

# ChatGPT 23.10.2025

**Du:**

Ist das Verhältnis der in jedem Eiweissmolekül verbauten C, N und P Atome gleich?

**ChatGPT:**

Sehr gute Frage — und die kurze Antwort lautet: **\*\*Nein, das Verhältnis von C, N und P-Atomen ist nicht in allen Eiweißmolekülen (Proteinen) gleich.\*\***

Hier ist die Begründung im Detail:

## **1. Grundaufbau von Proteinen**

Alle *Proteine* bestehen aus *Aminosäuren*, die durch *Peptidbindungen* verknüpft sind.

Jede Aminosäure enthält:

- mindestens 1 Kohlenstoffatom (C),
- 1 Stickstoffatom (N) (im Aminogruppe  $-NH_2$ ),
- Sauerstoff (O),
- und Wasserstoff (H)

👉 **Das Verhältnis von C:N ist also ähnlich, aber nicht identisch zwischen verschiedenen Proteinen, weil:**

- ↳ die Seitenketten (R-Gruppen) der 20 proteinogenen Aminosäuren sehr unterschiedlich viele C-Atome enthalten (z. B. Glycin hat 2 C, Tryptophan 11 C).
- ↳ einige Seitenketten zusätzlich N enthalten (z. B. Arginin, Lysin, Histidin).

## **2. Phosphor (P) in Proteinen**

Phosphor kommt in normalen Proteinen praktisch gar nicht vor.

Er ist nicht Bestandteil der Aminosäuren selbst.

Ausnahmen:

Phosphorylierte Proteine (z. B. bei Signalübertragung im Körper) enthalten Phosphatgruppen ( $-PO_4$ ), die nachträglich an bestimmte Aminosäuren (Serin, Threonin, Tyrosin) angehängt werden. *Das ist aber variabel und selten, nicht Bestandteil des Grundbaus.*

**Fazit:**

- In den meisten Proteinen ist  $P = 0$ .
- Nur modifizierte Proteine enthalten geringe Mengen P.

## **3. Typische C:N-Verhältnisse**

Je nach Protein variiert das C:N-Atomverhältnis etwa zwischen 3:1 und 5:1.

Beispiele:

Protein	C:N-Verhältnis (ungefähr)
Albumin	~3.3:1
Casein	~3.5:1
Enzyme mit vielen aromatischen AS	~4–5:1

**Kurz gesagt:**

Element	In jedem Protein enthalten?	Anteil fix oder variabel?
C	Ja	variabel (je nach AS-Zusammensetzung)
N	Ja	etwa konstant, aber nicht exakt gleich
P	Nur bei phosphorylierten Proteinen	sehr variabel und meist 0

Wenn du magst, kann ich dir aus der **mittleren Aminosäurezusammensetzung** der 20 Standardamino-säuren das **durchschnittliche C:N:P-Verhältnis eines typischen Proteins** ausrechnen (z. B. zur Modellierung von Nährstoffkreisläufen im Aquarium oder Ökosystem). Möchtest du das?

## Du:

nein, wie sieht es mit anderen Teilen von z.B. Pflanzen aus? Ich ziele auf das Redfield-Verhältnis ab. Ist das bei allen Wasserpflanzen oder sogar bei allen Pflanzen (was ich nicht glauben kann) gleich?

## ChatGPT:

Sehr gute und differenzierte Frage — du denkst absolut in die richtige Richtung. Das Redfield-Verhältnis (C:N:P = 106:16:1) ist ein globaler Durchschnittswert, aber nicht universell gültig, und schon gar nicht für alle Pflanzen gleich — weder im Wasser noch an Land.

### 1. Ursprung des Redfield-Verhältnisses

Das Verhältnis stammt aus mariner Planktonbiomasse und gelöstem Nährstoffvorrat im offenen Ozean.

Alfred C. Redfield (1934) stellte fest, dass der durchschnittliche Gehalt von: Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Phosphor (P) in marinem Phytoplankton und im Meerwasser-Nährstoffpool etwa konstant ist: C:N:P = 106:16:1 (molar)

### 2. Warum das nicht allgemein gilt

Das Verhältnis ist kein Naturgesetz, sondern eine statistische Beobachtung, die stark von Art, Umweltbedingungen und Stoffwechsellage abhängt.

Unterschiede je nach Lebensform:

Organismengruppe	Typisches C:N:P (molar)	Bemerkung
Meeres-Phytoplankton (offener Ozean)	~106:16:1	Redfield-Verhältnis
Süßwasser-Phytoplankton	100–300 : 10–30 : 1	sehr variabel, N- oder P-limitierte Systeme
Makrophyten (Wasserpflanzen)	400–1000 : 20–40 : 1	viel Strukturgewebe → hoher C-Anteil
Landpflanzen (höhere Pflanzen)	400–1000 : 10–30 : 1	C stark dominierend wegen
Zellulose/Lignin		
Algen im Aquarium	50–200 : 5–25 : 1	abhängig von Wachstumsgeschwindigkeit und Licht/Nährstoffangebot

#### 👉 Kurz gesagt:

Je mehr struktureller Kohlenstoff (Zellulose, Lignin, Cutin etc.) im Organismus steckt, desto höher wird der C-Anteil → das Verhältnis verschiebt sich stark nach C oben.

### 3. Biologische Ursachen der Variabilität

**Schnell wachsende Zellen (z. B. Planktonalgen):** hoher N- und P-Anteil, da viel Protein und RNA → niedriges C:N:P.

**Langsam wachsende Pflanzen (z. B. Vallisnerien, Moose, Landpflanzen):** viel Strukturmaterial → hohes C:N:P.

**N- oder P-Mangel:** Zellen akkumulieren Kohlenstoff (z. B. Zucker, Stärke), weil C-Fixierung weiterläuft → C:N:P steigt.

Licht und CO<sub>2</sub>-Verfügbarkeit beeinflussen das Verhältnis stark.

### 4. Anwendung auf Aquarien oder Gewässer

Das Redfield-Verhältnis ist ein nützlicher Referenzpunkt, aber kein Zielwert.

Für praktische Zwecke (z. B. Nährstoffsteuerung im Aquarium) gelten eher diese Bereiche:

Bereich	NO <sub>3</sub> : PO <sub>4</sub> (Massenverhältnis)	Kommentar
Redfield (theoretisch)	~7.2 : 1	106:16:1 molar umgerechnet
Aquarienpflanzen optimal	10–20 : 1	stärker C-lastig als Plankton
Starke Algenbildung	<10 : 1 oder sehr >20 : 1	N oder P limitiert, Ungleichgewicht

#### Fazit

Das Redfield-Verhältnis gilt nur näherungsweise für schnellwachsende, planktonische Algen. Makro- und Wasserpflanzen haben viel höhere C:N:P-Verhältnisse (mehr Kohlenstoffanteil). Innerhalb einer Art kann das Verhältnis je nach Nährstoffangebot, Licht, CO<sub>2</sub>, Alter um ein Vielfaches schwanken.

Wenn du magst, kann ich dir für typische Aquarienpflanzen (z. B. Echinodorus, Vallisneria, Limnophila, Anubias) die gemessenen C:N:P-Verhältnisse aus Studien tabellarisch zusammenstellen — das ist sehr aufschlussreich, wenn du Nährstoffungleichgewichte oder Algenwuchs verstehen willst.  
Möchtest du das?

**Du:**

ja bitte

**ChatGPT:**

Gerne — hier sind einige ausgewählte Studien mit Messwerten zur **C:N:P-Stoichiometrie bei Wasserpflanzen (Makrophyten) bzw. höheren Pflanzen**, inklusive Hinweisen zur Variabilität. Diese Tabelle zeigt, wie stark die Werte vom klassischen Redfield-Verhältnis (106:16:1) abweichen.

### 1. Studie

Tissue nutrient concentrations in freshwater aquatic macrophytes – High inter-taxon differences and low phenotypic response to nutrient supply (1992)

#### Pflanzengruppe / Umfeld

Verschiedene Wasserpflanzen (frisches Wasser)

#### Gemessene Werte & Hinweise

Die Autoren berichten, dass bei Makrophyten das Verhältnis **\*\*C:P\*\*** deutlich höher ist als bei Phytoplankton (~570:1) – also sehr viel mehr Kohlenstoff relativ zu Phosphor. ([ResearchGate][1])

### 2. Studie

Spatial Patterns of Leaf Carbon, Nitrogen, and Phosphorus Stoichiometry of Aquatic Macrophytes in the Arid Zone of Northwestern China (2018)

#### Pflanzengruppe / Umfeld

Wasserpflanzen in aridem Gebiet Nordwest-China

#### Gemessene Werte & Hinweise

Mittelwerte: C% ≈ 39,95 %, N% ≈ 2,12 %, P% ≈ 0,14 % ([Frontiers][2]) Daraus ergibt sich ein **\*\*molar\*\*** Verhältnis in etwa (umgerechnet grob): C:N ≈ 23,6:1, C:P ≈ 346,9:1, N:P ≈ 16,6:1. (Spanne: C:N von ~7,3 bis ~187; C:P von ~37 bis ~1257) ([Frontiers][2]) |

### 3. Studie

Functional biogeography: Stoichiometry and thresholds for the macroecology of plant–soil interactions (2019)

#### Pflanzengruppe / Umfeld

Allgemein höhere Pflanzen & Makrophyten

#### Gemessene Werte & Hinweise

Mittelwert für Pflanzen: C:N:P ≈ 323,7 : 6,6 : 1 ([PMC][3])

### 4. Studie

C:N:P stoichiometry of particulate and dissolved organic matter in rivers (2019)

#### Pflanzengruppe / Umfeld

Organisches Material in Flüssen (inklusive Pflanzen-Rückstände)

#### Gemessene Werte & Hinweise

Hinweis: C:N Verhältnis von terrestrischen Pflanzenmaterialien liegt im Bereich **\*\*10:1 bis 110:1\*\***, und C:P von **\*\*300:1 bis 1300:1\*\***. ([MDPI][4])

## Wichtige Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

- ☞ \* **Wasserpflanzen** und Makrophyten haben **deutlich höhere C:P-Verhältnisse** (also viel Kohlenstoff relativ zu Phosphor) **als das klassische Redfield-Verhältnis**.
- ☞ \* Auch das **C:N-Verhältnis** ist bei Makrophyten typischerweise **größer als bei Plankton**.
- ☞ \* Das **N:P-Verhältnis variiert stark**, je nach **Art, Umweltbedingungen** (z. B. Wasserqualität, Nährstoffangebot) und **Pflanzentyp** (untergetaucht, schwimmend, emers).
- ☞ \* *Innerhalb einer Art oder eines Bio-Typs können die Werte stark schwanken* (z. B. C:P von 37 bis >1250 in einer Studie) — d. h., Umweltbedingungen haben großen Einfluss.

### Fazit für deine Frage

Ja — ich kann dir mit Sicherheit sagen: **Nein**, das Verhältnis von C:N:P **ist nicht gleich** für alle Wasserpflanzen oder Pflanzen generell. Die Werte variieren erheblich je nach Pflanzentyp, Lebensraum, Nährstoffversorgung und Klima. **Für Wasserpflanzen solltest du daher mit viel höheren C-Anteilen bzw. viel höheren C:P-Werten rechnen** als das klassische 106:16:1.

Wenn du möchtest, kann ich **\*\*eine kompakte Tabelle\*\*** mit weiteren Arten aus Studien (z. B. spezifische Aquariumpflanzen) samt ihren gemessenen C:N:P-Werten zusammenstellen — willst du das?

[1]:

[https://www.researchgate.net/publication/230172082\\_Tissue\\_nutrient\\_concentrations\\_in\\_freshwater\\_aquatic\\_macrophytes\\_High\\_inter-taxon\\_differences\\_and\\_low\\_phenotypic\\_response\\_to\\_nutrient\\_supply?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.researchgate.net/publication/230172082_Tissue_nutrient_concentrations_in_freshwater_aquatic_macrophytes_High_inter-taxon_differences_and_low_phenotypic_response_to_nutrient_supply?utm_source=chatgpt.com) "Tissue nutrient concentrations in freshwater aquatic ..."

[2]: [https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01398/full?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01398/full?utm_source=chatgpt.com) "Spatial Patterns of Leaf Carbon, Nitrogen, and Phosphorus ..."

[3]: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9376457/?utm\\_source=chatgpt.com](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9376457/?utm_source=chatgpt.com) "Plant-soil interactions and C:N:P stoichiometric ..."

[4]: [https://www.mdpi.com/2673-964X/3/4/25?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/2673-964X/3/4/25?utm_source=chatgpt.com) "Indications from C:N:P Ratios in Surface Sediments along ..."

**Du:**

vorerst nein, das muss erst einmal verdaut werden!

**ChatGPT:**

Sehr verständlich 😊 — das war auch eine ordentliche Portion Stoffwechselchemie auf einmal.

Wenn du magst, können wir später Schritt für Schritt einzelne Aspekte aufdröseln, z. B. wie sich C:N:P in einem Aquarium praktisch zeigt oder was das für Dünge- und Algenmanagement bedeutet.

Möchtest du, dass ich dich daran erinnere, falls du das Thema später wieder aufnehmen willst?

**Du:**

Ja! Bitte am 24.11.25

## **ChatGPT:**

Alles klar — ich erinnere dich am **24.11.2025**, das Thema **C:N:P-Verhältnisse bei Pflanzen** wieder aufzugreifen und die **praktischen Konsequenzen für Düngung und Algenmanagement im Aquarium** zu besprechen.