

# Natrium

## Chemische Formel:

Na

## Beschaffenheit:

Natrium ist ein weiches, an frischen Schnittflächen silberweißes Alkalimetall. Natrium ist ein sehr reaktionsfreudiges Metall (Aufbewahrung in sehr reaktionsträgen Flüssigkeiten wie Petroleum!). Mit Wasser reagiert es heftig unter Bildung von Natronlauge und Wasserstoff. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt es mit typisch gelber Flamme zu Natriumperoxid. Mit Alkoholen bildet Natrium Alkoholate. Atomgewicht: 22,9898; Schmelzpunkt: 97,81 +/- 0,03 ° C; Siedepunkt: 892 °C; Dichte: 0,971 g/cm<sup>3</sup>; Wertigkeit: +1.

## Vorkommen:

In der festen Erdkruste zu 2,63%. Natrium ist damit das 6. häufigste Element. Wegen seiner Reaktionsfähigkeit kommt Natrium nur gebunden vor, vorwiegend in Silicilaten (z. B. Natronfeldspat), als Chlorid (Stein- und Meersalz) und Karbonat (Soda), ferner als Nitrat (Salpeter), Sulfat (Glaubersalz) und Fluoroaluminat (Kryolith).

## In der Nahrung:

Die durchschnittliche Kochsalzaufnahme liegt heute bei 12 bis 15 g pro Tag und Person, also doppelt bis dreifach über der empfohlenen Zufuhr von 5 bis 7,5 g. Die hohen Natriumgehalte mancher Mineralwässer gingen kürzlich durch die Presse. Besonders gravierend ist aber der beträchtliche Kochsalzgehalt verschiedener Grundnahrungsmittel, die eine Grundaufnahme bewirken, die häufig schon über dem empfohlenen Wert liegt. Etwa 40% des gesamten Salzkonsums stammen aus Brot- und Backwaren, etwa 30% aus Fleisch- und Wurstwaren. Die übrigen 30% entfallen auf Käse (7%), Milchprodukte (6%), Fisch und Fischkonserven (4%) und sonstige Lebensmittel (8%).

Diese hohe, »verborgene« Kochsalzzufuhr ist möglich, weil bei uns Kochsalz als Lebensmittel grundsätzlich uneingeschränkt bei der Herstellung anderer Lebensmittel verwendbar ist. Im Gegensatz etwa zu den USA, wo umfangreiche Vorschriften zur Kennzeichnung des Natriumgehalts von Lebensmitteln bestehen, läßt unsere Rechtsprechung nicht einmal die Möglichkeit zu, auf einen geringeren Salzgehalt in herkömmlichen Lebensmitteln hinzuweisen, wenn nicht gleichzeitig eine vollständige chemische Analyse deklariert wird.

Industriell hergestellten Lebensmitteln wird Kochsalz aus geschmacklichen Gründen zugesetzt, aber auch als Konservierungsstoff (z. B. Dosengemüse) oder als technischer Hilfsstoff, z. B. zur Teiglockerung beim Brot oder der Wasserbindung bei Wurstwaren. Zu einer kochsalzarmen Ernährungsweise gehört also einiges Wissen (POSPISIL 1987).

## Verwendung:

Die größte Menge an Natrium wird zur Herstellung von Antiklopfmitteln (Bleitetraethyl, Bleitetramethyl) verwendet, die über Natriumbleielegierungen gewonnen werden. Außerdem wird Natrium zur Herstellung großtechnisch wichtiger Verbindungen wie Natriumamid, Natriumhydrid, Natriumperoxid, ferner zur Synthese organischer Verbindungen als Katalysator und wasserentziehendes Mittel, zur Reindarstellung einiger schwer reduzierbarer Metalle, als Legierungszusatz und zur Herstellung von Natriumdampflampen verwendet. In der Medizin wird das künstliche Isotop als Radioindikator und zur Krebsbekämpfung eingesetzt.

Tab. 1: Natriumgehalt in flüssigen Antacida-Zubereitungen, gemessen in mmol Natrium/g mit den Methoden A (austauschbares Natrium) und B (extrahierbares Natrium) nach Vierfach- bzw. Sechsfach-Bestimmung (nach WALTHER, 1987).

Antacidum	Methode A (austauschbares Na <sup>+</sup> ) mmol Na <sup>+</sup> /g Antacidum x 10 <sup>13</sup>		Methode B (extrahierb.) mmol Na <sup>+</sup> /g A	
	x	s	x	s
Aludrox®	35	<b>2,0</b>	29	3
Andursil® Liquid	46	3	35	5
Gastropulgit® 50	151	10	111	11
Gelusil® Liquid	162	10	128	15
Kompensan®-S	98	5	90	6
Locid®	8,7	1,0	7,8	0,7
Maalox® 70	6,2	0,2	4,7	0,5
Maaloxan®	4,1	0,4	3,4	0,3
Phosphalugel®	131	8	112	9
Rabro-Gel®	21	2,5	32	7
Riopan®	10	2	10	1
Solugastril®	38	5	33	3
Talcid®	23	2,5	20	2

#### Wirkungscharakter:

Lokale Ätzwirkung: Schäden durch Natriummetall sind Verbrennungen bzw. extrem schwere, tiefgreifende Verätzungen (Natronlauge = Ätznatron, NaOH). Die durch die Lauge entstehenden Kolliquationsnekrosen sind noch gefährlicher als Säureverätzungen, da sie in den betroffenen Geweben (Auge, Haut, nach oraler Aufnahme im Verdauungstrakt) nahezu ungehindert in die Tiefe fortschreiten können.

Systemische Wirkung nach Resorption: Störungen des Natriumhaushalts im Organismus müssen stets gemeinsam mit dem Wasserhaushalt betrachtet werden, da die Natriumionen im Extrazellulärraum (EZR) in höchster Konzentration aller Elektrolyte vorliegen und somit entscheidend für die Osmolalität verantwortlich sind: Ein Natriumüberschuß (hypertone Hyperhydratation) im Körper führt zu einer Erhöhung der Gesamtosmolalität im EZR, dadurch zu einem Einstrom intrazellulären Wassers in den EZR und zu einer intrazellulären Exsikkose. Eine Plasmahypertonizität (Hypernatriämie) zeigt also eine zelluläre Dehydratation an (diese Beziehung gilt nicht bei signifikanter Azotämie, Hyperglykämie und Hyperlipidämie). Die zelluläre Dehydratation bewirkt vor allem ZNS-Störungen, bedingt durch die Exsikkose der Hirnzellen. Die extrazelluläre Hyperhydratation zeigt sich in Ödemen, im vaskulären Raum kann es durch Hypertonämie zum Lungenödem und Herzversagen kommen.

Natrium und Hypertonie:

Der Zusammenhang von Natrium und Hypertonie ist seit langem bekannt. Bereits 1904 wiesen AMBARD und BEAUJARD auf die blutdrucksenkende Wirkung von Kochsalzrestriktion hin. Bis heute gibt es viele weitere Untersuchungen über Natrium und Hypertonie, ohne daß bis jetzt der genaue Zusammenhang und Wirkungsmechanismus geklärt werden konnte.

Mögliche Ursachen einer Hypernatriämie sind:

a) übermäßige Zufuhr:

- übermäßige orale Natriumzufuhr ohne genügende Wasserzufuhr (z. B. bei desorientierten Erwachsenen, bei Kleinkindern, durch Verwechslung)
- übermäßige Zufuhr hypertonischer NaCl-Infusionen
- Zufuhr großer Mengen Penicillin-G-Natrium, i.v. gegeben in physiologischer Kochsalzlösung

- Zufuhr von Natriumkarbonat zum Azidoseausgleich, von Natriumthiosulfat als Sulfatdonator u. a.
- Nach Gabe von Kochsalz als Emetikum (obsolet!) (MÜHLENDahl, 1976).
- b) Harnkonzentrierungsstörungen ohne genügende Wasserzufuhr
  - Diabetes insipidus
    1. Hypothalamisch
    2. Nephrogen
  - Osmotische Diurese: chronisches Nierenversagen
  - Erholungsphase nach akutem Nierenversagen
  - Hyperkalzämie, Hypokaliämie
- c) Wasserdepletion bei normaler Harnkonzentrierung, aber ungenügender Wasserzufuhr
  - Starkes Schwitzen
  - Durchfälle
  - Gestörtes Durstgefühl

Bei Patienten mit Leberzirrhose und Aszites wird therapeutisch eine Kochsalzrestriktion in der Ernährung mit einer Kochsalzzufuhr von weniger als 3 g NaCl/d (weniger als 50 mmol Na<sup>+</sup>/d) angestrebt.

Wegen des weitverbreiteten und hochdosierten Einsatzes von Antacida, beispielsweise bei Intensivpflegepatienten (mit Tagesdosen von 400-800 mmol Pufferkapazität) und bei entsprechend gefährdeten Personen, zum Beispiel mit Herz-, Leber- und Niereninsuffizienz, EPH-Gestose oder arterieller Hypertonie, wird die Deklaration des Natriumgehaltes der verschiedenen Antazida seitens der Hersteller für erforderlich gehalten. Somit könnte der behandelnde Arzt ein medikamentös bedingtes Nebenwirkungsrisiko beim Einsatz von Antacida bei Patienten der genannten Risikogruppen besser abschätzen.

Tab. 2: Erforderliche Dosis flüssiger Antazida, die zur Neutralisation von 564 mmol Salzsäure in wässriger Lösung (pH 3,5) erforderlich ist (6), und Natriumgehalt in der entsprechenden Antacidum-Tagesdosis (564 mmol Neutralisationskapazität, pH 3,5), berechnet nach den Ergebnissen der Untersuchungsmethoden A und B (nach WALTHER, 1987)

	erforderliche Dosis Antacidum (g/d)	mmol Na <sup>+</sup> pro Tagesdosis Antazidum	
		Methode A	Methode B
Aludrox®	361,0	12,6	10,5
Andursil® Liquid	146,6	6,7	5,1
Gastropulgut® 50	146,6	22,1	16,3
Gelusil®-Liquid	440,0	71,3	56,3
Kompensan®-S	778,3	76,3	70,0
Locid®	124,0	1,08	0,97
Maalox® 70	90,2	0,56	0,42
Maaloxan®	203,0	0,83	0,69
Phosphalugel®	4342,8	568,9	468,4
Rabro-Gel®	214,3	4,3	6,86
Riopan®	259,4	2,6	2,6
Solugastril®	157,9	6,0	5,2
Talcid®	203,0	4,7	4,1

#### Stoffwechselverhalten:

Empfohlene Natriumzufuhr (= Mindestbedarf): 2-3 g/d = 86-130 mval/d.

Die tägliche Aufnahme mit der Nahrung reicht von weniger als 5 g bis mehr als 20 g Natrium (WIRTHS, 1981), auch 4,7-32,7 g/die, im Mittel 13,1 g wurden schon angegeben (LEOW, 1975). In Japan, dem Land mit dem höchsten Kochsalzverbrauch, wurden als durchschnittliche Menge pro Person und Tag 19,2 g Natrium angegeben (SASAKI, 1962), für bäuerliche Provinzen jedoch noch wesentlich höhere Werte (FUKUDA, 1954; TAKAMATSU, 1955).

*Aufnahme:* Der gesamte Bestand an Natrium im Körper entstammt der Nahrungsaufnahme.

*Ausscheidung:* Natrium wird vorwiegend über die Nieren ausgeschieden. Die renale Elimination wird dabei der Natriumzufuhr angepaßt. Die Natriumausscheidung der Nieren wird durch mehrere Variable kontrolliert: 1. Die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) und die filtrierte Natriummenge, 2. die Höhe der Glukokortikoid- und Mineralokortikoid-Ausschüttung und 3. ein komplexes Zusammenwirken von hämodynamischen und möglicherweise humoralen Regulationsmechanismen. Die Kochsalzausscheidung über Perspiratio insensibilis und Schweiß ist bei sitzender Tätigkeit und gemäßigttem Klima unerheblich (200-500 mg), kann jedoch unter Extrembedingungen wie Schwerarbeit und/oder Hitze auf mehrere Gramm (bis über 20 g) ansteigen (WIRTHS, 1981).

Toxizität:

- Normalbereich im Serum 136-145 mmol/l
- NaCl bei oraler Aufnahme: letale Dosis ab 0,5 k/kg KG:  
Säugling 1 Teelöffel gestr. (5 g)  
Kleinkind 1 Eßlöffel gestr. (15 g)  
Erwachsener 2-3 Eßlöffel gehäuft (40-75 g)
- Natronlauge: von der 15%igen Lösung können schon 10-15 ml tödlich sein. 1-2%ige Lösungen haben noch immer eine deutliche Ätzwirkung.

Symptome:

Laugenverätzungen:

- Haut: bei leichterer Schädigung Erosionen und polymorphe Ekzeme, bei höheren Konzentrationen Geschwürbildungen mit schlechter Heilungstendenz
  - Augen: konjunktivale Reizerscheinungen, Ulzeration und Trübung der Kornea, in Extremfällen Erblindung
  - Verdauungstrakt nach oraler Aufnahme: Lippen und Mundschleimhaut glasig geschwollen und schmerzhaft, starke Schmerzen retrosternal und in der Magengegend, das Schlucken ist qualvoll. Erbrechen, Atemnot durch Glottisödem, Schock. Bei Überleben eventuell Magenperforation, Mediastinitis. Gefahr schwerer Stenosen im Gebiet des Ösophagus und der Kardialia, sowie im Pylorus. Gelegentlich Ösophagusfistein und Divertikel.  
Hypernatriämie (z. B. nach oraler Kochsalzaufnahme): Ödemneigung, erhöhter zentraler Venendruck, Gewichtszunahme, Durst, Temperaturanstieg, initiale Polyurie, Oligurie, Anurie, Unruhe, Verwirrtheit, Hyperreflexie, Krämpfe, Hyperventilation, respiratorische Azidose, Schock, Koma, erniedrigter Liquordruck, Tod.
- ""— Labor: erhöhte Natrium- und Chloridkonzentrationen, Serumosmolalität erhöht.  
Proteingehalt, Hämoglobin und Hämatokrit erniedrigt.
- EEG-Abflachung
  - Autoptisch findet sich eine Schrumpfung des Gehirns mit dadurch bedingten Gefäßabrissen (M ÜHLENDAHL, 1976).

Nachweis:

Durch Flammenphotometrie, eventuell auch durch Neutronenaktivierungsanalyse.

Therapie:

*Lokale Ätzwirkung*

- Haut entgiften
- Augen entgiften
- nach oraler Aufnahme von metallischem Natrium und Natronlauge: Vorgehen wie unter Ätzmittelintoxikation, Schmerzbekämpfung mit Morphium. Bei schwerstem Glottisödem Tracheotomie, Schockbekämpfung, Prophylaxe eines Lungenödems mit Dexamethason-Spray.

*Therapie der Hypernatriämie:*

- nach oraler Aufnahme von Kochsalz: sofortige Magenspülung
- Trinken und Infusion von freiem Wasser (z. B. Glukose 5%).

- Bei Serumwerten über 150 mmol: Hämodialyse oder Peritonealdialyse
- In chronischen und leichteren Fällen genügt eventuell die Zufuhr freien Wassers (bei bewußtseinsklaren Patienten peroral, sonst per infusionem). (z. B. Glukose 5%).

#### Kasuistik:

In einem Fall einer tödlichen Kochsalzvergiftung wurde als Emetikum ein großer Eßlöffel des Salzes einer Patienten gegeben, der 100 mg Chlorpromazin täglich einnahm. Kochsalz als Emetikum ist besonders gefährlich für Patienten mit Nierenerkrankungen, für Kinder und für Patienten, die Medikamente mit antiemetischen Eigenschaften eingenommen haben (GRESHAM, 1982).

#### Literatur:

- ALLEN, F.M.: Arterial Hypertension. *J. Amer. med. Ass.* 74: 652 (1920)
- AMBARO, L., BEAUJARD E.: Causes de l'Hypertension arterielle. *Arch. gen. Med.* 1: 520 (1904)
- Analytische Methoden der Atom-Adsorptionsspektrophotometrie; Analyse von Böden, austauschbare Kationen extrahierbare Kationen. *Perkin-Eimer Handbuch* (1974)
- BARRY, R.E., JØRD, J., Sodium content and neutralising capacity of some commonly used antacids. *Brit. med. J.* (1978)
- DAHL, L.K.: Role of dietary sodium in essential hypertension. *J. Amer. diet. Ass.* 34: 585 (1958)
- FUKUDA, T.: Investigation on Hypertension in Farm-Villages in Akita Prefecture. *J. of Chiba Medical Soc.* 29: 502 (1954)
- GRESHAM G.A., MASHRU, M.K.S.: Fatal Poisoning With Sodium Chloride. *For. Sei. Int.* 20: 87 (1982)
- HERZOG P., HÖLTERMÜLLER K.H.: Antacid therapy - changes in mineral metabolism. *Scand. J. Gastroent., Suppl* 56 (1982)
- KEMPER, W.: Treatment of hypertensive Vascular disease with Rice diet. *Amer. Journ. Med.* 4: 758 (1948)
- KUMAR, N., VIJ, J.C., KAROL, A., ANAND, B.S.: Controlled therapeutic trial to determine the optimum dose of antacid in duodenal ulcer. *Gut* 25: 1199 (1984)
- LEOW, D., MENG, K.: Zum Kochsalzverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland. *Klin. Wschr.* 53: 1131 (1971)
- LITTMANN, A., PINE, B.H.: Antacids and anticholinergic drugs. *Ann. intern. Med.* 82: 544 (1971)
- MÜHLENDAHL, K.E. von, IENERT, T., KRIENKE, E.G.: Intoxikation nach Gabe von Kochsalz als Emetikum. *Dtsch. Med. Wschr.* 101: 335-336 (1976)
- POSPISIL, E.: Kochsalz- und Natriumgehalt in der Nahrung. *Fortschr. Med.* 105: 131-135 (1987)
- RIMER, D.G., FRANKLAND M., Sodium content of antacids. *J. Amer. med. Ass.* 173: 93 (1960)
- SASAKI N.: High Blood Pressure and the Salt Intake of the Japanese. *Jap. Heart J.* 3: 313-324 (1962)
- TAKAMATSU, M.: Figure of Body Fluid of Farmers in the Northeastern Districts viewed from Angle and Water and Salt Metabolism. *J. of Science of Labour* 31: 349-370 (1955)
- VOLHARD F.: Nieren und ableitende Harnwege. In: Bergmann und Staehlin (Hrsg.) - *Handbuch der Inneren Medizin* Bd. VI. Springer, Berlin (1931)
- WALTER C., HERZOG P., HISSNAUER K.H., KÜHL, HJ., HÖLTERMÜLLER K.H.: Ein Vergleich der Neutralisationskapazität von Antazida in verdünnter Salzsäure und salzsaurem Natriumgehalt flüssiger Antacidum-Präparate. *DMW*, 112: (1987)
- WEBER, R., BERSTAD A., LANGE O., SCHULTZ T., AUBERT E.: Duodenal ulcer healing with four antacid tablets. *Scand. J. Gastroent.* 20: 1041 (1985)
- WIRTHS, W.: Natriumverzehr in einzelnen Bevölkerungsgruppen. In: Bock, K.D., A. Schrey (Hrsg.) - *Natrium und Hypertonie*. Universitätsdruckerei und Verlag Dr. C. Wolf und Sohn, München S. 103-113 (1981)
- YOKEL, R.A.: Sodium and potassium levels in antacids. *Amer. J. Hosp. Pharm.* 34: 200 (1977)