

# Fact Sheet: mangaan

## Indicator voor:

---

Mangaan (Mn; CAS 7439-96-5)

Mangaan is een zwaar metaal dat wijd verspreid voorkomt in de aardkorst. Het komt van nature niet voor in de pure vorm, maar voornamelijk als oxides, carbonaten en silicaten.

Mangaan wordt vooral gebruikt in metallurgische processen, als een deoxiderend en desulfurerend additief en als een bestanddeel van legeringen. Het wordt ook gebruikt bij de productie van droge cel batterijen, in de chemische nijverheid, in de productie van glas, in de leer- en textielindustrie en als kunstmeststof. Organische carbonylcomponenten van mangaan worden gebruikt als olie-additieven en rookinhibitoren .

## Productievolume:

---

98% van de wereldwijde productie van mangaan-erts werd geproduceerd in 10 landen. De landen die het meeste produceren zijn: Zuid-Afrika, Brazilië, Australië, Oekraïne, China, Gabon en India. De landen die in bruto gewicht het meeste mangaan-ijzerlegeringen produceren zijn China, Oekraïne, Zuid-Afrika, Frankrijk, Noorwegen, Japan en India (USGS).

België produceerde in 1998 20 ton ferromangaan (USGS).

## Wetgevend kader:

---

Richtlijn 94/67/EC voor verbranding van gevaarlijk afval: installaties voor 1997: som Mn-componenten < 1 mg/m<sup>3</sup>; nieuwe installaties: som Mn-componenten < 0.5 mg/m<sup>3</sup>.

Richtlijn 2000/76/EC voor afvalverbranding: gemiddelde Mn-emissie naar de lucht over minimum 30 minuten en maximum 8 uur: 0.5 mg/m<sup>3</sup>.

Richtlijnen 89/369/EC en 89/429/EEC: afvalverbranding: grenswaarde Mn-emissie: 5 mg/Nm<sup>3</sup> off-gas.

Richtlijn 75/440/EEC: Mn-norm voor oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterproductie: 0.05 mg/L

## Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

---

Mangaan komt in de natuur in meer dan 100 mineralen voor, met achtergrond niveaus van 40 tot 900 mg/kg. De geschatte gemiddelde achtergrondconcentraties bedraagt 330 mg/kg (Barceloux 1999). Mangaan komt vrij in de omgeving via industriële emissies, erosies van mangaanbevattende bodems, en ook vulkaanuitbarstingen kunnen bijdragen aan mangaanverspreiding in de lucht. Verder kan het ook vrijkomen door MMT gebruik als additief in benzine. Dit betekent dat iedereen blootgesteld wordt aan mangaan, en dat het dus een normale component is van het menselijk lichaam (ATSDR).

Mangaan kan door de mens worden opgenomen via inademing, ingestie of via de huid. De mens wordt voornamelijk blootgesteld aan mangaan via water en voeding dat terecht kan komen in het gastro-intestinaal stelsel. Het kan als klein partikel via ingeademde lucht in de longen terecht komen en hier vastraken. Een deel van het ingeademde mangaan kan ook in de mucus vast komen te zitten, en na ophoesten door slikken in de maag terecht komen. Via de huid kunnen slechts heel kleine hoeveelheden mangaan opgenomen worden wanneer de mens in contact komt met mangaan bevattende vloeistoffen.

Dierproeven wijzen uit dat mangaan een essentiële co-factor is voor tal van enzymen, zoals hexokinase superoxide dismutase en xanthine oxidase. Maar geen enkel geval van mangaan-deficiëntie werd gevonden bij mensen (ATSDR).

Mangaan in voeding:

Groene groenten: 2 mg/kg

Noten: 14.9 mg/kg

Brood: 8 mg/kg

Granen: 6.81 mg/kg

Thee: 2.71 mg/kg

**(Hoog) blootgestelde groep:**

---

In de werkomgeving worden werknemers eerder blootgesteld aan inhalatie van mangaandampen dan aan opname via de voeding of drinkwater. Dit is voornamelijk belangrijk in ferromangaan, ijzer, staal, droge cel batterij -en in de lasindustrie (WHO 1986). Personen die in de buurt van ferromangaan of ijzer-en staal fabrieken wonen zouden ook meer blootgesteld worden aan mangaan in de lucht, het water of de bodem, al zou deze blootstelling wel minder ernstig zijn dan op de werkvloer.

Het blijkt eveneens dat roker en passief-rokers aan hogere concentraties mangaanpartikels blootgesteld worden dan niet-rokers.

Mensen die een grote hoeveelheid mangaan binnenkrijgen via het voedsel zijn o.a. vegetariërs, omdat groenten, granen en noten veel mangaan bevatten, en frequente theedrinkers. Personen die lijden aan een ijzertekort absorberen meer mangaan (Mena et al. 1969, 1974), en ijzerdeficiëntie leidt ook tot gestegen mangaanconcentraties in de hersenen (Aschner and Aschner 1990). In vergelijking met de algemene bevolking, worden personen die vlakbij drukke verkeerswegen, motorrijders, werknemers van tankstations en taxi-chauffeurs meer blootgesteld aan mangaan (ATSDR)

**Verwachte gezondheidseffecten:**

---

Kleine hoeveelheden mangaan zijn essentieel voor de goede werking van het menselijk lichaam, maar hoge concentraties mangaan zijn toxisch. De symptomen van mangaan toxiciteit komen traag op gang, over maanden tot zelfs jaren. Mangaantoxiciteit kan zich uiten in een permanente neurologische aandoening 'manganisme' genaamd. De symptomen omvatten tremor, moeite met lopen en spasmen van de spieren in het aangezicht. Deze symptomen worden voorafgegaan door minder ernstige symptomen zoals irritatie, agressiviteit en hallucinaties. Mangaan inhalatie zou ook kunnen leiden tot cognitieve effecten, zoals concentratie -en geheugenproblemen. Verschillende epidemiologische studies hebben aangetoond dat neurotoxicologisch aandoeningen geassocieerd kunnen worden met lage beroepsblootstelling aan mangaan (ATSDR).

Het internationale agentschap voor onderzoek naar kanker (IARC) en het EPA (Environmental Protection Agency) hebben mangaan ondergebracht in groep D (niet klasseerbaar als kankerverwekkend voor de mens).

#### Laagste niveau waarbij schadelijke effecten waargenomen werden:

Minimal risk level (MRL) voor chronische inhalatie: 0.0003 mg/m<sup>3</sup> (NOAEL: 0.142 mg/m; effect op neurologische gedragstests) (ATSDR)

Voor acute blootstelling aan mangaan werd geen MRL bepaald, omdat er te weinig betrouwbare gegevens zijn, en omdat dosis-respons relaties ontbreken. Het feit dat mangaan een essentieel nutriënt is bemoeilijkt de MRL bepaling nog. Wel werd er een interim referentiewaarde bepaald van 0.16 mg/kg/dag. Deze waarde is gebaseerd op de Tolerable Upper Intake Level voor volwassenen van 11 mg/dag gebaseerd op een NOAEL voor westerse dieeten (ATSDR, FNB-IOM2001).

#### Geschatte externe blootstelling:

De algemene bevolking wordt vooral blootgesteld via de voeding:

Gemiddelde inname: 3800 µg/dag (EPA 1984)

2000-8000 µg/dag (NAS 1977, WHO 1984)

700-10900 µg/dag (WHO 2004b)

Inname via drinkwater:

Gemiddelde inname: 20 µg/dag (WHO 2004b)

Blootstelling via de lucht:

Gemiddelde blootstelling: verwaarloosbaar tov de voeding (uitgezonderd personen met hogere blootstelling bijvoorbeeld op de werkplaats)

Mangaan concentraties in de lucht op de werkvloer:

- US mangaanmijnen: 1.4-450 mg/m<sup>3</sup>
- Ijzerlegeringen fabrieken: 0.30-20 mg/m<sup>3</sup>
- Droge cel batterij fabrieken: 3-18 mg/m<sup>3</sup>
- Metaalproducerende fabrieken: gemiddeld 0.066 mg/m<sup>3</sup>

Dit betekent dat voor werknemers in deze industrieën blootstelling aan mangaan via de lucht een groter risico vormt dan ingestie van mangaan via drinkwater of voedsel.

De American Conference of Governmental and Industrial Hygienist bepaalde de TLV-TWA (threshold limit value-time weighted average) op 0.2 mg mangaan/m<sup>3</sup> (Barceloux 1999).

#### Richtwaarden voor externe blootstelling:

Volgens de Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine (FNB-IOM) is de adequate inname (AI) van mangaan per leeftijdscategorie:

Leeftijd	Man (mg/dag)	Vrouw (mg/dag)
0-6 maanden	0.003	0.003
7-12 maanden	0.6	0.6

1-3 jaar	1.2	1.2
4-8 jaar	1.5	1.5
9-13 jaar	1.9	1.6
14-18 jaar	2.2	1.6
> 19 jaar	2.3	1.8
zwangerschap	-	2.0
borstvoeding	-	2.6

#### EPA

Referentiedosis (RfD) in voeding: 0.14 mg/kg/dag = 10 mg/dag voor persoon van 70 kg  
gebaseerd op chronische mangaan inname (EPA 1993b)

Referentiedosis na inhalatie: 0.0005 mg/m<sup>3</sup> (EPA 1993b)

#### ATSDR

Referentiedosis ingestie: 0.16 mg/kg/dag

Referentiedosis inhalatie: 0.0004 mg/m<sup>3</sup>

#### National Research Council USA:

Adequate veilige inname voor volwassenen: 2-5 mg/dag (NAS 1980b)

kinderen: 1-3 mg/dag

baby's: 0.3-1 mg/dag

#### WHO

Health-based water Mn standard: 500 µg/L (WHO, 2002)

### **Gemeten gemiddelde interne blootstelling**

---

#### ATSDR:

Normale concentraties aan mangaan in lichaamsvloeistoffen bedragen 4-15 µg/L bloed, 1-8 µg/L urine en 0.4-0.85 µg/L serum.

### **Veiligheidsmarge t.o.v. lichaamsbelasting geassocieerd met LOAEL:**

---

De Food and Nutrition Board of the National Research Council (NRC) schatte een adequate en veilige inname van mangaan voor volwassenen op 2-5 mg/dag. Deze waarde werd gekozen omdat ze zo een extra veiligheidsgrens omvat van 5 mg/dag om onder de grens van 10 mg/dag te blijven, wat volgens de NRC veilig is voor occasionele opname (IRIS 2008, ATSDR)

#### Uit WHO 2001:

Richtwaarde van 0.15 µg/m<sup>3</sup> voor continue blootstelling (NOAEL: 30 µg/m<sup>3</sup> lucht neurologische effecten)

### **Persistentie (halfwaardetijd in de mens):**

---

Na inhalatie komt mangaan via de bloedbaan eerst terecht in de hersenen., waar het de gekende neurotoxische effecten kan veroorzaken, vooraleer het in de lever terecht komt. Geabsorbeerd mangaan wordt uit het lichaam verwijderd in de lever waar het via de gal wordt afgevoerd naar de darmen om uiteindelijk via de stoelgang uit het lichaam te verdwijnen. Kleine hoeveelheden mangaan kunnen ook terug gevonden worden in urine, zweet en melk. Mangaan verdwijnt in 2 fases uit het lichaam: de halfwaardetijd van de eerste fase bedraagt 39 dagen, voor de tweede fase is dit slechts 4 dagen (Mahoney and Small 1968).

---

#### **Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):**

Het mangaan in het bloed van de moeder kan de placenta placceren, zodat aan de mangaanbehoefte van de baby's *in utero* kan voldaan worden (Wilson et al. 1991).

Mangaan wordt ook teruggevonden in moedermelk, in concentraties gaande van 3.4 tot 10 mg/L. Het is niet geweten of een hoger dan normale blootstelling aan mangaan bij de moeder ook leidt tot een hogere excretie van mangaan in de moedermelk (Arnaud and Favier 1995; Collipp et al. 1983).

---

#### **Matrix:**

Blootstelling aan mangaan kan gemeten worden in urine of bloed

---

#### **Detectielimiet:**

LOD: 0.712 µg/L in bloed

---

#### **Aanbevolen doelgroep en matrix:**

Volwassenen & adolescenten: individuele bloedstalen

Pasgeborenen: individuele stalen navelstrengbloed

---

#### **Vergelijkende metingen**

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

---

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar
pasgeborenen	beide	navelstreng- bloed	31.2 µg/L (29.8- 32.8) <sup>a</sup>	'08-'09
14-15 jaar	beide	bloed	9.7 µg/L (9.3- 10.1) <sup>a</sup>	'08-'09
Volwassenen	moeders	bloed	12.1 µg/L (11.6- 12.7) <sup>a</sup>	'08-'09

---

a Steunpunt Milieu & Gezondheid 2007-2011

Internationale vergelijking:

Algemene bevolking					
leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land
volwassenen	beide	bloed	14.3 ± 11.4 µmol/L <sup>a</sup>	1997	Duitsland
1-18 jaar	beide	bloed		1997	Duitsland
16-70 jaar	beide	urine	0.3 µg/L (0.09-7.8) <sup>b</sup>	1998	UK
16-70 jaar	beide	bloed	7.4 µg/L (1.5-22) <sup>b</sup>	1998	UK
pasgeborenen	beide	navelstreng- bloed	42 µg/L (15) <sup>c</sup>	'92-'95	Parijs
volwassenen	moeders	bloed	23 µg/L (15) <sup>c</sup>	'92-'95	Parijs
pasgeborenen	beide	navelstreng- bloed	45 µg/L (20) <sup>c</sup>	'92-'95	Montreal
volwassenen	moeders	bloed	23 µg/L (13) <sup>c</sup>	'92-'95	Montreal
pasgeborenen	beide	navelstreng- bloed	34.4 µg/L (13.4) <sup>d</sup>	2004	Canada
volwassenen	moeders	bloed	16.3 µg/L (5.4) <sup>d</sup>	2004	Canada
pasgeborenen	beide	navelstreng- bloed	42 µg/L (16) <sup>e</sup>	2009	USA
volwassenen	moeders	bloed	24 µg/L (9.5) <sup>e</sup>	2009	USA
16-36 jaar	beide	bloed	12 µg/L (3) <sup>f</sup>	'97-'98	Zweden
volwassenen	beide	bloed	7.6 µg/L (5-12.8) <sup>g</sup>	2005	Frankrijk
18-70 jaar	beide	bloed	9.0 µg/l (4.8-18) <sup>h</sup>	2006	Duitsland
8-10 jaar	beide	bloed	8.48 µg/L (4.58-18.2) <sup>i</sup>	2008	Zuid-Afrika
volwassenen	beide	bloed	9 µg/L (4-15) <sup>j</sup>	1999	USA

a Rügaueri et al. 1997

b White and Sabbioni 1998

c Audrey et al. 2002

d Takser et al. 2004

e Zota et al. 2009

f Rodushkin et al. 2004

g Goullé et al. 2005

h Heitland et al. 2006

i Bazzi et al. 2008

j Barceloux 1999

## Referenties

---

Arnaud J, Favier A. 1995. Copper, iron, manganese and zinc contents in human colostrum and transitory milk of French women. *Sci Total Environ* 159:9-15.

ATSDR: [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov) Agency for Toxic Substances & Disease Registry

Aschner M, Aschner JL (1990) Manganese transport across the blood-brain barrier: relationship to iron homeostasis. *Brain Res Bull* 24:857-860.

Audrey S, Takser L, André M, Martin S, Donna M, Geneviève S, Phillippe B, Georgette H, Guy H (2002) A comparative study of manganese and lead levels in human umbilical cords and maternal blood from two urban centers exposed to different gasoline additives. *The Science of the total environment* 290: 157-164.

Barceloux D (1999). "Manganese". *Clinical Toxicology* 37(2): 293

Bazzi A, Nriagu JO, Linder AM (2008) Determination of toxic and essential elements in children's blood with inductively coupled plasma-mass spectrometry. *J Environ Monit* 10: 1226-1232.

Collipp PJ, Chen SY, Maitinsky S. 1983. Manganese in infant formulas and learning disability. *Ann Nutr Metab* 27:488-494.

EPA. 1984. Health assessment document for manganese. Final draft. Cincinnati, OH: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. EPA600883013F.

EPA. 1993b. Drinking water criteria document for manganese. Cincinnati, OH: U.S. Environmental Protection Agency. ECAO-CIN-D008

Goullé J-P, Mahieu L, Castermant J, Neveu N, Bonneau L, Lainé G, Bouige D, Lacroix C (2005) Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair. Reference values. *Forensic Science International* 153(1): 139-144.

Heitland P, Köster HD (2006) Biomonitoring of 37 trace elements in blood samples from inhabitants of northern Germany by ICP-MS. *Journal of trace elements in medicine and biology* 20:253-262.

FNB/IOM. 2001. Manganese. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc (2000). A Report of the Panel on Micronutrients, subcommittees on upper reference levels of nutrients and of interpretation and uses of dietary reference intakes, and the standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes. Washington, DC: Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. National Academy Press, 394-419. [http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=10026&page=394](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=10026&page=394). April 03, 2008.

IARC International agency for research on cancer; [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)

IRIS. 2008. Manganese. Integrated Risk Information System. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>. April 24, 2008.

Mahoney JP and Small WJ (1968) Studies on manganese III. The biological half-life of radiomanganese in man and factors which affect this half-life. *J Clin Invest.* 47(3): 643-653.

Mena I, Horiuchi K, Burke K, et al. (1969) Chronic manganese poisoning: Individual susceptibility and absorption of iron. *Neurology* 19:1000-1006.

Mena I, Horiuchi K, Lopez G (1974) Factors enhancing entrance of manganese into the brain: Iron deficiency and age. *J Nucl Med* 15:516.

NAS. 1977. Drinking water and health. Washington, DC: National Academy of Sciences, 214-215, 267-270, 311-312.

NAS. 1980b. Manganese. In: Recommended dietary allowances. 9th revised ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 154-157.

Rodushkin I, Ödman F, Branth S (1999) Multi-element analysis of whole blood by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry. *Fresenius J Anal Chem* 364: 338-346.

Rükgaueri M, Klein J, Kruse-J Arres JD (1997) Reference values for the trace elements copper, manganese, selenium, and zinc in the serum / plasma of children, adolescents, and adults. *J of trace elements in medicine and Biology* 11(2): 92-98.

Takser L, Mergler D, De Grosbois S, Smargiassi A, Lafond J (2004) Blood manganese content at birth and cord serum prolactin levels. *Neurotoxicology and teratology* 26:811-815.

USGS: [minerals.usgs.gov](http://minerals.usgs.gov) (US Geological Survey)

White MA, Sabbioni E (1998) Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Union. X. A study of 13 elements in blood and urine of a United Kingdom population. *The science of the total environment* 216: 253-270.

WHO. 1984a. Guidelines for drinking water quality. Vol. 1. Recommendations. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 7, 52, 79, 82.

WHO. 1986. Diseases caused by manganese and its toxic compounds. Early detection of occupational diseases, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 69-73.

WHO. 2002. Principles and methods for the assessment of risk from essential trace elements. Environmental health criteria 228. Geneva, Switzerland.

WHO. 2004b. Manganese in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. WHO/SDE/WSH/03.04/104. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/manganese.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/manganese.pdf). April 07, 2008.

Wilson DC, Tubman R, Bell N, et al. 1991. Plasma manganese, selenium and glutathione peroxidase levels in the mother and newborn infant. *Early Hum Dev* 26:223-226.

Zota AR, Ettinger AS, Bouchard M, Amarasiriwardena CJ, Schwartz J, Hu H, Wright RO (2009) Maternal blood manganese levels and infant birth weight. *Epidemiology* 20 (3): 367-373.