



LEHRBRIEF – Kurzfassung

Phosphat Stoffwechsel

Funktionen und Bedarf von Phosphat

Potentielle Risiken bei Nahrungszusatzstoffen
Was ist zu beachten?



W Seebauer

NESAcademy
ISBA UNIVERSITY

of Cooperative Education

Lebensmittelkombinationen und Bedingungen
zur Vermeidung von Phosphatüberdosierungen

Gast-Prof. Dr. Werner Seebauer in Zusammenarbeit mit **NUTRiPUR**

Phosphat Stoffwechsel und Risiken

Vorwort

Phosphat hat viele sehr wichtige Funktionen im Organismus und es ist in fast allen Nahrungs-mitteln enthalten. In bestimmten Fällen kann eine zu hohe Zufuhr von Nachteil sein. Insbesondere trifft dies zu, wenn die anorga-nischen Phosphatverbindungen aus Nahrungs-zusatzstoffen zu hoch dosiert zugeführt werden. Wann und in welchen Fällen ist dies zu viel, und wie kann man dies kompensieren bzw. vermeiden? Dies wird in diesem Lehrbrief beschrieben.

Phosphorsäure und andere Phosphatverbindungen werden häufig zur Haltbarmachung oder als Säuerungsmittel in Lebensmitteln und Getränken eingesetzt. Während moderate Mengen als sicher gelten, gibt es einige wissenschaftliche Bedenken und Hinweise auf Risikosteigerungen für Zivilisationserkrankungen durch zu hohe Dosen solcher Phosphat-verbindungen.

Die Korrelationen zwischen hohem Phosphat und diverse Risiken für die Knochen- und Zahngesundheit, für Nierenfunktionsstörungen, für das metabolische Syndrom und Herz-Kreislauf-erkrankungen (Arteriosklerose, hoher Blutdruck, etc.) resultieren aus statistischen Daten. Doch dabei kann man nicht zwingend Ursachen-Wirkungsbeziehungen herstellen, da solche „Zivilisationserkrankungen“ durch mehrere Faktoren bedingt sind und der Anteil einer zu hohen Phosphatzufuhr bislang nicht ausreichend erforscht wurde (die Studien dazu sind sehr komplex und schwierig durch-zuführen). Es ist dabei zu differenzieren, welche Form von Phosphat zugeführt wird, und weil Phosphat allgegenwärtig ist, erschwert die Beurteilung zusätzlich. Zudem gibt es durch verschiedene Lebensmittel und somit je nach Nahrungszusammenstellung für die Phosphat-resorption fördernde oder hemmende Faktoren.



Da die Zusammenhänge zu potentiellen Risiken bei höheren Dosen schwer zu beurteilen sind, und weil die Erkrankungsrisiken stärker sowie deutlicher durch andere Faktoren bedingt sind, hat man in Studien keine Dosis feststellen können, ab der die Erkrankungen signifikant steigen (*siehe unten Kommentar und Fazit*). Die zur Risikoreduktion empfohlene obere Grenze der täglichen Phosphat-

Funktionen von Phosphat im Organismus

Phosphat spielt eine wesentliche Rolle im menschlichen Körper und hat viele wichtige Funktionen, die für den normalen Stoffwechsel und die Zellfunktionen erforderlich sind.

- Es ist essentiell für die **Energieproduktion und Energiespeicherung** - z.B. Adenosintriphosphat (ATP), welches die wichtigste Energiequelle für zelluläre Prozesse darstellt.
- Es ist ebenso ein wichtiger Bestandteil der Nukleinsäuren (**DNA und RNA**), die für die

Phosphat und Calcium – enges Zusammenspiel

Phosphat interagiert funktionell und chemisch mit Calcium. Dabei sollte ein Gleichgewicht bestehen, bei dem mehr Calcium als Phosphat vorliegt (*siehe unten*). Beide Stoffe reagieren in biologischen Flüssigkeiten leicht zu Calciumphosphat-Proteinstrukturen. Wenn bei dem Calciumphosphatprodukt zu hohe Phosphatwerte bestehen, zeigen sich deutlich Herz-Kreislaufisrisiken mit auch einer höheren Mortalität. Bei den höheren Phosphatdosen entstehen mehr Calciumphosphatkristalle, die auch in den Nieren Probleme verursachen. Es können mehr Nierensteine und allgemein mehr Entzündungen beobachtet werden. Ähnliches gilt bei Calciumpyrophosphat-Ablagerungen in den Gelenken und Arthropathien.

Entzündungen erhöhen schließlich den oxidativen Stress mit all seinen Risikosteigerungen wie z.B. für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und anderen schwerwiegenden Erkrankungen (*ein Lehrbrief dazu folgt*).

All dieses zeigt, wie viele Faktoren zusammenwirken, um Erkrankungsrisiken zu vermeiden oder aber bei komplexen Störungen entstehen zu lassen. Daher ist es nicht ausreichend einen Faktor zu betrachten, um Risikofaktoren zu beurteilen. So ist die Bewertung, ob z.B. ein Mineralstoff in etwas höherer Dosis bereits ein Erkrankungsrisiko bedeutet, schwierig. In der Regel gibt es bei

Dosis (3000mg/Tag) kann durch den Konsum von vielen Fertigprodukten mit höheren Zusatzstoffgehalten leicht überschritten werden. Dies ist insbesondere ein relevanter Nachteil für Menschen, die Risikofaktoren für z.B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufweisen, welche mit zunehmendem Alter oft vorkommen.

genetische Information und Zellteilung notwendig sind.

- Es ist wichtig für **Signalübertragungen in Zellen** (über Aktivierung und Inaktivierung von Proteinen) und es ist ein wichtiger Bestandteil von Zellmembranen
- Phosphat ist am Puffersystem im Blut beteiligt und hilft, den pH-Wert für den **Säure-Baselhaushalt** stabil zu halten. Das ist für Enzymreaktionen und viele weitere biologische Funktionen wichtig.
- Phosphat steht in enger Beziehung zum Calcium z.B. im Kontext der **Knochen- und Zahn-Gesundheit**.

Die unkontrollierte Kristallisation und Aus-fällung von Calcium und Phosphat wird physio-logisch durch die Bildung von Calciumproteinpartikeln gepuffert, wobei der pH-Wert und auch das Magnesium eine Rolle spielen. Um die vermehrte Gewebeverkalkung durch die Calcium-Phosphat-Verbindungen zu reduzieren, muss die Energieproduktion funktionieren (die ATP-Produktion in den Mitochondrien).

Eine weitere Ebene, in der Calcium und Phosphat miteinander interagieren, ist die hormonelle Ebene. Hier reguliert ein Netzwerk von Hormonen nicht nur die Homöostase jedes einzelnen Minerals, sondern auch das Gleichgewicht zwischen ihnen. Einige dieser Faktoren regulieren spezifisch nur Calcium oder Phosphat, während Schlüsselhormone beide Mineralstoffe beeinflussen.

Sowohl die Calcium- als auch die Phosphathomöostase werden durch eine Vielzahl verschiedener Faktoren gesteuert und in Rückkopplungsschleifen gegenseitig reguliert.

moderaten Erhöhungen zahlreichen Regulationsfaktoren, die helfen die Balance (Homöostase) herzustellen bzw. zu erhalten. Entscheidend ist dabei das Funktionieren dieser Regulationsmechanismen (gut funktionierende Hormonsysteme, Energie- und Enzymsysteme, gesunde Organsysteme, etc.).



Beispiel Knochengesundheit

Langfristig zu hohe Phosphatdosen können erhebliche negative Auswirkungen auf die Knochengesundheit haben. Ein zu hoher Phosphatanteil im Calcium-Phosphat-Verhältnis hat dann negative Auswirkungen auf die Knochendichte und den Mineralstoffhaushalt.

Wenn Phosphat jedoch zusammen mit ausreichend Calcium zugeführt wird, können die negativen Effekte aufgehoben werden. Daher ist das **Calcium-Phosphatverhältnis wichtig**. (*siehe auch Faktoren zur Reduktion der Phosphatre-sorption*)

Zur Förderung der Knochengesundheit liegt das **ideale Verhältnis von Calcium zu Phosphat in der Ernährung** häufig bei **etwa 1:1 bis 2:1**. Dabei ist auch das Vitamin D wichtig (*siehe Lehrbrief Vitamin D*). Knochen haben ein Calcium-Phosphat Verhältnis von 1,7:1. Milch liegt bei 1,3:1 (*Bonjour 2011*). **Hartkäse** enthalten zwischen 800-1200mg Calcium pro 100g und zwischen circa 340 bis 550 mg Phosphat pro 100g (Schafskäse am geringsten) (*Pharmazeutische Zeitschrift*). **Vorsicht: Schmelz-käse hat deutlich höhere Phosphat-gehalte (z.B. 944mg/100g)**

Ein **gutes Calcium-Phosphat-Verhältnis** (mit guten Calciumwerten und niedrigerem Phosphatgehalt)

Phosphatmangel

Ein Phosphatmangel durch eine unzureichende Ernährung ist ungewöhnlich, da Phosphat in vielen Lebensmitteln enthalten ist und der Körper gut in der Lage ist, den Bedarf zu decken. Ein Mangel tritt meist nur unter speziellen Umständen wie gesundheitlichen Problemen (z.B. chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, Nierenerkrankungen), extrem einseitiger ungesunder Ernährung, Alkoholismus oder mancher Medikamenteneinnahme auf (z.B. manche Magensäureblocker oder manche Diuretika).

Hohes Phosphat und Risiken (epidemiologische Daten) / Bioverfügbarkeit des Phosphats

Wie im Vorwort erwähnt, ist Phosphat aus natürlichen Lebensmitteln bei gesunden Menschen in den Dosen, die über eine ausgewogene Nahrungszusammenstellung erreicht werden können, unbedenklich und auch bei moderaten Mengen

haben **Milchprodukte** (ohne extra zugesetzte höhere Phosphatzusätze) und **auch grünes Blattgemüse**, wie z.B. Grünkohl, Kresse, Petersilie, Schnittlauch, Spinat.

Bei Vollkornprodukten liegt auch ein gutes Ca/P-Verhältnis vor, da sie mit Ihren Phytaten die Phosphatresorption hemmen und Überdosierungen vermeiden. Es ist dennoch empfohlen, den Phytatgehalt in Vollkorn etwas zu reduzieren (z.B. über die Zubereitungsart mit Sauerteiggärung), da die Phytate auch die Resorptionsquote anderer Spurenelemente und Mineralstoffe wie Calcium oder Eisen reduzieren (*siehe auch Lehrbrief Eisen*).

Nüsse und Samen liefern sowohl gut Calcium als auch Phosphat. Nüsse und Samen sind wert-volle Lebensmittel, sollten jedoch nicht den Hauptanteil unserer Nahrung ausmachen. Bei der Lebensmittelzusammenstellung in einem ausgewogenen Verhältnis in der Gesamtkomposition nehmen diese Lebensmittelgruppen aus verschiedenen Gründen einen geringeren Anteil als z.B. die Vollkornprodukte ein (siehe Thema Ernährungskreis und Ernährungspyramide).

Auch Fisch (wie Hering, oder Lachs, etc.) liefert gut Calcium und hat ein günstiges Verhältnis von Calcium zu Phosphat.

über Phosphatformen aus Nahrungszusatzstoffen kann man bei gesunden Menschen von einer Unbedenklichkeit ausgehen. Bei den anorganischen Phosphatformen aus Nahrungszusatzstoffen sollte man allerdings einiges beachten.

Obwohl keine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen hohen Phosphatdosen und Erkrankungen definiert werden kann, sollte man bereits bei Risiken für Erkrankungen im Bereich der Nieren, der Knochen, des Diabetes bzw. seiner Vorstufe (Metabolisches Syndrom) und der Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf die Phosphate achten und längerfristig keine zu hohe Zufuhr haben. Die Grenze der Tagesmenge von 3000 mg ist wiederum für die meisten Menschen ein zu abstrakter Wert, weshalb ich empfehle auf die Lebensmittelzusammenstellung zu achten und sich entsprechend der Ernährungspyramide sowie dem Ernährungskreis zu ernähren (wie bereits öfters dargestellt - *siehe entsprechende Lehrbriefe*). Darin kommen dann ohnehin weniger Nahrungsmittel vor, die stark verarbeitet sind und viele Zusatzstoffe enthalten, auf die man auch ohne Erkrankungsrisiken reduzieren oder meiden sollte.



Wie bereits im Vorwort erwähnt, ist Phosphat aus natürlichen Lebensmitteln für gesunde Menschen unbedenklich, solange es in den Mengen aufgenommen wird, die durch eine ausgewogene Ernährung erzielt werden können. Auch bei moderaten Mengen von Phosphat aus Nahrungszusatzstoffen kann man in der Regel von einer Unbedenklichkeit ausgehen. Bei anorganischen Phosphatformen aus Nahrungszusatzstoffen sollte jedoch allerdings einiges beachten.

Obwohl keine klare Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen hohen Phosphatdosen und bestimmten Erkrankungen festgestellt werden kann, ist es ratsam, bei bestehenden Risiken für Nierenerkrankungen, Knochenprobleme, Diabetes oder das

metabolische Syndrom sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf eine zu hohe Phosphataufnahme zu verzichten. Insbesondere eine langfristig erhöhte Zufuhr sollte vermieden werden. Die empfohlene Tageshöchstgrenze von 3000 mg ist für viele Menschen schwer greifbar (zu abstrakt), weshalb ich empfehle, auf eine ausgewogene Lebensmittelsammensetzung zu achten und sich an den Prinzipien der Ernährungspyramide oder des Ernährungskreises zu orientieren ([wie bereits in früheren Lehrbriefen erläutert](#)). Auf diese Weise werden in der Ernährung automatisch weniger stark verarbeitete Lebensmittel enthalten sein, die häufig viele verschiedene Zusatzstoffe aufweisen – diese sollte man idealerweise auch ohne spezifische Gesundheitsrisiken reduzieren oder meiden.

Bioverfügbarkeit / Resorptionsquote

Die Phosphat-Bioverfügbarkeit über **natürliche Lebensmittel*** und über die hochverarbeiteten Nahrungsmittel mit entsprechenden Phosphatzusatzstoffen ist unterschiedlich und verschiedene „Störfaktoren“ können bei der Resorption mitwirken. Bei den anorganischen Phosphatformen in Form von **Zusatzstoffen** besteht teils eine deutlich höhere Resorptionsquote (Fertigprodukte mit den E-Nummern E 338 – 341, E 450 enthalten viel anorganisches Phosphat).

* natürliche Lebensmittel enthalten überwiegend organisches Phosphat, welches zudem in veganen Lebensmitteln häufig an Phytaten gebunden ist und allein deshalb weniger resorbiert wird; in tierischen Lebensmitteln ist es an Proteine gebunden und wird ebenfalls geringer resorbiert.

Lebensmittelzusatzstoffe enthalten verschiedene Phosphat-Salze (z. B. Phosphorsäure, Natrium-, Kalium- oder Magnesiumsalze sowie modifizierte

Stärken). Relevante Mengen dieser Zusatzstoffe sind vor allem in hochverarbeiteten Lebensmittel enthalten, aber auch ultrahocherhitzte Milch, Brot und Brötchen sowie Fleischprodukte können diese Zusatzstoffe enthalten. In der Europäischen Union sind zwischen 500 mg bis 20g solcher Zusatzstoffe pro kg Nahrungsmitteln erlaubt ([Wagner 2024](#)).

Der Resorptionsgrad des Phosphats aus solchen Zusatzstoffen ist nicht nur höher als beim Nahrungsmittelphosphat, hinzukommt, dass die **gesetzliche Regulierung von Höchstmengen der Zusatzstoffe zu Nahrungsmitteln nicht die Mehrfachanwendung verhindert** und so zum Problem werden kann. Dies gibt keinerlei Sicherheit, die Belastungen bei gefährdeten Personen zu reduzieren. Das wird insbesondere bei Personen, die viele stark verarbeitete Nahrungsprodukte verzehren oder viele Softdrinks mit solchen Zusatzstoffen trinken, zum Problem – zudem, weil gerade diese Gruppen öfters insgesamt mehr Risikofaktoren für die typischen Zivilisationserkrankungen aufweisen.

Da die Ernährung der Menschen hierzulande so viele Lebensmittel und Nahrungsprodukte zur Auswahl hat, ist es schwierig den Phosphatanteil exakt zu beurteilen. Manche Schätzungen gehen davon aus, dass bei **Menschen, die viele stärker verarbeitete Fertigprodukte konsumieren, der Phosphatanteil** durch die entsprechenden Zusatzstoffe **um bis zu 70% erhöht** wird ([Marks 2013; Cupisti 2011; Benini 2011](#)), vor allem, wenn die Phosphatformen enthalten sind, die leicht über 90% resorbiert werden ([Kalantar-Zadeh 2010](#)).

Hierbei ist es etwas kompliziert, denn auch die meist organischen Phosphatverbindungen aus der Nahrung (Phosphoproteine, Phospholipide) werden durch Enzyme in der Dünndarmwand verändert und als **anorganisches Phosphat (Polyphosphate, Orthophosphate, etc.)** resorbiert. Während Polyphosphate nur zu circa 10% resorbiert werden, sollen Orthophosphate fast vollständig resorbiert werden können.

Bei der Resorption sowie dem Phosphathaushalt spielen verschiedene Faktoren eine Rolle: die **Art der Phosphatverbindung, die Interaktion mit anderen**

Faktoren (Mineralstoffe, Spurenelemente, Pflanzenstoffe), und verschiedene **Hormone** sowie das **Vitamin D**. Die Aufnahme und Ausscheidung wird



u.a. über die Hormonhomöostase gesteuert. Der aus der Nahrung resorbierte Phosphat-Anteil kann darüber in gewissen Grenzen angepasst werden – z.B. zeigt sich eine geringere Resorptionsquote und

Verwertung je höher die Phosphatzufuhr über die Nahrung ist. Und sogar das **Lebensalter** bzw. die **Wachstumsphasen** ändern den Resorptionsanteil (in Phasen von mehr Bedarf wird mehr resorbiert).

Zusammenfassung zur Bioverfügbarkeit der Phosphatdosis (zu mehr Informationen siehe Kasten)

Die Phosphatzufuhr hängt von Qualität und Quantität der Nahrungszufuhr ab, weil folgende Faktoren stark variieren können:

- Die Art und Menge der **Phosphatverbindungen**
- Das **Verhältnis resorptionshemmender zu resorptionsfördernden Faktoren** der Nahrung (insbesondere interagiert Phosphat mit **Calcium**, aber auch mit Kohlenhydraten, [Insulinstoffwechselfaktoren], **Proteinen** und **Vitaminen**).
- Zusätzlich spielen **Hormone**, die **Darmschleimhautverhältnisse**, der **Alkoholkonsum**, die **Nieren-Funktion** Schlüsselrollen

Die genannten Faktoren sind variabel und machen dies zu einem sehr komplexen System.

Senkung der Phosphatresorption

Die resorbierte Menge des Phosphats bzw. die Vermeidung zu hoher Phosphatmengen (**dies ist bei bestimmten Risiken und Erkrankungen empfohlen!**) kann am ehesten erreicht werden:

- über die **Reduktion von Phosphatverbindungen aus Nahrungszusatzstoffen**
- über die **Lebensmittelzusammenstellung (mit genügend Calcium und Phytaten aus Pflanzen, etc.)**
- und über die Erhaltung einer **gesunden Darmschleimhaut-Barriere***

Aber auch gesunde Verhältnisse im Hormonsystem und bei Nierenfunktionen spielen wichtige Rollen. Eine Reduktion der Resorption über Medikamente ist lediglich bei bestimmten Erkrankungen indiziert.

*Bei der Resorption im Darm zeigen sich Zusammenhänge zur **Darmflora** und der **gesunden Darmschleimhaut (Darmschutzbarriere)**. Dort spielen Enzyme eine Rolle und damit die „**gesunde Darmflora**“ (insbesondere Bifidusbakterien, aber auch die Verhältnisse im gesamten Darmmikrobiom – d.h. die Vermeidung einer Dysbiose).

Alle diese genannten Punkte stehen im engen Zusammenhang mit der grundsätzlich gesunden Ernährung (Komposition der Lebensmittel entsprechend den Empfehlungen – [siehe Ernährungspyramide](#)). Auch hier zeigt sich also wiederum, dass wir immer die komplexe Ernährung und nicht Einzelfaktoren betrachten sollten.

Im Anhang schreibe ich mehr Informationen dazu und zur Thematik der Bioverfügbarkeit.

Maximal empfohlene Phosphatzufuhr

Wie erwähnt, werden anorganische Phosphate (wie aus Nahrungsmittelzusatzstoffen) schneller und effizienter resorbiert als organische Phosphate aus Lebensmitteln, und über erhöhte Serumphosphatwerte kann man plausibel Zusammenhänge herleiten, welche die Risiken von Herz-Kreislauf- oder Nierenerkrankungen und auch Knochenerkrankungen entstehen.

Durch negative Effekte, entweder direkt durch Gewebe-/Gefäßverkalkung oder indirekt durch die Freisetzung mineralregulierender Hormone,

Parathormon und dem FGF23 (siehe Kasten). Diese Zusammenhänge sind in den medizinischen Fachgebieten anerkannt. Doch wie erwähnt ist es schwierig, aus statistischen Zusammenhängen (epidemiologischen Daten) den ursächlichen Zusammenhang und vor allem eine definierte Dosis als signifikantes Risiko zu beweisen. Das Ausmaß und die Dosis-Wirkungsbeziehungen müssen noch besser erforscht werden.

Bereits jetzt lässt sich festhalten, dass bei einem so komplexen Zusammenwirken von verschiedenen Faktoren, wir wiederum nicht Einzelfaktoren isoliert betrachten sollten.



Die **Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit** (EFSA) empfahl 2019 eine zulässige bzw. **tolerierbare Phosphat-Tagesdosis von 40 mg/kg Körpergewicht/Tag** (das sind bei 70 kgKG 2,8 g Phosphat). **DGE:** „Bei einer Phosphorzufuhr von **bis zu 3 000 mg/Tag kann für gesunde Erwachsene** davon ausgegangen werden, dass es zu keinen unerwünschten Effekten kommt. Die Einnahme von hochdosierten Phosphorpräparaten (> 750 mg/Tag) kann zu gastrointestinalen Symptomen wie Durchfall,

Übelkeit und Erbrechen führen. Das Bundesinstitut für Risikobewertung empfiehlt aufgrund dieser unerwünschten gesundheitlichen Wirkungen Lebensmittel des allgemeinen Verzehrs nicht mit Phosphor bzw. Phosphat anzureichern sowie nicht in Nahrungsergänzungsmitteln zu verwenden“.

Siehe unten: Anmerkungen zur Relativierung und Differenzierung unter Betrachtung der Lebensmittelqualität und des Gesundheitszustandes.

Phosphatbedarf

Die durchschnittliche Phosphataufnahme aus einer ausgewogenen **Mischkost** liegt bei einem 70 kg schweren Erwachsenen bei circa **1,4g Phosphat pro Tag** (Daten der Nationaler Verzehrs-Studie II (NVS II) von 2005-2007: die mittlere Zufuhr von Phosphor in Deutschland lag bei Frauen bei 1023 mg/Tag und bei Männern bei 1339 mg/Tag).

Nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Ernährung liegt der angemessene Tagesbedarf bei Jugendlichen bis zum 19. Lebensjahr bei circa 660mg/Tag, danach bei Erwachsenen bei 550mg/Tag – das wird leicht erreicht.

Vor 2023 wurden höhere Referenzwerte von 1250mg/Tag für Jugendliche und 700mg/Tag für Erwachsene angegeben. Die Schätzungen des Bedarfs können nicht genau angegeben werden, doch da das Calcium-Phosphor-Gesamtkörperverhältnis nach genaueren Messungen bei 1,4 : 1 geschätzt wird, berechnet man heute deutlich geringere Bedarfswerte als zuvor angenommen.

Quelle DGE: Beispiele für Lebensmittel mit einem hohen Phosphorgehalt

„Zu den natürlicherweise phosphatreichen Lebensmitteln gehören Nüsse, Samen und Fleisch. Hülsenfrüchte wie z. B. Sojabohnen und daraus hergestellte Lebensmittel, wie z. B. pflanzliche Fleischalternativen, enthalten ebenfalls große Mengen Phosphor bzw. Phosphat. Phosphate werden zudem häufig als Zusatzstoffe in verarbeiteten Lebensmitteln eingesetzt, z. B. als Schmelzsalze bei der Schmelzkäseherstellung oder als Lockerungsmittel für Backwaren. Auch koffeinhaltigen Limonaden wird teilweise Phosphorsäure zugesetzt. Dies kann zu hohen Phosphatzufuhren führen.“

Lebensmittel	Phosphorgehalt in mg pro 100 g	Portionsgröße	Phosphorgehalt in mg pro Portion
Texturiertes Sojaweiß, z. B. pflanzliche Fleischalternativen	740	120	888
Kassler, gekocht	356	120	427
Lachs, gekocht	248	120	298
Schmelzkäse mind. 45 % Fett i. Tr.	944	30	283
Hartkäse mind. 30 % Fett i. Tr.	871	30	261
Tofu	214	120	257
Sonnenblumenkerne	688	25	172
Bier, Pils hell	42	330	140
Limonade, koffeinhaltig	47	250	118
Parmaschinken	262	30	79
Brühwurst	185	30	56

(Quelle: DGEexpert)



Wo sind hohe Phosphatdosen enthalten - wie kann die Aufnahme reduziert werden? (vgl. oben)

Sehr hohe Phosphatkonzentrationen haben **Backpulver, Hefe, Weizenkleie und Weizenkeimlinge**. Davon wird jedoch in der Nahrung keine große Menge zugeführt und bei Weizenkeimlingen, die sonst sehr gesunde Lebensmittel darstellen, kann man das relativieren.

Zu reduzieren sind eher Produkte, wie Colagetränke und andere Getränke mit vielen Zusätzen (manche Sportlergetränke, Energydrinks, etc.), ebenso **Schmelzkäse und manche „Käsescheiben – oder Käsestangen“, Fertigsoßen und lange haltbare Dressings, Wurstware**, und andere stärker verarbeitete Nahrungsmittel, die höhere Konzentrationen der Phosphorsäure oder anderer Phosphatverbindungen als Zusatzstoffe enthalten.

Es gibt viele Fertigprodukte, die höhere Dosen von Phosphatverbindungen enthalten (vor allem solche, die stark verarbeitet oder industriell hergestellt werden). Phosphate werden in vielen Lebensmitteln als Zusatzstoffe verwendet, um die Haltbarkeit zu verlängern, die Textur zu verbessern oder den Geschmack zu verstärken.

Beispiele für solche Produkte die oft hohe Phosphatwerte enthalten können:

1. **Fertiggerichte:** Viele Tiefkühlgerichte, Instant-Nudeln; und Fast Food - wie Burger, Pizza, Lasagne, etc.
2. **Cola und andere Getränke:** Einige Cola- und Limonade-Marken nutzen Phosphorsäure (E338) als Säuerungsmittel. In diesen Getränken kann der Phosphatgehalt beträchtlich sein.
3. **Wurstwaren:** Fleisch- und Wurstwaren, insbesondere solche, die stark verarbeitet sind (z. B. Aufschnitt, Hot Dogs, Schinken, und Salami), enthalten oft Phosphate, um die Textur zu verbessern und die Haltbarkeit zu verlängern.
4. **Fertigsoßen und Dressings:** Viele Fertigsoßen, Mayonnaise, Ketchup oder Salatdressings enthalten Phosphate als Emulgatoren oder zur Stabilisierung der Konsistenz.
5. **Käse:** Vor allem Schmelzkäse, verarbeitete Käsescheiben oder Käsestangen enthalten häufig Phosphate, die für die Schmelzeigenschaften sorgen.
6. **Backwaren:** Einige industriell hergestellte Backwaren, wie z. B. Brot oder Gebäck, enthalten Phosphatverbindungen als Triebmittel oder zur Verbesserung der Teigstruktur.
7. **Fischkonserven:** In einigen Dosenfisch-Produkten, wie etwa Thunfisch oder Lachs, werden Phosphate zur Konservierung und Farbverbesserung eingesetzt.

Hierbei sind die verarbeiteten Produkte sehr unterschiedlich. Viele dieser Produkte, die mehrere Zusatzstoffe enthalten, können nicht zu „gesunden“ Lebensmitteln gezählt werden, und manche der Produkte können trotz des Zusatzes von Phosphorsäure oder anderen anorganischen Phosphatverbindungen z.B. zur Unterstützung der Haltbarkeit (oder um Geschmack und Farbe zu verbessern), durchaus als akzeptabler Beitrag zur Ernährung gewertet werden. Immer „macht die Dosis das Gift“ und das Produkt muss in Gesamtkontext der Nahrungskomposition bewertet werden. Ebenso ist zu beachten, wie der Gesundheitszustand und der Lebensstil der einzelnen Person sind. Ergo, auch

Lebensmittel, die ein gewisses Maß an Verarbeitung mit wenigen Zusatzstoffen aufweisen können noch als wertvoll („nicht schädlich oder gar gesund“) betrachtet werden, wenn es sich um „gesunde“ Lebensmittel handelt und die Dosis der zugesetzten Stoffe unbedenklichen sowie gering ist.

Phosphate können in großen Mengen schädliche Auswirkungen haben, insbesondere auf Menschen mit Nierenproblemen oder anderen Erkrankungen, die eine phosphatarme Diät erfordern. Daher ist es wichtig, die Zutatenliste auf verpackten Lebensmitteln zu überprüfen, um die Phosphatzufuhr aus Fertigprodukten zu überwachen.



Tipps zur Reduktion der Phosphatresorption

Die Phosphatresorption im Darm kann durch verschiedene Stoffe und Lebensmittelkombinationen beeinflusst werden.

Calciumreiche Lebensmittel können die Phosphatresorption hemmen. Lebensmittel wie und Calcium angereicherte Produkte sind von Vorteil. **Milchprodukte, grünes Blattgemüse wie Grünkohl, Kresse, Petersilie, Schnittlauch, Spinat** enthalten viel Calcium.

Vollkornprodukten, Hülsenfrüchte, Nüssen und Samen enthalten auch gut Calcium, das zwar durch die darin vorkommenden Phytate zwar bei der Resorption reduziert wird, dies jedoch auch Phosphat binden und dessen Resorption vermindern kann.

Das gleiche gilt für **Saponine**, die in **Hülsenfrüchten** (z.B. Sojabohnen, Kichererbsen, Erdnüssen, Mungobohnen, Saubohnen, Linsen, Erbsen) und in **Hafer, Quinoa, Spinat, Spargel, Auberginen, Fenchel, Knoblauch, Zwiebeln, Tomaten, Paprika, Kartoffeln, Cassava und Yams** enthalten sind. Die Saponine können die Phosphatresorption ebenfalls reduzieren und sie haben diverse weitere gesundheitsfördernde Effekte.

Eine **ballaststoffreiche Ernährung**, insbesondere mit löslichen Ballaststoffen aus Obst, Gemüse und Hafer, kann die Phosphataufnahme verringern. Durch die Ballaststoffe wird auch die gesunde Darmflora gefördert, die ebenso indirekt über die gesunde Darmschleimhautbarriere die übermäßige Phosphatresorption reduzieren kann.

Studien lassen vermuten, dass auch **Magnesium** die Aufnahme von Phosphat aus dem Darm sowie die Rückresorption von Phosphat in den Nieren hemmen kann (das passiert wahrscheinlich über das Hormon FGF23). ([Vogt 2019](#))

Magnesiumreiche Lebensmittel wie **Nüsse, Samen**: besonders gute Quellen sind **Sonnenblumenkerne** dicht gefolgt von **Kürbis- sowie Pinien- und Cashewkernen**, und auch gut ist es in **Erdnüssen und Mandeln** enthalten. **Vollkornprodukte** sind weitere gute Magnesiumquellen.

Also wiederum die Lebensmittel, welche in der Basis der Lebensmittelpyramide empfohlen werden, sind auch hier von Vorteil.

Die Kombination von Haferflocken mit Joghurt oder Vollkornbrot mit Frischkäse kann die Phosphatabsorption durch den hohen Calcium- und Ballaststoffgehalt senken.

Hülsenfrüchte mit Gemüse, z.B. in einem Eintopf aus Linsen und Gemüse kann durch den Gehalt an Calcium und an Phytaten sowie Saponinen die Phosphatresorption reduzieren.

Bei Produkten, die zur besseren Haltbarmachung etwas Phosphorsäure (E338) enthalten haben, jedoch zu den aus ernährungswissenschaftlicher Sicht empfehlenswerten Lebensmitteln zählen, ist das Phosphat in der Regel kein wesentliches Problem, wenn man von gesunden Verhältnissen ausgehen kann (keine Krankheiten vorliegen).

Bei stark verarbeiteten Produkten der Nahrungsindustrie, die in der Regel viele Zusatzstoffe enthalten, oder bei Softdrinks wie Cola und auch diversen Energygetränken, sollte man auch als gesunder Mensch kritischer sein und öfters auf solche Produkte verzichten.

Bei Herz-Kreislauf- oder Nierenerkrankungen sollte man insgesamt eine zu hohe Phosphatzufuhr vermeiden und sich diesbezüglich vom Arzt oder eine adäquat ausgebildete Fachkraft beraten lassen.

Resümee

Die Nahrungsmittel mit vielen bzw. mit höher dosierten Zusatzstoffen stellen ganz allgemein ungünstigere und teils ungesunde Produkte dar. Personen, die einen höheren Konsum solcher Produkte aufweisen, ernähren sich häufig insgesamt ungesünder und haben wenig Ausgleich durch gesunde Lebensmittel, was das Risiko für Zivilisationserkrankungen erhöht.



Eine zu hohe Phosphatdosis sollten insbesondere Menschen mit Erkrankungen der Nieren oder des Herz-Kreislaufsystems meiden. Gesunde Menschen, bei denen neben dem Herz-Kreislaufsystem auch die Stoffwechselfunktionen, die Hormonsysteme und das Darmsystem, einschließlich einer symbiotischen und gesunden Darmflora, gut

funktionieren, und die überwiegend natürliche, gesunde Lebensmittel konsumieren, sind in der Regel weniger von Risiken betroffen. Bei diesen Menschen spielen höhere Phosphatdosen über einen längeren Zeitraum betrachtet nicht eine so nachteilige Rolle wie bei jenen, bei denen diese Systeme nicht optimal arbeiten.

Wenn Phosphate zur Verlängerung der Haltbarkeit eines ansonsten gesunden Lebensmittels in relativ niedrigen Konzentrationen eingesetzt werden, ist dies anders zu bewerten als bei Phosphat-Zusätzen in ungesünderen Produkten. Es sollte vielmehr der Konsum von ernährungsphysiologisch weniger wertvollen Lebensmitteln reduziert oder vermieden werden.

Den organischen Phosphatverbindungen aus den natürlichen Lebensmitteln müssen gesunde Menschen keine besondere Beachtung schenken. Bei einer Zusammenstellung mit überwiegend „gesunden“ Lebensmitteln werden die Phosphate daraus ohnehin nur unvollständig resorbiert und bei ausgewogener Komposition zeigen sich keine Nachteile. Der Weg besteht nicht darin, die natürlichen Lebensmittel zu meiden, die Phosphate enthalten, denn daraus resultiert eine sehr einseitige Ernährung mit anderen Nachteilen (Studien zeigen, dass bei einer solchen inadäquaten Nahrungszusammenstellung es zu einer Proteinmangelernährung kommt). Ohnehin kann man das natürliche Nahrungsphosphat nicht vermeiden, da es in fast allen Lebensmitteln vorkommt.

Anders ist es bei den anorganischen Phosphatverbindungen in Form von Lebensmittelzusatzstoffen. Diese werden effektiver resorbiert und können die Serumphosphatkonzentration schneller erhöhen. Bei Patienten mit **Erkrankungen im Bereich des Herz-Kreislaufs*, der Nieren, der Knochen, oder aber auch z.B. des metabolischen Syndroms** (Vorstufen und Risiken für den Diabetes), können diese **Phosphatbelastungen negative Auswirkungen steigern**. * **Vorsicht – „lange versteckte Risiken“:** Die manifesten Herz-Kreislauf-Erkrankungen (die deutlichen feststellbaren Symptome) sind zunächst viele Jahre nicht bemerkbar; es sind z.B. sogenannte **stille Entzündungen in den Arterienwänden**, und die endothelialen Dysfunktionen (**Funktionsstörungen der Arterieninnenwände**). Alles dies führt zur Entstehung von Gefäßschäden und Gefäßverkalkung, die viele Jahre erstmal keine deutlichen Symptome zeigen (der Leistungsverlust wird in unserer technisierten Welt kompensiert, sodass die Abnahme der physischen Leistung von den Menschen nicht richtig wahrgenommen wird)

Sowohl in der Primär- als auch in der Sekundärprävention sollte differenziert werden, welche **Qualität das Lebensmittel oder Produkt** hat. Wie betont, kann man bei den natürlichen Lebensmitteln, die natürlicherweise Phosphat enthalten,

großzügiger sein; bei den Zusatzstoffen zu Fertigprodukten sollte man immer vorsichtiger sein, man kann jedoch auch dort differenzieren – also vor allem die Produkte reduzieren, die ohnehin nicht zu den Gesundheitsfördernden zählen – die z.B. viele und hohe Dosen von Zusatzstoffen enthalten.

Ich stelle Ihnen Punkte zusammen, die zeigen, was alles Auswirkungen auf den Phosphat-Stoffwechsel hat und wie viele Faktoren interagieren (andere Mineralstoffe, andere Nahrungsbestandteile, Hormone, die Darmflora und die Integrität der Darmschleimhaut, etc.). Wenn jemand bereits Risikofaktoren bzw. Erkrankungen des Herz-Kreislaufs, der Nieren, oder der Knochen hat, ist die Phosphatbelastung viel strenger zu beachten.

An erster Stelle ist zu empfehlen, Produkte mit vielen Zusatzstoffen zu meiden oder nur selten zu konsumieren (nicht allein Phosphat-Salze auch andere Zusatzstoffe wirken sich teils negativ aus). Ferner ist zu empfehlen, auf Faktoren zu achten, welche die Phosphat-Resorption im Darm reduzieren können. Und selbstverständlich sollten andere Risikofaktoren für Erkrankungen reduziert werden, weil bei verschiedenen Erkrankungen der negative Beitrag des zu hohen Phosphats dort relevant werden kann, wo es sonst unbedenklich ist.

Bestehen Risikofaktoren für diese Erkrankungen, sollte bereits rechtzeitig vorher (primärpräventiv!) auf die Zufuhr besonders anorganischer Phosphatverbindungen (aus Nahrungszusatzstoffen) geachtet werden und die Gesamtzufuhr aus den Phosphaten der natürlichen Lebensmittel und der industriellen Fertigprodukte berechnet werden.

Am besten sollte die Gesamtzufuhr die von den Fachgesellschaften empfohlene **tägliche Phosphat-Dosis von 2000 bis 3000 mg/Tag nicht überschritten werden.**

Bei manchen Erkrankungen - insbesondere Nierenerkrankungen - ist es notwendig auf noch geringere Dosen zu achten und es ist eine zusätzliche Therapie erforderlich – dies ist immer mit den behandelnden Ärzten abzustimmen!



Anhang

Weitere Informationen zur Phosphatresorption

Resorptionsquoten / -Bedingungen

Die Resorptionsraten von Phosphat aus organischen und anorganischen Verbindungen variieren und sind von verschiedenen Faktoren wie der chemischen Form des Phosphats, der Lebensmittelmatrix und individuellen physiologischen Bedingungen abhängig. Allgemein anerkannt ist, dass die Bioverfügbarkeit von Phosphat aus anorganischen Quellen (z.B. den Zusatzstoffen), wie Phosphorsäure und deren Salzen, höher ist als die aus organischen Phosphorverbindungen (*dabei gibt es Varianzen – siehe unten*). Dies liegt daran, dass anorganische Phosphate leichter im Dünndarm freigesetzt und resorbiert werden können. Organische Phosphate hingegen müssen zuerst durch Enzyme wie Phosphatasen in ihre anorganische Form umgewandelt werden, bevor sie absorbiert werden können.

Ein ausgewogenes Verhältnis von Calcium zu Phosphat in der Nahrung ist wichtig für eine optimale Mineralstoffaufnahme. Ein **Verhältnis von etwa 1:1 bis 1,5:1 Calcium zu Phosphat** wird empfohlen, um die Resorption beider Mineralstoffe zu fördern*. Im Wachstumsphasen bei Kindern wird teils eine höherer Calciumanteil empfohlen 1,7:1. Manche Forscher halten die Einhaltung des Verhältnisses Ca/P bei Erwachsenen für nicht erforderlich.

Anmerkung: Wie betont, sollte bei **bestimmten Erkrankungen oder Risikofaktoren**, die durchaus häufig sind, eher darauf geachtet werden, dass **Phosphat nicht zu hoch zugeführt wird; dabei hilft die im Verhältnis höhere Calciumzufuhr**. * die Unterschiede bei empfohlenen Verhältnis Ca/P resultieren aus den in den Lebensmitteln unterschiedlich vorkommenden Hemmstoffen, wie Phytaten.

Auch die gleichzeitige Eisenzufuhr reduziert den resorbierten Anteil des Phosphats; und aus den pflanzlichen Lebensmitteln haben deren Phytate (Phytinsäure, etc.) von Natur aus eine Hemmung bei der Phosphatresorption. Daher liegt die Bioverfügbarkeit des Phosphats bei pflanzlichen Lebensmitteln im Mittel bei 40-60% und mehr unter der von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Bei Messungen von Durchschnittswerten sah man die **Phosphat Resorptionsquoten** für **Fleisch** bei etwa **69%**, für **Milch** bei etwa **64 %** und **Käse** bei etwa **62 %**, während aus **Roggen-Vollkornbrot** im Mittel nur etwa **29 %** Phosphat resorbiert wurde.

Aus anorganischen Phosphatverbindungen **aus Zusatzstoffen wird teils eine fast komplette Resorption** beschrieben. (*Biesalski 2018, Kasper 2004; Food and Nutrition Board IOM 1997*)

Wie erwähnt, gibt es auch einen geringeren Anteil an passiver Aufnahme durch den Darm. Bei hoher Phosphatdosis steigt dieser Anteil und bei **Darmschleimhaut-Barriere-Störungen** (Leaky Gut – durch **Entzündungen oder Darmflora-Dysbiose**), kann auch mehr aufgenommen werden.

Neben dem aktiven Transport von Phosphat durch die Darmwand, gibt es parazelluläre Phosphat-Flüsse über die Tight Junctions. Tight Junctions sind Proteinkomplexe, die Darmschleimhautzellen miteinander verbinden. Sie bilden eine Barriere für größere Moleküle oder zu hohe Konzentrationen von Stoffen (auch schädlichen Stoffen). Durch eine gestörte Darmflora (Dysbiose) kann diese Barriere gestört werden und es kann ein sogenanntes Leaky Gut entstehen, was zu einer gesteigerten Darmpermeabilität für Stoffe führen kann, die die Darmwand sonst nicht in größerem Ausmaß überwinden würden. Auch Intoleranzen von Nahrungsbestandteilen können dadurch gesteigert werden, was weittragende Auswirkungen auf die ausgewogene Nahrungskomposition haben kann.

Die Phosphat-Resorption im Darm ist teilweise aktiv reguliert. Die aktive Aufnahme über die Nahrung und der Transport werden gesteigert, wenn ein Phosphatmangel vorliegt. Dabei spielen verschiedene **Hormone** eine Rolle (Calcitriol, Östrogene) aber auch eine Azidose (saures Milieu) stimuliert die Aufnahme. Einen wesentlichen Einfluss nimmt das in der Nebenschilddrüse produzierte **Parathormon (PTH)**. Es ist ein entscheidendes Hormon für die Calcium- und Phosphatregulation im Körper. Parathormon regt indirekt die Produktion von aktivem Vitamin D (Calcitriol) in den Nieren an, welches die Calciumresorption im Darm steigert.

In den Nieren verringert das **Parathormon** die Rückresorption von Phosphat, was zu einer erhöhten Ausscheidung von Phosphat über den Urin und niedrigeren Blut-Phosphatspiegeln führt.



Das ist wichtig, da ein **zu hoher Phosphatspiegel** den Calciumstoffwechsel stören und zu **Calcium-Ablagerungen in Geweben führen kann** (auch zu verstärkter **Arteriosklerose**). Hierbei besteht ein wichtiges Wechselspiel. Bei zu niedrigen Calciumwerten wird mehr Parathormon freigesetzt, um mehr Calcium zu resorbieren. Sobald der Calciumspiegel im Blut wieder steigt, wird die Produktion von Parathormon gehemmt. Eine zu hohe Phosphatzufuhr kann dieses Gleichgewicht zwischen physiologischen Funktionen (die Homöostase) stören.

Ebenso ein Hormon FGF23 (Fibroblast Growth Factor 23), das hauptsächlich in den Knochen produziert wird, spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung des Phosphatstoffwechsels und der Vitamin-D-Homöostase im Körper. FGF23 wirkt vor allem auf die Nieren, indem es die **Phosphatausscheidung über den Urin erhöht und die Umwandlung von Vitamin D in seine aktive Form (Calcitriol) hemmt**. Diese beiden Mechanismen führen zu einer Senkung des Phosphatspiegels im Blut und einer Verringerung der Vitamin-D-Aktivität (es reduziert somit indirekt auch die Gewebsverkalkungen – insbesondere, wenn das Calcium-Phosphatgleichgewicht gestört ist). Das FGF23 hat somit wichtige Funktionen im Knochenstoffwechsel und kann bei z.B. chronischen Nierenerkrankungen oder bestimmten genetischen Störungen, in abnormal hohen Mengen produziert werden, was zu einem Ungleichgewicht im Phosphat- und Vitamin-D-Stoffwechsel führt.

Um die Beurteilung der Interaktionen noch komplizierter zu machen, erwähne ich nur kurz weitere Zusammenhänge, die man sie z.B. im Kontext der **FGF23-Stimulation** und der Effekte bei den **Knochen** kennt. Dort spielen auch das **Leptin** (ein Hormon aus dem Fettgewebe, das den Stoffwechsel und das Körpergewicht wesentlich beeinflussen kann), sowie mehrere **Immunbotenstoffe** (Zytokine wie der Tumornekrosefaktor alpha, oder das Interleukin-6) eine Rolle. Diese Faktoren stellen **eigenständige Risikofaktoren für chronischen Entzündungen an Geweben**, wie in **Arterienwänden (silent inflammation)** und somit Herz-Kreislauferkrankungen dar. Interaktionen gibt es auch mit **Eisen** und Erythropoetin (ein Hormon, das Produktion von roten Blutkörperchen [Erythrozyten] im Knochenmark anregt), sowie mit Sexualhormonen und Schilddrüsenhormonen.

Überall in diesen Zusammenhängen können Dysfunktionen oder Erkrankungen resultieren, wobei Phosphat involviert sein kann. In welchem Ausmaß kann nicht definiert werden.

Um die eventuellen Risiken durch Phosphat beurteilen zu können, braucht man daher eine komplexe Analyse. Eine solche komplexe Analyse bei gesunden Menschen ohne Risikofaktoren nicht zwingend notwendig ist – dort ist es viel mehr wichtig, auf die Lebensmittelkomposition zu achten (Ernährungspyramide), die dann ohnehin nicht zu viele Produkte mit hohen Zusatzstoffmengen enthält.

Laboranalysen auf Basis von **Serumphosphatwerten und Calciumwerten** allein sind keine guten Indikatoren für eine Calcium-Phosphathomöostase bzw. ein verändertes Gleichgewicht, zumal der Austausch zwischen Serum und Knochen sowie anderen Geweben stetig stattfindet (bei einem Mangel in der Nahrung wird z.B. mehr aus den Knochen freigegeben, was längerfristig, wenn es zu oft nötig ist, die Knochenstruktur schädigt).

Serumwerte sowohl für das **Phosphat als auch das Calcium unterliegen einem dynamischen Gleichgewicht** zwischen Resorption im Darm, der Ausscheidung im Stuhl und über die Niere, sowie dem Austausch zwischen Knochen- und extrazellulären Speicherpools.

Daher ist Messung des Serumphosphats als Indikator für ein Phosphatungleichgewicht oder die zu hohe Gesamtkörperphosphatbelastung schwierig, und es braucht die gleichzeitige Analyse weiterer Parameter.

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



Phosphat Literatur

Biesalski HK; Bischoff SC, et al. **Ernährungsmedizin - Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer** 5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2018

Bonjour, J.P., **Calcium and phosphate: a duet of ions playing for bone health.** [J Am Coll Nutr, 2011. 30\(5 Suppl 1\): p. 438s-48s.](#)

Cupisti A, D'Alessandro C. G The impact of known and unknown dietary components to phosphorus intake. [Ital Nephrol. 2011 May-Jun;28\(3\):278-88.](#)

Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine: Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. Washington 1997 (DC): [Phosphorus](#)

Kalantar-Zadeh K, Gutekunst L, Mehrotra R, et al. Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. [Clin J Am Soc Nephrol 2010; 5:519–530](#)

Kasper H: **Ernährungsmedizin und Diätetik.** 10. Auflage. Urban & Fischer Verlag, München 2004

Marks J, Debnam ES, Unwin RJ. Curr Opin Nephrol Hypertens. 2013 Jul;22(4):481-7. doi: 10.1097/MNH.0b013e3283621310. PMID: 23666413 Free PMC article. Review.

Padial M, Taylor A, Sabatino A, et al. **From ultra-processed foods towards healthy eating for CKD patients: a proposal of educational infographics.** [J Nephrol. 2024 Mar;37\(2\):323-329.](#)

Vogt I, Haffner D, Leifheit-Nestler M. **FGF23 and Phosphate-Cardiovascular Toxins in CKD.** [Toxins \(Basel\). 2019 Nov 6;11\(11\):647.](#)

Wagner CA. **The basics of phosphate metabolism** [Nephrol Dial Transplant. 2024 Feb; 39\(2\): 190–201.](#)

Benini O, D'Alessandro C, Gianfaldoni D, Cupisti A. Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real and insidious danger for renal patients. [J Ren Nutr 2011; 21:303–308](#)