

Een ruimtelijke indicator voor fosforuitputting op wereldschaal

Bodemdegradatie in levenscyclusanalyse (LCA)

Bodemdegradatie is een groeiend probleem in landbouwgebieden en wordt vooral in Afrika, delen van Zuid-Amerika en Zuidoost Azië gevoeld. Moderne landbouwmethoden onttrekken steeds meer nutriënten aan de bodem. Bij slecht beheer kan de kwaliteit van de bodem drastisch verminderen en kunnen bodems uiteindelijk ongeschikt worden voor landbouwdoeleinden. Hoewel het probleem van bodemdegradatie erkend wordt, wordt deze schade nog niet meegenomen in de huidige methoden voor levenscyclusanalyse (LCA).

Door: Anne Hollander, Michiel Zijp, Harm van Wijnen

Over de auteurs:

Dr. Anne Hollander: Fysisch-geograaf en milieukundige bij de afdeling Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid (DMG) van het RIVM.
Drs. Michiel Zijp: Milieu-natuurwetenschapper bij de afdeling DMG van het RIVM.
Dr. Harm van Wijnen: Ecoloog en GIS-deskundige bij de afdeling DMG van het RIVM.

BODEMDEGRADATIE WERELDWIJD

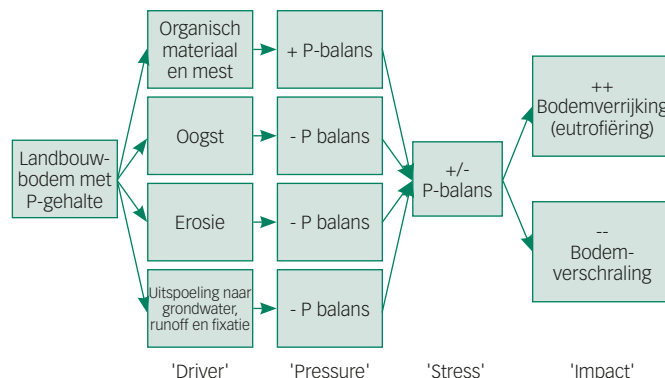
Bodemdegradatie omvat onder meer de gevolgen van bodemerosie, verzilting, verschralling en woestijnvorming. De eerste wereldwijde inventarisatie van bodemdegradatie is uitgevoerd door de Verenigde Naties in de periode 1988-1991. Deze inventarisatie, bekend als GLASOD - Global Survey of Human-Induced Soil Degradation - laat een afname van gezonde bodems in de periode 1961-1991 zien. In sommige delen van de wereld loopt dit op tot 30% van het totale oppervlak aan gezonde bodems. Afrikaanse akkerbouwgebieden tonen gemiddeld per capita de grootste achteruitgang. Wereldwijd wordt bodemdegradatie door de VN toegeschreven aan overbegrazing (35%), intensivering van de landbouw (28%), ontbossing (30%), overexploitatie van land ten behoeve van brandstof (7%) en industrialisatie (4%).¹

LEVENSICYCLUSANALYSE (LCA)

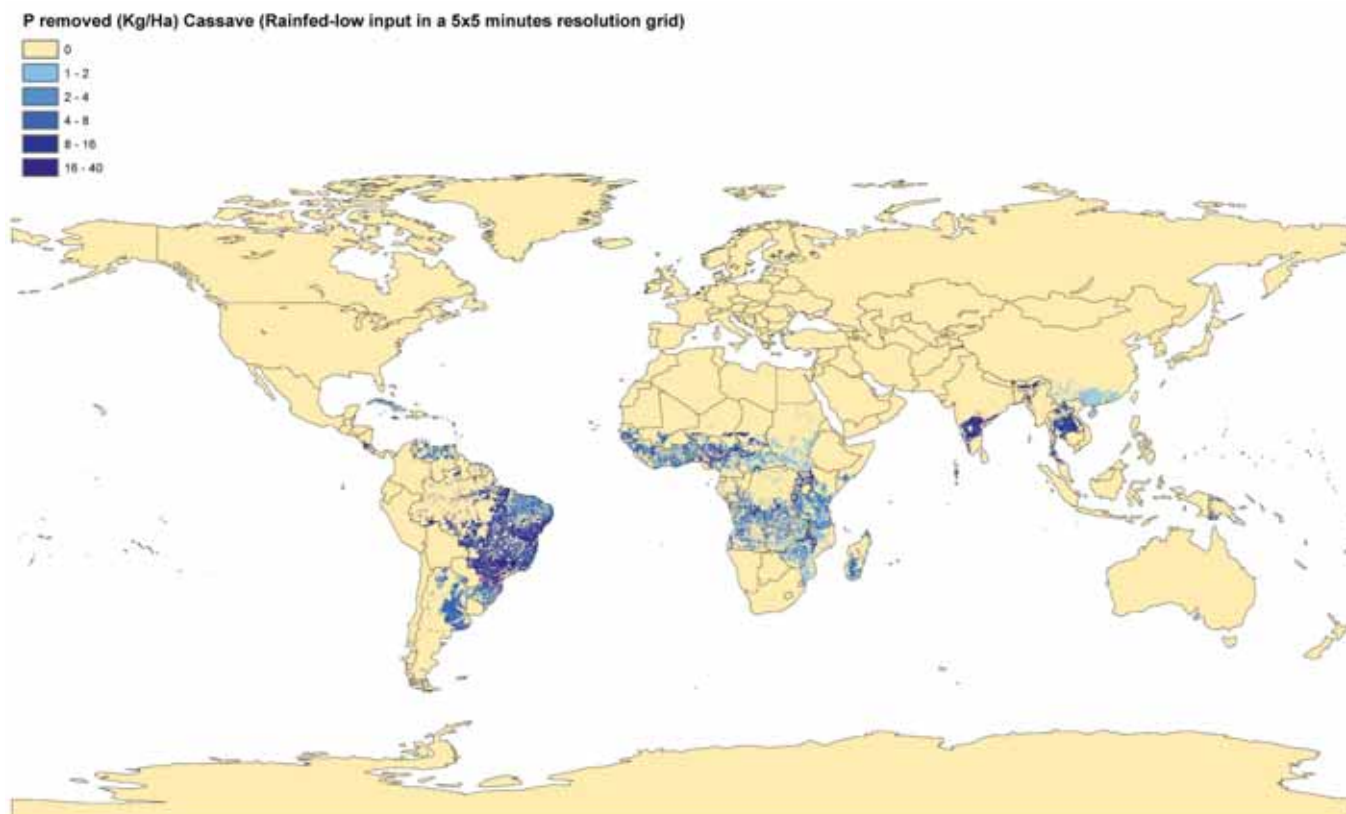
Milieugerichte levenscyclusanalyse (LCA) is een methode voor het in kaart brengen van de invloed van producten en productieprocessen op het milieu. Daarvoor worden gegevens over emissies en grondstoffengebruik gedurende de hele levenscyclus van een product of activiteit verzameld. Van de winning van grondstoffen via productie en (her)gebruik tot en met afvalverwerking. Of met andere woorden, van de wieg tot het graf.

Binnen een LCA wordt met speciale rekenmodellen berekend wat de impact op het milieu is van alle emissies en grondstoffenge-

bruik in de levenscyclus van het product: de impactanalyse. Het resultaat van een LCA is dus een soort milieuprofiel: een 'scorelijst' met milieueffecten. Aan het milieuprofiel is te zien welke milieueffecten de belangrijkste rol spelen in de levenscyclus van een product of dienst en welke fasen in de levenscyclus daar de grootste bijdrage aan leveren. Diverse methoden om een impactanalyse in LCA uit te voeren zijn beschikbaar, waarvan ReCiPe een bekende en veelgebruikte methode is.² Doorgaans worden de volgende milieueffecten in beschouwing genomen: broeikasgasemissies, humane toxiciteit, ecologische toxiciteit, ozondepletie, eutrofiëring, verzuring, landgebruik, watergebruik, verbruik



FIGUUR 1: CONCEPTUEEL MODEL VAN DE P-BALANS IN LANDBOUWBODEMS: IN DE BODEM IS EEN BEPAALDE HOEVEELHEID P AANWEZIG. DOOR LANDBOUWACTIVITEITEN WORDT ZOWEL P TOEGEVOEGD AAN DE BODEM (BEMESTING) ALS VERWIJDERD (OOGST, EROSIE EN RUNOFF): 'DRIVERS'. P KAN OOK FIXEREN IN DE BODEM, WAARDOOR HET NIET MEER BESCHIKBAAR IS VOOR PLANTEN. ALLE IN- EN UITSTROMEN SAMEN ('PRESSURES') BEPALEN OF HET P-GEHALTE IN BALANS IS, OF DAT ER SPRAKE IS VAN EEN NETTO VERLIES OF VAN EEN NETTO TOENAME VAN P: 'STRESS' OF 'STATE'. DIT LEIDT RESPECTIEVELIJK TOT VERSCHRALLING DAN WEL VERMESTING (EUTROFIERING): 'IM-PACTS'. HET MILIEUASPECT VAN VERMESTING WORDT AL GEDEKT IN DE BESTAANDE LCA IMPACT METHODEN, VERSCHRALLING NOG NIET.



FIGUUR 2: HOEVEELHEID P-VERLIES UIT DE BODEM OP JAARBASIS DOOR DE OOGST VAN CASSAVE (VOOR HET JAAR 2000) IN LANDBOUWGEBIEDEN MET LAGE MESTGIFT.

van fossiele brandstoffen en van grondstoffen. Een milieueffect dat tot op heden niet door impactanalysemethoden gedekt wordt, is bodemdegradatie, een effect dat onder andere voor de milieubeoordeling van landbouwgewassen belangrijk is.

BODEMDEGRADATIE IN LCA

In de wetenschappelijke literatuur zijn recentelijk een aantal studies verschenen die een eerste poging doen bepaalde aspecten van bodemdegradatie op te nemen in de LCA-impactanalyses. Een voorbeeld hiervan is een indicator voor organische stofverlies uit bodems.³ Garrigues et al.⁴ hebben een inventarisatie uitgevoerd naar de stappen die nodig zijn om tot een integrale bodemkwaliteits-parameter voor LCA te komen. Door Garrigues et al. wordt voorgesteld afzonderlijke indicatoren te ontwikkelen voor alle relevante bodembedreigingen, zoals erosie, nutriëntendepletie (verschraling), bodem organische stofverlies en verzilting, en vervolgens te werken aan de aggregatie daarvan. Omdat bodemdegradatie een probleem is dat ruimtelijk variabel is, zal een indicator hiervoor ruimtelijk expliciet gemaakt moeten worden. In onze studie hebben wij een concept ontwikkeld voor een indicator voor nutriëntenverlies uit bodems, dat kan dienen als een van de bouwstenen voor een uiteindelijke integrale LCA-indicator. Specifiek is gekeken naar fosfor (P) depletie uit de bodem bij de teelt van acht verschillende gewassen: cassave, mais, rijst, bananen, soja, tarwe, suikerriet en oliegewassen op wereldwijde schaal met een resolutie van 5x5 minuten.

CONCEPT VAN EEN INDICATOR VOOR P-VERLIES UIT DE BODEM

Een eenvoudig conceptueel model van de fosforbalans van landbouwbodems is gegeven in Figuur 1. Op basis daarvan, zou je voor het ontwikkelen van een indicator voor verschraling dus inzicht krijgen in 1) de wereldwijde budgetten van P in de bodem, 2) de grootte van de verschillende in- en uitstromen. Daaruit zou een zogenaamde toestandsvariabele ontwikkeld kunnen worden die het P-tekort in bodems aangeeft. Echter, dergelijke gegevens zijn op wereldschaal niet voorhanden. Daarom is gekozen voor

het ontwikkelen van een 'pressure' of drukvariabele, die de hoeveelheid verlies van P uit de bodem door landbouw aangeeft.

Hiertoe is geografische informatie over P-verlies bij de oogst van de gewassen gecombineerd met landbouwpraktijken waarbij sprake is van lage tot zeer lage mestgift ("subsistence farming" of

De huidige LCA's houden geen rekening met bodemdegradatie als milieuprobleem

"low input farming"). De aanname hierbij was, dat bodemverschraling vooral een probleem zal zijn in gebieden waar dergelijke landbouwpraktijken plaatsvinden. Een stapsgewijze aanpak is gevolgd:

1. Er is een inventarisatie gemaakt van waar in de wereld landbouwpraktijken plaatsvinden met lage tot zeer lage mestgift, op basis van Nachtergaele et al., 2012;⁵
2. Voor de acht genoemde gewassen is geïnventariseerd waar in de wereld die geteeld worden. De oogst van de gewassen per gewastype en per grid zijn in kaart gebracht voor het jaar 2000, op basis van Nachtergaele et al., 2012;⁵
3. Per gewas is een kaart gemaakt van het voorkomen daarvan in gebieden met lage mestgift;
4. Per gewas is het gemiddelde P-gehalte per kilogram gewas bepaald aan de hand van literatuur;
5. Door de hoeveelheid oogst per hectare per jaar (kg gewas/ha/jr) te vermenigvuldigen met de hoeveelheid P die afgevoerd wordt per kg gewas (kg P/kggewas), kon de hoeveelheid P berekend worden die per hectare per jaar wordt verwijderd (kgP/ha/jr).

Country name	Cassava	Banana	Maize	Oil crops	Rice	Soybean	Sugarcane	Wheat
AFGHANISTAN								
ALBANIA								
ALGERIA								
ANGOLA								
ANTIGUA AND BARBUDA								
ARGENTINA								

FIGUUR 3: VOORBEELD VAN EEN DEEL VAN DE LANDENTABEL DIE DIENT ALS 'RODE VLAG' VOOR P-DEPLETIE. PER GEWAS EN PER LAND WORDT AANGEGEVEN OF BODEMVER-SCHRALING EEN PROBLEEM KAN ZIJN. DIT ZIJN DUS DE LANDEN WAARIN WEINIG P-AANVOER PLAATSVINDT, MAAR DIE WEL DE GENOEMDE GEWASSEN PRODUCEREN (EN VAAK EXPORTEREN). VOLLEDIGE TABEL IN HOLLANDER ET AL. 2016.⁶

Een voorbeeld van de uitkomst van deze berekening voor cassave is gegeven in Figuur 2. Figuren voor de overige gewassen en tabellen met achtergronddata zijn gegeven in een RIVM-rapport.⁶ Omdat voor veel landbouwgewassen wel het land van herkomst bekend is, maar niet de exacte locatie, zijn de ruimtelijke data ook geaggregeerd naar landniveau. En daar de absolute P-verlies-getallen onze-

als een eerste screening of 'rode vlag' voor de uitvoerders van LCA-studies: "wees alert, naast andere milieueffecten kan voor dit product bodemdegradatie een issue zijn".

Grootschalige bodemdegradatie is een mondiaal probleem, dat vooral speelt in ontwikkelingslanden. Echter, via bijvoorbeeld de voedselproductieketens zijn we ook in Nederland direct betrokken bij dit probleem. Het ontsluiten van kennis over productieketens (wat komt waar vandaan) en het slim combineren van kennis over de bodem en GIS kunnen helpen de wereldwijde informatievoorziening rond bodemdegradatie beter in beeld te brengen.

Aangepaste LCA neemt bodemdegradatie wel mee

ker zijn en voor veel gebruikers moeilijk te interpreteren, hebben we ook een tabel gemaakt die per land en per gewas aangeeft of P-depletie van de bodem wel of niet een potentieel milieuprobleem kan zijn. Een deel van de tabel staat in Figuur 3.

Een 'state' indicator, waarin P-voorraden in de bodem bekend zijn, zou dus betrouwbaarder zijn dan de hier ontwikkelde 'pressure' indicator voor bodemvershraling. En hoewel de huidige indicator nog niet klaar is om opgenomen te worden in gerenommeerde LCA-impactanalysemethoden, is met deze studie wel een eerste stap gezet. Bovendien is bodemdegradatie op de kaart gezet als milieuprobleem waar men bij LCA rekening mee zou moeten houden. De landentabel is een bruikbaar hulpmiddel die dient

LITERATUUR

- 1 UN, 2015. <http://plasma-nrg.com/about-us/soil-degradation.html>
- 2 Goedkoop M. et al., 2009. ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. <http://www.lcia-recipe.net>.
- 3 Milà i Canals L. et al., 2007. Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of 'fertile land' in Life Cycle Assessment (LCA). J. of Clean. Prod. 15: 1426-1440.
- 4 Garrigues E. et al., 2012. Soil quality in Life Cycle Assessment: Towards development of an indicator. Ecol. Ind. 18: 434-442.
- 5 Nachtergaele F. et al., 2012. Harmonized World Soil Database, version 1.2. <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- 6 Hollander A. et al., 2016. A spatially explicit LCA-indicator for P-depletion in agricultural soils. RIVM letter report 2015-0198. Bilthoven.