

Laatste update: 8/10/2019

Biomerkers, matrix en blootstellingstermijn die wordt gemeten

T,t-muconzuur: benzeen metaboliet en biemerker voor blootstelling aan de vluchtige organische stof benzeen. Ongeveer 2% van de totale benzeen opname wordt via urine uitgescheiden als t,t-muconzuur.

T,t-muconzuur wordt gemeten in urine en geeft een beeld van de blootstelling aan benzeen tijdens de uren tot dagen voor de staalname (acute blootstelling).

Wat is benzeen?

Benzeen is bij kamertemperatuur een kleurloze vloeistof die snel verdampt, slecht oplost in water en zeer brandbaar is.

Benzeen is aanwezig in ruwe olie, benzine en sigarettenrook. Natuurlijke bronnen van benzeen zijn bosbranden en actieve vulkanen.

Benzeen wordt als chemische stof gewonnen uit petroleum. In de chemie is benzeen een grondstof voor de productie van een heel breed gamma van verbruiksproducten zoals plastic, rubber, verven, lijmen, was, nylon en andere synthetische vezels, detergenten, pesticiden en geneesmiddelen. Daarnaast heeft benzeen ook enkele toepassingen in de geneeskunde en wetenschappelijk onderzoek o.a. als grondstof voor de productie van radiografie films.

Verwachte blootstellingswegen naar de mens

Dagelijks worden we blootgesteld aan kleine hoeveelheden benzeen. Voor de algemene bevolking gebeurt de blootstelling voornamelijk door inademen. De belangrijkste bronnen zijn

- Tabaksrook
- Benzinstations
- uitlaatgassen van auto's
- industriële emissies
- lijmen
- verven
- boenwas
- detergenten

Blootstelling langs orale weg (via drinkwater of levensmiddelen) is eveneens

mogelijk, maar inademing is doorgaans een belangrijkere blootstellingroute dan orale blootstelling. Benzeen kan in voeding terechtkomen o.a. via lekkage uit verpakkingsmaterialen of bewaarmilieu, via verontreinigd water of gevormd worden

tijdens bestralingsprocessen. Gecontamineerd koolstofdioxide (CO₂) werd eerder al als benzeenbron in bier beschreven. Bij een controle van voedingstalen die op de Belgische markt aanwezig waren, werd benzeen voornamelijk gedetecteerd in bereide voedingswaren zoals ingeblikte of gerookte vis en in mindere mate in vers vlees, vis of eieren.

Hoewel in steden en industriegebieden de benzeen concentraties in omgevingslucht meestal hoger liggen dan in landelijk gebieden, respecteerden alle Vlaamse meetplaatsen in 2017 de Europese en Vlaamse grenswaarden voor benzeen. De metingen van de Vlaamse Milieu Maatschappij tonen bovendien een gestage daling van de benzeen concentraties in de Vlaamse omgevingslucht tussen 2006 en 2017, dank zij de vermindering van het benzeengehalte in de benzine, de invoer van de driewegkatalysator in voertuigen en de richtlijnen voor damprecuperatie voor benzinestations.

Binnenshuis zijn de benzeen concentraties meestal hoger dan buitenshuis. Binnenhuismaatregelen zoals de invoer van een rookverbod in publieke gebouwen dragen vermoedelijk ook bij tot een dalende blootstelling aan benzeen.

In de buurt van afvalstorten die benzeen bevatten, petroleumraffinaderijen, petrochemische industrie en benzinestations word je blootgesteld aan hogere concentraties benzeen in de lucht.

Benzeen kan ook in het grondwater terechtkomen door lekkende opslagtanks of door uitspoeling van een afvalstort. Op die manier kan je blootgesteld worden via inslikken.

Benzeen kan via vervuild water of vervuilde grond ook in de lucht terechtkomen door verdamping.

Adviezen om blootstelling aan benzeen te beperken

- Roken is een belangrijke blootstellingsbron, minder roken betekent dus minder blootstelling aan benzeen.
- Kies voor milieuvriendelijke alternatieven in het verkeer (bijv. fiets en trein) en voor verkeersluwe wegen.
- In de buurt van tankstations en bepaalde industriegebieden kan de benzeenconcentratie verhoogd zijn.
- Let op met lijmen, oplosmiddelen en andere stoffen die benzeen kunnen bevatten. Verlucht voldoende bij gebruik van deze producten
- Laat kinderen niet spelen in de buurt van tankstations, fabrieken of plaatsen met gevaarlijk afval

Mogelijke Gezondheidsrisico's

Benzeen dat in je lichaam terechtkomt na inademing, door inslikken of via huidcontact, wordt voor de helft opgenomen in de bloedsomloop. Eens in je lichaam kan de stof opgeslagen worden in beenmerg en vetweefsel. Op die plaatsen wordt het omgezet naar andere producten die op hun beurt ook schadelijke effecten kunnen veroorzaken. De meeste afbraakproducten verlaten je lichaam binnen de 48 uur na blootstelling.

De meeste gegevens over de effecten van benzeen zijn gebaseerd op studies van arbeiders die in het verleden blootgesteld werden aan hogere concentraties dan de concentraties die normaal gezien in je eigen omgeving voorkomen.

Irriterend: Hoge concentraties benzeendampen zijn irriterend voor de slijmvliezen van de ogen, neus en ademhalingsstelsel.

Bloedarmoede: Uit studies bij dieren en mensen is gebleken dat herhaalde blootstelling aan benzeen schadelijk is voor de cellen van het beenmerg en het bloedvormend systeem. Daardoor kan de normale bloedvorming verstoord worden, zodat bloedarmoede en bloedingen kunnen ontstaan.

Immuunverstorend: Herhaalde blootstelling aan hoge benzeenconcentraties onderdrukt bij muizen het immuunsysteem, in enkele gevallen werden bij lage dosis immuun stimulerende effecten waargenomen.

Kankerverwekkend (carcinogeen): Benzeen wordt beschouwd als kankerverwekkend voor de mens (IARC groep 1). Onderzoek bij de mens toonde een oorzakelijk verband aan tussen blootstelling aan benzeen en de ontwikkeling van leukemie (kanker van de bloedvormende organen). Bij proefdieren veroorzaakt benzeen tevens tal van verschillende soorten kanker Het is waarschijnlijk dat dit ook bij de mens het geval is, al is de impact op het risico op andere kankers aanzienlijk kleiner dan de impact op het risico op leukemie.

Voortplanting: bij dierstudies werd bij de foetus een groeiachterstand waargenomen na toxische blootstelling van de moeder aan benzeen.

In de Vlaamse humane biomonitoringsstudies FLEHS I, II en III werden significante verbanden gevonden tussen blootstelling aan benzeen en schade aan het DNA bij jongeren, het kortetermijngeheugen en immunologische markers.

Hoog blootgestelde groepen

De hele bevolking wordt regelmatig blootgesteld aan benzeen. Mensen die veel tijd doorbrengen in het verkeer of in de buurt van uitlaatgassen zijn het meest blootgesteld. Voor kinderen is binnenhuislucht de voornaamste bron van benzeen blootstelling.

Vrouwen nemen meer benzeen op per kg lichaamsgewicht dan mannen.

Gevoelige groepen

Kinderen, adolescenten, zwangere vrouwen, personen met verminderde afweer en ouderen.

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

Benzeen wordt in het menselijk lichaam binnen de 48 uur na blootstelling snel afgebroken tot verschillende afvalproducten die uit het lichaam verwijderd worden via de urine. Door deze korte halfwaardetijd is een eenmalige meting van t,t'-muconzuur een maat voor de blootstelling aan benzeen gedurende de voorbije uren tot dagen.

Perinatale blootstelling? (Placenta/moedermelk)

Benzeen kan door de placentabarrière, wordt teruggevonden in navelstrengbloed in gehalten gelijk of groter dan deze in het bloed van de moeder en wordt terug gevonden in moedermelk.

Richtwaarden voor blootstelling:

Het Algemeen Reglement voor de arbeidsbescherming geeft als norm voor beroepsblootstelling op de werkplaats $3,25 \text{ mg/m}^3$ (tijdsgewogen gemiddelde voor 8 uur). De WHO richtlijn voor 24 uursblootstelling is $5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. De Europese richtlijn 2008/50/EG legt een jaargemiddelde grenswaarde van $5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ voor benzeen in omgevingslucht.

Het Vlaams Binnenmilieubesluit dat kwaliteitsnormen opgeeft voor het binnenmilieu van woningen en openbare gebouwen legt de richtwaarde voor benzeen in het binnenmilieu op $0,038 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ en de interventienorm op $0,4 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ om de gezondheidsrisico's voor bewoners of gebruikers maximaal te beperken. Bij benzeenconcentraties boven deze interventienorm moeten maatregelen genomen worden. Indien echter de buitenluchtconcentratie voor benzeen hoger is dan $0,4 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ geldt die buitenluchtconcentratie als norm.

De Vlaamse norm voor benzeen in drinkwater is $1 \text{ }\mu\text{g/l}$. De Wereldgezondheidsorganisatie berekende, op basis van bevolkingsstudies, dat deze waarde overeenkomt met 1 extra kanker per miljoen mensen die levenslang aan deze concentratie via drinkwater worden blootgesteld (WHO,

Wetgevend kader:

De Vlaamse en Europese wetgeving voorziet strenge luchtkwaliteitsnormen voor benzeen aangezien benzeen als een kankerverwekkende stof wordt beschouwd.

De gemiddelde benzeenconcentratie in Vlaanderen lag in 2017 in Vlaanderen een stuk onder de doelstelling van de Europese Richtlijn Luchtkwaliteit van 5 µg/m³ (2008/50/EG).

2018:

Vlaamse Regering wijzigt het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004

De richtwaarde van 2 µg/ m³ wordt verstrengd naar 0,038 µg/m³.

2012:

Verordening (EU) 231/2012: bepaalt dat het gehalte van benzeen in hexaan gebruikt voor de extractie van plantaardige carotenen maximaal 0,05 volumeprocent mag bedragen.

2008:

VLAREBO 2008: Streefdoel benzeen in bodem 0,1 mg/kg droge stof; in grondwater 0,5 µg/l.

Richtlijn 2008/105/EC: benzeennorm voor alle oppervlaktewateren: 50 µg/L. Deze normen mogen worden overschreden in mengzones in de directe omgeving van puntbronnen, zolang de rest van het oppervlaktewaterlichaam de norm haalt.

Richtlijn 2008/50/EG: bepalingen in verband met monitoring van benzeen in lucht.

2007:

Richtlijn 2007/19/EG: materialen bestemd om met levensmiddelen in aanraking te komen

2005:

Richtlijn 2005/90/EG: op de markt brengen en gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen

Richtlijn 2005/72/EG: materialen bestemd om met levensmiddelen in aanraking te komen

2002:

Vlaamse regering, 2002: Drinkwaternorm Vlaanderen: 1 µg/L

2000:

Richtlijn 2000/69/EG: grenswaarden voor benzeen en CO in de lucht.

1998:

Richtlijn 98/70/EG: kwaliteit diesel en benzine

Richtlijn 1998/83/EC: maximum toegelaten concentratie van benzeen in drinkwater is 1 µg/l.

1997:

Richtlijn 97/56/EG: op de markt brengen en gebruik van gevaarlijke stoffen

Richtlijn 97/42/EG: bescherming werknemers tegen carcinogene agentia op het werk (Grenswaarde beroepsblootstelling België (8-uur TWA): 1 ppm of 3.25 mg/m³ (www.gevaarlijkestoffen.be; KB, 2002)

Classificatie ECHA

CAS nummer: 71-43-2

Carcinogeen: benzeen is door IARC geclassificeerd in groep 1, carcinogeen voor mensen.

Vergelijkende metingen

In Vlaanderen daalden de concentraties van de benzeenmerker in urine over de afgelopen 20 jaar. Deze daling ligt in de lijn van de externe milieumetingen waar dalende concentraties worden vastgesteld.

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen/België:

Referentiegemiddelden voor tt-muconzuur worden gegeven in volume-eenheid (µg/L) en in creatinine-gecorrigeerde eenheden (µg/g creatinine).

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Referentiegemiddelde	Jaar
16-17	m/v	urine	54 µg/g creatinine	1999 ¹
14-15	m/v	urine	72 µg/g creatinine	2003-2004 ²
50-65	m/v	urine	85 µg/g creatinine	2004-2005 ²
14-15	m/v	urine	68 µg/g creatinine 90 µg/L	2009-2010 ³
20-40	m/v	urine	67 µg/g creatinine 72 µg/L	2009-2010 ³
14-15	m/v	urine	45 µg/g creatinine	2014-2015 ⁴

¹pilotstudie, ²Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS I, 2001-2006; ³Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS II, 2007-2011; ⁴Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS III

Internationale vergelijking:

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Referentiegemiddelde	Jaar	Land
6-11	m/v	urine	80,5 µg/L	2011-2012	USA ¹
3-79	m/v	urine	67 (61-64) µg/L 60 (54-68) µg/g creatinine	2014-2015	Canada ²
12-19	m/v	urine	74 (66-83) µg/L 54 (47-63) µg/g creatinine	2014-2015	Canada ²

¹(Centers for Disease control and Prevention (CDC), 2015); ²Health Canada (2017)

Meer lezen over benzeen:

Wereldgezondheidsorganisatie (WGO):

<https://www.who.int/ipcs/features/benzene.pdf?ua=1>

Internationaal Agentschap voor kankeronderzoek (IARC):

<https://www.iarc.fr/news-events/iarc-monographs-volume-120-benzene/>

Referenties

- ATSDR. (2007). Toxicological profile for benzene. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services
- Catarino Medeiros Vinci, R., Jacxsens, L., Van Loco, J., Matsiko, E., Lachat, C., de Schaetzen, T., Canfyn, M., et al. (2012). Assessment of human exposure to benzene through foods from the Belgian market. CHEMOSPHERE, 88(8), 1001–1007.
- Centers for Disease control and Prevention (CDC). (2015). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, updated tables 2015. Geraadpleegd op https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf
- Centers for Disease control and Prevention (CDC). Facts about Benzene. Geraadpleegd op <https://emergency.cdc.gov/agent/benzene/basics/facts.asp>
- Dowty, B.J., Laseter, J.L., Storer, J. (1976): The transplacental migration and accumulation in blood of volatile organic constituents. *Pediatr. Res.* 10: 696-701, cited from: Toxicological Profile for Benzene, Draft for Public Comment, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service
- Duarte-Davidson R, Courage C, Rushton L, et al. 2001. Benzene in the environment: An assessment of the potential risks to the health of the population. *Occup Environ Med* 58(1):2-13.

- ECHA, information on Chemicals. Geraadpleegd op <http://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals>.
- EPA. 2002. National primary drinking water regulations. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water. EPA816F02013. Geraadpleegd op <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>.
- EPA, IRIS (Integrated Risk Information System). Chemical Assessment Summary Benzene. Geraadpleegd op https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0276_summary.pdf
- FAVV (2010). Benzeen fiche, versie 22/03/2010. Geraadpleegd op http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2010/_documents/ADVIES09-2010_Bijlage1-fiche1.2.Benzeen.pdf.
- Gezondheid en Milieu: Benzeen. Geraadpleegd op <http://www.gezondheidsmilieu.be/nl/subthemas/benzeen-281.html>
- Health Canada (2017): Fourth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada. Geraadpleegd op <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/fourth-report-human-biomonitoring-environmental-chemicals-canada.html>
- IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol 29: Some industrial chemicals and dyestuffs. P93. Geraadpleegd op <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol29/volume29.pdf>
- IARC (2004). Overall evaluations of carcinogenicity to humans: As evaluated in IARC Monographs volumes 1-82 (a total of 900 agents, mixtures and exposures). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. <http://www.wcie.iarc.fr/monoeval/crthall.html>. INCHEM. Benzene. Retrieved from: www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim063.htm#PartTitle:1.%20%20NAME
- Inoue, O., Seiji, K., Nakatsuka, H., Watanabe, T., Yin, S. N., Li, G. L., ... Ikeda, M. (1989). Urinary t,t-muconic acid as an indicator of exposure to benzene. British Journal of Industrial Medicine, 46(2), 122–127. <https://doi.org/10.1136/oem.46.2.122>
- KB (2002) Koninklijk Besluit van 11 maart 2002 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van chemische agentia op het werk. (B.S. 14.3.2002, Ed. 2; erratum: B.S. 26.6.2002, Ed. 2)
- Maltoni-C; Ciliberti-A; Cotti-G; Conti-B; Belpoggi-F: Benzene, an experimental multipotential carcinogen: results of the long-term bioassays performed at the Bologna Institute of Oncology. Environ-Health-Perspect. 1989 Jul; 82: 109-24
- Steunpunt Milieu en Gezondheid. Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma Milieu en Gezondheid 2002-2006, 2007-2011, 2012-2015. Geraadpleegd op <http://www.milieu-en-gezondheid.be/>
- Vlaamse Milieumaatschappij VMM (2018). Jaarrapport Lucht. Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017. Geraadpleegd op www.vmm.be/publicaties/jaarrapport-lucht-emissies-2000-2016-en-luchtkwaliteit-in-2017-in-vlaanderen

Vlaamse Milieumaatschappij VMM, Milieurapport Vlaanderen (MIRA) update 2019.

Geraadpleegd op

<https://www.milieurapport.be/milieuthemas/luchtqualiteit/vluchtige-organische-stoffen/jaargemiddelde-benzeenconcentratie>

Vlaamse regering (2002) Besluit van de Vlaamse regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie (BS.28.I.2003).

Vlaamse Regering (2018) Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu. Geraadpleegd op

<https://www.vlaanderen.be/nbwa-news-message-document/document/09013557802459f7>