeugung akuter Atemwegsinfektionen: systematische Überprüfung und Metaanalyse von geschichteten aggregierten Daten. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025 April; 13(4):307-320. doi: 10.1016/S2213-8587(24)00348-6. Epub 2025 21. Februar. Erratum in: *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025 Juli; 13(7):e10. DOI: 10.1016/S2213-8587(25)00158-5. PMID: 39993397; PMCID: PMC12056739.

[https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00348-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00348-6)

Korrektur zu: "Vitamin D zur Prävention von Krankheiten: Eine Richtlinie der Endocrine Society für die klinische Praxis", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Band 110, Ausgabe 3, März 2025, Seite e916, <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae854>

Laaksi, A., Kyröläinen, H., Pihlajamäki, H., Vaara, J. P., Luukkaala, T. & Laaksi, I. (2024). Effects of Vitamin D Supplementation and Baseline Vitamin D Status on Acute Respiratory Infections and Cathelicidin: A Randomized Controlled Trial. *Open Forum Infectious Diseases*, 11(9). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofae482>

Marie B Demay, Anastassios G Pittas, Daniel D Bikle, Dima L Diab, Mairead E Kiely, Marise Lazaretti-Castro, Paul Lips, Deborah M Mitchell, M Hassan Murad, Shelley Powers, Sudhaker D Rao, Robert Scragg, John A Tayek, Amy M Valent, Judith M E Walsh, Christopher R McCartney, Vitamin D zur Prävention von Krankheiten: Eine Richtlinie der Endocrine Society für die klinische Praxis, *Das Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Band 109, Ausgabe 8, August 2024, Seiten 1907–1947, <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae290>

Martineau, A. R., Jolliffe, D. A., Greenberg, L., Aloia, J. F., Bergman, P., Dubnov-Raz, G., Esposito, S., Ganmaa, D., Ginde, A. A., Goodall, E. C., Grant, C. C., Janssens, W., Jensen, M. E., Kerley, C. P., Laaksi, I., Manaseki-Holland, S., Mauger, D., Murdoch, D. R., Neale, R., . . .
© Ulrike Hilber, 2025

Hooper, R. L. (2019). Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: individual participant data meta-analysis. *Health Technology Assessment*, 23(2), 1–44. <https://doi.org/10.3310/hta23020>

Mittelmark MB, Bauer GF. Salutogenese als Theorie, als Orientierung und als Sinn für Kohärenz. 1. Januar 2022 In: Mittelmark MB, Bauer GF, Vaandrager L, et al., Hrsg. Das Handbuch der Salutogenese [Internet]. 2. Auflage. Cham (CH): Springer; 2022. Kapitel 3. verfügbar ab: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK584092/> doi: 10.1007/978-3-030-79515-3_3

MSc, L. R. (2025, 16. Januar). Vitamin D (Calciferol): mehr als nur ein Knochenvitamin. *Biogena*. https://biogena.com/de-de/wissen/ratgeber/vitamin-d_bba_406496#einnahme

Nuti, R., Gennari, L., Cavati, G., Caffarelli, C., Frediani, B., Gonnelli, S., Catalano, A., Francucci, C. M., Laurentaci, C., Letizia Mauro, G., Malavolta, N., Mazzantini, M., Minisola, G., Russo, R., Sabatino, P., Pinto, M., Salomone, S., Tei, L., Vescini, F., ... Merlotti, D. (2024). Analyse des üblichen Vitamin-D-Verzehrs bei erwachsenen Personen in Italien. *Nährstoffe*, 16(23), 4194. <https://doi.org/10.3390/nu16234194>

Pham, H., Waterhouse, M., Baxter, C., Romero, B. D., McLeod, D. S. A., Armstrong, B. K., Ebeling, P. R., English, D. R., Hartel, G., Kimlin, M. G., Martineau, A. R., O’Connell, R., Van der Pols, J. C., Venn, A. J., Webb, P. M., Whiteman, D. C. & Neale, R. E. (2021). The effect of vitamin D supplementation on acute respiratory tract infection in older Australian adults: an analysis of data from the D-Health Trial. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 9(2), 69–81. [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(20\)30380-6](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30380-6)

Pizzorno L. Nichts Langweiliges an Bor. *Integr Med (Encinitas)*. August 2015; 14(4):35-48. PMID: 26770156; PMCID: PMC4712861.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26770156/>

Pludowski P, Grant WB, Karras SN, Zittermann A, Pilz S. Vitamin-D-Supplementierung: Eine Überprüfung der Evidenz, die für eine tägliche Dosis von 2000 internationalen Einheiten (50 µg) Vitamin D für Erwachsene in der Allgemeinbevölkerung spricht. *Nährstoffe*. 29. Januar 2024; 16(3):391. DOI: 10.3390/nu16030391. PMID: 38337676; PMCID: PMC10857599.

<https://doi.org/10.3390/nu16030391>

Rabenberg, M. & Mensink, G. (2016c, Dezember 14). *Vitamin-D-Status in Deutschland*. <https://edoc.rki.de/handle/176904/2492>

Ramos-Lopez, E. & Badenhoop, K. (2019). Vitamin D-Stoffwechsel, Störungen. *DGIM Innere Medizin*. https://www.springermedizin.de/emedpedia/detail/dgim-innere-medizin/vitamin-d-stoffwechsel-stoerungen?epediaDoi=10.1007%2F978-3-642-54676-1_32

Scragg, R. (2019). The Vitamin D Assessment (ViDA) study – Design and main findings. *The Journal Of Steroid Biochemistry And Molecular Biology*, 198, 105562. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2019.105562>

Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K., Knutsen, H. K., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Lanham-New, S., Passeri, G., Craciun, I., Fabiani, L., De Sousa, R. F., . . . Naska, A. (2023). Scientific opinion on the tolerable upper intake level for vitamin D, including the derivation of a conversion factor for calcidiol monohydrate. *EFSA Journal*, 21(8). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8145>

Vitamin D - Bedarf, Quellen und Mangel. (o. D.). Gesundheitsportal. <https://www.gesundheit.gv.at/leben/ernaehrung/vitamine-mineralstoffe/fettloesliche-vitamine/vitamin-d.html>, eingesehen am 28.12.2025

Vitamin D. (o. D.). DGE. <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-d/>

Voiculescu VM, Nelson Twakor A, Jerpelea N, Pantea Stoian A. Vitamin D: Jenseits traditioneller Rollen - Einblicke in seine biochemischen Signalwege und physiologischen Auswirkungen. *Nährstoffe*. 26. Februar 2025; 17(5):803. DOI: 10.3390/NU17050803. PMID: 40077673; PMCID: PMC11902150.

<https://doi.org/10.3390/nu17050803>

Wang, C., Porta, L., Yang, T., Wang, Y., Wu, T., Qian, F., Han, Y., Sheng, W., Chen, S., Lee, C. & Chang, S. (2024). Optimal methods of vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: a systematic review, dose–response and pairwise meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition Journal*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-024-00990-w>

Wimalawansa SJ. Physiologie von Vitamin D - mit Fokus auf die Prävention von Krankheiten. *Nährstoffe*. 2024 Mai 29; 16(11):1666. DOI: 10.3390/NU16111666. PMID: 38892599; PMCID: PMC11174958.

<https://doi.org/10.3390/nu16111666>

World Health Organization. (1948). CONSTITUTION OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION. <https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf>