



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Bodemverontreiniging en planetaire grenzen

de Voogt, P.

Publication date

2016

Document Version

Final published version

Published in

De toekomst van de bodem

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

de Voogt, P. (2016). Bodemverontreiniging en planetaire grenzen. In A. Edelenbosch, J. Vegter, & J. van Wensem (Eds.), *De toekomst van de bodem* (pp. 47-51). TCB.
<https://www.tcbodem.nl/publicaties/alle-publicaties/886-de-toekomst-van-de-bodem>

General rights

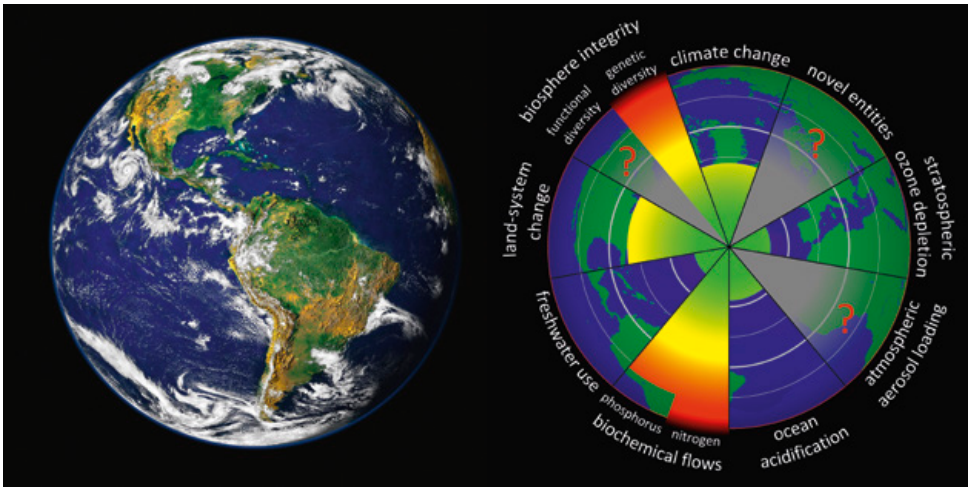
It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

BODEMVERONTREINIGING EN PLANETAIRE GRENZEN

Het begrip 'planetary boundaries' werd in 2009 door Rockström en collega's¹⁷ geïntroduceerd. Het overschrijden van planetary boundaries (PB) als gevolg van menselijk handelen verstoort de in het Holoceen ontstane stabiele omstandigheden waaronder de mensheid zich sindsdien kon ontwikkelen en vormt daarmee een bedreiging van de levensvatbaarheid van de Aarde. Eén van de negen PB die Rockström et al. definieerden was chemische verontreiniging. Volgens dit idee heeft de planeet Aarde een eindige capaciteit om met chemische verontreiniging om te gaan. Het in toenemende mate globale karakter van chemische verontreiniging vraagt om een globale aanpak en internationaal gecoördineerde maatregelen¹⁸.



Figuur 1. Planetary boundaries (rechts) van het systeem Aarde (links) kunnen overschreden worden.

Persson en collega's (2013) hebben vervolgens drie voorwaarden voorgesteld waaraan chemische verontreiniging zou moeten voldoen wilde het een bedreiging voor PB vormen¹⁹. Deze drie voorwaarden zijn:

1. De stof of het mengsel van stoffen verstoort een vitaal proces van het systeem Aarde;
2. Het verstorende effect wordt niet ontdekt voordat het een probleem is of zal vormen op planetaire schaal;
3. De betreffende effecten van de stof kunnen niet op korte termijn teruggedraaid worden.

¹⁷ Rockström J. et al. (2013) Planetary boundaries: Exploiting the safe operating space for humanity. *Ecol. Soc.* 14, 32.

¹⁸ Diamond M et al. (2015) Exploring the planetary boundary for chemical pollution. *Environ. Internat.* 78, 8.

¹⁹ Persson L.M. (2013) Confronting unknown planetary boundary threats from chemical pollution. *Environ. Sci. Technol.* 47, 12619.

In een vervolgstudie beschrijven MacLeod et al.²⁰ welke mogelijke scenario's er zijn waarin chemische stoffen aan elk van de drie voorwaarden zouden kunnen voldoen, om daarmee chemische profielen op te stellen die bij elk scenario horen. Die profielen zijn vervolgens gedefinieerd in termen van de aard van de effecten van een stof(groep) op een essentieel proces van het systeem Aarde en de mate van de milieublootstelling aan de stof.

Ik beperk me hier tot de laatste categorie:

C3-1 Environmental Exposure Is Poorly Reversible. Tot deze categorie behoort niet alleen koolstofdioxide, maar ook de uiterst persistente gefluoreerde organische surfactants (e.g., PFOS and PFOA) die nog eeuwenlang zullen blijven rondcirkelen op Aarde.

C2-1 Nearly Homogeneous Environmental Exposure at the Global Scale. Tot deze categorie behoren bv. de PCB's met een laag aantal (n=2-4) chlooratomen, en hexachloorbenzeen.

Deze beide profielen zijn dus alleen omschreven in termen van de aard van de blootstelling aan chemische verontreiniging, en het is nu zaak om criteria en modellen te ontwikkelen waarmee de eventuele omkeerbaarheid van de aanwezigheid van bepaalde verontreinigingen in het milieu beoordeeld kan worden. Daarvoor zijn betrouwbare experimentele gegevens nodig over afbraak(snelheden) in water, lucht en bodem. Dit zijn tastbare onderzoeksdoelen waarmee de realiteit van deze PB een stuk dichterbij onszelf komt te staan. Recent is overigens voorgesteld om de "chemische verontreiniging" als PB te vervangen door het bredere begrip "Introduction of novel entities" (zoals organische verontreinigingen, radioactieve materialen, nanomaterialen en micro-plastics)²¹.

Wat betekent het concept van planetaire grenzen voor de nieuwe verontreinigingen voor de bodem en de waterkwaliteit? Om te beginnen worden concentraties op globale schaal gevoed door de concentraties die er op lokale schaal optreden. We zijn ons er inmiddels wel van bewust dat plastics al op globale schaal verspreid zijn en in oceanen een plastic soep veroorzaken. Die globale verspreiding wordt vooral veroorzaakt door aanvoer vanuit metropolen die aan zee gelegen zijn en vanuit rivieren. Onlangs verscheen een artikel in Nature over de concentraties van microplastics in de Rijn²² die dat bevestigen. Het lijkt niet (meer) realistisch om te trachten een substantiële hoeveelheid plastic afval uit de oceanen te verwijderen, en een aanpak gericht op vermindering van gebruik en bevordering van hergebruik heeft waarschijnlijk meer effect²³.

²⁰ MacLeod M. et al. (2014) Identifying chemicals that are planetary boundary threats. Environ. Sci. Technol. 48, 11057.

²¹ Steffen W. et al. (2015) Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347 no. 6223.

²² Thomas Mani, Armin Hauk, Ulrich Walter & Patricia Burkhardt-Holm. Microplastics Profile along the Rhine River. Nature Sci. Rep. (2015), doi: 10.1038/srep17988.

²³ Lavender Law, K & Thompson RC, Microplastics in the seas. Science 345, 6193.

Zijn er lokale bodembedreigingen die de potentie hebben om uiteindelijk globale dimensie aan te nemen? De Technische Commissie Bodem (TCB) heeft in 2009 een inventarisatie gemaakt waaruit bleek dat voor de bodem de hoogste prioriteit van nieuwe verontreinigingen voor ecosystemen en voor de mens bij diergeneesmiddelen ligt. Het diergeneesmiddelgebruik zal toenemen in de toekomst en hoewel de middelen zelf wellicht geen directe bedreiging van globale aard zullen vormen, is de antibiotische resistentie (ABR) die meer en meer gesignaleerd wordt een probleem dat misschien wel globale dimensies kan aannemen. Een toename in ABR-genen tussen 1940 en 2008 is inderdaad aangetroffen in gearchiveerde Nederlandse bodems²⁴. Het is overigens wel zo dat de bodem van nature over een grote ABR beschikt.

Een groep van stoffen die door hun specifieke eigenschappen (met name persistentie en mobiliteit) kanshebber zijn om op globale schaal onomkeerbare gevolgen te krijgen zijn de organische perfluorverbindingen. Deze stoffen zijn onder meer door hun toepassing in blusschuimen in vaak grote hoeveelheden in de bodem terechtgekomen in de buurt van brandweeroefenterreinen, bijvoorbeeld bij vliegvelden en militaire bases²⁵.

Uit recent Scandinavisch onderzoek²⁶ blijkt dat

1. perfluorverbindingen bij vrijwel alle onderzochte brandweeroefenterreinen van 43 Noorse vliegvelden werden aangetroffen;
2. de concentraties van PFOS, één van de meest gebruikte perfluorverbindingen, in de bodem in de buurt van de oude oefenterreinen veel hoger zijn (tot tientallen mg/kg) dan de Noorse bodemrichtlijn van 100 µg/kg.
3. dat regelmatig grondwaterconcentraties in de orde van 1-50 µg/L werden aangetroffen.
4. dat brandweeroefeningen gedurende jaren geleid hebben tot ernstige milieuverontreiniging met vooral PFOS, maar ook andere perfluorverbindingen en dat enerzijds de persistentie en anderzijds de hoge mobiliteit (bv. in zandige bodems) van diverse PFOS een risico vormt.
5. dat het aandeel dat lokaal verontreinigde terreinen aan de totale contaminatie van Zweedse ecosystemen met PFOS weliswaar klein is, maar dat de lokale impact in diverse gebieden in Zweden ernstig is, en het derhalve gewenst is alle verontreinigde terreinen in het land in kaart te brengen.

²⁴ Knapp C.W., Dolfing J., Ehlert P.A.I., Graham D.W. (2010) Evidence of increasing antibiotic resistance gene abundances in archived soils since 1940. *Environ.Sci.Technol.* 44:580-587.

²⁵ De Voogt P en Parsons JR (2015) De Voogt P, Parsons JR (2015). Emerging contaminants, relevant voor de bodem! *Bodem*. Oktober 2015, 28-30.

²⁶ Martinsen K (2012) Polyfluorinated compounds at fire training facilities. Common Forum Meeting Bilbao, 23.10.2012; SFT (2008) Screening of polyfluorinated organic compounds at four fire training facilities in Norway, TA-2444/2008, Norwegian Pollution Control Authority, Oslo; Norström, K., Viktor, T., Cousins, A.P., Rahmberg, M. (2015) Risks and effects of the dispersion of PFAS on aquatic, terrestrial and human populations in the vicinity of international airports. IVL-Swedish Environmental Research Institute 2015, B-2232, Stockholm.



Figuur 2. Oefening met schuimblussen. Bron foto: <http://www.zieglerbrandweerteknik.nl/>.

Vooral in de VS zijn sinds enige tijd diverse grote projecten aan de gang die de bedreiging van grondwaterkwaliteit door verontreinigingspluimen van PFOS en verwante verbindingen, of het schoonmaken van verontreinigd(e) grondwater of bodem aanpakken. In diverse andere landen zijn inventarisaties gemaakt van de (mate van) PFOS verontreiniging van bodem en grondwater in de nabijheid van brandweeroefenterreinen of plaatsen waar grote oliebranden bestreden werden met blusschuim, zoals in de UK (Buncefield), de Kaanaaleilanden en Duitsland. In de onderzochte gevallen bleek steeds dat er hoge concentraties perfluorverbindingen in bodem of grondwater zijn aangetroffen.

In Nederland is de mate van PFOS verontreiniging bij brandweeroefenterreinen van vliegvelden voor zover bekend nimmer in kaart gebracht. Wel zijn er incidenten bekend, zoals bij een (vals) brandalarm in 2008 op luchthaven Schiphol waarbij een hoeveelheid met PFOS verontreinigd water in de bodem en het nabije oppervlaktewater terecht kwam²⁷. Perfluorverbindingen zijn ook aangetroffen in en onder stortplaatsen, en in grondwater dat gevoed is door rivierwater. Sommige van de perfluorverbindingen, met name de stoffen met korte koolstofketens (C3-C6) zijn relatief mobiel in de bodem en kunnen vanuit de stortplaats waterwingebieden bereiken²⁸. Dit geldt voor allerlei andere verbindingen evenzeer, bijvoorbeeld voor de antiklopstoffen in benzine zoals MTBE. Persistente mobiele contaminanten kunnen een reële bedreiging vormen voor de drinkwaterkwaliteit, temeer daar deze vaak lastig te verwijderen zijn uit het water²⁹. Bovendien wijst recent onderzoek uit dat persistente, goed in water oplosbare stoffen in eetbare delen van planten opgenomen kunnen worden³⁰.

²⁷ Hoek – van Nieuwenhuijzen, M. (2011, 2012) PFOS in waterbodems Schiphol I,II IMARES, C043/11, C007/12, IJmuiden.

²⁸ Eschauzier C, Raat KJ, Stuyfzand PJ, de Voogt P (2013) Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility. *Sci Total Environ* 458-460, 477-485.

²⁹ Eschauzier C, Beerendonk EF, Scholte-Veenendaal P, de Voogt P (2012) Impact of treatment processes on the occurrence of perfluoroalkyl acids in the drinking water production chain. *Environ. Sci. Technol.* 46, 1708-1715.

³⁰ Felizeter S, McLachlan M, de Voogt P (2014) Root uptake and translocation of perfluorinated alkyl acids by three hydroponically grown crops. *J. Agric. Food Chem.* 62, 3334-3342.

Bij ongeveer een derde van de grondwaterwinningen in Nederland bestaan risico's dat de grondwaterkwaliteit binnen het intrekgebied van de winning verslechtert³¹. In 2013 concludeerde het RIVM dat het aantal chemische stoffen dat in grondwater aanwezig is veel groter is dan reguliere monitoringsprogramma's aangeven en dat ongeveer de helft van de grondwaterwinningen niet voldoet aan het uitgangspunt dat het mogelijk moet zijn om met eenvoudige technieken drinkwater te produceren³². Weliswaar spelen hierbij niet alleen de nieuwe verontreinigingen een rol, maar de meeste zorg is over stoffen die consumenten gebruiken, zoals geneesmiddelen, insecticiden, biociden, cosmetica, brandvertragers en nanodeeltjes. Nieuwe verontreinigingen kunnen dus de beschikbaarheid van oppervlaktewater en grondwater als bron voor drinkwater ondermijnen.

Zolang de mens stoffen blijft produceren die niet of nauwelijks afbreekbaar zijn in het milieu, bestaat de kans dat op enig moment een grens overschreden wordt. Of die grens planetair is, is dus per definitie lastig te voorspellen. Naarmate de betreffende stoffen mobieler zijn, wordt de kans groter dat een relatief kwetsbaar ecosysteem bereikt wordt, waar de betreffende grenzen wellicht lager liggen. Het is daarom nodig vragen te stellen als: 'welke chemicaliën hebben we écht nodig, in wat voor - liefst minimale - hoeveelheden en waar precies kan dat optimaal?'. Voor de perfluorverbindingen is die discussie inmiddels door een grote groep wetenschappers aangezwengeld³³, maar wèl pas nádat de problemen met deze verbindingen in het milieu aan het licht zijn gekomen. Zulke vragen - die deel uitmaken van wat wel horizon-denken of horizon-scannen genoemd wordt³⁴ - zouden veel eerder, dus aan het begin van de levenscycli van chemische stoffen, moeten worden gesteld. Het is meer dan hoog tijd om dat te gaan doen, zodat we ook in de toekomst gebruik kunnen blijven maken van de diensten die de bodem ons biedt.

Pim de Voogt

Universiteit van Amsterdam / KWR Watercycle Research Institute
w.p.devoogt@uva.nl

³¹ Wuijts S, Dik, HHJ (2009) Beoordeling grondwater- en oevergrondwaterkwaliteit bij winningen voor drinkwater. Report 609033006, RIVM, Bilthoven.

³² Wuijts S, Versteegh JFM (2013) Bescherming drinkwaterbronnen in het nationaal beleid 609715005, RIVM, Bilthoven.

³³ Blum A. et al (2015) The Madrid Statement on poly- and perfluoroalkyl substances. *Environ. Health Perspect.* 123, A107-A111.

³⁴ Sutherland W.J. et al. (2013) A horizon scan of global conservation issues for 2013. *Trends Ecol. Evolut.* 28, 16-22.