

Ontwikkeling van en ervaring met natuur-gebaseerde oplossingen

Nature-based: nieuwe kansen in de bodemsanering

Natuur-gebaseerde oplossingen (NBS) vormen een belangrijke sleutel naar verduurzaming van bodemsaneringen. Een aantal van deze technieken bewijst al enkele decennia hun meerwaarde. De laatste jaren wordt fors geïnvesteerd in nieuwe technieken, combinaties en varianten. Dit artikel gaat daar in een vogelvlucht doorheen en stipt de kansen en bedreigingen aan.

Door: ir. Tobias Praamstra

Over de auteur:

Tobias Praamstra is senior-adviseur Soil, groundwater & sustainability bij advies – en ingenieursbureau TAUW.
Reageren: tobias.praamstra@tauw.com

Inleiding

De bodemsaneringswereld staat niet stil. Behalve dat de saneringsoperatie in Nederland tegen het wensdenken in nog niet is afgerond, en in Europa nog ruim 300.000 ernstig verontreinigde bodems op sanering wachten¹, is er ook op het gebied van techniek nog steeds ontwikkeling. Het gaat daarbij doorgaans niet om doorontwikkeling van ‘hightech’ maatregelen, maar om nature based methoden. Een aantal nature-based technieken in water- en bodemland bewijst al decennia lang hun meerwaarde. Bij de sanering van bodemverontreiniging zijn dat bijvoorbeeld de in situ en on site technieken die bacteriën stimuleren om hun ‘afbraakkunstje’ te doen. In de waterzuivering is dat bijvoorbeeld het gebruik van een helofytenfilter voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater.



Figuur 1: Artist impression reactieve mat (RESANAT)

In aanvulling op reeds bestaande NBS wordt geïnvesteerd in en geëxperimenteerd met nieuwe technieken, varianten op bestaande NBS en combinaties met conventionele technieken.

Waarom nemen NBS nu een vlucht?

In algemene zin hebben NBS bepaalde voordelen ten opzichte van conventionele (hightech) technieken, zoals:

- **Kosteneffectiviteit:** Doorgaans zijn de kosten van NBS lager dan van conventionele technieken als gevolg van beperkter onderhoud, lagere energielasten, goedkopere materialen en minder afval.
- **Minder belastend voor milieu en omgeving:** Beperking van CO₂-footprint, minder gebruik van hoogwaardige (eindige) materialen, beperking van overlast voor omwonenden en minder verstorend voor de locatie.
- **Koppelkansen met andere opgaven:** Klimaatmitigatie (bv waterberging en koelte door zuiverend moeras en inzet bomen), koolstofopslag in bodem en vegetatie (levende en afgestorven biomassa), biodiversiteit (zowel in als op de bodem) en landschappelijke waarde (natuur, recreatie, cultuurhistorie).



- Technische haalbaarheid: Als gevolg van locatiespecifieke omstandigheden en/of de schaal van het probleem kunnen conventionele technieken onhaalbaar blijken.
- Robuustheid / beperkt onderhoud: Dit is een groot voordeel voor afgelegen locaties waar je niet regelmatig naartoe kunt voor onderhoud of het verhelpen van een storing; denk aan stortplaatsen van chemisch afval en mijnafval (mine tailings) in afgelegen gebieden in het buitenland.

Tegenover deze meerwaarde van NBS staat ook een aantal beperkingen van NBS, zoals:

- Natuurlijke systemen nemen meer ruimte in.
- Natuurlijke processen vergen meer tijd, zowel qua opstart als qua saneringsduur.
- Natuurlijke systemen moeten afgestemd worden op het lokale klimaat.
- De efficiëntie laat zich vooraf niet altijd voorspellen en kan fluctueren in de tijd.

Vanuit het oogpunt van verwachtingsmanagement dient men zich hier vooraf bewust van te zijn. Bovendien blijkt uit de praktijk dat bevoegde gezagen (EU-breed) moeite hebben met een lange(re) saneringsduur en fluctuaties in efficiëntie. De acceptatie van NBS verloopt daardoor soms moeizaam.

Er is een duidelijk momentum voor de inzet van NBS

De genoemde voordelen van NBS hebben echter altijd al hun waarde gehad, dus waarom neemt de verkenning van mogelijkheden en de inzet van NBS voor verontreinigde bodems en oppervlaktewateren dan juist nu toe?

Op een hoger niveau kan dit niet los worden gezien van het wereldwijde besef van de noodzaak van duurzaamheid in al onze activiteiten met het oog op ons voortbestaan. Dat heeft zich vertaald in de UN Sustainable Development goals (SDG's) en de EU Green Deal en heeft zich geconcretiseerd voor de bodem in onder andere de EU Soil Strategy 2030 en de internationale standaard voor duurzame sanering (ISO18504).

Tegelijkertijd zijn er platforms zoals NICOLE (Network for Industrially Co-Ordinated sustainable Land management in Europe), grotere individuele probleemeigenaren en enkele overheidsinstanties (waaronder OVAM in Vlaanderen) die de inzet van NBS stimuleren. Bovendien wordt het onderzoek naar en het testen van NBS door de EU financieel ondersteund in concrete projecten via programma's als Horizon, Interreg en LIFE. Voorbeelden daarvan zijn GREENER (2019-2023), RESANAT (2019-2022), POPWAT (2020-2023) en MIBIREM (2022-2027), waarvan de laatste drie, uit mijn eigen praktijk, in dit artikel worden toegelicht.

Werkingsmechanismen en praktijkvoorbeelden NBS

NBS zijn gericht op het gebruik en de ondersteuning van natuurlijke processen, materialen en energie die leiden tot afbraak, immobilisatie of het afvangen van verontreinigingen. De werkingmechanismen voor de aanpak van de verontreinigingen zijn voornamelijk adsorptie, precipitatie, biologische, chemische en fotochemische afbraak en geohydrologische isolatie. Denk aan het gebruik van:

- de natuurlijke stroming van (grond)water als drijvende kracht achter permeabele reactieve schermen (bijvoorbeeld ijzerscher-

- men) en voor verspreiding van hulpstoffen;
- zonne-energie in de vorm van UV-straling voor fotochemische afbraak, warmte voor verhoging van biologische afbraak en elektriciteit voor aandrijving besturingsunits / pompen of ten behoeve van elektrochemische processen;
- het creëren van onderdruk voor bioventing of directe omzetting van wind in perslucht via een turbine voor persluchtinjectie (biosparging);
- inert organisch materiaal zoals biochar, plantenvezels of veen voor adsorptie;
- bacteriën en schimmels voor afbraak of immobilisatie;
- bomen, riet en andere planten voor fytoextractie, fyto-stabilisatie of geohydrologische beheersing;
- atmosferisch zuurstof voor chemische oxidatie of aerobe biologische afbraak;
- alkalische materialen voor neutralisatie van een zuur milieu, neerslag van metalen en biostimulatie.

De Natural Catch^{TAUW}

Dit concept betreft een reactieve matconstructie gevuld met een adsorbent van natuurlijke oorsprong om drainerende oppervlaktewateren te beschermen tegen instromende grondwaterverontreiniging door adsorptie en biologische afbraak. Een concrete toepassing daarvan is ontwikkeld in het kader van het project RESANAT (Interreg) en is te vinden op de bodem van het kanaaltje de Lieve in Gent, België, over een lengte van 110 meter en met een breedte van 5 meter. In een eerder Bodem nummer² is de opzet en aanleg al eens uitgebreid toegelicht; inmiddels is ook de efficiëntie van het systeem bekend. De toepassing is gebaseerd op drie NBS-principes: de natuurlijke grondwaterstroming als drijvende kracht, biochar en veen als adsorbent en de mat als dragermateriaal voor afbrekende micro-organismen. Het verwijderingsrendement varieert tussen 80 en 99% voor PAK, minerale olie en BTEX, met uitzondering van het relatief mobiele benzeen waarvoor het rendement varieert tussen 70 en 80%. De inzet van de reactieve mat en de potentiële inzet van twee conventionele technieken in de vorm van ontgraven en smart pump&treat zijn getoetst aan 22 duurzaamheidsindicatoren volgens een afwegingsmodel van TAUW conform ISO 18504³. Hieruit volgt dat op de dimensies 'Planet' en 'Prosperity' de reactieve mat het beste scoort voor de situatie in Gent. Zo ligt bijvoorbeeld de CO₂-footprint van de inzet van de reactieve mat een factor 20 lager dan van de ontgravingsvariant (ruim 7.000 ton CO₂). Op de dimensie 'People' is de score vergelijkbaar met die van smart pump&treat maar ligt de score wel ruim boven de ontgravingsvariant.

Natuurlijke processen en materialen leveren ongekende mogelijkheden

Inzet van de reactieve mat met eventuele aanpassing van adsorbent en vorm (horizontaal/verticaal) is ook mogelijk voor gebruik in intensief akkerbouwgebied om fosfaat en pesticiden af te vangen en voor het afvangen van zware metalen bij mine tailings.

Wetland+™

Het project POPWAT (LIFE) is gebaseerd op de proefverificatie van de Wetland+™-technologie gericht op de aanpak van verontreinigd kwelwater (opkwellend grondwater) met hexachloorcy-



Figuur 2: Ligging wetland in Hájek. (Bron: LIFE POPWAT, Layman's report)

clohexaan (HCH, inclusief lindaan), chloorbenzenen en andere pesticiden. Omdat dit soort sterk toxische stoffen doorgaans behoorlijk persistent is onder natuurlijke omstandigheden, wordt door een combinatie van een conventionele techniek en NBS de waterkwaliteit sterk verbeterd. Het waterzuiveringssysteem bestaat hoofdzakelijk uit 3 opeenvolgende stappen: 1. Chemische reductie door gebruik van bassins gevuld met nulwaardig (metallisch) ijzer; 2. Biosorptie aan organisch materiaal en microbiële anaerobe afbraak; 3. Een zuurstofrijk zuiverend moeras (met planten als Pitrus en Egelskop) waarin microbiële aerobe afbraak en fyto-remediatie plaatsvindt. Het systeem is en wordt getest op twee sterk verontreinigde locaties: Hájek in Tsjechië en Jaworzno in Polen. Het zuiveringsrendement bedraagt tot nu toe 95% in Hájek (meerjarig systeem) en 80% in Jaworzno (éénjarig systeem). Een fantastische indicator voor de opleving van het milieu als gevolg van een verbeterde waterkwaliteit is de toenemende soortenrijkdom en aantallen van diatomeeën (kiezelwieren) in het oppervlaktewater (kwelwater) in Hájek: van 0 tot 25 soorten in 2 jaar tijd en nu vergelijkbaar met niet beïnvloede lokale wateren.

Microbiome based remediation

In het MIBIREM-project (Horizon Europe) worden uit monsters van verontreinigde grond en (grond)water van meerdere Europese locaties bacteriepopulaties (microbiomen) geanalyseerd en geïdentificeerd, geïsoleerd, opgekweekt en verrijkt. De verrijkte bacteriepopulaties zullen vervolgens weer worden uitgezet op drie verontreinigde pilotlocaties (bio-augmentatie), eventueel in combinatie met ondersteunende substraten (biostimulatie). Het gaat hierbij specifiek om persistente verontreinigingen met cyanide, PAK/minerale olie en HCH. Aan de hand van de technische resultaten en een op te stellen toolbox is het de bedoeling om de weg vrij te maken voor het opschalen van de toepassing van bioremediatie als saneringstechniek op basis van het aanbrengen van microbiomen voor complexe en persistente bodemverontreinigingen.

Inmiddels zijn er 10 van de voorziene 13 verontreinigde locaties bemonsterd in Duitsland, Frankrijk, België, Nederland en Oostenrijk, zijn analyses uitgevoerd op macroparameters en verontreiniging en worden bacteriële geïsoleerd en gekarakteriseerd, bacterieculturen verrijkt, afbraaktesten uitgevoerd en conserveringstechnieken getest. Het project duurt tot 2027. Een toolbox voor toepassing wordt nog samengesteld, nationaal beleid voor

De kracht zit soms juist in combinatie van NBS en conventionele technieken

gebruik in de EU-landen wordt op een rijtje gezet en toepassingslocaties worden geselecteerd voor de pilots (www.mibirem.eu).

Meer inspirerende voorbeelden van NBS zijn te vinden op de site van CL:AIRE (www.clair.co.uk) onder Knowledge Centre - Library - Concawe bulletins.

Conclusie

NBS vormen een belangrijke sleutel voor een duurzame aanpak van bodem- en oppervlaktewaterverontreiniging. Rekening houdend met de circa 300.000 nog te saneren ernstig verontreinigde locaties in Europa zal de inzet van NBS onontbeerlijk zijn en een positieve impact hebben. De afgelopen jaren zijn veel EU-projecten op het gebied van NBS gestart, de eerste resultaten zijn geboekt (zoals RESANAT en GREENER) en veelbelovende nieuwe NBS-benaderingen zullen binnen 3 tot 5 jaar in de praktijk worden uitgerold. Met het oog op de positieve impact op de dimensies People, Planet en Prosperity zullen NBS voor bodemsaneringen een grote vlucht gaan nemen. Neem ze mee in de afweging en geef ze de ruimte!

Bronnen

1. Roadmap EU Soil Strategy. Europese Commissie. Ref. Ares(2020)6391319. 5 November 2020
2. RESANAT en de reactieve mat. Praamstra, Van Goidsenhoven, Waeyaert, Bosmans, Keijzer en Naert. Bodem 31(2): 21-23. April 2021
3. Reactive mat in canal catches groundwater contaminants. CL:AIRE / Praamstra. CONCAWE-Bulletin CON05. November 2023 (www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_11-23.pdf)