

# Folsäure

## Versorgung in der Schweiz ungenügend

**Folsäure/Folat, das zur Gruppe der B-Vitamine gehört, übernimmt lebenswichtige Funktionen im menschlichen Organismus: Es ist für sämtliche Wachstums- und Entwicklungsprozesse unentbehrlich. Über seine Eigenschaften und Aufgaben und die daraus resultierenden Zufuhrempfehlungen informiert der vorliegende Beitrag.**

.....  
**ULRICH MOSER UND MONIKA EICHHOLZER**  
 .....

Die Folsäure wurde 1941 als vorletztes der 13 Vitamine entdeckt; im «Vitamin-Vademecum» von Roche 1942 fehlt sie zum Beispiel noch, zusammen mit Vitamin B<sub>12</sub> und Biotin. Schon in den Dreissigerjahren beobachtete Lucy Wills, dass ein Extrakt von Leber oder Hefe Anämien während der Schwangerschaft günstig beeinflusste. Esmond Snell realisierte, dass es sich um einen essenziellen Wachstumsfaktor handeln musste. 1941 konnte man den Faktor aus vier Tonnen Spinatblättern isolieren, deshalb der Name (folium = Blatt). 1943 gelang die Synthese durch Bob Stokstad bei Lederle in Pearl River, New York, und durch R.B. Angier und Mitarbeiter (1945) (1). So konnte gezeigt werden, dass sich die Folsäure aus einem Pteridinring, Paraaminobenzoessäure und Glutamat zusammensetzt (*Abbildung*). Bald wurde auch klar, dass sich das natürlich vorkommende Folat in der Struktur vom synthetischen unterscheidet.

Der Name Folsäure wird deshalb lediglich für die synthetische, voll oxidierte Form verwendet. Mit Folat bezeichnet man die ganze Gruppe von Molekülen, die dieselbe Vitaminaktivität besitzen, also alle natürlichen Formen sowie Folsäure.

Die Folsäure ist die chemisch stabilste Form des Vitamins mit der höchsten Oxidationsstufe und wird als Reinsubstanz fast quantitativ (> 90%) resorbiert. Beim natürlichen Folat muss

zuerst die Polyglutamatkette zu Monoglutamat hydrolysiert werden; es wurde geschätzt, dass die Resorption daher lediglich zu 50 Prozent erfolgt. Neuere Studien ergaben allerdings 30 bis 98 Prozent (2). In der Leber wird das Polyglutamat dann wieder hergestellt. Folate in Lösung sind empfindlich gegenüber Licht, Sauerstoff sowie Hitze und zerfallen in verschiedene Abbauprodukte. Es ist deshalb mit erheblichen Lagerungs- und Zubereitungsverlusten zu rechnen.

### Biologische Funktion

1962 unternahm Viktor Herbert in New York einen Selbstversuch, indem er sich eine folatfreie Kost verabreichte. Er stellte fest, dass nach etwa 4 Monaten Anzeichen einer megaloblastischen Anämie auftraten (3).

Folate ermöglichen die Übertragung von Methylgruppen bei verschiedenen metabolischen Vorgängen; damit spielen sie eine Schlüsselrolle beim Aufbau und bei der Erneuerung des Organismus (4), zum Beispiel für die DNS-Synthese, die Methylierung der DNS (Epigenetik [5]) oder die Methylierung von Homocystein zu Methionin (welche zusätzlich das Vitamin B<sub>12</sub> erfordert). In der Schweiz sind 16 Prozent der Bevölkerung Träger einer genetischen Enzymvariante im Folatstoffwechsel, welche zu einem moderat erhöhten Homocysteinspiegel und einem damit verbundenen erhöhten Risiko für homocysteinassozierte Krankheiten führt (6). Ihr Folsäurebedarf ist deshalb grösser als bei der restlichen Bevölkerung.

Über den Stoffwechselweg zur Bereitstellung der Methylgruppe für die Bildung von Cholin ist Folat auch im Nervenzellstoffwechsel eingebunden. Störungen bei der Entwicklung des Nervensystems können Neuralrohrdefekte zur Folge haben. Die sich rasch teilenden Zellen des Rückenmarks oder in Tumoren sind auf eine ausreichende Zufuhr an Methylgruppen angewiesen; deshalb bietet sich der Folatmetabolismus als Ziel einer Tumortherapie an. Schon kurz nach der Entdeckung von Folat wurde deshalb nach Antifolaten für therapeutische Zwecke gesucht. So hemmt Methotrexat beispielsweise die Dihydrofolatreduktase, an die es 1000-mal stärker bindet als DHF selbst. Damit wird die Regeneration von THF aus DHF verhindert, wodurch die Synthese von Purinbasen und Thymidin gehemmt wird. Auch andere Enzyme im Folatstoffwechsel wie die Thymidilatsynthetase werden als Ziel für Zytostatika eingesetzt.

### Bedarf und Versorgung mit Folaten

Empfehlungen zur Folatversorgung legen Erwachsenen eine tägliche Zufuhr von 200 bis 400 µg Folatäquivalenten nahe

## Merksätze

- ❖ Folsäure spielt eine Schlüsselrolle beim Aufbau und bei der Regeneration des Organismus.
  - ❖ Die Versorgung allein über die Nahrung scheint schwierig; Die Zufuhr an Folsäure ist in der Schweizer Bevölkerung eher zu tief.
- .....

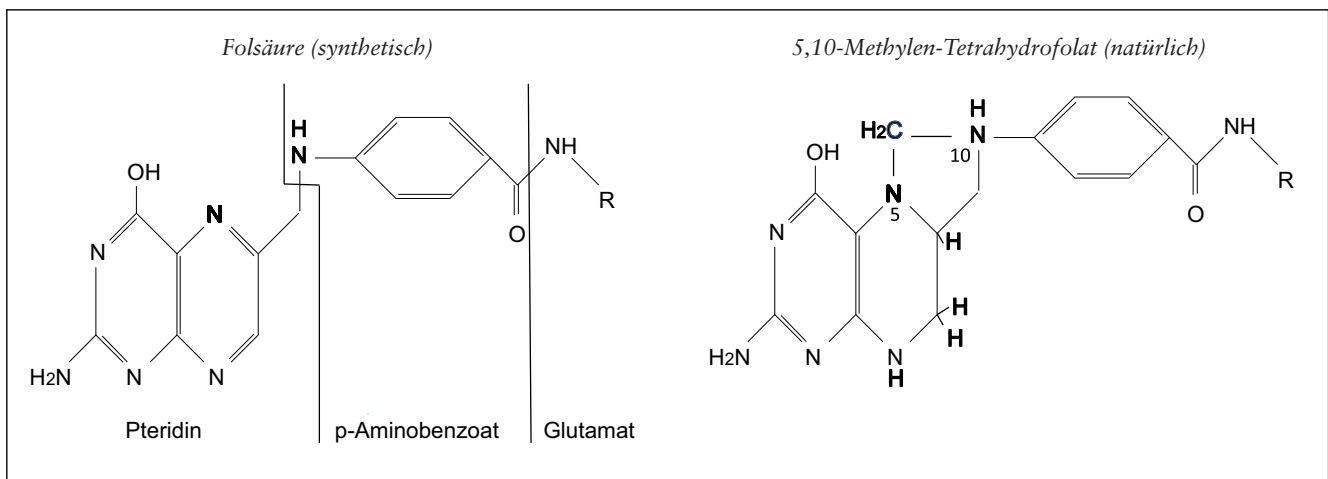


Abbildung: Strukturformeln der synthetischen Folsäure (links) und des natürlichen Folats (rechts). Bei der synthetischen Folsäure befinden sich an der Stelle des Glutamats zwei bis neun Glutamatmoleküle (Polyglutamat), das Molekül befindet sich in der reduzierten Form, entweder als Di- oder als Tetrahydrofolat, und es hat ein Ein-Kohlenstoff-Molekül (C1-Einheit) gebunden, und zwar entweder Methyl (-CH<sub>3</sub>), Formyl (-CHO), Methylen (=CH<sub>2</sub>) oder Methenyl (-CH<sub>4</sub>).

(siehe Tabelle). Diese Empfehlungen sind vor allem darauf ausgerichtet, Mangelkrankheiten zu verhüten; es fließt hier aber auch die Absicht ein, den Homocysteinwert im Blut abzusenken (< 12 µmol/l).

Für die Schweiz und die Länder der Europäischen Union gilt lebensmittelrechtlich die empfohlene Tagesdosis für Erwachsene von 200 µg Folsäure/Folacin pro Tag. Die D-A-CH-Referenzwerte der Ernährungsgesellschaften von Deutschland, Österreich und der Schweiz empfehlen eine Zufuhr von 400 µg Folatäquivalenten. Da während der Frühschwangerschaft ein erhöhter Bedarf an Folsäure besteht, wird zur Verhütung von Neuralrohrdefekten für Frauen im gebärfähigen Alter, die schwanger werden möchten oder könnten, eine zusätzliche perikonzeptionelle Zufuhr von 400 µg synthetischer Folsäure empfohlen (6).

Die für Erwachsene empfohlene Einnahme von 400 µg Folatäquivalenten pro Tag ist allein über Nahrungsfolate, die natürlicherweise in der Nahrung vorkommen, schwierig zu erreichen. In der Schweiz ist, soweit bekannt, die Folsäurezufuhr eher zu tief. Entsprechend ergab der Fünfte Schweizerische Ernährungsbericht (2005) einen angenäherten täglichen Verzehr pro Kopf der Bevölkerung von 260 µg Nahrungsfolat in den Jahren 1985/1987 und von 280 µg für 2001/2002. Auch Studien an einzelnen Bevöl-

kerungsgruppen weisen auf eine ungenügende Zufuhr hin: So erreichten nur 30 Prozent der Schulkinder im Waadtland die empfohlene Dosis von 200 µg, in den Kantonen Tessin, Uri, Aargau und Zürich waren es nur 26 Prozent, die > 70 Prozent der gewünschten Menge zu sich nahmen. Bei 25- bis 35-jährigen ledigen Frauen in der Stadt Zürich wurde 1992 eine Folsäureaufnahme von 122 µg/Tag (median) registriert. Es ist jedoch zu vermerken, dass die Zielvorgabe von 400 µg auch mit einer landesüblichen Mischkost nicht erreicht wird. Mit einer ausgewogenen Ernährung dürfte man auf 250 bis 350 µg Nahrungsfolat kommen. 400 µg erfordern einen sehr hohen Gemüse- und Fruchtekonsum oder den häufigen Verzehr von Leber und/oder Weizenkeimen – oder von mit Folsäure angereicherten Lebensmitteln (6).

Der Europäische Ernährungs- und Gesundheitsbericht (8) zeigt ähnliche Resultate. So liegt die Folatzufuhr in 10 von 11 aufgeführten europäischen Ländern (Ausnahme: italienische Männer) bei über 15 Prozent der Bevölkerung unter dem in den Nordischen Empfehlungen aufgeführten geschätzten durchschnittlichen Bedarf von 200 µg. Bei den spanischen, deutschen und finnischen Männern, bei Portugiesen beiden Geschlechts und bei den englischen Frauen liegen 21 bis 30 Prozent unter den Empfehlungen. Bei

Tabelle:

**Beispiele von Empfehlungen zur Folataufnahme (µg/Tag) Erwachsener weltweit (2, 7)**

	USA/ Kanada	FAO/WHO	Gross- britannien	D-A-CH	Frankreich	Australien/ Neuseeland	Dänemark, Finnland, Schweden, Norwegen, Island	Niederlande	Irland
Männer	400	400	200	400	330	400	300	300	300
Frauen	400	400	200	400	300	400	300-400	300	300

erwachsenen Frauen aus Schweden, Griechenland und den Niederlanden und bei älteren Frauen aus Finnland und England sind es über 41 Prozent. Allerdings konnten die Einnahme von Supplementen und der Konsum von mit Folsäure angereicherten Lebensmitteln nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Zurzeit werden die D-A-CH-Referenzwerte neu überarbeitet, und es wird diskutiert, ob die Nahrungsaufnahme von Folaten sich auch wirklich in den Serumwerten widerspiegelt. Es gibt zum Beispiel Hinweise, dass die Resorption im Darm besser ist als bisher angenommen. Erste Vergleiche zwischen Aufnahme und Blutspiegeln weisen auf eine bessere Versorgung hin als aufgrund der Einnahme vermutet (persönliche Mitteilung). Damit könnte eine Senkung der Folatosis in Betracht gezogen werden. ❖

**Korrespondenzadresse:**

**Dr. Ulrich Moser**

Holbeinstrasse 85, 4051 Basel

E-Mail: [ulrichmoser@bluewin.ch](mailto:ulrichmoser@bluewin.ch)

**Literatur:**

1. Hoffbrand AV, Weir DG. The History of Folic Acid. *Br J Haematology* 2001; 113: 579–589.
2. Bailey LB: Folate in Health and Disease. CRC Press, second edition, 2010.
3. Herbert V: Experimental nutritional folate deficiency in man. *Trans Assoc Am Physicians* 1962; 75: 307.
4. Bässler KH, Golly I, Loew D, Pietrzik K: Vitamin-Lexikon. 3. Auflage 2002; Urban & Fischer, München und Jena.
5. Stefanska B, Karlic H, Varga F et al.: Epigenetic mechanisms in anti-cancer actions of bioactive food components – the implications in cancer prevention. *Br J Pharmacol*, 2012, Apr 27. doi:10.1111/j.1476-5381.2012.02002.x.
6. Eichholzer M, Camenzind-Frey E, Amberg J et al.: Folsäure ist unentbehrlich für die normale Entwicklung des Kindes. Bern: Bundesamt für Gesundheit (BAG), 2008.
7. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement, et du travail. [www.anses.fr/Documents/ANC-Ft.TableauVitB9.pdf](http://www.anses.fr/Documents/ANC-Ft.TableauVitB9.pdf).
8. Viñas BR, Barba LR, Ngo J et al.: Projected prevalence of inadequate nutrient intakes in Europe. *Ann Nutr Metab*. 2011; 59 (2–4): 84–95.

Dieser Artikel ist die gekürzte Version eines Übersichtsbeitrags, welcher in der «Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin» (SZE) 3/2012 publiziert wurde; Link zur Originalversion: [www.rosenfluh.ch/rosenfluh/articles/download/3572/Folsaeure\\_\\_ein\\_Ueberblick\\_zum\\_Kennntnisstand.pdf](http://www.rosenfluh.ch/rosenfluh/articles/download/3572/Folsaeure__ein_Ueberblick_zum_Kennntnisstand.pdf).