

Vitamin D Zufuhr von Erwachsenen in der Schweiz: Situationsanalyse und -beurteilung

Wissenschaftlicher Schlussbericht

Corinna Krause, Stefan Siegenthaler, Stefanie Hayoz und Sigrid Beer-Borst (Projektleiterin)

Berner Fachhochschule, Fachbereich Gesundheit

Angewandte Forschung & Entwicklung, Dienstleistungen in Ernährung und Diätetik

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit, Abteilung Lebensmittelsicherheit, Sektion Ernährungs- und Toxikologische Risiken durchgeführt, Vertragsnummer 11.007983.

Bern, den 11. Juli 2012 / 31. Juli 2012



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Executive summary	4
Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Ausgangslage	10
2 Vorgehen	10
2.1 Marktbegehung.....	10
2.1.1 Vitamin D haltige Lebensmittel mit und ohne Anreicherung	10
2.1.2 Nahrungsergänzungsmittel (NEM) und OTC-Supplemente.....	11
2.2 Datengrundlage und Datenaufbereitung.....	12
2.2.1 Ernährungserhebung.....	12
2.2.2 Aufbereitung der Verzehr- und Nährwertdaten	13
2.2.3 Szenarien für Modellberechnungen	15
2.2.3.1 Szenario 1. Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten	16
2.2.3.2 Szenario 2. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln	16
2.2.3.3 Szenario 3. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe.....	17
2.2.3.4 Szenario 4. Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen in Ergänzung zur IST-Situation und den Szenarien 1 bis 3.....	17
2.3 Datenauswertung.....	17
3 Ergebnisse.....	18
3.1 Marktbegehung.....	18
3.1.1 Vitamin D haltige Lebensmittel mit und ohne Anreicherung	18
3.1.2 Supplemente	19
3.2 Vitamin D Zufuhr – IST-Situation	21
3.2.1 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag	21
3.2.2 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag nach Tertilen der Energiezufuhr	22
3.2.3 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag nach Tertilen der Fettzufuhr.....	23
3.2.4 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag nach BMI-Gruppen	24
3.2.5 Mittlere Vitamin D Zufuhr nach Lebensmittelgruppen	25
3.3 Vitamin D Zufuhr – Szenarien 1 bis 4.....	26
3.3.1 Szenario 1. Ausschliesslicher Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten. Kombinationsszenarien im Vergleich zur IST-Situation	27
3.3.2 Szenario 2. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln. Kombinationsszenario im Vergleich zur IST-Situation	30
3.3.3 Szenario 3. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe. Kombinationsszenarien im Vergleich zur IST-Situation.....	31
3.3.4 Szenario 4. Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen in Ergänzung zur IST-Situation und den Szenarien 1 bis 3.....	34
4 Diskussion	40
4.1 Datengrundlagen	40
4.1.1 Marktbegehung.....	40
4.1.2 Ernährungserhebung.....	41
4.1.3 Verfügbarkeit und Qualität der Vitamin D Angaben.....	42
4.2 IST-Situation	42



4.3	Modellberechnungen	43
4.3.1	Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten.....	43
4.3.2	Vitamin D Anreicherung von Lebensmitteln	43
4.3.3	Vitamin D Supplementierung.....	44
5	Schlussfolgerungen.....	45
6	Literaturverzeichnis	46
7	Dank	48
	Anhang.....	49



Executive summary

Vitamin D Zufuhr von Erwachsenen in der Schweiz: Situationsanalyse und -beurteilung

Die vorliegende Untersuchung erfolgte vom 1.12.2011 bis 30.06.2012 und diente zur Abschätzung der Vitamin D (VitD) Zufuhr von Erwachsenen in der Schweiz. Zunächst wurden mit einer Marktbegehung grundlegende Informationen über die auf dem Markt erhältlichen Produkte (angereicherte Lebensmittel, Nahrungsergänzungsmittel NEM, rezeptfrei erhältliche OTC-Supplemente) erfasst, die gemäss Kennzeichnung einen Beitrag zur VitD Zufuhr der Schweizer Bevölkerung leisten können. Anschliessend wurde die aktuelle IST-Situation der VitD Zufuhr auf Grundlage einer Ernährungserhebung (6 Tage Ernährungsprotokoll) bei 32 erwachsenen Personen im Alter von 24 bis 59 Jahren betrachtet und verschiedene Szenarien zur Erhöhung der VitD Zufuhr einschliesslich Supplementierung modellhaft berechnet. Die Ergebnisse dieser Analysen resp. Modellberechnungen wurden unter Berücksichtigung methodischer Stärken und Limitierungen und unter Beiziehung von Literatur in Hinblick auf die von der Eidgenössischen Ernährungskommission EEK für Personen von 3 bis 59 Jahren ausgesprochenen Referenzwerte von 600 IU oder 15µg pro Tag (recommended daily intake) sowie 4000 IU oder 100µg pro Tag (safe upper intake, UL) beurteilt.

Bei der Marktbegehung wurden 85 VitD haltige Lebensmittel sowie 85 NEM bzw. OTC-Supplemente identifiziert. Die am häufigsten angereicherten Produktgruppen waren Fette & Öle sowie Milch & Milchprodukte, wobei die Höhe der VitD Anreicherung innerhalb der Lebensmittelgruppen stark variierte. Gleiches war für die VitD Gehalte von NEM und OTC-Supplemente festzustellen.

Auf Grundlage des kleinen Datensatzes und der qualitativen Limitierungen der verfügbaren Nährwertdaten, kann keine abschliessende Beurteilung der VitD Zufuhr von Erwachsenen in der Schweiz sowie der Szenarien vorgenommen werden. Folgende Tendenzen sind jedoch ersichtlich. Der Median der aktuellen täglichen VitD Zufuhr lag mit 2.2µg deutlich unter der empfohlenen Zufuhrmenge, ist aber international vergleichbar. Fisch war die insgesamt wichtigste VitD Zufuhrquelle (30%). Die mediane absolute VitD Zufuhr konnte durch den gezielten Konsum mehrerer VitD reicher Lebensmittel auf 5.1µg/Tag gesteigert werden. Für das Szenario einer Lebensmittelanreicherung zeigte sich, dass eine Erhöhung der gesetzlich zulässigen Anreicherungs- menge von aktuell 5µg auf 15µg pro Tagesration verschiedener Lebensmittel am wirkungsvollsten und vielversprechendsten war. Die mediane tägliche VitD Zufuhr erreichte so 8.2µg; 25% der Personen erreichten eine VitD Aufnahme im Bereich der resp. über den Zufuhrempfehlungen, mit einem Maximalwert von 28µg/Tag. Die zusätzliche Gabe von NEM oder OTC-Supplementen in definierten Dosierungen hatte erwartungsgemäss die direkteste Wirkung. Mit der Kombination einer erhöhten gesetzlich zulässigen Anreicherungs- menge (d.h. 15 µg pro Tagesration) bei diversen Produkten plus Einnahme eines OTC-Supplementes à 15µg VitD war der Effekt am grössten. Die mediane VitD Zufuhr erreichte 23µg/Tag, d.h. überstieg die EEK Zufuhrempfehlung. Die maximale tägliche VitD Zufuhr erreichte 43µg, das sind ca. 50% des UL von 100µg pro Tag.

In Anbetracht der vorliegenden Modellberechnungen, bietet sich für eine im Jahresverlauf ausreichende und sichere VitD Zufuhr der Bevölkerung an, die Anreicherung ausschliesslich einer beschränkten Anzahl, gezielt ausgewählter, d.h. häufig verzehrter Lebensmittel in Betracht zu ziehen resp. zuzulassen und zu kontrollieren. Als Grundlage für die Festlegung der geeigneten Lebensmittel und der höheren Anreicherungs- menge müssen national repräsentative Verzehrdaten herangezogen werden. Diese Massnahme würde gleichzeitig Be- schränkungen der VitD Anreicherung resp. rezeptfreien Vermarktung von NEM und/oder OTC-Supplementen voraussetzen, um für gewisse Personen eine dauerhaft zu hohe VitD Zufuhr auszuschliessen.



Apport en vitamine D des adultes en Suisse: Analyse et appréciation de la situation

La présente étude a eu lieu du 1.12.2011 au 30.06.2012 et a servi d'estimation de l'apport en vitamine D (VitD) pour les adultes en Suisse. Dans un premier temps, à l'aide d'une étude de marché, des informations basiques concernant les produits disponibles sur le marché ont été rassemblées (aliments enrichis, compléments alimentaires, suppléments disponibles sans ordonnance OTC), qui selon leur étiquetage peuvent procurer un apport en VitD à la population suisse. Par la suite, la situation présente de l'apport en VitD a été examinée sur la base d'une enquête alimentaire (protocole alimentaire de 6 jours) auprès de 32 adultes âgés de 24 à 59 ans et divers scénarios visant à augmenter la consommation de VitD y compris la supplémentation ont été considérés à titre exemplaire. Les résultats de ces analyses, respectivement de ces considérations exemplaires ont été jugés en tenant compte des atouts et des limitations méthodologiques et sous considération de la littérature en terme des valeurs de référence formulées par la Commission fédérale de l'alimentation COFA pour les personnes âgées de 3 à 59 ans, qui sont 600 IU ou 15µg par jour (recommended daily intake) ainsi que 4000 IU ou 100µg par jour (safe upper intake, UL).

Dans le cadre de l'étude de marché, 85 aliments contenant de la VitD ainsi que 85 compléments alimentaires, respectivement suppléments disponibles sans ordonnance ont été identifiés. Les groupes de produits le plus souvent enrichis sont les matières grasses & les huiles ainsi que le lait & les produits laitiers, tout en sachant que la quantité d'enrichissement de VitD varie fortement au sein même des groupes. Une observation comparable a été faite pour les compléments alimentaires et les suppléments OTC.

En raison de la quantité limitée de données ainsi que des limitations qualitatives des données sur les valeurs nutritionnelles à disposition, un jugement concluant de l'apport en VitD pour les adultes en Suisse ainsi que des scénarios ne peuvent être établis. Les tendances suivantes sont toutefois apparentes. La médiane de l'apport quotidien en VitD actuel se situe avec 2.2µg de VitD de façon distincte en-dessous de la quantité recommandée, en étant toutefois comparable d'un point de vue international. Le poisson est en tout la source d'apport en VitD la plus importante (30%). La médiane absolue de l'apport en VitD a pu être relevée à 5.1µg/jour grâce à la consommation ciblée de plusieurs aliments riches en VitD. Il s'est avéré pour le scénario visant à enrichir des aliments qu'une augmentation de la quantité d'enrichissement actuelle de différents aliments de 5µg établi par la loi à 15µg par ration journalière avait le plus d'impact et était le plus prometteur. La médiane d'apport journalier en VitD a atteint ainsi 8.2µg ; 25% des personnes ont atteint une consommation de VitD dans la zone, respectivement au-delà des recommandations d'apport, avec une valeur maximale de 28µg/jour. L'administration additionnelle de compléments alimentaires ou de suppléments OTC dans des dosages définis a engendré comme prévu l'effet le plus direct. L'effet était le plus important lors de la combinaison d'une quantité d'enrichissement établie par la loi plus élevée de divers produits (c.-à-d. 15µg par ration journalière) avec la prise d'un supplément disponible sans ordonnance à 15µg de VitD. La médiane de l'apport en VitD a atteint 23µg/jour, c.-à-d. a dépassé les recommandations d'apport de la COFA. L'apport journalier en VitD maximale a atteint 43µg, ce qui représente environ 50% de l'UL de 100µg par jour.

Du point de vue des considérations exemplaires présentes, il est envisageable, pour un apport en VitD suffisant et sûr de la population tout au long de l'année, de considérer, respectivement d'approuver et de contrôler l'enrichissement d'aliments choisis de manière ciblée, c.-à-d. ceux qui sont souvent consommés, tout en excluant un nombre limité de certains d'entre eux. Des données alimentaires représentatives sur le plan national doivent être mises à contribution en tant que bases pour la sélection des aliments aptes ainsi que des plus importantes quantités d'enrichissement. Cela dit, cette mesure impliquerait dans un même temps des limitations quant à l'enrichissement en VitD, respectivement la mise sur le marché sans ordonnance de compléments alimentaires et/ou de suppléments afin d'éviter un apport en VitD trop élevé continue pour certaines personnes.



Vitamin D intake for adults in Switzerland: situation analysis and evaluation

The present study was carried out from 1.12.2011 to 30.06.2012 in order to estimate the Vitamin D (VitD) intake for adults in Switzerland. First, a market research was conducted to collect baseline information about products (fortified foods, dietary supplements (NEM), and over-the-counter OTC supplements) available on the market, which could contribute to the Swiss population's VitD intake as per labeling. Then, the actual VitD intake situation was assessed based on a food consumption survey (6 day food record) for 32 adults of age 24 to 59 years, and different scenarios for enhancing VitD intake, including supplementation, were simulated. The analyses' and simulation's results, respectively, have been evaluated with regard to the Federal Commission for Nutrition (FCN) reference values for individuals age 3 to 59 years of 600 IU or 15µg per day (recommended daily intake) and 4000 IU or 100µg per day (safe upper intake, UL), taking into account the methodological strengths and limitations and considering literature.

Through market research, 85 VitD containing foods as well as 85 dietary and OTC-supplements were identified. The most often fortified product groups were fats & oils and milk & milk products, with a large variation in the VitD fortification levels within the food groups. A similar observation was made for the dietary and OTC supplements.

Due to the small dataset and the qualitative limitations of the available food composition data, it is not possible to conclusively evaluate the VitD intake of adults in Switzerland and of the scenarios. However, the following trends were observed. The median actual daily VitD intake of 2.2µg was clearly below the recommended intake level, but is internationally comparable. Fish was the overall most important VitD intake source (30%). The median crude VitD intake could be increased to 5.1µg/day by purposeful consumption of several VitD-rich foods. For the food fortification scenarios it was shown that an increase of the legal fortification level from the current 5µg to 15µg per recommended daily amount of different foods was the most effective and promising scenario. The median daily VitD intake thus reached 8.2µg; 25% of the individuals attained a VitD intake close to or even above the recommended intake level, the maximum being 28µg/day. The additional administration of dietary or OTC supplements in defined dosages had the most direct effect as expected. The largest effect was observed for a combination of an increased legal fortification level (i.e. 15 µg per recommended daily amount) of a series of products plus the intake of an OTC supplement with 15µg VitD. The median VitD intake reached 23µg/day and thus exceeded the FCN recommendation. The maximum daily VitD intake was 43µg that is about 50% of the UL of 100µg per day.

In view of the present simulation results, it seems suitable for a sufficient and safe VitD population intake over the course of the year, to consider or authorize and control fortification of only a restricted number of purposefully selected, i.e. frequently consumed foods. To determine the suitable foods and the increased fortification levels, national representative food consumption data are needed. However, this measure would require concurrently restricting the VitD fortification levels and commercialization without prescription of dietary and/or OTC supplements in order to avoid a continuous excessive VitD intake for certain individuals.



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Charakteristika der Studienteilnehmenden nach Gruppen.....	13
Tabelle 2	Vollständigkeit der Vitamin D Werte nach Datenherkunft	14
Tabelle 3	Austausch-Kategorien nach Lebensmittelgruppen der Schweizer Lebensmittelpyramide (11).....	15
Tabelle 4	Beispiel Lebensmittelaustausch gemäss Szenario 1	16
Tabelle 5	Zusätzliche Einnahme von Vitamin D haltigen Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) und OTC-Supplementen nach Präparat und Dosierung.....	17
Tabelle 6	Anzahl Vitamin D haltiger Produkte/Produktkategorien nach Lebensmittelgruppen.....	20
Tabelle 7	IST-Situation der absoluten Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ (N=32).....	21
Tabelle 8	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32).....	22
Tabelle 9	Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32).....	22
Tabelle 10	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32).....	23
Tabelle 11	Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32).....	23
Tabelle 12	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ nach BMI Gruppen (N=32).....	24
Tabelle 13	Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach BMI-Gruppen (N=32).....	24
Tabelle 14	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$, IST-Situation und bei Ersatz von Gemüse durch frische Pilze mit unterschiedlichem Vitamin D Gehalt (Modellberechnung) (N=32).....	27
Tabelle 15	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1A (Modellberechnung) (N=32).....	28
Tabelle 16	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1B (Modellberechnung) (N=32).....	29
Tabelle 17	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32).....	30
Tabelle 18	Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32).....	31
Tabelle 19	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation und bei Verzehr zuhause von mit $2\mu\text{g}$ bzw. $6\mu\text{g}$ Vitamin D/100g angereichertem Joghurt (Modellberechnung) (N=32).....	32
Tabelle 20	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32).....	33
Tabelle 21	Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32).....	33
Tabelle 22	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32) ...	34
Tabelle 23	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 1A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32) ...	35
Tabelle 24	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 1B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32) ...	36
Tabelle 25	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 2 und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32) ...	36
Tabelle 26	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 3A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32) ...	37
Tabelle 27	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 3B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (N=32).....	38



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Aufbau der Vitamin D Produktdatenbank für Lebensmittel	11
Abbildung 2	Aufbau der Vitamin D Produktdatenbank für Nahrungsergänzungsmittel und OTC-Supplemente	12
Abbildung 3	Prozess der Verzehrdatenerfassung, -bearbeitung und -auswertung	13
Abbildung 4	Boxplot	18
Abbildung 5	Anteile der Vitamin D angereicherten Lebensmittelgruppen mit Angabe der Spannweite (Min-Max) des Vitamin D Gehaltes in $\mu\text{g}/100\text{g}$	19
Abbildung 6	Anteile Vitamin D haltiger Nahrungsergänzungsmittel und OTC-Supplemente mit Angabe der Spannweite (Min-Max) des Vitamin D Gehaltes in μg pro empfohlener Tagesdosis.....	19
Abbildung 7	IST-Situation der absoluten Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (links) und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ (rechts) (N=32).....	21
Abbildung 8	Mediane tägliche Energie- (kcal), Vitamin D (μg) und Fett- (g) Zufuhr nach Wochentagen.....	22
Abbildung 9	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32)	23
Abbildung 10	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32)	24
Abbildung 11	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach BMI-Gruppe (N=32).....	25
Abbildung 12	Mittlere Vitamin D Zufuhr nach Lebensmittelgruppen in $\mu\text{g}/\text{Tag}$	25
Abbildung 13	Anteile verschiedener Lebensmittelgruppen an der mittleren täglichen Vitamin D Zufuhr (in %)	26
Abbildung 14	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ bei Ersatz von einer (120g) oder zwei (240g) Portionen Gemüse durch frische Pilze mit unterschiedlichen Vitamin D Gehalten (Modellberechnung) (N=32).....	27
Abbildung 15	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1A (Modellberechnung) (N=32)	28
Abbildung 16	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1B (Modellberechnung) (N=32)	29
Abbildung 17	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32).....	31
Abbildung 18	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ bei Verzehr zuhause von mit $2\mu\text{g}$ Vitamin D (Variante 1a) bzw. $6\mu\text{g}$ Vitamin D pro 100g (Variante 1b) angereichertem Joghurt (Modellberechnung) (N=32)	32
Abbildung 19	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte/1000kcal/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32)	33
Abbildung 20	Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	34
Abbildung 21	Vitamin D Zufuhr in μg pro Tag. IST-Situation, Kombinationsszenario 1A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	35
Abbildung 22	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation, Kombinationsszenario 1B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	36
Abbildung 23	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation, Kombinationsszenario 2 und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	37
Abbildung 24	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation, Kombinationsszenario 3A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	38
Abbildung 25	Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation, Kombinationsszenario 3B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32).....	39



Abkürzungsverzeichnis

aF&E	Anwendungsorientierte oder angewandte Forschung und Entwicklung
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFH	Berner Fachhochschule
BLS	Bundes Lebensmittel Schlüssel
EEK	Eidgenössische Ernährungskommission
IU	International Units, Internationale Einheiten
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LM	Lebensmittel
mcg, µg	Mikrogramm
NEM	Nahrungsergänzungsmittel
OTC	Over the counter
RDA	Recommended daily allowances (Zufuhrempfehlung)
UL	Upper intake level, safe upper intake (tolerierbare höchste Zufuhrmenge)
VitD	Vitamin D



1 Ausgangslage

Eine Arbeitsgruppe der Eidgenössischen Ernährungscommission (EEK) hat einen Expertenbericht zu Vitamin D (VitD) erstellt, der im November 2011 von der EEK verabschiedet wurde (1). Die Sektion Ernährungs- und Toxikologische Risiken des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) hat die Berner Fachhochschule (BFH) beauftragt, Betrachtungen zur VitD Zufuhr mit der täglichen Ernährung anzustellen. Diese Betrachtungen sollten auf real erhobenen Verzehrdaten beruhen und auf folgende Fragen eingehen:

- Inwieweit wird die seitens EEK empfohlene Tageszufuhrmenge von 600 IU (15µg) VitD für Erwachsene von 19 bis 59 Jahre ohne spezifische VitD Supplementierung erreicht? (IST-Situation)
- In welchem Ausmass tragen verschiedene auf dem Markt verfügbare Produkte, d.h. Lebensmittel ohne oder mit VitD Anreicherung und Nahrungsergänzungsmittel, zur VitD Zufuhr bei? (IST-Situation). Eignen sich bestimmte Lebensmittel speziell für eine Anreicherung?
- In welchem Ausmass könnten die verschiedenen auf dem Markt verfügbaren Produkte, d.h. Lebensmittel ohne oder mit VitD Anreicherung zu einer erhöhten VitD Zufuhr beitragen? Welchen Einfluss hat eine Erhöhung der zugelassenen Anreicherungs menge auf die VitD Zufuhr? (Modellberechnungen)
- In welchem Ausmass könnte die Einnahme von auf dem Markt erhältlichen Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) sowie OTC (over the counter) VitD Supplemente zu einer erhöhten VitD Zufuhr beitragen? (Modellberechnungen)

2 Vorgehen

Die Untersuchung erfolgte in mehreren Schritten vom 1.12. 2011 bis 30.06.2012. Zunächst wurden grundlegende Informationen über die auf dem Markt erhältlichen Produkte erfasst, die einen Beitrag zur VitD Zufuhr der Schweizer Bevölkerung leisten können. Anschliessend wurde die aktuelle Situation der VitD Zufuhr auf Grundlage einer Ernährungserhebung bei erwachsenen Personen im Alter von 24 bis 59 Jahren betrachtet und verschiedene Szenarien der VitD Zufuhr einschliesslich Supplementierung modellhaft berechnet. Die Ergebnisse dieser Analysen resp. Modellberechnungen wurden unter Berücksichtigung methodischer Stärken und Limitierungen und unter Beziehung von Literatur in Hinblick auf die von der EEK ausgesprochenen Referenzwerte von 600 IU oder 15µg pro Tag (recommended daily intake) sowie 4000 IU oder 100µg pro Tag (safe upper intake) beurteilt.

2.1 Marktbegehung

Zur Identifizierung und Erfassung der aktuell auf dem Schweizer Markt erhältlichen VitD haltigen Lebens- und Nahrungsergänzungsmittel (NEM) sowie rezeptfrei erhältlicher Arzneimittel, sog. OTC-Supplemente, wurde eine Marktbegehung durchgeführt. Diese wurde vom 14. bis 22. Dezember 2011 in ausgewählten Detailhandelsketten, Drogerien und Apotheken in der Stadt Bern realisiert. Die Erlaubnis zur Marktbegehung wurde jeweils vor Ort bei der Geschäftsleitung eingeholt. Erfasst wurden ausschliesslich Produkte mit Angaben des VitD Gehaltes in µg oder IU auf der Produktverpackung.

2.1.1 Vitamin D haltige Lebensmittel mit und ohne Anreicherung

Mit dem Ziel, ein möglichst realistisches Abbildung der im Schweizer Lebensmitteleinzelhandel (LEH) erhältlichen VitD haltigen Lebensmittel zu geben, wurden die in der Marktbegehung zu berücksichtigenden Detail-



händler anhand ihrer Marktanteile bestimmt (2). Ergänzend zum LEH wurde das Angebot in Drogerien berücksichtigt. Konkret wurde das Angebot in den folgenden Handelsketten resp. grösseren Stadt Berner Filialen erfasst: Migros Marktgasse; Coop Megastore Wankdorfzentrum; Denner Brunnmattstrasse; Aldi Suisse AG, Murtenstrasse; Drogerie Müller, Spitalgasse.

Für die systematische Erfassung der auf dem Markt erhältlichen VitD haltigen Lebensmittel wurde ein nach Lebensmittelgruppen wie folgt aufgebautes Raster/Instrument aufgebaut und eingesetzt. Auf Grundlage der Schweizer Nährwerttabelle (3) und des Souci Fachmann Kraut (4) wurden natürliche VitD Träger nach absteigendem VitD Gehalt im Raster festgehalten und mit Lebensmitteln resp. Lebensmittelgruppen, die häufig mit Vitaminen und Mineralstoffen angereichert werden (5), ergänzt. Von der Marktbegehung ausgeschlossen wurden jedoch (a) Produkte zur Säuglings- und Kleinkindernahrung, da diese typischerweise nicht von Erwachsenen konsumiert werden; und (b) Produkte, die für eine besondere Ernährung bestimmt sind, wie z.B. Lebensmittel für eine gewichtskontrollierende Ernährung und diätetische Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke.

Die anschliessende Marktbegehung orientierte sich an den im Raster festgehaltenen Lebensmitteln resp. Lebensmittelgruppen. Zu Produkten, die zwar natürlicherweise VitD enthalten, bei denen der VitD Gehalt aber nicht mittels Nährwertdeklaration ausgewiesen war, konnten keine Informationen erfasst werden. Für alle anderen im Handel erhältlichen VitD haltigen Lebensmitteln wurden die Informationen systematisch aufgenommen. Bereits vorhandene Produktangaben aus einer früheren Studie zu Functional Food (6) sowie vom BAG zusammengestellte Produktinformationen konnte bei dieser Gelegenheit auf ihre Aktualität überprüft werden. Produktneuheiten wurden auf einen möglichen VitD Zusatz untersucht.

Die bei der Marktbegehung gewonnenen Informationen wurden abschliessend in eine VitD Produktdatenbank übertragen (Abbildung 1).

Geschäft der Markt begehung	Hersteller (H) Vetreiber (V)	Brand/Lebensmittelbezeichnung	Packungsgrösse	Portionsgrösse (Empfehlung des Herstellers)	Vitamin D Gehalt in µg pro 100g	Vitamin D Gehalt in µg pro Portionsgrösse	natürl. Gehalt	Anreicherung	Anpreisung	TEXT Anpreisung (betreffend Vit.D)	Energiegehalt [kcal] pro 100g	Fettgehalt [g] pro 100g inkl. GFS	Kohlenhydratgehalt [g] pro 100g	Eiweissgehalt [g] pro 100g	Calciumgehalt [mg] pro 100g

Abbildung 1 Aufbau der Vitamin D Produktdatenbank für Lebensmittel

2.1.2 Nahrungsergänzungsmittel (NEM) und OTC-Supplemente

Im Rahmen der Marktbegehung wurden ausserdem VitD haltige NEM und OTC-Supplemente erfasst. Es wurden das Angebot an NEM der in Kapitel 2.1.1 genannten Detailhändler und Drogerien berücksichtigt, ergänzt durch die Angebote einer privat geführten Apotheke in Bern (Lindenapotheke) und einer Filiale der führenden Schweizer Apothekenkette, COOP Vitality (Bern Westside).

Als NEM werden alle Produkte verstanden, die unter Artikel 22 der Verordnung des Eidgenössischen Departements des Inneren (EDI) über Speziallebensmittel fallen (7). Als OTC-Supplemente werden alle Arzneimittel der Abgabekategorie C, D und E verstanden, die unter Artikel 25 bis 27 der Verordnung über die Arzneimittel fallen (8). Es wurden somit nur Erzeugnisse erfasst, die *nicht verschreibungspflichtig* sind. Arzneimittel der Kategorie C und D können jedoch nur nach Fachberatung durch eine Medizinalperson abgegeben werden. Erfasst wurden folglich alle VitD haltigen Produkte, auch Multivitaminpräparate, die im Verkaufsraum frei zugänglich sind, sowie jene Produkte, die nur auf Nachfrage von einer Medizinalperson ausgehändigt werden. Die erfassten Produkte wurden nach Anzahl der enthaltenen Vitamine und Mineralstoffe wie folgt klassifiziert: Monopräparate (enthalten nur VitD), Kombipräparate (Vitamin-Mineralstoff-Präparate mit VitD und bis zu vier weiteren Vitaminen oder Mineralstoffen; total fünf) und Multivitaminpräparate (Vitamin-Mineralstoff-Präparate mit VitD und mindestens fünf weiteren Vitaminen oder Mineralstoffen).



Aufgrund der nicht einheitlichen Kennzeichnung und bestehenden Abgrenzungsschwierigkeiten wurde davon abgesehen, die Produktdokumentation nach NEM und rezeptfrei erhältlichen OTC-Supplemente zu unterteilen. Die erfassten Informationen wurden in der VitD Produktdatenbank, wie in Abbildung 2 dargestellt, erfasst.

Geschäft der Markt begehung	Hersteller/Land	Brand / Produkt name	Tropfen	Kaps.	Tabletten	Brausetab letten	Andere Galenik	Packungs grösse	empfohlene Dosierung/T ag	Vit. D Gehalt [µg] pro Tages em-pfehlung	Vit. D Gehalt [µg] pro Einheit	Ercocalci ferol	Cholecalci ferol	Vit. D	Einzelprä p(Vit.D)	Kombiprä p	Multivita-minpräp.	Vitamine /Mineralst offe	TEXT Anpreisung (Betreffend Vit.D)

Abbildung 2 Aufbau der Vitamin D Produktdatenbank für Nahrungsergänzungsmittel und OTC-Supplemente

2.2 Datengrundlage und Datenaufbereitung

Die Betrachtungen zur VitD Zufuhr von erwachsenen in der Schweiz wohnhaften Personen erfolgten auf Grundlage von individuell erfassten Ernährungsdaten. Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Ernährungserfassung mittels Smartphone Applikation an der Berner Fachhochschule (Dezember 2010 bis September 2011) (9), wobei die Einnahme von NEM oder OTC-Supplemente nicht spezifisch verfolgt wurde.

2.2.1 Ernährungserhebung

Zur Datenerhebung wurde ein Smartphone basiertes, geschlossenes semiquantitatives Ernährungsprotokoll verwendet. Bei dieser Ernährungserhebungsmethode werden die über mehrere aufeinanderfolgende Tage verzehrten Lebensmittel laufend erfasst. Dazu wählt die Person zunächst das verzehrte Lebensmittel aus einer geschlossenen, derzeit 940 Lebensmittel umfassenden Liste aus. Die Liste beinhaltet eine Auswahl an Lebensmitteln, welche in der Nährwertberechnungssoftware Prodi® (Version 5.6, Sommer 2010) enthalten sind. Dies sind Lebensmittel der Schweizer Nährwertdatenbank (Version 3.01), Schweizer Firmenprodukten (Stand Sommer 2010) und Lebensmittel des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) (Extrakt von Version II.3) sowie eigens erfasste Lebensmittel (Herstellerinformation, Stand Dezember 2010). Sechs der insgesamt 940 Lebensmittel sind VitD angereicherte Produkte (drei Frühstücksgetränke, zwei Streichfette, eine Frühstücksflockenmischung). Jedes einzelne Lebensmittel in der Liste trägt einen Code, der eine Verknüpfung mit den hinterlegten Nährwertdaten zu Auswertungszwecken zulässt (s. Kapitel 2.2.2). Findet die Person in der Liste kein ihrem Verzehr entsprechendes Lebensmittel, benennt und umschreibt sie das verzehrte Lebensmittel in einem Textfeld (z.B. Markennamen, Name Gericht und Restaurant). Für jedes erfasste Lebensmittel wird zudem eine Angabe zur Verzehrsmenge gemacht. Dies kann in genauen Massangaben (g, ml) erfolgen oder in Anzahl Einheiten, wie beispielsweise Haushaltsmassen (Esslöffel, Kaffeelöffel, Tasse, etc.) oder anderen lebensmitteltypischen Portionseinheiten.

In der vorliegenden Untersuchung zur VitD Zufuhr von Schweizer Erwachsenen sind Daten von insgesamt 32 Personen, 9 Männern und 23 Frauen, im Alter von 24 bis 59 Jahren (Mittel 40 Jahre) eingeflossen. 13 Personen waren normalgewichtig (BMI ≤ 25 kg/m²), 19 übergewichtig (BMI >25 kg/m²). Tabelle 1 fasst Datenherkunft und wesentliche Charakteristika zusammen.

Für die 20 Klienten liegen Daten von zweimal sechs Tagen Protokollführung vor, wobei, durch eine Ernährungsberatung initiiert, in den zweiten sechs Tagen Veränderungen für eine optimierte Energiebilanz umgesetzt wurden. In den Analysen (s. Kapitel 2.3) wurden nur die ersten sechs Tage berücksichtigt.



Tabelle 1 Charakteristika der Studienteilnehmenden nach Gruppen

Gruppe	Anzahl	Alter (Jahre) Min – Max	Geschlecht		BMI (kg/m ²) Min – Max	Anzahl Erfassungstage
			Männer	Frauen		
Klienten ¹	20	25 – 59	6	14	24.0 – 42.4	247
Ernährungsberaterinnen ¹	5	33 – 46	0	5	21.5 – 25.4	28
Andere ²	7	24 – 52	3	4	17.6 – 29.6	38
Total	32	24 – 59	9	23	17.6 – 42.4	313

¹F&E Projekt „Smartphone in der Ernährungsberatung“; ²Andere Anwender/-innen im Rahmen der F&E-Tätigkeiten

2.2.2 Aufbereitung der Verzehr- und Nährwertdaten

Die Datenerfassung, -bearbeitung und -auswertung erfolgten in vier Schritten (Abbildung 3). Die Verzehrdaten der 32 Probanden wurden nach der Erhebung vom Smartphone auf den Computer exportiert. Die Nährwertberechnung im Programm Prodi® (Version 5.6) umfasste die Zufuhr an Energie in Kilokalorien (kcal), Fett (in g) und VitD (in µg). Die berechneten Nährwertdaten wurden in einer Microsoft Excel Verzehr-Datenbank zur weiteren Aufbereitung und für anschließende Berechnungen zusammengeführt.



Abbildung 3 Prozess der Verzehrdatenerfassung, -bearbeitung und -auswertung

Von den 940 Lebensmitteln und Speisen, welche für die Ernährungserfassung zur Auswahl stehen, wurden von den Probanden 644 effektiv konsumiert. Für 65% dieser 644 Produkte ist in Prodi® ein VitD Wert hinterlegt: für 254 Produkte beträgt der VitD Gehalt 0µg/100g, für 162 Produkte bis 25µg/100g. Andererseits waren für insgesamt 228 der verzehrten Produkte (35%) keine Angaben zum VitD Gehalt vorhanden. Die nachfolgende Tabelle zeigt weitere Details zur Verfügbarkeit von VitD Werten in Abhängigkeit der Datenherkunft.



Tabelle 2 Vollständigkeit der Vitamin D Werte nach Datenherkunft

Datenherkunft	N	%	VitD Wert 0.00µg/100g		VitD Wert 0.01-25.00µg/100g		Kein VitD Wert		Total %
			N	%	N	%	N	%	
CH Nährwertdatenbank	435	68	217	50	139	32	79	18	100
CH Firmenprodukte	144	22	0	0	1	1	143	99	100
Bundeslebensmittel- schlüssel	59	9	37	63	22	37	0	0	100
Eigene Lebensmittel	6	1	0	0	0	0	6	100	100
Total	644	100	254	39	162	25	228	35	100

In Vorbereitung auf die weitere Datennutzung (s. Abbildung 3), wurden die vorhandenen VitD Werte stichpunktartig einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Dabei wurden für vergleichbare Lebensmittel zum Teil relativ grosse Abweichungen der ausgewiesenen VitD Gehalte festgestellt, wie beispielsweise für Poulet, Brust, ohne Haut mit 1.54µg/100g und für Poulet, Brust, Schnitzel mit 0.02µg/100g. Die VitD Werte anderer Lebensmittel waren auffallend hoch und wurden als unrealistisch eingeschätzt, z.B. für Kalbfleisch (Nierstück) 5.0µg/100g oder Hühnerlei ganz 6.0µg/100g. Die als nicht plausibel eingestuft VitD Werte wurden nach Rücksprache mit der für die Schweizer Nährwertdatenbank zuständigen Stelle des BAG angepasst.

Fehlende VitD Werte wurden ergänzt, mit Angaben aus der online Version der Schweizer Nährwertdatenbank, Version V3.01 (erste Priorität) (10), der Schweizer Nährwerttabelle (3), des Souci-Fachmann Kraut (4), der Marktbegehung (s. Kapitel 2.1) oder mit im Internet publizierten Nährwertinformationen von Herstellern (Stand Dezember 2010). Wurde keine Angabe zum VitD Gehalt gefunden, wurden Annahmen getroffen. Dabei wurde zunächst berücksichtigt, ob ein Lebensmittel der Primärproduktion oder eine zusammengesetztes Lebensmittel natürlicherweise überhaupt VitD enthalten kann. Bei zusammengesetzten Lebensmitteln erwies sich die Ergänzung fehlender VitD Werte als komplex, u.a. aufgrund der unbekanntenen Rezepturen und da VitD haltige Zutaten teilweise nur angenommen werden konnten. Soweit ein zusammengesetztes Lebensmittel eine VitD haltige Zutat, wie z.B. Hühnerlei, in kleineren Mengen enthält, wurde ein insgesamt sehr geringer VitD Gehalt des Lebensmittels erwartet. In diesem Fall wurde ein VitD Gehalt von 0.00µg/100g für das zusammengesetzte Lebensmittel angenommen, nicht zuletzt um eine willkürlich bedingte Überschätzung der VitD Zufuhr zu vermeiden. War jedoch ein Hauptbestandteil des zusammengesetzten Lebensmittels eine offensichtliche VitD Quelle, wie z.B. Lachs in einem Lachssandwich, wurde ein VitD Wert auf Grundlage des Anteils dieser Hauptquelle angenommen. Bei vergleichbaren Lebensmitteln und Speisen, wie z.B. diverse Kuchen, wurden exemplarische, vorhandene VitD Werte übernommen. Bei insgesamt 38 Produkten konnte auf die beschriebene Art kein VitD Wert hergeleitet werden und es wurde deshalb konservativ ein Wert von 0.00µg/100g angenommen. In die weitere Datenauswertung sind somit abschliessend 386 Produkte mit einem VitD Gehalt von 0.00µg/100g und 258 Produkte mit einem VitD Gehalt von 0.01-25.00µg/100g eingeflossen.

Für die Durchführung der in Kapitel 2.2.3 erläuterten Modellberechnungen anhand von Szenarien wurden weitere Lebensmittel aus der in der Ernährungserhebung eingesetzten Lebensmittelliste (N=940) verwendet. Bei der Festlegung der VitD Werte dieser Lebensmittel wurde wie oben beschrieben und in Rücksprache mit dem BAG vorgegangen. In Hinblick auf die Modellberechnungen resp. Szenarien, in denen VitD ärmere mit VitD reicheren Lebensmitteln aus derselben Lebensmittelgruppe ausgetauscht werden sollten, wurden die Lebensmittel in der aufbereiteten Verzehr-Datenbank in sog. Austausch-Kategorien eingeteilt und jedem Lebensmittel ein entsprechender Kategorie-Code zugeteilt (Tabelle 3). Die Kategorisierung erfolgte anhand der Stufen der Schweizer Lebensmittelpyramide (11) und richtet sich somit nach dem Gehalt an Hauptnährstoffen und ihrer traditionellen Verwendung in unserer Esskultur.



Tabelle 3 Austausch-Kategorien nach Lebensmittelgruppen der Schweizer Lebensmittelpyramide (11)

Lebensmittelgruppe	Austausch-Kategorie	Kategorie-Code
Getränke	Getränke	D100
Gemüse und Früchte	Gemüse	D210
	Gemüsesaft	D211
	Blattsalate	D212
	Pilze	D215
	Früchte	D220
	Fruchtsaft	D221
Getreideprodukte, Kartoffeln & Hülsenfrüchte	Stärke lieferanten	D300
	Frühstücksflocken vollwert	D310
	Frühstücksflocken raffiniert	D311
Milch und Milchprodukte Fleisch, Fisch, Eier und Tofu	Eiweisslieferanten	D400
	Milch	D410
	Milchprodukte	D411
	Käse, Hart-	D412
	Käse, Halbhart-	D413
	Käse, Weich-	D414
	Käse, Frisch-	D415
	Käse, Schmelz-	D416
	Fleisch VitD arm ($\leq 1.54\mu\text{g}$)	D420
	Fleisch VitD reich ($> 1.54\mu\text{g}$)	D421
	Aufschnittware	D425
	Wurstware	D426
	Geflügel	D430
	Fisch VitD arm ($\leq 2.55\mu\text{g}$)	D440
	Fleisch VitD reich ($> 2.55\mu\text{g}$)	D441
	Öle, Fette und Nüsse	Fette & Öle
Fetthaltiges (z.B. Oliven, Avocado)		D520
Nüsse & Kernen		D530
Süßes, Salziges & alkoholhaltige Getränke	Süßigkeiten, Gebäcke, Salziges etc.	D600
	Getreideriegel mit Schokolade	D610
	Getreideriegel ohne Schokolade	D611
	Süßgetränke	D620
	Alkoholische Getränke	D630
	Frühstücksgetränke	D640
	Kaffeegetränke	D650
	Gerichte & Speisen	D700
	Zutaten	D800

*Erläuterung der Grenzwerte für Fleisch bzw. Fisch VitD arm und reich, s. Austausch-tabelle Szenario 1 Anhang 2

2.2.3 Szenarien für Modellberechnungen

Ausgehend von der aktuellen Verzehrssituation (IST-Situation gemäss Ernährungserhebung) wurden verschiedene, realitätsnahe Möglichkeiten zur Erhöhung der VitD Aufnahme in Betracht gezogen, um mittels Modellberechnungen deren Auswirkung auf die tägliche VitD (und soweit zutreffend Energie-) Aufnahme zu analysieren. Insgesamt wurden vier Szenarien mit jeweiligen Unterszenarien festgelegt. So weit möglich wurden dabei die Verzehrsgewohnheiten der Studienteilnehmenden berücksichtigt. Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Festlegung der Szenarien und deren Inhalt beschrieben. Für eine detaillierte Darstellung der vier Szenarien siehe Anhang A2 bis A5.



2.2.3.1 Szenario 1. Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten

In den Modellberechnungen für Szenario 1 wurden tatsächlich verzehrte Lebensmittel, welche natürlicherweise kein oder nur wenig VitD enthalten, durch ausgewählte Lebensmittel der gleichen Lebensmittelgruppe ausgetauscht, die natürlicherweise einen höheren VitD Gehalt haben. Wie in Tabelle 4 am Beispiel von VitD armen Fleisch dargestellt, wurden für ein zu ersetzendes Lebensmittel in Anlehnung an Tabelle 3 unterschiedliche Austauschvarianten nach Austausch-Kategorie festgelegt und dabei jeweils die Austauschhäufigkeit oder die zu ersetzende Verzehrsmenge variiert (bis zu 4 Austauschvarianten). Die Varianten waren: Gemüse durch frische Pilze zu ersetzen, Blattsalate mit 50g Champignon zu ergänzen, fettärmere mit fetthaltigeren Milch resp. Milchprodukten (Quark, Käse) zu ersetzen, Fleisch- und Wurstwaren mit Käse zu ersetzen, VitD arme mit jeweils VitD reicheren Fleisch- resp. Fischarten zu ersetzen, Fleisch gegen Fisch, und Butter gegen Margarine auszutauschen.

Tabelle 4 Beispiel Lebensmittelaustausch gemäss Szenario 1

Zu ersetzendes Lebensmittel	Fleisch, VitD arm			
	Austauschvarianten			
	1a	1b	2a	2b
Austausch-Kategorie	Geflügel: Poulet		Fleisch, Vit D reich: Lamm	
Austauschhäufigkeit/-menge	Gesamten Verzehr ersetzen	Ersatz von 120g	Gesamten Verzehr ersetzen	Ersatz von 120g

Für eine genaue Einschätzung, welche Auswirkung der Austausch jedes einzelnen Lebensmittels auf die tägliche VitD Zufuhr hat, wurden entsprechende Einzelberechnungen durchgeführt (s. Anhang A2). Für eine umfassende Betrachtung in Hinblick auf einen kumulativen Effekt resp. eine Risikoeinschätzung wurde eine Kombination der angenommenen Austauschvarianten angenommen und berechnet (s. Ergebnisse, 3.3).

2.2.3.2 Szenario 2. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln

In den Modellberechnungen für Szenario 2 wurden tatsächlich verzehrte Lebensmittel durch ähnliche oder identische mit VitD angereicherte Lebensmittel ersetzt, ohne die Verzehrsmengen zu verändern. Für den Austausch wurden die bei der Marktbegehung identifizierten Produkte verwendet. Da kein mit VitD angereichertes Joghurtherzeugnis identifiziert wurde, wurde auf Wunsch des BAG für das vorliegende Szenario eine fiktive Anreicherung für Joghurt definiert und in den Modellberechnungen verwendet. Für die Berechnungen wurde der VitD Gehalt der angereicherten Lebensmittel in Orientierung an den Ergebnissen der Marktbegehung variiert. So wurde der minimale VitD Gehalt ($\mu\text{g}/100\text{g}$), der maximale VitD Gehalt ($\mu\text{g}/100\text{g}$) oder ein zufälliger VitD Gehalt ($\mu\text{g}/100\text{g}$) innerhalb der Spannbreite der angereicherten Lebensmittel verwendet. Milch und Butter wurden nur für den Konsum zuhause durch angereicherte Varianten ersetzt, unter der Annahme des BAG, dass die Verwendung dieser angereicherten Produkte ausser Haus anteilig gering ausfällt. Wie bei Szenario 1 wurden auch hier zunächst die Einzeleffekte (s. Anhang A3) und anschliessend der Kombinationseffekt des Verzehrs angereicherter marktüblicher Produkte betrachtet (s. Ergebnisse, 3.3).



2.2.3.3 Szenario 3. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe

Identisch zu Szenario 2 wurde auch in den Modellberechnungen für Szenario 3 eine Erhöhung der VitD Zufuhr durch angereicherte Lebensmittel angenommen. Gemäss Marktbegehung wird die maximal zulässige Anreicherungshöhe von vielen Herstellern nicht ausgeschöpft, weshalb in den Modellberechnungen für Szenario 3 folgende Annahmen vorgenommen wurden:

- Alle Produkte erreichen die momentan gesetzlich festgeschriebene maximale Anreicherungsmenge von 5µg VitD pro Tagesration des Lebensmittels nach Anhang 3 der Verordnung über den Zusatz essentieller oder physiologisch nützlicher Stoffe zu Lebensmitteln (12).
- Die gesetzlich festgeschriebene maximale Anreicherungsmenge wird von derzeit 5µg auf 15µg VitD pro Tagesration erhöht und alle Hersteller reizen diese aus.
- Es wird nur für die Produktgruppe Butter und Streichfette die maximale Anreicherungsmenge auf 15µg pro Tagesration erhöht und von den Herstellern ausgereizt.

Auch in Szenario 3 wurden zunächst die Einzeleffekte (s. Anhang A4) und anschliessend der Kombinationseffekt des Verzehrs angereicherter marktüblicher Produkte betrachtet (s. Ergebnisse, 3.3)

2.2.3.4 Szenario 4. Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen in Ergänzung zur IST-Situation und den Szenarien 1 bis 3

In den Modellberechnungen für Szenario 4 wurde die Erhöhung der täglichen VitD Zufuhr durch eine zusätzliche Einnahme von VitD haltigen NEM oder OTC-Supplementen simuliert. Die Berechnungen wurden jeweils für die IST-Situation und die Kombination der angenommenen Austauschwirkungen der Szenarien 1 bis 3 durchgeführt. Drei Varianten der Supplementierung wurden unabhängig voneinander betrachtet, wobei die Einnahme verschiedener Präparate in unterschiedlichen Tagesdosierungen berücksichtigt wurden (Tabelle 5).

Tabelle 5 Zusätzliche Einnahme von Vitamin D haltigen Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) und OTC-Supplementen nach Präparat und Dosierung

Supplementierung	Präparat		
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Multivitamintablette (NEM)	VitD Multipräparat OTC ¹	VitD Monopräparat OTC ²
Höhe (VitD Gehalt/Einheit)	5µg (200IU) VitD pro Tablette	12.5µg (500IU) VitD pro Tablette	15µg (600IU) VitD pro Verzehrseinheit
Häufigkeit	Täglich eine Tablette	Täglich eine Tablette	Täglich entsprechende Anzahl Tropfen

¹elevit® Pronatal Multivitaminpräparat http://www.elevit.ch/scripts/pages/de/elevit_pronatal/zusammensetzung/index.php

²„VitD Tröpfli“ Vi-De 3® (6 Tropfen à 2.5µg) http://www.wild-pharma.com/typo/fileadmin/Bilder/Vi-De3/Patienteninfo_Vi-De3.pdf

2.3 Datenauswertung

Wie in Kapitel 2.2.1 erwähnt, wurden bei 20 Teilnehmenden (Untergruppe ‚Klienten‘), für die ein Datensatz von insgesamt zwei Wochen Protokollführung vorlag, nur die ersten sechs Erfassungstage in den Analysen berücksichtigt. Für das Gesamtkollektiv (n=32) wurden im Durchschnitt 5.81 Tage pro Person in den Analysen berücksichtigt.



Die VitD Zufuhr wurde in μg (=mcg) pro Tag sowie für ausgewählte Szenarien als VitD Dichte in μg pro100kcal pro Tag berechnet. Für jedes Szenario wurden Minimum (Min), Maximum (Max), Median, Mittelwert (Mean) und Standardabweichung (SD), 1. Quartil (1st Qu.; Perzentile P25), 3. Quartil (3rd Qu.; Perzentile P75) und der Interquartilsabstand (IQR) bestimmt. Für jede Situation wurden die Daten tabellarisch und grafisch in Form eines Boxplot gemäss Abbildung 4 aufbereitet.

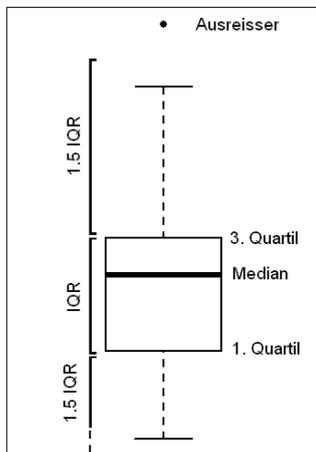


Abbildung 4 Boxplot

Für Szenarien, in denen der ursprüngliche VitD Wert eines Ausgangsprodukts durch einen zufälligen VitD Wert (Ersatzprodukt) zwischen einer angegebenen unteren und oberen Grenze ersetzt wurde, wurde dieser Zufallswert mit Hilfe der Uniformverteilung bestimmt. Aufgrund der Zufallsgenerierung ist es möglich, dass einzelne Werte in den Tabellen bzw. Szenarien voneinander abweichen.

Alle Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm R 2.14.2 durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Marktbegehung

3.1.1 Vitamin D haltige Lebensmittel mit und ohne Anreicherung

Bei der Marktbegehung wurden insgesamt 85 VitD haltige Lebensmittel erfasst. Diese konnten folgenden fünf Lebensmittelgruppen zugeordnet werden: Fette & Öle (42%), Milch & Milchprodukte (25%), Cerealien & Müsli (19%), Frühstücksgetränke (13%) und Sojaprodukte (1%) (Abbildung 5, Tabelle 6). Tabelle 6 fasst die identifizierten Produkte pro Lebensmittelgruppe nach Produktkategorien zusammen. Der deklarierte VitD Gehalt bezog sich beim überwiegenden Teil der erfassten Produkte auf eine ausschliessliche VitD Anreicherung. Bei den Milch & Milchprodukten, die natürlicherweise einen geringen VitD Gehalt haben, war dieser bei den erfassten Produkten mittels VitD Anreicherung erhöht. Lediglich bei Butter wurde der natürlicherweise vorhandene VitD Gehalt auf der Verpackung deklariert, dies betraf insgesamt vier Produkte aus der Gruppe der Fette & Öle. Abbildung 5 zeigt, dass bezogen auf 100g verzehrfertiges Produkt die Gruppe der Fette & Öle sowie Frühstücksgetränke die besten VitD Lieferanten wären. Innerhalb der Lebensmittelgruppen variiert der VitD Gehalt der dazugehörigen Produkte zum Teil jedoch deutlich. Milch & Milchprodukte sind auch nach Anreicherung vergleichsweise schlechte(re) VitD Lieferanten.

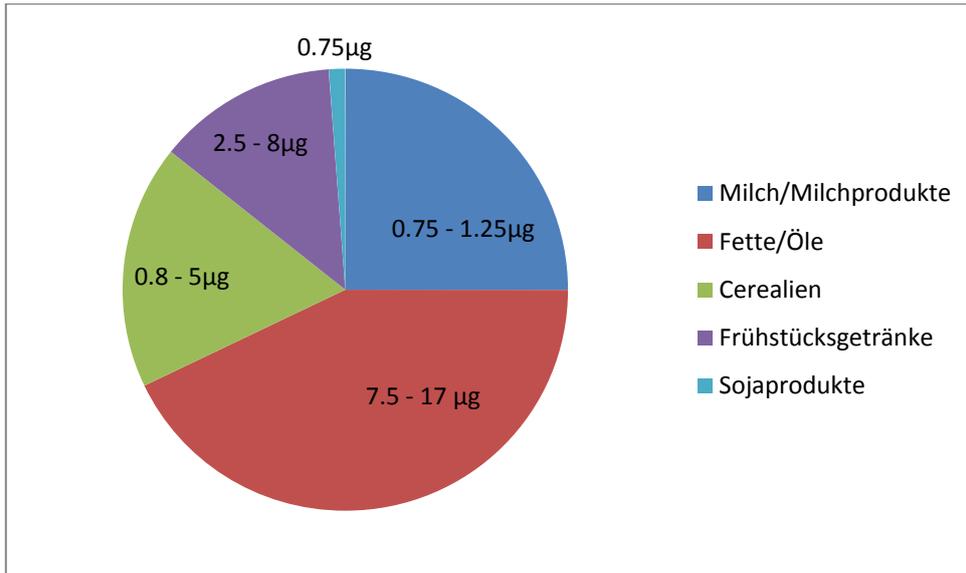


Abbildung 5 Anteile der Vitamin D angereicherten Lebensmittelgruppen mit Angabe der Spannbreite (Min-Max) des Vitamin D Gehaltes in µg/100g

3.1.2 Supplemente

Bei der Marktbegehung wurden insgesamt 85 VitD haltige NEM und OTC-Supplemente erfasst. Davon waren zwei Monopräparate (3%), 25 Kombipräparate (≤ 5 Vitamine oder Mineralstoffe) (29%) und 58 Multivitamin-Mineralpräparate (≥ 5 Vitamine oder Mineralstoffe) (68%) (Abbildung 6). Die vom Hersteller angegebene Tagesempfehlung der VitD Zufuhr variierte in allen drei Produktgruppen. Bei den Multivitamin-Mineralpräparaten und Kombipräparaten war die Spannbreite des VitD Gehaltes pro empfohlene Tagesdosis auffallend gross; sie übertrafen teilweise die von der EEK empfohlene Tageszufuhr von 15µg/Tag (Personen 3-59 Jahre) resp. 20µg/Tag (Personen ab 60 Jahren).

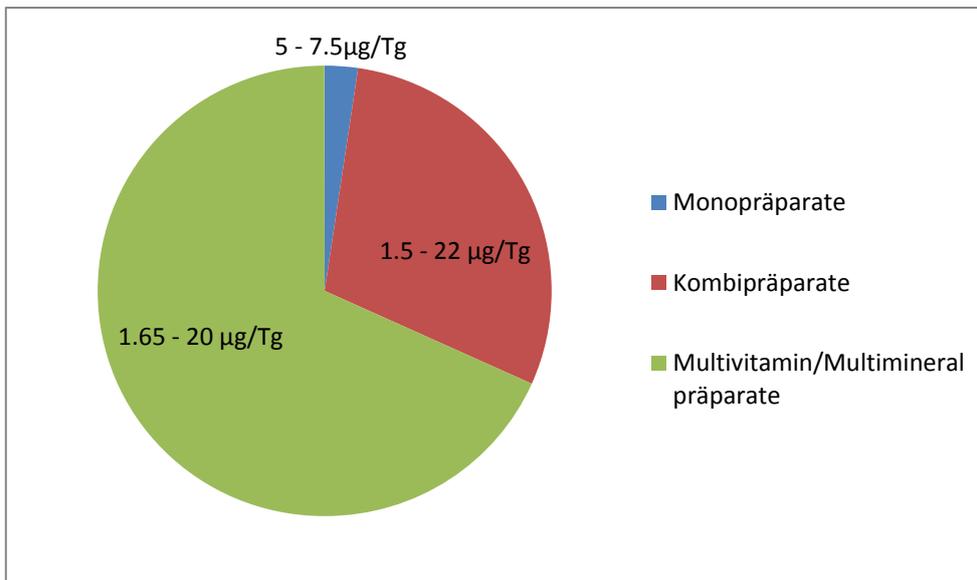


Abbildung 6 Anteile Vitamin D haltiger Nahrungsergänzungsmittel und OTC-Supplemente mit Angabe der Spannbreite (Min-Max) des Vitamin D Gehaltes in µg pro empfohlener Tagesdosis



Tabelle 6 Anzahl Vitamin D haltiger Produkte/Produktkategorien nach Lebensmittelgruppen

Lebensmittel- gruppe	N	N	N	N	N	N	N			
Milch & Milchprodukte	21	Fette und Öle	36	Cerealien und Müsli	16	Frühstücksgetränke	11	Sojaprodukte	1	
Produkte resp. Produktkategorien	Angereicherte Milch	3	Butter	4	Vollwertmüsli	3	Kakaogetränkepulver	7	Sojadrink	1
	Energy Dinks auf Milchbasis	8	Margarine	17	Gezuckerte Cerealien und Knuspermüsli	10	Malzgetränkepulver	4		
	Milchmischerzeugnisse	6	Halbfett und Vier- telfettmargarine	11	Getreideriegel	3				
	Kinderquark	4	Pflanzenöle	4						



3.2 Vitamin D Zufuhr – IST-Situation

3.2.1 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$

Tabelle 7 und Abbildung 7 geben eine Übersicht über die übliche absolute VitD Zufuhr ($\mu\text{g}/\text{Tag}$) und die VitD Dichte ($\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$) für die 32 Studienteilnehmenden im Alter von 24-59 Jahren (IST-Situation). Absolut betrachtet lag die VitD Zufuhr pro Tag zwischen 0.45 und 5.65 μg und damit deutlich unter der von der EEK empfohlenen Tageszufuhrmenge von 15 μg für diese Altersgruppe. Für je 50% der Personen lag die Zufuhr unter resp. über 2.2 $\mu\text{g}/\text{Tag}$, bei relativer Nähe von Median und Mittelwert. Adjustiert für die variable Energiezufuhr der Probanden, betrug der Median der täglichen VitD Zufuhr 1.2 $\mu\text{g}/1000\text{kcal}$ (Tabelle 7). Es liegen keine Empfehlungen für die VitD Dichte vor. Unter Annahme der EEK VitD Empfehlung von 15 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ für die untersuchte Altersgruppe und einem Richtwert der Energiezufuhr für Erwachsene im Alter von 25-65 Jahren zwischen 1800kcal/Tag (Frauen, Physical activity level PAL-Wert 1.4) und 2800kcal/Tag (Männer, PAL-Wert 1.8) (13), sollte die VitD Dichte im Bereich von 5.4-8.3 $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ liegen. Auch dieser Wertebereich wurde nicht erreicht.

Tabelle 7 IST-Situation der absoluten Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ (N=32)

	Min	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max
Absolute VitD Zufuhr in μg pro Tag	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
VitD Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}$ pro Tag	0.22	0.73	1.21	1.22	0.64	1.60	2.80

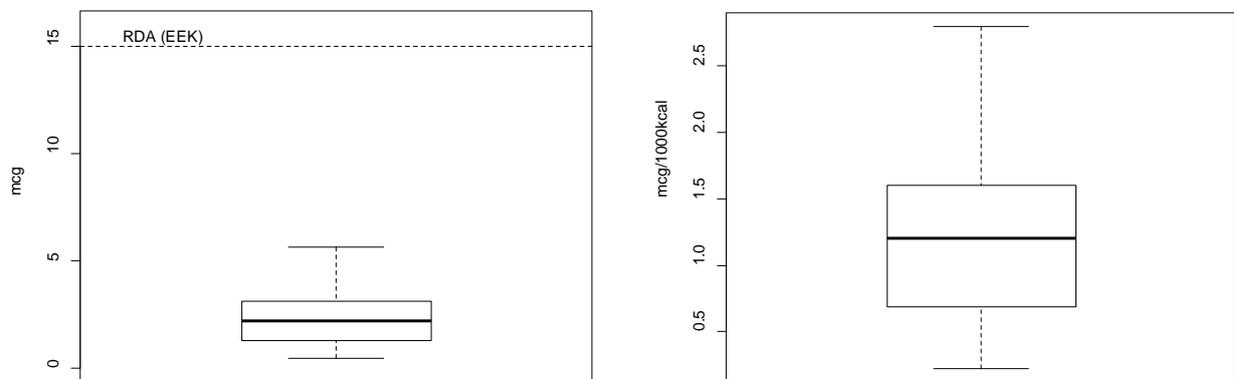


Abbildung 7 IST-Situation der absoluten Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (links) und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ (rechts) (N=32)



Abbildung 8 zeigt ergänzend, dass die mediane Zufuhr an Energie, Fett und VitD im Wochenverlauf grossen Schwankungen unterlag, wobei die jeweils höchste Zufuhr freitags und samstags verzeichnet wurde.

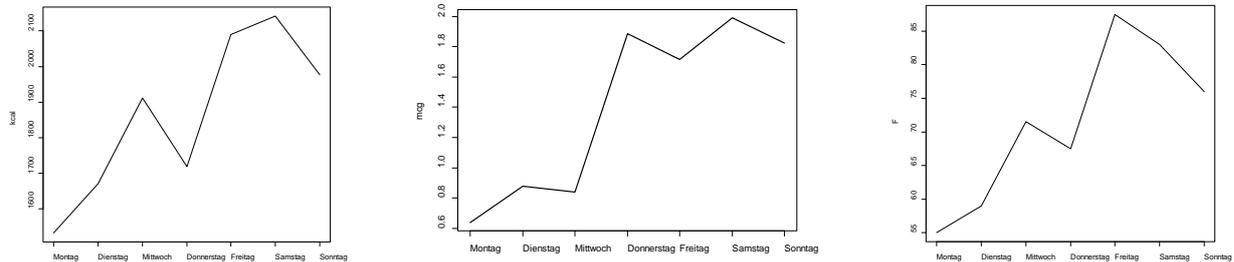


Abbildung 8 Mediane tägliche Energie- (kcal), Vitamin D (μg) und Fett- (g) Zufuhr nach Wochentagen

3.2.2 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr

Tabelle 8 und Abbildung 9 (links) zeigen die absolute VitD Zufuhr ($\mu\text{g}/\text{Tag}$) nach Tertilen der Energiezufuhr. Bei einer höherer Energiezufuhr war auch die VitD Zufuhr höher, dies bei relativer Nähe von Median und Mittelwert aber zunehmender Streuung. In der untersten Tertile der Energiezufuhr hatten 50% der Personen eine tägliche VitD Zufuhr von unter bzw. über $1.75\mu\text{g}$, die maximale VitD Zufuhr betrug $3.12\mu\text{g}$, identisch zur medianen VitD Zufuhr in der obersten Tertile der Energiezufuhr.

Tabelle 8 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32)

Energiezufuhr	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Untere Tertile	0.85	1.29	1.75	1.87	0.71	2.30	3.12
Mittlere Tertile	0.45	0.91	2.04	2.08	1.29	2.79	3.96
Obere Tertile	0.83	2.22	3.12	3.13	1.56	3.89	5.65

In der mittleren Tertile der Energiezufuhr fällt die im Vergleich tiefere absolute VitD Zufuhr im unteren Quartil auf. Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der VitD Dichte in Tabelle 9 und Abbildung 9 (rechts) und weist auf den Verzehr von VitD ärmeren Produkte resp. Energieträgern hin.

Tabelle 9 Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32)

Energiezufuhr	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Untere Tertile	0.51	1.01	1.21	1.23	0.44	1.48	2.09
Mittlere Tertile	0.22	0.61	1.20	1.21	0.73	1.59	2.80
Obere Tertile	0.29	0.77	1.43	1.35	0.78	1.71	2.80

Die medianen tägliche VitD Dichten für die untere und mittlere Tertile der Energiezufuhr betragen nahezu identisch 1.20 resp. $1.21\mu\text{g}/1000\text{kcal}$. Im Vergleich dazu war die mediane VitD Zufuhr pro 1000kcal in der oberen Tertile um $0.23\mu\text{g}$ höher. Sowohl in der mittleren, als auch in der oberen Tertile der Energiezufuhr wurde eine maximale tägliche VitD Dichte von $2.8\mu\text{g}$ erreicht.

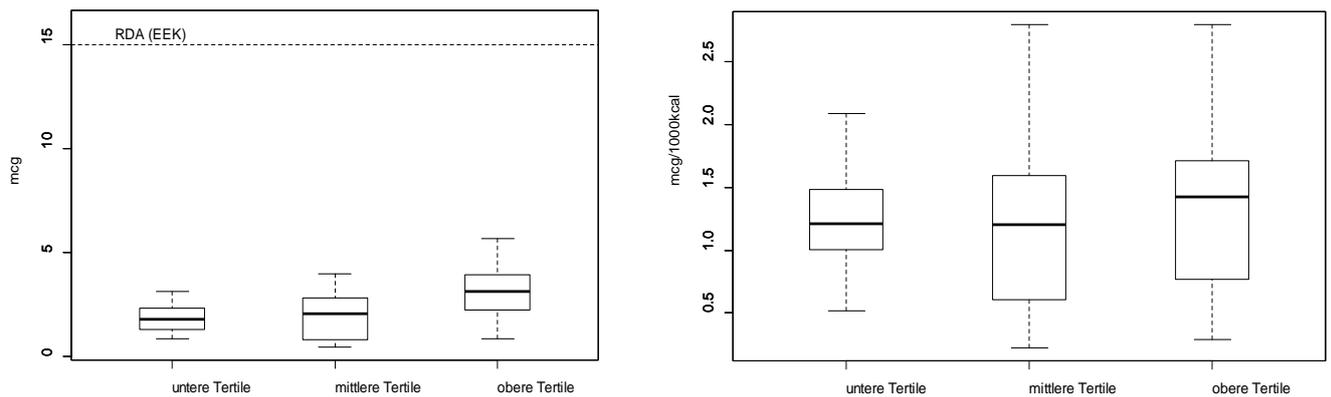


Abbildung 9 Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Energiezufuhr (N=32)

3.2.3 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr

Gemäss Tabelle 10 war die absolute tägliche VitD Zufuhr in der untersten Tertile der Fettzufuhr am geringsten; sie lag zwischen $0.45\mu\text{g}$ und $3.12\mu\text{g}$. In allen drei Tertilen ist eine rechtsschiefe Verteilung der absoluten VitD Zufuhr zu beobachten (Median < Mittelwert). Abbildung 10 (links) verdeutlicht zudem die grössere Streuung der VitD Zufuhr in der mittleren Tertile der Fettzufuhr, wobei die mediane VitD Zufuhr mit 2.74 bzw. $2.75\mu\text{g}$ in der mittleren und der oberen Tertile der Fettzufuhr nahezu identisch war. Die maximale VitD Zufuhr war mit $5.65\mu\text{g}$ in der mittleren Tertile der Fettzufuhr am höchsten.

Tabelle 10 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Untere Tertile	0.45	0.80	1.27	1.46	0.82	1.79	3.12
Mittlere Tertile	0.83	1.31	2.74	2.80	1.64	3.95	5.65
Obere Tertile	1.25	2.32	2.75	2.92	1.19	3.12	5.39

Mit der Adjustierung für die Energiezufuhr nähert sich die VitD Zufuhr in der unteren Tertile der Fettzufuhr einer symmetrischen Verteilung (Median=Mittelwert), bei insgesamt der geringsten VitD Dichte. Die minimale VitD Dichte betrug $0.22\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$, der Median $0.97\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. In der mittleren und oberen Tertile der Fettzufuhr zeigt sich eine linksschiefe Verteilung der VitD Zufuhr (Median > Mittelwert), d.h. eine höhere VitD Zufuhr ist bei höherer Fettzufuhr häufiger. In der mittleren Tertile waren die mediane VitD Dichte mit $1.47\mu\text{g}/1000\text{kcal}$ und die Spannweite am grössten (Tabelle 11, Abbildung 10).

Tabelle 11 Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Untere Tertile	0.22	0.41	0.97	0.96	0.58	1.21	2.09
Mittlere Tertile	0.29	0.80	1.47	1.37	0.69	1.65	2.80
Obere Tertile	0.61	0.92	1.43	1.31	0.52	1.54	2.21

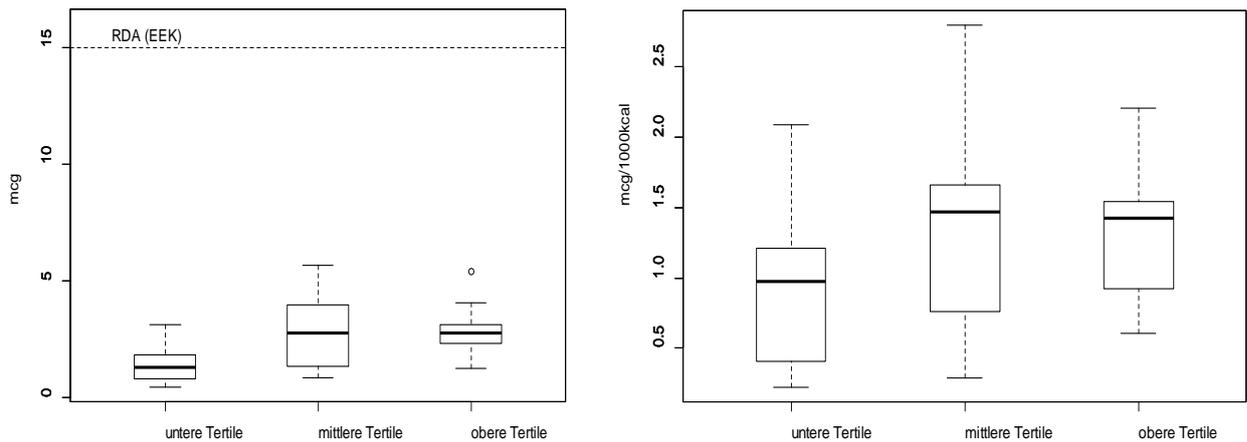


Abbildung 10 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und in µg/1000kcal/Tag nach Tertilen der Fettzufuhr (N=32)

3.2.4 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag nach BMI-Gruppen

Wie in Tabelle 12 und Abbildung 11 ersichtlich, lag die minimale tägliche absolute VitD Zufuhr bei den 13 normalgewichtigen Personen (BMI <25 kg/m²) bei 0.45µg, die maximale tägliche VitD Zufuhr bei 5.65µg. 50% der Personen nahmen täglich über bzw. unter 1.79µg VitD täglich auf, während die mittlere tägliche Zufuhr bei 2.35µg lag (rechtsschiefe Verteilung), d.h. eine niedrige VitD Zufuhr war häufiger. Die Verteilung der absoluten täglichen VitD Zufuhr war für die 19 übergewichtigen Personen (BMI >25 kg/m²) nahezu symmetrisch (Median=Mittelwert). Während die minimale Zufuhr sowie der Median der absoluten VitD Zufuhr über denen der normalgewichtigen Personen lagen, waren die 75ste Perzentile der VitD Zufuhr und der Maximalwert geringer als bei den normalgewichtigen Personen.

Tabelle 12 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag nach BMI Gruppen (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
BMI ≤ 25 kg/m ² (N=13)	0.45	1.25	1.79	2.35	1.68	3.12	5.65
BMI > 25 kg/m ² (N=19)	0.83	1.51	2.32	2.38	1.07	2.95	4.04

Mit der Adjustierung der täglichen VitD Zufuhr für die Energiezufuhr wurden die Unterschiede in der medianen und mittleren Zufuhr zwischen normalgewichtigen und übergewichtigen Personen geringer (Tabelle 13). Die maximale VitD Dichte war bei den normalgewichtigen Personen mit 2.8µg/1000kcal etwas höher als bei den übergewichtigen Personen mit 2.13µg/1000kcal.

Tabelle 13 Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag nach BMI-Gruppen (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
BMI ≤ 25 kg/m ² (N=13)	0.22	0.61	1.20	1.23	0.80	1.83	2.80
BMI > 25 kg/m ² (N=19)	0.29	0.95	1.24	1.21	0.53	1.57	2.13

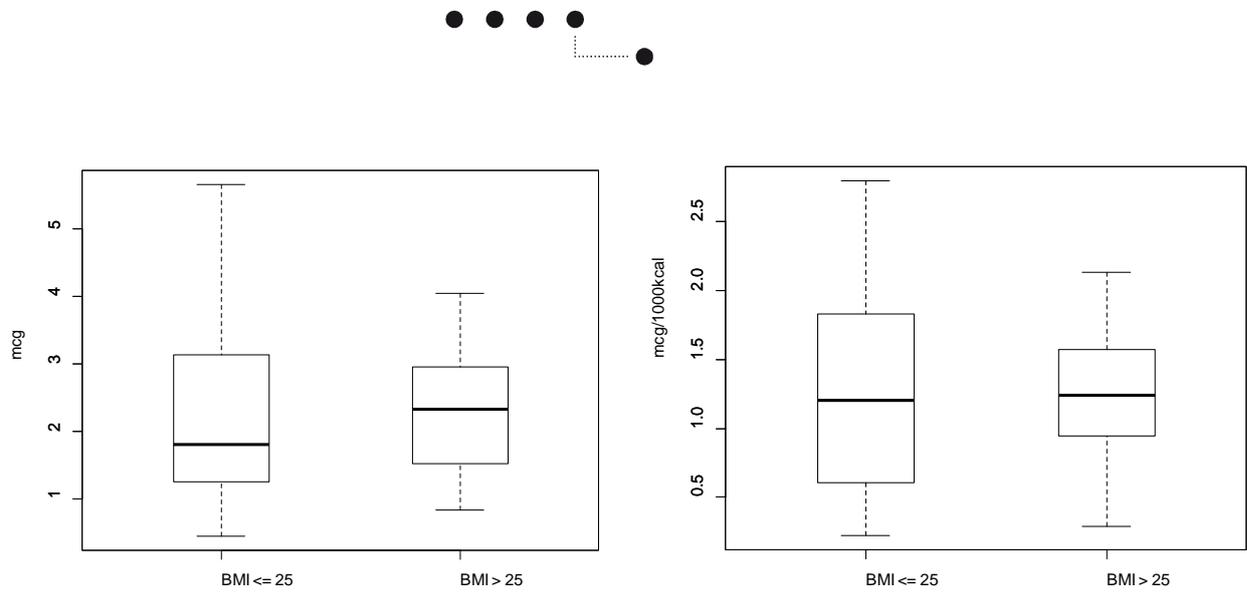


Abbildung 11 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und in µg/1000 kcal/Tag nach BMI-Gruppe (N=32)

3.2.5 Mittlere Vitamin D Zufuhr nach Lebensmittelgruppen

Abbildung 12 zeigt die mittlere VitD Zufuhr nach VitD haltigen Lebensmittelgruppen im Studienkollektiv. Rein rechnerisch wird hierzu der Verzehr einer „durchschnittlichen Person“ ermittelt, die aus allen Lebensmittelgruppen eine mittlere Zufuhr an VitD hat. Infolge ist die totale VitD Zufuhr von 3.97µg höher als die bisherigen Mittelwertberechnungen der absoluten täglichen VitD Zufuhr.

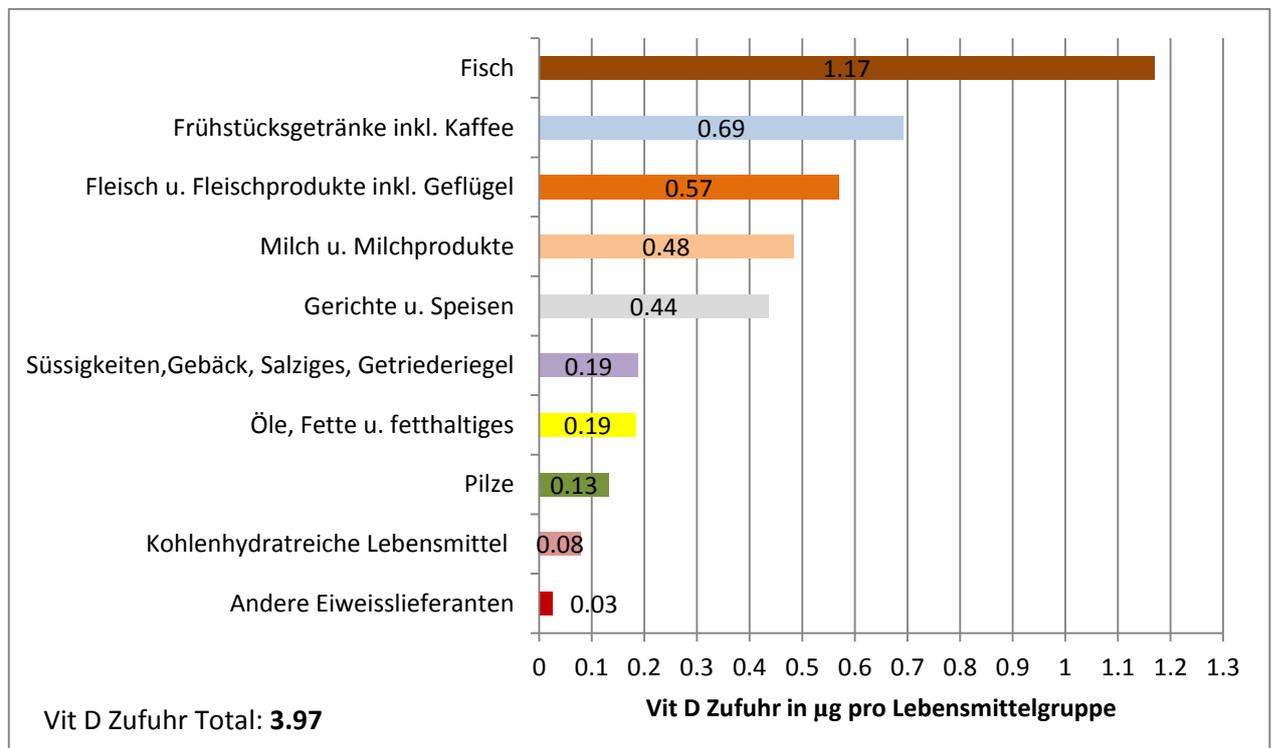


Abbildung 12 Mittlere Vitamin D Zufuhr nach Lebensmittelgruppen in µg/Tag



Die Lebensmittelgruppe Fisch trug mit 1.17µg am stärksten zur VitD Zufuhr bei. Frühstücksgetränke und Fleisch inkl. Fleischprodukte und Geflügel lieferten zusammen etwa noch einmal gleichviel VitD. Die tägliche Zufuhr aus allen weiteren verzehrten VitD haltigen Lebensmittelgruppen lag unter 0.5µg VitD.

Die prozentuale Verteilung der VitD Zufuhr auf die einzelnen Lebensmittelgruppen ist in Abbildung 13 dargestellt.

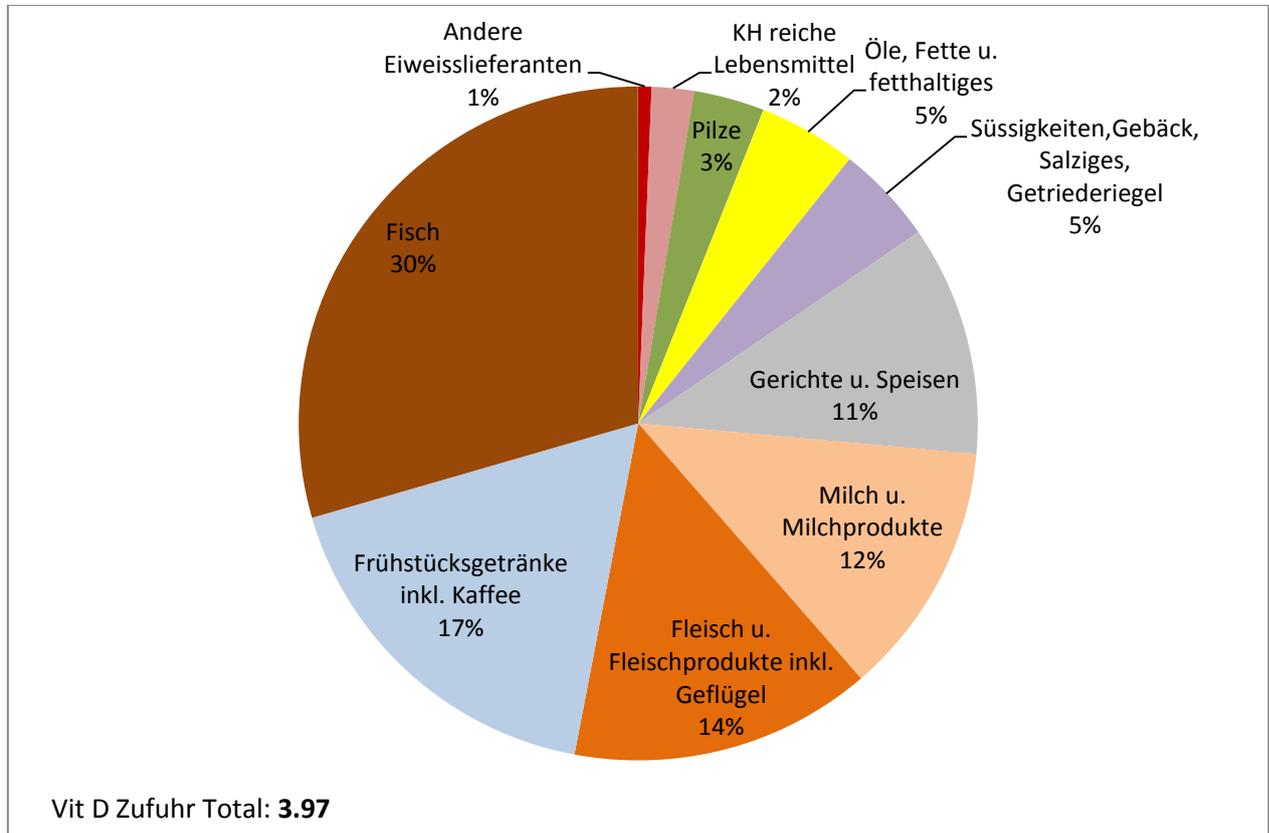


Abbildung 13 Anteile verschiedener Lebensmittelgruppen an der mittleren täglichen Vitamin D Zufuhr (in %)

Für eine detaillierte Übersicht über die VitD Zufuhr aus allen definierten Lebensmittelgruppen und Lebensmitteluntergruppen siehe Anhang A1.

3.3 Vitamin D Zufuhr – Szenarien 1 bis 4

Nachfolgend wird dargestellt inwiefern die Umsetzung der oben beschriebenen vier Szenarien (siehe Kap. 2.2.3.1 bis 2.2.3.4) zu einer Erhöhung der VitD Zufuhr beitragen könnte. Durch den Austausch einzelner, spezifischer Lebensmittel konnte, mit wenigen Ausnahmen, nur eine unmerkliche Erhöhung der VitD Zufuhr erzielt werden. Bei der Kombination verschiedener Lebensmittelaustauschvarianten waren jedoch Veränderungen in der VitD Zufuhr zu erkennen. Im Folgenden werden daher nur jene Modellberechnungen für einzelne Lebensmittel gezeigt, die zu einer nennenswerten Steigerung der medianen VitD Zufuhr beitragen sowie die Ergebnisse der Kombinationen. Als nennenswerte Steigerung der medianen VitD Zufuhr durch einzelne Modellberechnungen wurde eine Erhöhung der täglichen medianen VitD Zufuhr um mindestens 1µg definiert.

Für die Ergebnisse der weiteren Modellberechnungen für die Szenarien 1 bis 4, siehe Anhänge A2 bis A5.



3.3.1 Szenario 1. Ausschliesslicher Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten. Kombinationsszenarien im Vergleich zur IST-Situation

In Szenario 1 wurde betrachtet, inwiefern der Austausch von verzehrten Lebensmitteln, die natürlicherweise kein oder nur sehr wenig VitD enthalten, gegen Lebensmittel, die als natürlicherweise VitD reiche Quellen bekannt sind, zu einer erhöhten VitD Zufuhr beitragen. Für die detaillierte Beschreibung des Szenarios 1 und die dazugehörigen Modellberechnungen/Abbildungen, siehe Anhang A2.

Grundsätzlich konnte mit dem Austausch einzelner Produkte die VitD Zufuhr im Vergleich zur IST-Situation nur geringfügig gesteigert werden. Lediglich der Ersatz von zwei Portionen (240g) Gemüse durch die entsprechende Menge frische Pilze, mit maximal möglichem VitD Gehalt resp. mit der Zuweisung eines zufälligen VitD Gehaltes zwischen dem Minimal- und Maximalwert für Pilze, führte zu einer nennenswerten Erhöhung der medianen täglichen VitD Zufuhr von 2.20µg (IST-Situation) auf 3.30µg (zufälliger VitD Gehalt) bzw. 3.41µg (maximaler VitD Gehalt) (Tabelle 14). Damit blieb die VitD Zufuhr aber unverändert unter der von der EEK empfohlenen Zufuhrempfehlung (RDA) (Abbildung 14).

Tabelle 14 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag, IST-Situation und bei Ersatz von Gemüse durch frische Pilze mit unterschiedlichem Vitamin D Gehalt (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
Modellberechnung, Ersatz von 2 Portionen (240g) Gemüse durch frische Pilze							
Minimaler VitD Gehalt	1.15	2.03	2.94	3.11	1.34	3.88	6.41
Maximaler VitD Gehalt	1.35	2.51	3.41	3.58	1.36	4.36	6.89
Zufälliger VitD Gehalt	1.22	2.21	3.30	3.33	1.37	4.05	6.47

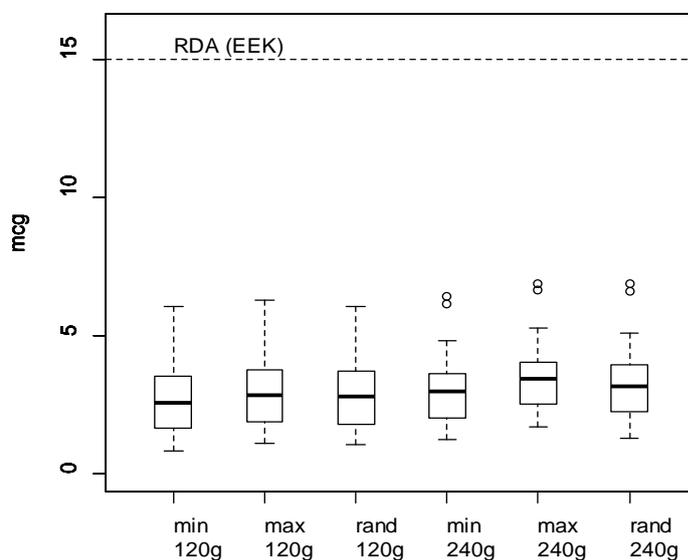


Abbildung 14 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag bei Ersatz von einer (120g) oder zwei (240g) Portionen Gemüse durch frische Pilze mit unterschiedlichen Vitamin D Gehalten (Modellberechnung) (N=32)



Kombinationsszenario 1A

Verschiedene in Szenario 1 berücksichtigte Austauschmöglichkeiten nach Lebensmittelgruppen (s. Anhang A2) wurden in einem zweiten Schritt miteinander kombiniert. In der Modellberechnung für Kombinationsszenario 1A wurden folgende, natürlicherweise VitD reiche(ren) Lebensmittel berücksichtigt:

- Pilze als Gemüseersatz + Blattsalate ergänzt mit Champignons + Vollmilch + Rahmquark + VitD reichste Käse nach Kategorien (gemäss Tabelle 3) + *zufällig Poulet oder Lamm* statt Vit D armes Fleisch (120g) + *zufällig* VitD reicher Fisch statt VitD armer Fisch + Margarine statt Butter.

Tabelle 15 und Abbildung 15 zeigen, in welchem Ausmass dieses Kombinationsszenario zu einer Erhöhung der absoluten VitD Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ sowie der VitD Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ im Vergleich zur IST-Situation beitragen könnte. Die absolute mediane VitD Zufuhr wurde etwas mehr als verdoppelt von 2.20 auf 4.76 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ (plus 2.72 μg). Der Austausch der Lebensmittel ging mit einer nur unwesentlichen Veränderung der Energiezufuhr einher. So war insgesamt ein geringer Anstieg der medianen VitD Dichte von 1.21 auf 1.94 $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$ (plus 0.72 $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$) zu verzeichnen.

Mit diesem Kombinationsszenario konnten einzelne Personen eine VitD Zufuhr von bis zu 11.5 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ erreichen. Die EEK-Empfehlung von 15 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ blieb aber unerreicht.

Tabelle 15 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1A (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation							
Absolute VitD Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
VitD Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$	0.22	0.73	1.21	1.22	0.64	1.60	2.80
Modellberechnung, Kombinationsszenario 1A							
Absolute VitD Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$	2.02	3.82	4.76	5.09	1.96	6.21	11.53
VitD Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$	0.51	1.32	1.94	1.94	0.91	2.51	4.25

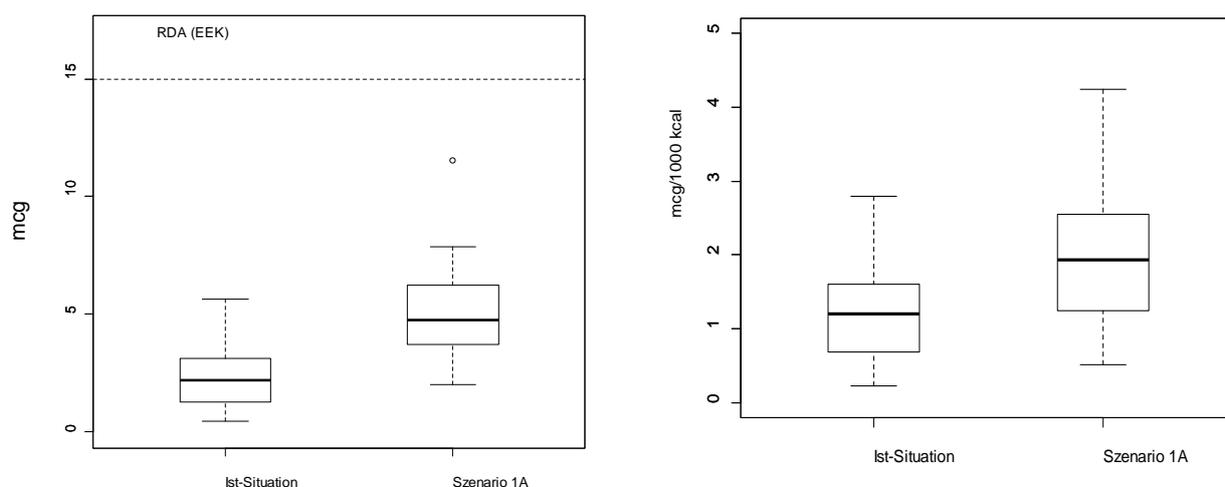


Abbildung 15 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 1A (Modellberechnung) (N=32)



Kombinationsszenario 1B

In der Modellberechnung für Kombinationsszenario 1B wurden folgende, natürlicherweise VitD reiche(ren) Lebensmittel berücksichtigt. Im Unterschied zu Kombinationsszenario 1A wurde der Verzehr von VitD reichem Fisch anstelle von 120g VitD armen Fleisch angenommen:

- Pilze als Gemüseersatz + Blattsalate ergänzt mit Champignons + Vollmilch + Rahmquark + VitD reichste Käse nach Kategorien (gemäss Tabelle 3) + *zufällig Lachs oder Felchen* statt VitD armes Fleisch (120g) + *zufällig* VitD reicher Fisch statt VitD armer Fisch + Margarine statt Butter.

Tabelle 16 und Abbildung 16 zeigen, dass mit diesem, im Vergleich zum Kombinationsszenario 1A, auf einen hohen Fischkonsum orientierten Szenario 1B ein weiterer, wenn auch nur minimaler Anstieg der medianen absoluten VitD Zufuhr auf 5.05µg/Tag erreicht werden konnte. Wie mit Kombinationsszenario 1A, erreichten 25% der Personen eine absolute VitD Zufuhr von über 6.2µg/Tag, bei einem Maximalwert von 10.7µg/Tag und blieben somit deutlich unter dem RDA. Auch in Kombinationsszenario 1B wurde eine geringe Erhöhung der medianen VitD Dichte um 0.81µg/1000kcal/Tag auf 4.36µg/1000kcal/Tag verzeichnet.

Tabelle 16 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenario 1B (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation							
Absolute VitD Zufuhr in µg/Tag	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
VitD Dichte in µg/1000kcal/Tag	0.22	0.73	1.21	1.22	0.64	1.60	2.80
Modellberechnung, Kombinationsszenario 1B							
Absolute VitD Zufuhr in µg/Tag	2.02	3.86	5.05	5.24	1.86	6.24	10.74
VitD Dichte in µg/1000kcal/Tag	0.51	1.46	2.03	2.03	0.88	2.58	4.36

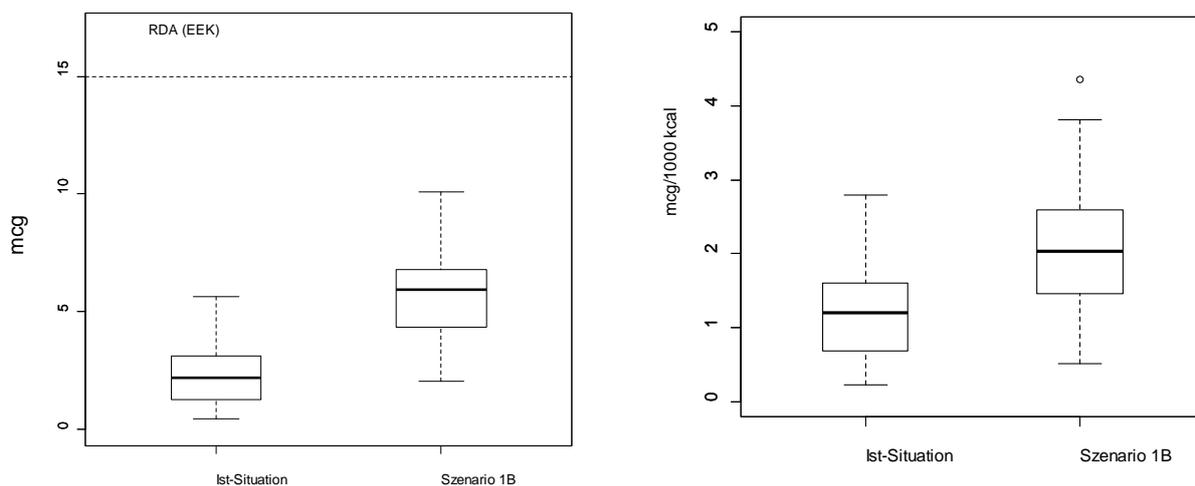


Abbildung 16 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte in µg/1000kcal/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenario 1B (Modellberechnung) (N=32)



3.3.2 Szenario 2. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln. Kombinationsszenario im Vergleich zur IST-Situation

Mit den Modellberechnungen für Szenario 2 wurde untersucht, inwieweit eine Erhöhung der VitD Zufuhr durch den Verzehr von VitD angereicherten Lebensmitteln, einschliesslich eines fiktiv angereicherten Joghurts, möglich ist. Mit dem Austausch einzelner Lebensmittel mit den entsprechenden angereicherten Produktvarianten konnte die mediane absolute VitD Zufuhr um nur weniger als 1µg/Tag erhöht werden. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer angereicherter Produkte veränderte sich die VitD Zufuhr deutlicher. Für die Detailbeschreibung des Szenarios sowie die dazugehörigen Ergebnisse der Berechnungen resp. Abbildungen siehe Anhang A3.

In der Modellberechnung für das Kombinationsszenario wurden folgende *marktüblichen* VitD angereicherten Lebensmittel berücksichtigt:

Milch (1.5%Fett; 0.8µg VitD/100ml; Ersatz von zuhause konsumierter Milch) + Margarine (statt Butter) + Frühstücksflocken + Getreideriegel + Frühstückstränke.

Die Modellberechnungen resp. Kombinationen der angereicherten Produkte wurden in drei Varianten durchgeführt: (1) Kombination der Produkte bei minimaler Anreicherung gemäss Marktbegehung; (2) Kombination der Produkte bei maximaler Anreicherung gemäss Marktbegehung; und (3) Kombination der Produkte bei Zuweisung eines zufälligen Wertes zwischen der minimalen und maximalen Anreicherung gemäss Marktbegehung.

Tabelle 17 und Abbildung 17 zeigen, dass auch die Kombination der verschiedenen angereicherten Lebensmittel nur zu einer relativ geringen Erhöhung der VitD Zufuhr beitragen kann. Wurden die geringsten Anreicherungsmengen berücksichtigt (Variante 1), war die mediane absolute VitD Zufuhr im Vergleich zur IST-Situation lediglich um 0.72µg/Tag höher. Bei Berücksichtigung einer zufälligen Anreicherungsmenge (Variante 3) sowie der maximalen Anreicherungsmenge (Variante 2), konnte die mediane absolute VitD Zufuhr von ursprünglich 2.20µg/Tag auf 3.20 resp. 3.65µg/Tag (plus 1 resp. 1.45µg) erhöht werden. Die maximal erreichte VitD Zufuhr von 8.43µg/Tag liegt deutlich unter der Zufuhrempfehlung von 15µg/Tag.

Tabelle 17 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
Modellberechnung bei Variation der Anreicherungsmengen*							
Minimale Anreicherungsmenge	0.83	2.02	2.92	2.93	1.25	3.45	6.62
Maximale Anreicherungsmenge	0.83	2.52	3.65	3.57	1.67	4.17	8.43
Zufällige Anreicherungsmenge	0.83	2.46	3.20	3.27	1.51	3.96	8.02

*Vitamin D Anreicherung in µg/100g des Lebensmittels, gemäss Marktbegehung

Auch die VitD Dichte veränderte sich durch den Verzehr von angereicherten Lebensmitteln nur wenig (Tabelle 18; Abbildung 17). Selbst bei Berücksichtigung der höchsten Anreicherungsmengen, konnte bei minim veränderter Energiezufuhr, lediglich eine Steigerung der medianen VitD Dichte von ursprünglich 1.21µg/1000kcal/Tag auf 1.89µg/1000kcal/Tag erzielt werden.



Tabelle 18 Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.22	0.73	1.21	1.22	0.64	1.60	2.80
Modellberechnung bei Variation der Anreicherungs mengen*							
Minimale Anreicherungs menge	0.29	1.24	1.62	1.56	0.62	1.97	3.18
Maximale Anreicherungs menge	0.29	1.60	1.89	1.93	0.87	2.25	4.39
Zufällige Anreicherungs menge	0.29	1.44	1.77	1.73	0.69	2.07	3.39

* Vitamin D Anreicherung in $\mu\text{g}/100\text{g}$ des Lebensmittels, gemäss Marktbegehung

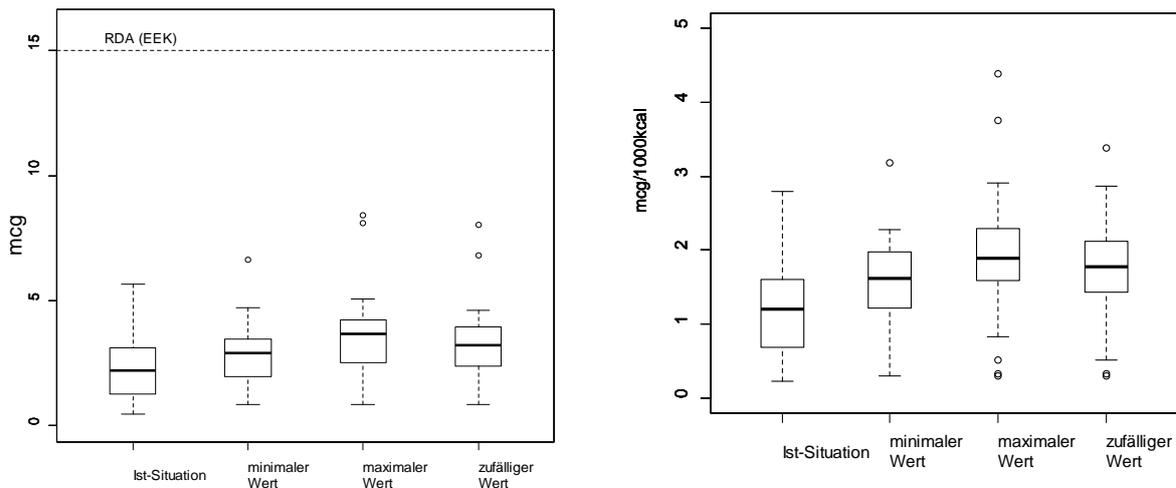


Abbildung 17 Absolute Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$ und Vitamin D Dichte in $\mu\text{g}/1000\text{kcal}/\text{Tag}$. IST-Situation und Kombinationsszenario 2 (Modellberechnung) (N=32)

3.3.3 Szenario 3. Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe. Kombinationsszenarien im Vergleich zur IST-Situation

In den Modellberechnungen für Szenario 3 wurden erneut die Auswirkungen des Verzehrs angereicherter Lebensmittel auf die VitD Zufuhr betrachtet. Anders als in Szenario 2 wurde in Variante 3a eine Ausreizung der aktuell erlaubten Anreicherungs mengen von $5\mu\text{g}$ pro Tagesration des jeweiligen Lebensmittels berücksichtigt (12); in Variante 3b zudem eine Erhöhung der erlaubten Anreicherungs menge auf $15\mu\text{g}$ pro Tagesration angenommen; und in Variante 3c ausschliesslich die Auswirkung einer Anreicherung von Fetten & Ölen auf $15\mu\text{g}$ pro Tagesration auf die VitD Zufuhr betrachtet.

Die Modellberechnungen der Varianten 3a bis 3c zeigten für die Einzelbetrachtungen der auf dem Markt erhältlichen angereicherten Lebensmittel nur eine geringe Steigerung der medianen absoluten VitD Zufuhr, d.h. um weniger als $1\mu\text{g}/\text{Tag}$. Für die detaillierten Betrachtungen siehe Anhang A4. Hingegen konnte bei Einsatz des fiktiven, d.h. momentan nicht auf dem Markt erhältlichen Joghurterzeugnisses für den Verzehr zuhause eine Erhöhung der medianen absoluten VitD Zufuhr über $1\mu\text{g}/\text{Tag}$ erzielt werden. Es wurden zwei Anreicherungsstufen unterschieden: (1a) Anreicherung mit $2\mu\text{g}$ VitD pro 100g Joghurt (zugelassene Höchstanreicherungs menge von $5\mu\text{g}$ pro Tagesration); (1b) Anreicherung mit $6\mu\text{g}$ VitD pro 100g Joghurt (Erhöhung der Höchstanreicherungs menge auf $15\mu\text{g}$ pro Tagesration). Eine Anreicherung nach heute geltenden gesetzlichen



Bestimmungen (Anreicherungsstufe 1a) zeigte keine nennenswerte Steigerung der medianen absoluten VitD Zufuhr (

Tabelle 19; Abbildung 18). Hingegen war bei alleinigem Austausch von herkömmlichem Joghurt mit dem höher angereicherten Produkt (6 μ g/100g) die mediane absolute VitD Zufuhr um 3.5 μ g auf 5.70 μ g/Tag erhöht und die maximale VitD Zufuhr lag mit 16.35 μ g/Tag über der Zufuhrempfehlung (Abbildung 18).

Tabelle 19 Absolute Vitamin D Zufuhr in μ g/Tag. IST-Situation und bei Verzehr zuhause von mit 2 μ g bzw. 6 μ g Vitamin D/100g angereichertem Joghurt (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
Modellberechnung bei Variation der Anreicherungsmenge							
VitD Anreicherung 2 μ g/100g	0.85	2.26	3.12	3.64	1.90	4.83	7.57
VitD Anreicherung 6 μ g/100g	0.85	3.04	5.70	6.25	4.22	8.75	16.35

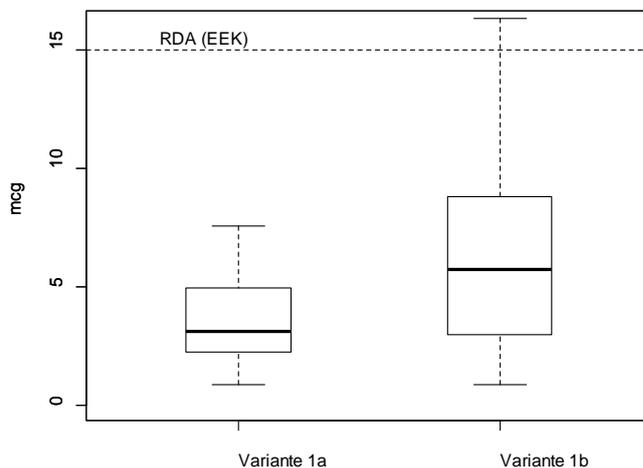


Abbildung 18 Absolute Vitamin D Zufuhr in μ g/Tag bei Verzehr zuhause von mit 2 μ g Vitamin D (Variante 1a) bzw. 6 μ g Vitamin D pro100g (Variante 1b) angereichertem Joghurt (Modellberechnung) (N=32)

Für folgende angereicherte Produkte wurde die Auswirkung eines kombinierten Verzehrs auf die VitD Zufuhr betrachtet. In Klammern sind die Anreicherungsstufen A (5 μ g pro Tagesration) und B (15 μ g pro Tagesration) angegeben

Milch (1.5%Fett; 1 bzw. 3 μ gVitD/100ml) + Joghurt/fiktives Erzeugnis (2 bzw. 6 μ g VitD/100g) + Margarine (statt Butter; 10 bzw. 30 μ g VitD/100g) + Frühstücksflocken (10 bzw. 30 μ g VitD/100g)+ Getreideriegel (5 bzw. 15 μ g VitD/100g) + Frühstücksgetränke (12.5 bzw. 37.5 μ g VitD/100g).

Die Kombination aller in Szenario 3 berücksichtigten Produkte (inkl. fiktives Joghurterzeugnis) führte zu einem merklichen Anstieg der medianen absoluten VitD Zufuhr, die aber unter der Zufuhrempfehlung lag. Bei der Ausreizung der aktuellen gesetzlichen Vorgaben zur Anreicherung (Variante 3A) konnte eine Steigerung der medianen absoluten VitD Zufuhr um 1.9 μ g auf 4.11 μ g/Tag erzielt werden. Die maximale VitD Zufuhr lag bei der Ausreizung der aktuell erlaubten Höchstanreicherungs menge mit 11.39 μ g/Tag noch unter der Zufuhrempfehlung. Anders bei Variante 3B, d.h. unter Annahme einer dreifach höheren gesetzlich erlaubten Anreicherungs menge von 15 μ g pro Tagesration. Auf diese Weise könnte die mediane absolute VitD Zufuhr um 6 μ g auf 8.22 μ g/Tag erhöht werden. 25% der Personen würden eine VitD Zufuhr im Bereich der resp. über



den Zufuhrempfehlungen erreichen, mit einem Maximalwert von 28µg/Tag (Tabelle 20; Abbildung 19).

Tabelle 20 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max
IST-Situation	0.45	1.27	2.20	2.37	1.32	3.12	5.65
Modellberechnung bei Variation der Anreicherungsmengen							
Absolute VitD Zufuhr in µg/Tag							
3A, Anreicherung mit 5µg pro Tagesration	0.83	3.44	4.11	4.56	2.42	5.44	11.39
Absolute Zufuhr von VitD in µg/Tag							
3B, Anreicherung mit 15µg pro Tagesration	0.83	5.69	8.22	9.49	6.35	13.31	28.00

Tabelle 21 zeigt ergänzend die Betrachtungen der VitD Dichte für die Kombinationsszenarien 3A und 3B. Die mediane VitD Dichte erreichte 2.35µg/1000kcal/Tag und einen Maximalwert von 6.12µg/1000kcal/Tag, wenn die aktuellen gesetzlichen Anreicherungsmengen ausgereizt werden. Ausgehend von einer Anreicherungshöhe von 15µg VitD pro Tagesration (3B), erreichten 50% der Personen eine tägliche VitD Zufuhr über 4.79µg/1000kcal und die maximale VitD Dichte betrug 15.8µg/1000kcal/Tag. Gut die Hälfte der Personen hätte damit VitD Dichten im angenommenen Richtwertebereich von 5.4-8.3µg/1000kcal/Tag (s. Kapitel 3.2.1).

Tabelle 21 Vitamin D Dichte in µg/1000 kcal/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.22	0.73	1.21	1.22	0.64	1.60	2.80
Modellberechnung bei Variation der Anreicherungsmengen							
VitD Dichte in µg/1000kcal/Tag							
3A, Anreicherung mit 5µg pro Tagesration	0.29	1.76	2.35	2.50	1.30	3.16	6.12
VitD Dichte in µg/1000kcal/Tag							
3B, Anreicherung mit 15µg pro Tagesration	0.29	2.74	4.79	5.33	3.58	7.68	15.89

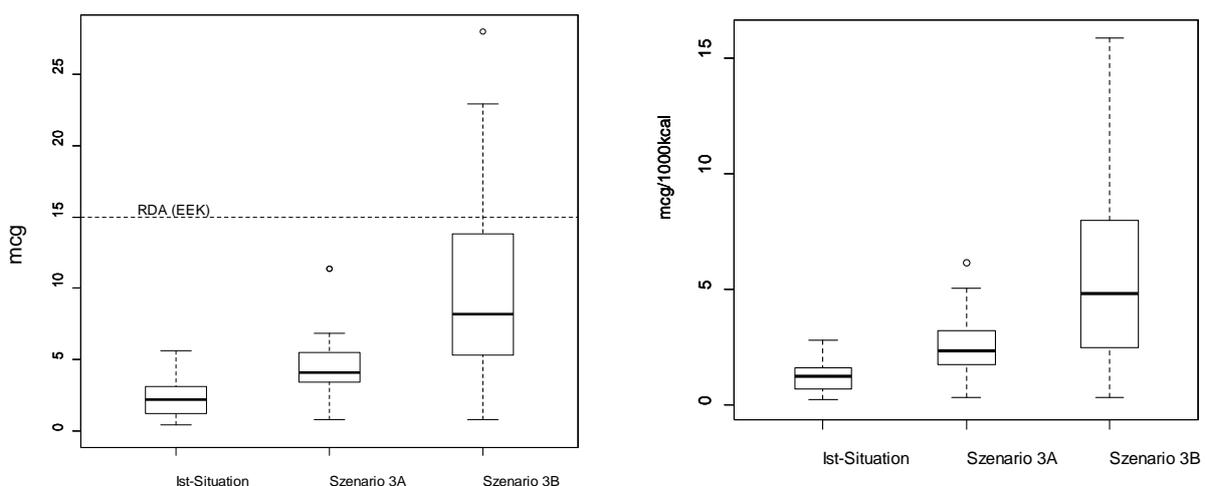


Abbildung 19 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag und Vitamin D Dichte/1000kcal/Tag. IST-Situation und Kombinationsszenarien 3A und 3B (Modellberechnung) (N=32)



3.3.4 Szenario 4. Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen in Ergänzung zur IST-Situation und den Szenarien 1 bis 3

In den Modellberechnungen für Szenario 4 wurden die Auswirkungen einer zusätzlichen Einnahme von VitD haltigen NEM oder rezeptfrei erhältlichen OTC-Supplementen zur IST-Situation resp. zu den Szenarien 1 bis 3 auf die tägliche VitD Zufuhr betrachtet. Für die Berechnungen der Auswirkungen auf die VitD Dichte, siehe Anhang A5.

Ergänzung der IST-Situation durch die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen

Wie Tabelle 22 und Abbildung 20 zeigen, führte die zusätzliche Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen zu einem deutlichen Anstieg der absoluten VitD Zufuhr. Die zusätzliche Einnahme definierter VitD Mengen (Dosierung) entspricht einem additiven Effekt. Das heisst, mit beispielsweise der Einnahme einer Dosis eines VitD Monopräparates à 15µg VitD steigt die tägliche Vit D Zufuhr um genau diesen Betrag. Mit der Einnahme einer Multivitamin-tablette (NEM) mit 5µg VitD pro Einheit konnte die von der EEK empfohlene Zufuhrmenge von keiner der Personen erreicht werden. Mit der Einnahme des OTC-Multipräparates, wie z.B. elevit® Pronatal, erreichten knapp 50% aller Personen die von der EEK empfohlene tägliche Zufuhr von 15µg, 25% der Personen liegen über der Zufuhrempfehlung. Mit der Einnahme eines OTC-Monopräparates, wie z.B. sechs Tropfen Vi-De3 von Wild Pharma, erreichten rund 75% aller Personen eine VitD Menge von 16µg/Tag und mehr.

Tabelle 22 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
IST-Situation	0.45	1.27	2.2	2.37	1.32	3.12	5.65
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in µg/Einheit)							
Multivitamin-tablette (NEM) (5µg)	5.45	6.27	7.2	7.37	1.32	8.12	10.65
VitD Multipräparat OTC (12.5µg)	12.95	13.77	14.7	14.87	1.32	15.62	18.15
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC (15µg)	15.45	16.27	17.2	17.37	1.32	18.12	20.65

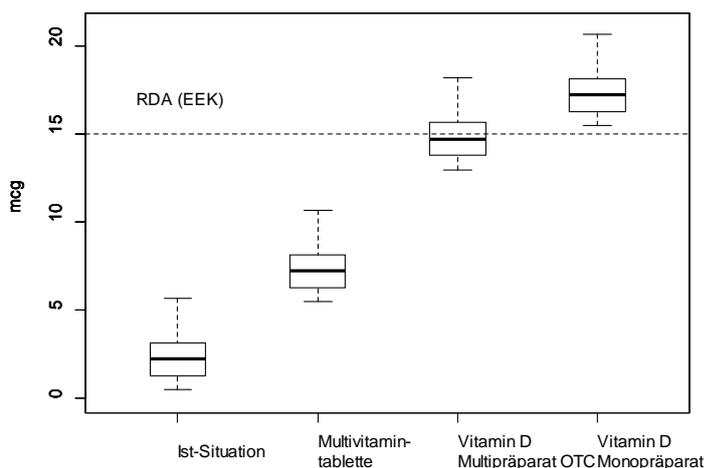


Abbildung 20 Absolute Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)



Ergänzung der Kombinationsszenarien 1A bis 3B durch die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen

Im Folgenden wird die Auswirkung einer zusätzlichen Einnahme eines NEM oder verschieden dosierter OTC- Supplemente zu den Kombinationsszenarien 1A bis 3B auf die tägliche VitD Zufuhr gezeigt.

Kombinationsszenarien 1A und 1B plus Einnahme von NEM oder OTC- Supplementen

Die zusätzliche Einnahme von NEM bzw. OTC-Supplementen zu den Kombinationsszenarien 1A und 1B, in denen gezielt natürlicherweise VitD reiche Lebensmittel in der Ernährung berücksichtigt wurden, führte je nach Präparat resp. Dosierung zu einer medianen absoluten VitD Zufuhr zwischen 10 und 20µg/Tag. Durch die zusätzliche Einnahme eines OTC-Multivitamin- oder Monopräparates konnte bei allen Personen die täglich empfohlene VitD Zufuhr von 15µg/Tag erreicht resp. übertroffen werden (Tabelle 23; Tabelle 24 ;Abbildung 21; Abbildung 22). Mit der zusätzlichen Einnahme einer Dosis sog. VitD Tröpfli (15µg VitD) wurden maximale VitD Zufuhrwerte von 25.86µg/Tag (1A) resp. 26.59µg/Tag (1B) erreicht. Die Berechnungen zeigten, dass die zusätzliche Einnahme einer NEM-Multivitamin-tablette im Allgemeinen nicht ausreicht, um die Zufuhrempfehlung zu erfüllen.

Tabelle 23 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. Kombinationsszenario 1A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Kombinationsszenario 1A	2.20	3.52	5.02	5.12	1.86	6.00	10.86
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in µg/Einheit)							
Multivitamin-tablette (NEM) (5µg)	7.20	8.52	10.02	10.12	1.86	11.00	15.86
VitD Multipräparat OTC (12.5µg)	14.70	16.02	17.52	17.62	1.86	18.50	23.36
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC (15µg)	17.20	18.52	20.02	20.12	1.86	21.00	25.86

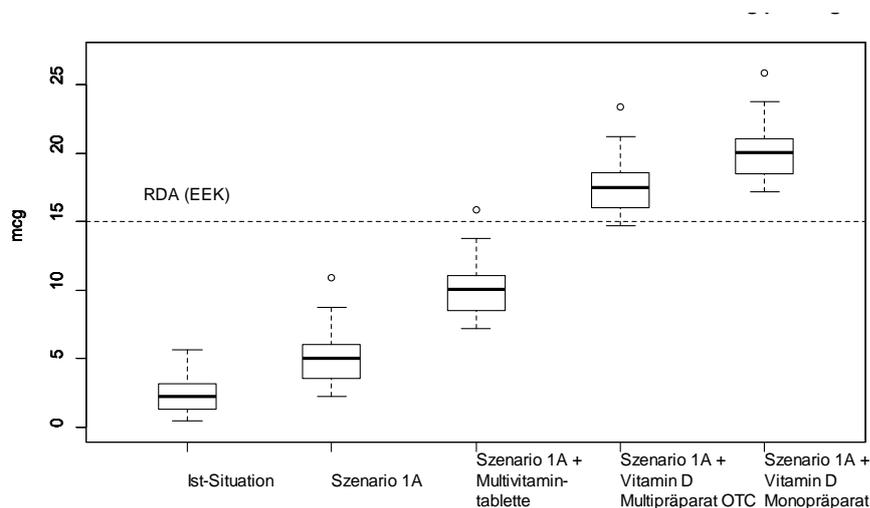


Abbildung 21 Vitamin D Zufuhr in µg pro Tag. IST-Situation, Kombinationsszenario 1A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)



Tabelle 24 Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. Kombinationsszenario 1B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Kombinationsszenario 1B	1.99	4.48	5.56	5.70	2.02	6.62	11.59
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in $\mu\text{g}/\text{Einheit}$)							
Multivitamin-tablette (NEM) ($5\mu\text{g}$)	6.99	9.48	10.56	10.70	2.02	11.62	16.59
VitD Multipräparat OTC ($12.5\mu\text{g}$)	14.49	16.98	18.06	18.20	2.02	19.12	24.09
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC ($15\mu\text{g}$)	16.99	19.48	20.56	20.70	2.02	21.62	26.59

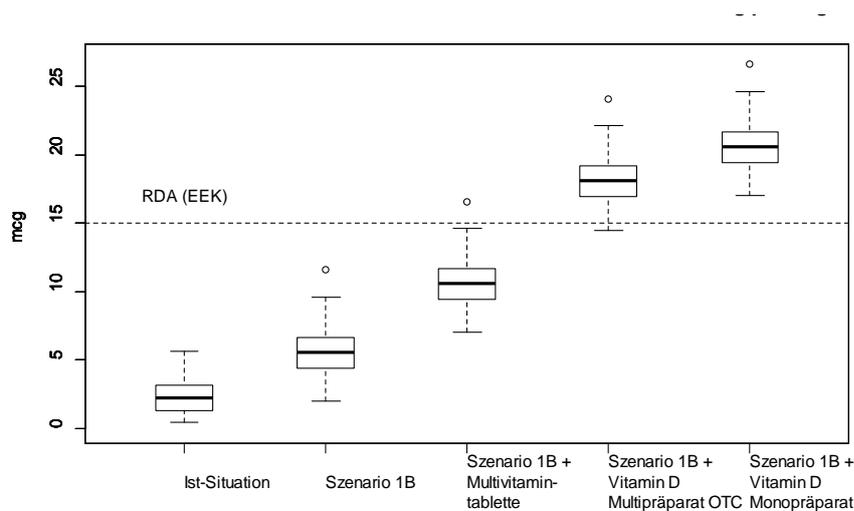


Abbildung 22 Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$. IST-Situation, Kombinationsszenario 1B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

Kombinationsszenario 2 (Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln) plus Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen

Der gleichzeitige Verzehr von VitD angereicherten Lebensmitteln und VitD haltigen NEM (1 Multivitamin-tablette à $5\mu\text{g}$ pro Tag) war nicht ausreichend um die Zufuhrempfehlung zu decken. Hingegen erreichte ein Grossteil resp. alle Personen bei zusätzlicher Einnahme eines OTC-Multi- resp. Monopräparates die Zufuhrempfehlung. Die mediane absolute VitD Zufuhr lag bei $15.84\mu\text{g}/\text{Tag}$ resp. $18.34\mu\text{g}/\text{Tag}$; die maximale Zufuhr erreichte bis zu $23.07\mu\text{g}/\text{Tag}$ und blieb somit bei der aktuell gesetzlich festgelegten VitD Anreicherungsmenge in Lebensmitteln weit unter der tolerierbaren höchsten Zufuhrmenge (safe upper level, UL) für 9 bis über 65-Jährige von $100\mu\text{g}/\text{Tag}$ (1) (Tabelle 25; Abbildung 23).

Tabelle 25 Vitamin D Zufuhr in $\mu\text{g}/\text{Tag}$, Kombinationsszenario 2 und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Kombinationsszenario 2	0.83	2.27	3.34	3.33	1.62	4.07	8.07
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in $\mu\text{g}/\text{Einheit}$)							
Multivitamin-tablette (NEM) ($5\mu\text{g}$)	5.83	7.27	8.34	8.33	1.62	9.07	13.07
VitD Multipräparat OTC ($12.5\mu\text{g}$)	13.33	14.77	15.84	15.83	1.62	16.57	20.57
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC ($15\mu\text{g}$)	15.83	17.27	18.34	18.33	1.62	19.07	23.07

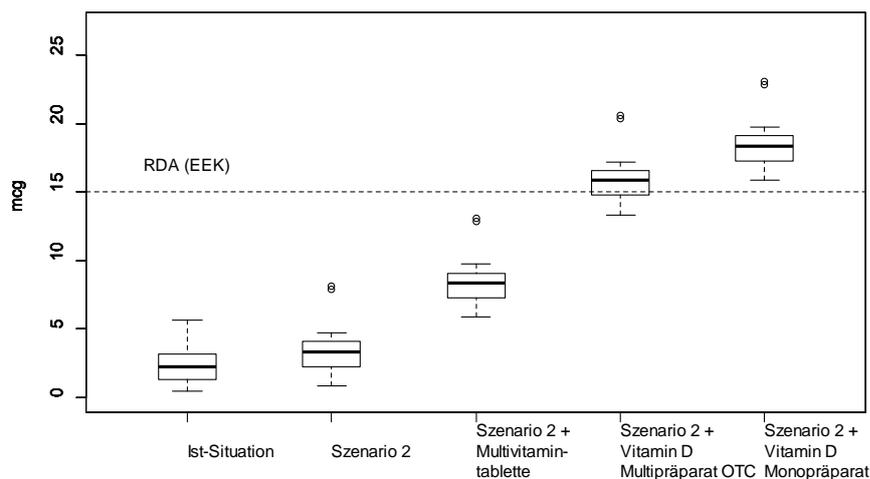


Abbildung 23 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation, Kombinationsszenario 2 und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

Kombinationsszenarien 3A und 3B (Verzehr von Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe) plus Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC-Supplementen

Kombinationsszenario 3A

Unter der Annahme, dass alle Hersteller die aktuell erlaubte VitD Anreicherungshöhe pro Tagesration der jeweiligen Lebensmittel von 5µg ausreizen, mehrere dieser Produkte verzehrt werden und zusätzlich ein NEM oder eine OTC-Supplement eingenommen werden, betrug die mediane VitD Zufuhr zwischen 9.11µg und 19.11µg pro Tag. Bei der Einnahme eines VitD Monopräparates (15µg VitD) wurde eine maximale Zufuhr von 26.39µg VitD pro Tag erreicht (Tabelle 26; Abbildung 24).

Tabelle 26 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag, Kombinationsszenario 3A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Kombinationsszenario 3A	0.83	3.44	4.11	4.56	2.42	5.44	11.39
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in µg/Einheit)							
Multivitamin-tablette (NEM) (5µg)	5.83	8.44	9.11	9.56	2.42	10.44	16.39
VitD Multipräparat OTC (12.5µg)	13.33	15.94	16.61	17.06	2.42	17.94	23.89
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC (15µg)	15.83	18.44	19.11	19.56	2.42	20.44	26.39

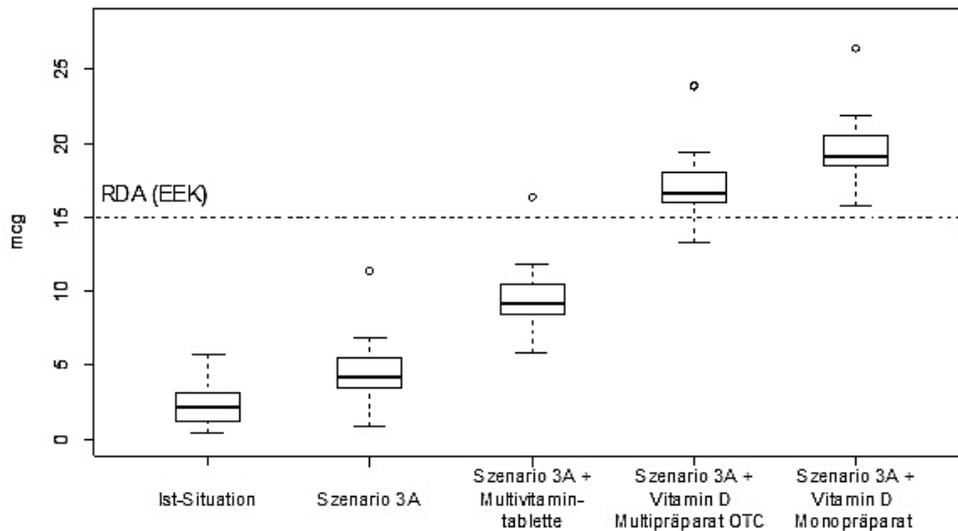


Abbildung 24 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation, Kombinationsszenario 3A und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)

Kombinationsszenario 3B

Bei fiktiver Erhöhung der aktuell erlaubten Anreicherungsmenge von 5µg auf 15µg pro Tagesration eines Lebensmittels und zusätzlicher Einnahme einer NEM-Multivitamin-tablette pro Tag, konnten 50% der Personen eine VitD Zufuhr von über 13µg/Tag erreichen. Bei zusätzlicher Einnahme eines OTC-Multi- oder Monopräparates erreichten praktisch alle Personen eine VitD Zufuhr in Höhe der Zufuhrempfehlung, wobei die maximale VitD Zufuhr bis zu 43µg/Tag betrug, knapp 50% des UL (Tabelle 27; Abbildung 25). Diese Modellberechnungen resp. Szenarien lieferten verglichen mit den Modellberechnungen in den anderen Szenarien die höchste VitD Zufuhr.

Tabelle 27 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. Kombinationsszenario 3B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (N=32)

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	SD	3rd Qu.	Max.
Kombinationsszenario 3B	0.83	5.69	8.22	9.49	6.35	13.31	28.00
Modellberechnung, plus Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen (VitD Gehalt in µg/Einheit)							
Multivitamin-tablette (NEM) (5µg)	5.83	10.69	13.22	14.49	6.35	18.31	33.00
VitD Multipräparat OTC (12.5µg)	13.33	18.19	20.72	21.99	6.35	25.81	40.50
VitD Monopräparat (VitD Tröpfli) OTC (15µg)	15.83	20.69	23.22	24.49	6.35	28.31	43.00

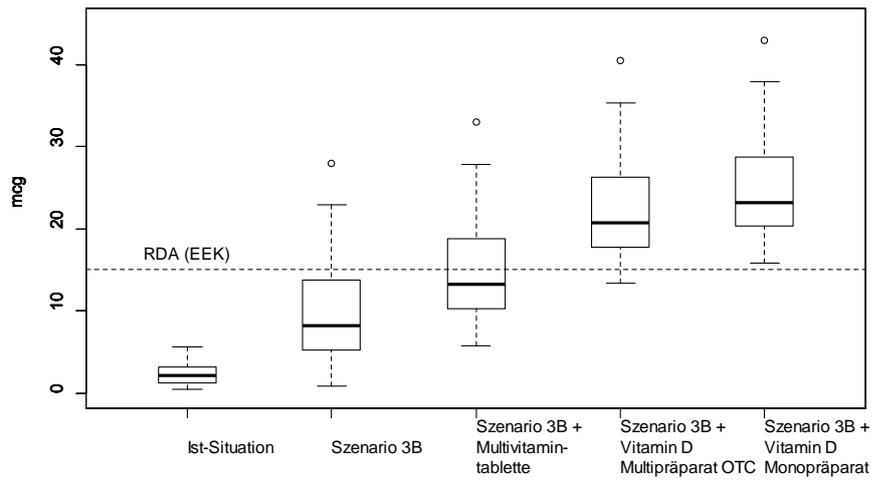


Abbildung 25 Vitamin D Zufuhr in µg/Tag. IST-Situation, Kombinationsszenario 3B und bei zusätzlicher Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder OTC- Supplementen (Modellberechnung) (N=32)



4 Diskussion

4.1 Datengrundlagen

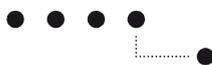
4.1.1 Marktbegehung

Lebensmittel

Bei der Marktbegehung wurden insgesamt 85 VitD haltige Lebensmittel identifiziert, bei 81 Produkten handelte es sich um VitD angereicherte Lebensmittel. Im Vergleich dazu identifizierte eine ähnliche Erhebung im Jahr 2002 insgesamt 65 mit VitD angereicherte Lebensmittel auf dem Schweizer Markt (5). Dies spiegelt einen steigenden Marktanteil angereicherter Lebensmittel auf dem Schweizer Markt wieder. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Anzahl auf dem Markt verfügbarer Produkte noch grösser ist. Die Auswahl der Detailhändler für die Marktbegehung wurde zwar unter Berücksichtigung des Marktanteiles und der Verkaufsfläche getroffen. Es ist aber möglich, dass das untersuchte Angebot aufgrund regionaler Unterschiede nicht für die Schweiz repräsentativ war. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Lebensmittel bei der Marktbegehung übersehen wurden. Auch ist die zum Teil kurze Produktverweildauer im LEH zu beachten (5). Einige der im Dezember 2011 erfassten Produkte können bereits nicht mehr, oder saisonal bedingt, erst später wieder auf dem Markt verfügbar sein oder ihre Zusammensetzung kann verändert worden sein.

Die VitD haltigen Lebensmittel konnten fünf Lebensmittelgruppen zugeordnet werden. Grundsätzlich ist die Anreicherung mit VitD, einem fettlöslichem Vitamin, auf ein kleineres Produktsortiment beschränkt als die wesentlich häufigere Anreicherung mit wasserlöslichen Vitaminen. Fast die Hälfte ($n=36$) der bei der Marktbegehung identifizierten Produkte war Bestandteil der Kategorie der Fette & Öle. Davon waren 32 Produkte angereichert, was mit dem Konzept der nährwertbezogenen Gleichwertigkeit zu erklären ist, wonach pflanzliche Fette als Buttersersatz genutzt und, da sie nicht den gleichen Anteil der Vitamine A und D enthalten, meistens angereichert werden (14). In den Kategorien der Milchprodukte, Müsli und Getreideriegel waren besonders zuckerhaltige Produkte mit VitD angereichert. Auch eine Erhebung des Angebotes an fortifizierten Lebensmitteln in Deutschland zeigte, dass 56% aller mit Vitaminen und Mineralstoffen angereicherten Lebensmitteln zugesetzten Zucker enthielten (15), was häufig kritisiert wird.

Innerhalb der Lebensmittelgruppen, vor allem in der Kategorie der Fette & Öle, variierte die VitD Anreicherung bis zu $10\mu\text{g}$ VitD pro 100g Lebensmittel. Derartige Diskrepanzen, innerhalb einer Produktgruppe oder gar bei der gleichen Lebensmittelmarke, sind auf dem europäischen Markt häufig zu beobachten, da nur in wenigen Ländern die Anreicherungshöhe verpflichtend festgelegt ist (16). Die vorliegende Untersuchung zeigte zudem, dass Hersteller die gesetzlichen Vorgaben für die Anreicherung in der Schweiz ($5\mu\text{g}$ pro Tagesration) häufig nicht ausreichen. Eine konsequentere Umsetzung der erlaubten Anreicherungsmöglichkeit, gegebenenfalls eine produktspezifische Festlegung einer Anreicherung eines häufig verzehrten Produktes, wie dies am Beispiel eines fiktiv angereicherten Joghurts modelliert wurde, kann potentiell zu einer erhöhten VitD Zufuhr beitragen (s. Szenario 3, Kapitel 3.3.3). Neben der Verzehrshäufigkeit ist auch die Verzehrsmenge für die Höhe der VitD Zufuhr ausschlaggebend. Dahingehend ist auf teilweise stark voneinander abweichende Herstellerangaben für die empfohlene Portionsgrösse hinzuweisen. Innerhalb der Produktgruppe Müsli variierte beispielweise die empfohlene Portionsgrösse zwischen 30g und 100g, was mit sehr unterschiedlichen Angaben zur prozentualen Deckung der empfohlenen VitD Zufuhr einhergeht und zur Täuschung des Konsumenten beitragen könnte.



Nahrungsergänzungsmittel (NEM) und OTC-Supplemente

Es konnte keine andere Erhebungen zur Erfassung der auf dem Schweizer Markt erhältlichen VitD haltigen NEM und rezeptfrei erhältlichen OTC-Supplemente identifiziert werden. Grundsätzlich sind die oben angeführten allgemeinen Limitierungen zur Marktbegehung bei Lebensmitteln auch bei der Interpretation der Daten zu den NEM und OTC-Supplementen zu beachten. Da im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine über das Internet verkauften Produkte berücksichtigt wurden, wurde nur ein Teil der dem Konsumenten zugänglichen Produktpalette erfasst. Besonders hervorzuheben sind die nicht einheitliche Kennzeichnung der Produkte und bestehende Abgrenzungsschwierigkeiten. Bei den erfassten NEM und OTC-Supplementen war die Spannbreite der VitD Gehalte pro empfohlene Tagesdosis sehr gross. So variierten die auf den Produktpackungen deklarierten Angaben zur täglichen VitD Zufuhr bei den Kombipräparaten (≤ 5 Vitamine oder Mineralstoffe) und Multivitamin/mineralpräparaten (> 5 Vitamine oder Mineralstoffe) zwischen 1.5 und 22 μg pro Tag. Eindeutige, für den Konsumenten verständliche und mit den offiziellen Tageszufuhrempfehlungen für VitD in Einklang stehende Empfehlungen resp. Dosierungsangaben sind wünschenswert. Wie Szenario 4 zeigte (s. Kapitel 3.3.4) und wie in den aktuellen VitD Empfehlungen des BAG berücksichtigt (17), ist der Konsument speziell bei Einnahme von OTC-Supplementen auf eine genaue Überprüfung der angegebenen Dosierung angewiesen, um eine konstant über den Empfehlungen liegende VitD Zufuhr zu vermeiden.

4.1.2 Ernährungserhebung

Die zur Situationsanalyse der VitD Zufuhr herangezogenen Daten des Lebensmittelverzehr von nur 32 erwachsenen Personen können keine national repräsentativen Verzehrdaten ersetzen. Die Daten wurden ursprünglich nicht mit dem Fokus der VitD Zufuhr erhoben; folglich wurde die Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen nicht abgefragt. In Ermangelung einer nationalen Ernährungserhebung konnten die Daten (6 Tage pro Person) aber dafür herangezogen werden, Tendenzen aufzuzeigen und die Auswirkungen verschiedener Massnahmen (Szenarien 1 bis 4) zur Erhöhung der VitD Zufuhr mit der Nahrung zu betrachten. Die Situationsanalyse dient damit als Ergänzung zu einer vom BAG finanzierten Studie zur VitD Versorgung (VitD₃ und VitD₂ Serumkonzentration im Jahresverlauf).

Weiterreichende BFH interne Analysen der mit dem geschlossenen semiquantitativen Ernährungsprotokoll erhobenen Daten haben gezeigt, dass im Wochenverlauf ein realistisches Verzehrsmuster abgebildet wurde, aber die Energiezufuhr generell unterschätzt wurde. Denkbare Faktoren einer Unterschätzung (underreporting) sind Ungenauigkeiten bei der Produktauswahl und/oder Mengenschätzung sowie die bekannte Bias bei mehrtägigen Ernährungsprotokollen (18). Die hinterlegte 940 Produkte umfassende Lebensmittelliste weist zahlreiche generische Lebensmittel aus, d.h. repräsentiert nicht immer genau das spezifisch von jedem einzelnen Studienteilnehmenden verzehrte Lebensmittel. Angereicherte Produkte sind nicht explizit als solche ausgewiesen und wurden somit nicht zwingend gezielt ausgewählt. Andererseits haben Personen, die z.B. ein Müesli ohne VitD Anreicherung verzehrt haben, möglicherweise ein in der Liste hinterlegtes angereichertes Produkt ausgewählt. Bei den Mengenschätzungen wurden vielfach die hinterlegten Portionengrössen gewählt, die je nach Studienteilnehmer/in zu gross oder zu klein sein können. Insgesamt betrachtet, dürften damit die Angaben zur VitD Zufuhr eher zu tief sein. Beide, die mediane absolute, wie die für die Energiezufuhr adjustierte VitD Zufuhr (VitD Dichte), lagen deutlich unter der VitD Zufuhrempfehlung. Hingegen zeigte die oben erwähnte Studie zur VitD Versorgung im Jahresdurchschnitt einen Median von rund 60 nmol/l, also über der adäquaten VitD Grenzwertkonzentration von 50nmol/l (1).

Eine Validierungs-/Kalibrierungsstudie der eingesetzten Smartphone basierten Erhebungsmethode ist vorgesehen.



4.1.3 Verfügbarkeit und Qualität der Vitamin D Angaben

Die Nährwertberechnungen dieser Untersuchung wurden mit der Ernährungssoftware Prodi® (Version 5.6, Sommer 2010) durchgeführt. Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, waren nur bei rund zwei Dritteln der verzehrten Lebensmittel VitD Werte hinterlegt, für die verbleibenden Lebensmittel mussten VitD Werte ergänzt werden. Die Verfügbarkeit und Plausibilität der in Prodi® hinterlegten Werte variierte je nach Herkunft der Nährwertdaten. Für aus dem BLS stammende Lebensmittel waren VitD Werte immer vorhanden. Für alle Schweizer Firmenprodukte (Ausnahme Jemalt® 13+13) war kein VitD Gehalt ausgewiesen. Gleiches galt für die selber erfassten Lebensmittel, bei denen auf die Nährwertinformationen auf der Produktverpackung oder auf Herstellerangaben im Internet zurückgegriffen werden musste. Von den 435 berücksichtigten Lebensmitteln, die aus der Schweizer Nährwertdatenbank stammten, waren für 79 (18%) keine VitD Werte vorhanden (Tabelle 2). Neben der Verfügbarkeit der VitD Konzentrationen in Lebensmitteln ist auch die Datenqualität von Bedeutung. Die Qualität der VitD Angaben, d.h. das Ausmass in dem der vorliegende Wert dem effektiven Gehalt im beschriebenen Lebensmittel entspricht (19), variiert je nach Untersuchungsmethode und Herkunft der Lebensmittel und ist aufgrund geringer Hintergrundinformationen als eher niedrig einzustufen. Im Rahmen der Plausibilitätsprüfung (s. Kapitel 2.2.2) wurden die VitD Gehalte immer nach unten korrigiert. Zudem wurde bei der Ergänzung der fehlenden VitD Angaben festgestellt, dass in einigen Datenquellen keine Differenzierung zwischen „keine Angabe/kein Wert“ und dem (analysierten) Wert „Null“ gemacht wird. Soweit kein VitD Wert hergeleitet werden konnte, wurde für die weiteren Berechnungen der Wert Null angenommen. Einerseits führten die vorgenommenen Korrekturen der VitD Gehalte einzelner Lebensmittel dazu, dass die berechneten VitD Zufuhrmengen für die entsprechenden Lebensmittelgruppen bzw. Austausch-Kategorien tiefer ausgefallen sind (z.B. VitD Zufuhr für 100g Kalbfleisch von 5.00µg auf 0.00µg). Andererseits führten die Ergänzungen von VitD Werten wiederum dazu, dass die berechneten VitD Zufuhrmengen für die entsprechenden Lebensmittelgruppen bzw. Austausch-Kategorien leicht höher ausgefallen sind; 96% der 228 ergänzten VitD Werte lagen zwischen 0.00 und 0.69µg/100g. Unter Vorbehalt der grundsätzlichen Qualität von Mikronährstoffdaten lässt sich die Aufbereitung der Nährwertdaten also als wirkungsneutral bezeichnen.

Zusammenfassend ist aufgrund des eher geringen VitD Gehalts der Mehrheit der Lebensmittel letztendlich die Verzehrshäufigkeit, aber auch die Verzehrsmenge, einzelner Lebensmittel/-gruppen für die Höhe der VitD Zufuhr ausschlaggebend.

4.2 IST-Situation

Die tägliche mediane VitD Zufuhr von 2.2µg lag deutlich unter der neuen EEK-Zufuhrempfehlung von 15µg/Tag (1) sowie unter den aktuellen DACH Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (20). Sie ist aber vergleichbar mit Ergebnissen grösserer Verzehrerhebungen in Deutschland (2.9µg/Tag Männern, 2.2µg/Tag Frauen) (21) und in Österreich (2.6µg/Tag) (22). Die EPIC-Studie (24 hour dietary recall) zeigte für 10 Länder ein geographisches Nord-Süd Gefälle der VitD Zufuhr mit einer täglichen durchschnittlichen VitD Zufuhr von 4.7µg für Männer und 3.4µg für Frauen in Zentraleuropa, wobei die geringste Zufuhr in den Italienischen Studienzentren festgestellt wurde (Männer 2.1µg/Tag; Frauen 1.7µg/Tag) (23). Unter Beachtung der oben genannten Limitierungen liegt die VitD Zufuhr der vorliegenden Verzehrerhebung in einem vergleichbaren Rahmen.

Die wichtigste VitD Lebensmittelquelle in der vorliegenden Studie war Fisch (Abbildung 13), der knapp 30% der gesamten VitD Zufuhr lieferte. Angereicherte Frühstücksgetränke trugen zu 17% zur VitD Zufuhr bei, was grundsätzlich auf das Potential angereicherter Produkte für die VitD Zufuhr hinweist. Daneben waren Milch, Milchprodukte und Fleisch wichtige VitD Lieferanten, wie dies auch in anderen Studien resp. Ländern der Fall ist (21, 23). Fette und Öle trugen nur 5% zur VitD Zufuhr bei, anders als in Deutschland, wo neben Fisch und Fleisch VitD angereicherte Pflanzenfette für Männer wichtige VitD Quellen sind (21). In den USA werden schätzungsweise 65-87% der VitD Zufuhr über angereicherte Lebensmittel aufgenommen (24), wobei Milch,



deren VitD Anreicherung gesetzlich vorgeschrieben ist, 40-64% der gesamten VitD Zufuhr ausmacht (25). In der vorliegenden Studie trugen Milch und Milchprodukte bereits zu 12% zur VitD Zufuhr bei. Wie die Modellberechnungen für ein fiktiv angereichertes Joghurt zeigten, könnten Milchprodukte bei einer systematisch, produktspezifisch geregelten Anreicherung, zu einer gezielten Verbesserung der VitD Zufuhr mit der Nahrung beitragen.

4.3 Modellberechnungen

Die durchgeführten Modellberechnungen hatten zum Ziel abzuschätzen, mit welchen Massnahmen eine realistische und risikofreie Erhöhung der IST-VitD Zufuhr über Lebensmittel erreicht werden kann. In vier Szenarien wurden drei gängigen Public Health Strategien zur Erhöhung der VitD Zufuhr simuliert, das sind ein höherer Konsum von VitD reichen Lebensmitteln, die Anreicherung von Lebensmitteln und/oder die Einnahme von Supplementen (25). Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt immer unter Berücksichtigung der oben genannten Limitierungen.

4.3.1 Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten

Szenario 1 zeigte, dass der gezielte Verzehr von einzelnen Lebensmitteln, die natürlicherweise VitD reich sind, nur zu einem geringen Ausmass zu einer höheren VitD Zufuhr beitragen kann. Selbst wenn anstelle von Fleisch VitD reicher Fisch konsumiert würde, war für die Studienpopulation keine nennenswerte Steigerung der VitD Zufuhr zu erzielen. Erst durch die Kombination mehrerer VitD reicher Lebensmittel erreichte die VitD Zufuhr für 50% der Personen Werte zwischen 5 und 11 μg täglich. Die Limitierungen des Szenarios sind neben den oben erwähnten, generell geringen VitD Gehalten der Lebensmittel, vor allem die Verzehrshäufigkeiten. So werden VitD reichere Lebensmittel wie Fisch oder Lammfleisch nicht täglich konsumiert oder aber auch nur in geringen Mengen, wie beispielsweise Eier oder Speisepilze. Entsprechend ist zu beachten, dass bei einer vegetarischen, aber speziell einer veganen Ernährung die VitD Zufuhr noch geringer ausfallen kann (26).

4.3.2 Vitamin D Anreicherung von Lebensmitteln

Die Modellberechnungen in Szenario 2 zeigten, dass der Konsum der aktuell auf dem Markt verfügbaren mit VitD angereicherten Produkte zu keiner wesentlichen Erhöhung der VitD Zufuhr führt. Auch mit der Kombination mehrerer angereicherter Produkte konnte keine höhere VitD Zufuhr erreicht werden als bei einer Ernährung mit natürlicherweise VitD reichen Lebensmitteln (s. Szenario 1). Neben der beschränkten Anzahl der verfügbaren VitD angereicherten Produkte, fallen dabei deren eher seltene Verzehrshäufigkeit und die von den Herstellern nicht immer ausgeschöpfte Anreicherungs menge ins Gewicht. Durch die aktuell unterschiedliche Anreicherungspraxis ergaben sich zwischen den Modellberechnungen für die minimale und die maximale VitD Anreicherung Unterschiede in der medianen VitD Zufuhr von 0.73 μg pro Tag. So erwiesen sich eine systematische, freiwillige Umsetzung der gesetzlich erlaubten maximalen Anreicherung (Selbstkontrolle der Hersteller) und/oder eine gesetzlich verpflichtende Anreicherung häufig konsumierter Lebensmittel bei gleichzeitiger Erhöhung der Anreicherungs menge von 5 auf 15 μg pro Tagesration als vielversprechende Szenarien (Modellberechnungen Szenario 3). Die Anreicherung eines (derzeit so nicht auf dem Markt erhältlichen) Joghurtherzeugnisses alleine konnte bereits einen wesentlichen Beitrag zur VitD Zufuhr leisten. Ein noch deutlicherer Anstieg der VitD Zufuhr konnte bei Verzehr mehrerer derart angereicherter Produkte erzielt werden. Für die Erreichung der empfohlenen Tageszufuhr von 15 μg VitD auf Bevölkerungsebene sind jedoch weitere Betrachtungen auf Grundlage von national repräsentativen Verzehrdaten resp. -gewohnheiten nach Alter, Geschlecht, sozialem Status und unter Beachtung der Prävalenz von Nahrungsmittelintoleranzen und -allergien notwendig. Neben der Art des oder der anzureichernden Lebensmittel (technologische Machbarkeit, Kosten) gilt es die Höhe der Anreicherung sowie die Art der Vorgabe (gesetzlich verpflichtende Anreicherung oder

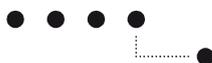


freiwillig) festzulegen. Je nachdem könnte eine Anreicherung von nur einem oder mehreren gezielt definierten Produkten, wie Butter und Margarine, Milch, Joghurt oder Käse, Brot oder Fruchtsaft zur gewünschten Erhöhung der VitD Zufuhr über die Nahrung beitragen, wie dies in anderen Ländern bereits der Fall ist (27, 28). Die Stabilität und Wirksamkeit der Anreicherung von Orangensaft und Brot konnten bereits in Studien nachgewiesen werden (29, 30), so dass eine zukünftige Anreicherung dieser Produkte/-gruppen, unter Berücksichtigung der geltenden nationalen Verordnungen, zu überlegen wäre. In einigen Ländern ist die Anreicherung von ausgesuchten Lebensmitteln mit VitD gesetzlich vorgeschrieben; so wird in Kanada $1\mu\text{g}$ VitD pro 100ml Milch zugesetzt (31). Die Anreicherung von Lebensmittel kann grundsätzlich zu Verbesserung der VitD Versorgung der Bevölkerung beitragen (27, 28). Allerdings können Anreicherungsprogramme auch nur selektiv wirken, wie sich in Finnland zeigte. Dort werden junge Frauen durch die VitD Anreicherung von Milch und Margarine nicht erreicht, da sie diese Produkte, im Gegensatz zu Männern im gleichen Alter, nur sehr selten konsumieren (27). Auch in den vorliegenden Modellrechnungen konnte sogar bei einer Anreicherung von Milch mit $3\mu\text{g}$ VitD/100ml (ohne ausser Haus Konsum) die VitD Zufuhr nur um $0.02\mu\text{g}$ erhöht werden, dies aufgrund geringer Verzehrsmengen resp. einem hohen Anteil von Nicht-Konsumenten. Das Beispiel der Milch und des Joghurterzeugnisses zeigt, dass in der Schweiz mit der Anreicherung verschiedener Produkte innerhalb einer Lebensmittelkategorie wesentlich mehr Personen zu erreichen sind.

4.3.3 Vitamin D Supplementierung

Die Gabe von Supplementen ist eine wirkungsvolle Massnahme, um Vitamine schnell in einer gut verwertbaren Form und einer festgelegten Dosis verfügbar zu machen und so die empfohlene Zufuhrmengen zu erreichen (14). Jede Supplementierung erfolgt ergänzend zum täglichen Lebensmittelverzehr. Daher müssen vor der Gabe resp. Einnahme derartiger Präparate immer erst die Ernährungsgewohnheiten (auf individueller oder Bevölkerungsebene) und die auf dem Markt verfügbaren VitD haltigen Lebensmitteln in Betracht gezogen werden, um eine Zufuhr über den Empfehlungen, aber vor allem über der tolerierbaren sicheren Zufuhrmenge (UL) zu vermeiden.

Die in Szenario 4 durchgeführten Modellberechnungen (s. Kapitel 3.3.4) zeigten, dass durch die Ergänzung der üblichen Ernährung (IST-Situation) durch die tägliche Einnahme einer einzigen Multivitamin-tablette mit $5\mu\text{g}$ VitD (NEM) die Zufuhrempfehlung von keinem Studienteilnehmenden erreicht werden konnte. Auch beim Verzehr von mehreren natürlicherweise VitD reichen Lebensmitteln (Szenario 1) oder angereicherten Lebensmitteln (Szenario 2) erreichten nur vereinzelt Studienteilnehmende mit dieser Form der Supplementierung die Zufuhrempfehlung. Erst bei Einnahme von OTC-Präparaten mit einer im Vergleich zum NEM bis zu dreifach höheren VitD Tagesdosis, d.h. 12.5 resp. $15\mu\text{g}$, lag die tägliche VitD Zufuhr bei mindestens 50% der Personen im Bereich der Zufuhrempfehlung von $15\mu\text{g}$. Wie zu erwarten lag die VitD Zufuhr je nach Szenario (1 bis 3) für 75% bis 100% der Studienteilnehmenden über der VitD Zufuhrempfehlung. In Einzelfällen wurde eine VitD Zufuhr von bis zu $43\mu\text{g}/\text{Tag}$ (Szenario 3B, Annahme einer erhöhten VitD Anreicherung von Lebensmitteln auf $15\mu\text{g}$ pro Tagesration) erreicht, blieb aber deutlich unter dem UL von $100\mu\text{g}/\text{Tag}$. Die zusätzliche tägliche Einnahme einer mengenmässig kontrollierten Dosierung eines OTC-Supplementes erwies sich, zumindest für das vorliegende Kollektiv, als risikolos. Es gilt aber zu beachten, dass bei den vorliegenden Verzehrdaten eines sehr kleinen Kollektivs von Erwachsenen tendenziell von einer Unterschätzung der VitD Zufuhr ausgegangen wird, nicht zuletzt, da keine Angaben über die Einnahme von NEM oder OTC-Supplementen vorlagen, die eine abschliessende sichere Einschätzung der Situation zulassen. Erwachsenen Personen mit anderen Verzehrsgewohnheiten, z.B. einem höheren Konsum von Milchprodukten, angereicherten Fetten etc., könnten jedoch bei gleichzeitiger, mehrfacher Dosierung der rezeptfrei erhältlichen OTC-Supplemente pro Tag den UL von $100\mu\text{g}/\text{Tag}$ für VitD erreichen. Gemäss Daten der „CoLaus-Studie“ gaben 26% der befragten Lausanner Bevölkerung an, regelmässig NEM oder OTC-Supplemente einzunehmen. Zwar sind dies weniger als beispielsweise in den USA, in Deutschland oder Frankreich (32), aber je nach täglicher Dosierung, können die Supplemente einen beachtlichen Beitrag zur Gesamtvitaminzufuhr leisten. Zudem sollte beachtet werden,



dass besonders Frauen mit einem hohen Bildungsstand und einem ausgeprägten Gesundheitsbewusstsein zu Supplementen greifen (21, 32). Eine nationale Verzehrerhebung sollte daher idealerweise auch den Konsum von NEM und OTC-Supplementen abfragen, um auf einer umfassenden Datengrundlage sichere Strategien zur Nährstoffversorgung auf Bevölkerungsebene abzuleiten.

5 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung lässt keine abschliessende Beurteilung der VitD Zufuhr mit der Ernährung von Schweizer Erwachsenen zu. Eine weitere vom BAG finanzierte Studie zur VitD Versorgung (Abbild der exogenen Zufuhr und endogenen Synthese) zeigte aber, dass im Jahresdurchschnitt 38% der Männer und Frauen im Alter von mindestens 15 Jahren eine VitD Serumkonzentration unter dem kritischen Grenzwert von 50 nmol/l aufweisen. Es wurden jedoch saisonale Schwankungen beobachtet, die darauf hinweisen, dass vor allem in den sonnenarmen Wintermonaten ohne relevante endogene VitD Synthese, der ausreichenden VitD Zufuhr mit der Ernährung besondere Beachtung zu schenken ist. Verschiedene Ansätze sind denkbar.

In einem ersten Schritt, sollte die Bevölkerung über die natürlicherweise reichen VitD Lebensmittelquellen aufgeklärt werden. So könnte der *regelmässige* Konsum (mind. eine Portion pro Woche) von Fisch, von Eierspeisen und von Champignons längerfristig einen, wenn auch kleinen, Beitrag zur VitD Versorgung leisten.

Die vorliegenden Modellberechnungen zeigten, dass die Einnahme von auf dem Schweizer Markt kostengünstig rezeptfrei erhältlichen OTC-Supplementen eine im Vergleich dazu einfache additive Methode der Zufuhrerhöhung ist. Sie sollte aber nur nach einer entsprechenden Fachberatung erfolgen, um eine individuell sinnvolle, d.h. bedarfsgerechte Dosierung sicherzustellen resp. einzuhalten. Die im LEH erhältlichen Multivitamin-tabletten weisen bei einer Dosierung von einer Tablette täglich einen deutlich geringeren VitD Gehalt auf und leisten einen im Allgemeinen unbedenklichen Beitrag zur VitD Zufuhr; die empfohlene tägliche VitD Zufuhr wird höchstens von Einzelpersonen erreicht.

Für eine auf Dauer sichere breitenwirksame Erhöhung der VitD Zufuhr in der Bevölkerung bietet sich hingegen das Konzept der Anreicherung von Lebensmitteln an. Diese Massnahme würde allerdings gleichzeitig Beschränkungen zur VitD Anreicherung resp. rezeptfreien Vermarktung von NEM und/oder OTC-Supplementen voraussetzen. Die Modellberechnungen zeigten, wie wichtig die Wahl einer geeigneten Anreicherungsstrategie ist, die sich idealerweise auf repräsentative Verzehrdaten der Schweizer Bevölkerung stützt. Eine Kombination verschiedener Produktkategorien (Grundnahrungsmittel) mit einer gegenüber den heutigen Bestimmungen höheren Anreicherungsmenge (z.B. 15µg VitD pro Tagesration) scheint aussichtsreich, um dem breiten Spektrum der Konsumenten resp. ihren Verzehrsgewohnheiten zu entsprechen. Die gezielte Auswahl einer beschränkten Anzahl von anzureichernden Produkten sollte primär nach ihrer Verzehrshäufigkeit und im zweiten Schritt nach der mittleren Verzehrsmenge erfolgen. Mit dem Ziel, die Gesundheit der Konsumenten zu schützen, sollte eine derart systematische, d.h. auch kontrollierbare Umsetzung einer Anreicherungsstrategie idealerweise nach gesetzlicher Vorschrift, verpflichtend erfolgen. So könnte sichergestellt werden, dass bereits gesundheitsbewusste Personen angereicherte Produkte in Massen verzehren und die zielgerichtet angereicherten Produkte preislich für alle Konsumenten erschwinglich sind.



6 Literaturverzeichnis

1. Federal Commission for Nutrition. Vitamin D deficiency: Evidence, safety, and recommendations for the Swiss population. Expert report of the FCN. Bern: Federal Office for Public Health 2012.
2. Nielsen A. Konsumverhalten im Detailhandel Schweiz. 2004; Available from: http://ch.de.acnielsen.com/reports/documents/FS_MCRetailer_D.pdf.
3. Infanger E. Schweizer Nährwerttabelle für Konsumentinnen und Konsumenten. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE, Bundesamt für Gesundheit BAG, Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich, editors. Bern, Zürich 2004.
4. Scherz H, Senser F. Souci-Fachmann-Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen. Stuttgart: Medpharm; 2000.
5. Wälti M, Jacob S. Angereicherte Lebensmittel in der Schweiz. In: Eicholzer M et al, editor. Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht. Bern: Bundesamt für Gesundheit; 2005. p. 767-77.
6. Beer-Borst S, Constanza M, Morabia A. Die Bedeutung von "Functional Food" in der Ernährung der erwachsenen Genfer Bevölkerung- eine Bestandsaufnahme. In: Eichholzer M et al, editor. Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht. Bern: Bundesamt für Gesundheit; 2005. p. 751-66.
7. Verordnung des EDI über Speziallebensmittel, 817.022.104 (23 November 2005 (Stand am 1. November 2010)).
8. Verordnung über die Arzneimittel (Arzneimittelverordnung, VAM), 812.212.21 (17 Oktober 2001 (Stand am 1. Oktober 2010)).
9. Suter B, Pommerenke J, Beer-Borst S. smartERB- eine innovative Smartphone-Applikation für den Einsatz in der Ernährungsberatung. SVDE ADD Info. 2011;6:4-13.
10. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Bundesamt für Gesundheit. Schweizer Nährwertdatenbank Online Version. 2012; Available from: <http://nwdb.ethz.ch:8080/nwdb/request?xml=MessageData&xml=MetaData&xsl=SearchField&lan=de&disclaimerRead=true>.
11. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE. Schweizer Lebensmittelpyramide: Empfehlungen zum ausgewogenen und genussvollen Essen und Trinken für Erwachsene. Bern, 2011.
12. Verordnung des EDI über den Zusatz essenzieller oder physiologisch nützlicher Stoffe zu Lebensmitteln, 817.022.32 (23. November 2005 (Stand 1 November 2010)).
13. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr korrigierter Nachdruck 2012. Neuer Umschau Buch Verlag; 2012; Available from: <http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=10>.
14. World Health Organization (WHO), Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva, Switzerland. 2006.
15. Kersting M, Hansen C, Schoch G. Survey of the present-day supply of fortified food products in Germany. Z Ernährungswiss. 1995;34(4):253-60.
16. The European Food Information Council Food Today. Eine strahlende Zukunft für Vitamin D. 2011; Available from: <http://www.eufic.org/article/de/ernaehrung/vitamine-mineralien-phytonutriente/artid/Eine-strahlende-Zukunft-Vitamin-D/>.
17. Bundesamt für Gesundheit (BAG). Vitamin D-Empfehlungen des Bundesamtes für Gesundheit BAG. Bern, 2012.
18. Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology. In: Coulston AM, Boushey CJ, editors. Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. London: Elsevier Academic Press; 2008. p. 3-39.
19. Colombani PC, Bell S, Presser K, Neeracher I, Wirth B. The Swiss Food Composition Database.



Zürich2008; Available from: http://www.foodcase.ethz.ch/docs/Swiss_NWDB_History_Outlook.pdf.

20.Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr Vitamin D; 1. Auflage 4. korrigierter Nachdruck. 2012; Available from: <http://www.dge.de/pdf/ws/Referenzwerte-2012-Vitamin-D.pdf>.

21.Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hrsg.). Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht Teil 2. Karlsruhe: BMLEV; 2008.

22.Freisling H, Elmadfa I, Schmid IT. Nährstoffangereicherte Lebensmittel haben einen hohen Anteil an der Vitaminversorgung bei österreichischen Erwachsenen. Ernährungs Umschau. 2008(3):158-64.

23.Jenab M, Salvini S, van Gils CH, Brustad M, Shakya-Shrestha S, Buijsse B, et al. Dietary intakes of retinol, beta-carotene, vitamin D and vitamin E in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. Eur J Clin Nutr. 2009 Nov;63 Suppl 4:S150-78.

24.Fulgoni VL, 3rd, Keast DR, Bailey RL, Dwyer J. Foods, fortificants, and supplements: Where do Americans get their nutrients? J Nutr. 2011 Oct;141(10):1847-54.

25.Cashman KD. The role of vitamins and dietary-based metabolites of vitamin D in prevention of vitamin D deficiency. Food Nutr Res. 2012;56(10):2.

26.Leitzmann C, Keller M. Vegetarische Ernährung Stuttgart: Ulmer; 2010.

27.Black LJ, Seamans KM, Cashman KD, Kiely M. An updated systematic review and meta-analysis of the efficacy of vitamin D food fortification. J Nutr. 2012 Jun;142(6):1102-8.

28.Kiely M, Black LJ. Dietary strategies to maintain adequacy of circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations. Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation Supplementum. 2012 2012-Apr;243:14-23.

29.Natri A, Salo P, Vikstedt T, Palssa A, Huttunen M, Kärkkäinen M, et al. Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-Hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a cholecalciferol supplement. J Nutr. 2006 January 2006;136(1):123-7.

30.Tangpricha V, Koutkia P, Rieke SM, Chen TC, Perez AA, Holick MF. Fortification of orange juice with vitamin D: a novel approach for enhancing vitamin D nutritional health. The American Journal of Clinical Nutrition. 2003 June 1, 2003;77(6):1478-83.

31.Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. The American Journal of Clinical Nutrition. 2004 December 1, 2004;80(6):1710S-6S.

32.Marques-Vidal P, Pecoud A, Hayoz D, Paccaud F, Mooser V, Waeber G, et al. Prevalence and characteristics of vitamin or dietary supplement users in Lausanne, Switzerland: the CoLaus study. Eur J Clin Nutr. 2009;63(2):273-81.



7 Dank

Wir danken Frau Andrea Renggli und Herrn Urs Stalder vom Bundesamt für Gesundheit für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit. Frau Silvia Zumstein, Studierende in Ernährung und Diätetik an der BFH danken wir für ihre im Rahmen eines Praktikums in unserer Abteilung geleistete Arbeit (Marktbegehung). Ebenfalls geht unser Dank an die Grossverteiler, Drogeriemärkte und Apotheken, die uns die Marktbegehung erlaubten.



Anhang

A1 IST-Situation:

Durchschnittliche Vitamin D Zufuhr nach Lebensmittelgruppen

A2 Szenario 1:

Ausschliesslicher Verzehr von Lebensmitteln mit natürlicherweise hohen Vitamin D Gehalten

- Austauschvarianten und Austauschhäufigkeiten
- Ergebnisse

A3 Szenario 2:

Verzehr von mit Vitamin D angereicherten Lebensmitteln

- Austauschvarianten
- Ergebnisse

A4 Szenario 3:

Verzehr von mit Vitamin D angereicherten Lebensmitteln unter Ausreizung der zulässigen gesetzlichen Anreicherungshöhe

- Austauschvarianten
- Ergebnisse

A5 Szenario 4:

Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) oder OTC-Supplementen in Ergänzung zur IST-Situation und den Szenarien 1 bis 3

- Austauschvarianten
- Ergebnisse