

LUSI - Resultaten

Landgebruik en het transport van silicium doorheen het Scheldebekken

DUUR VAN HET PROJECT
01/01/2007 - 31/01/2011

BUDGET
653.782 €

SLEUTELWOORDEN

Biogeen silicium; eutrofiëring; landgebruik; ontbossing; stroomgebied van de Schelde.

CONTEXT

De concentratie van nutriënten in de Noordzee en de aangrenzende estuaria zijn het eindresultaat van de input, retentie, mobilisatie en transport van N, P en Si door het volledige bekken. Gewoonlijk wordt eutrofiëring aanzien als een probleem dat wordt veroorzaakt door een verhoogde input van N en P door de mens. Hoge concentraties opgelost Si worden dan weer niet aan menselijke invloed geweten. De transfer van opgelost Si (DSi) naar rivieren zou het gevolg zijn van een puur geochemisch proces: de directe chemische verwerking van bodemmineralen. De DSi-emissie van terrestrische systemen in waterlichamen onder invloed van menselijke activiteit werd als relatief constant beschouwd in vergelijking met pristiene ecosystemen. De opname door kiezelwieren in het riviercontinuüm werd als belangrijkste factor aangehaald om de wijzigingen in het DSi-profiel doorheen de tijd te verklaren. Recent onderzoek toonde aan dat de vegetatie een grote impact op de Si-fluxen door terrestrische ecosystemen kan hebben. Het bleek dat ecosystemen grote hoeveelheden amorf biogeen Si (amorf $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, BSi) zowel in de bodem als in vegetatie kunnen opslaan. BSi is veel gemakkelijker oplosbaar dan mineraal Si, wat betekent dat biota mogelijk een grote controlerende rol in de terrestrische Si-fluxen kunnen spelen. Veranderingen in landgebruik en de ermee samenhangende veranderingen in vegetatie hebben mogelijk een grote impact op de Si-fluxen door stroomgebieden.

DOELSTELLINGEN

Dit project zocht een antwoord op de vraag of Si-fluxen die via een rivierbekken uiteindelijk in zee belanden, door veranderingen in landgebruik kunnen wijzigen. Deze veranderingen werden voor het Scheldebekken onderzocht. Er werd rekening gehouden met oppervlakkige run-off, ondergrondse drainage en opslag en kringlopen in vegetatie.

De resultaten zullen worden gebruikt om de impact na te gaan van veranderingen in landgebruik op Si-fluxen doorheen de tijd. Er komen ook aanbevelingen voor ruimtelijke planning om eutrofiëring tegen te gaan, waarbij wordt uitgegaan van het aandeel van Si in de nutriëntenverhoudingen. Deze Si-studie moet de tegenhanger worden voor het aandeel van N en P in het eutrofiëringsprobleem en kan waardevolle nieuwe inzichten opleveren voor de visie op eutrofiëring die volop in ontwikkeling is.

RESULTATEN EN DISCUSSIE

Ons onderzoek op schaal van habitats en kleine stroomgebieden toont aan dat in stroomgebieden omgeven door akkerland, BSi een groot aandeel in de totale Si-fluxen heeft, in tegenstelling tot stroomgebieden in een bosrijke zone. BSi-transport komt meestal voor tijdens regenperiodes. Erosie zorgt voor grote verschuivingen in de toplaag. Dit brengt BSi-fluxen uit akkerecosystemen op gang. Bij zware regenval was er een duidelijke wisselwerking tussen concentraties DSi en BSi, waarbij BSi vaak de dominante vorm van gemobiliseerd bioreactief Si in akkerlanden werd.

Op basis van onze resultaten stellen we een nieuw conceptueel model voor Si-fluxen met ontbossing voor. Initiële bosontwikkeling wordt gekenmerkt door geringe hoeveelheden DSi die vrijkomen uit de bodem-BSi-pool in vergelijking met de hoeveelheid die elk jaar aan de vegetatie en aan de bodem-BSi-pool wordt toegevoegd. Bossen in ontwikkeling zijn netto vergaarplaatsen voor DSi. Jammer genoeg wordt er momenteel weinig of geen onderzoek verricht naar Si-cycli in bossen in ontwikkeling. Een evenwicht zal uiteindelijk bereikt worden: dit punt wordt gekenmerkt door een grote bodem-BSi-stock die langzaam aangroeit. De bosvegetatie bevordert de verwerking van silicaten uit de ondoorlatende basislaag door een toename van CO_2 in de bodem, door de productie van organische zuren en door het stabiliserend effect van organische bodembedekking. Bomen nemen het opgeloste verweerde Si (DSi) op en deponeren het als BSi plantlichaampjes (fytolieten) in hun biomassa. Het grootste deel van het verweerde DSi gaat door de biomassa en komt uiteindelijk in rivieren terecht.



LUSI - Resultaten

Landgebruik en het transport van silicium doorheen het Scheldebekken

De uiteindelijke outflux van Si uit de bodem van climaxbossen wordt gecontroleerd door de oplossing van bodemfytolieten. Door ontbossing neemt de outflux van DSi uit de bosbodem sterk toe naarmate de BSi-stocks oplossen. Na verloop van tijd verwachten we echter dat DSi-fluxen geleidelijk afnemen omdat er een fundamenteel onevenwicht komt: de productie van biogeen BSi compenseert de totale hoeveelheid opgelost ASi niet langer omdat het oogsten van gewassen de aanvulling van de bodem-BSi-stock voorkomt. Bodemerrosie zal toenemen en BSi zal fysiek uit de bodem worden verwijderd, vooral bij zware neerslag. De verhoogde TSi-fluxen houden aan tot de bodem een nieuw climax-akkerstadium bereikt dat door een lagere TSi-outflux wordt gekenmerkt. Het ontbreken van diepwortelende vegetatie en voldoende organische bodembedekking werken verweringsmechanismen in de hand.

Onze resultaten tonen aan dat de wereldwijde massieve onttrekking van Si door de landbouw en de in- en uitvoer van voedsel ervoor zorgen dat potentiële biocontrolerende en-stimulerende mechanismen in stroomgebieden over de hele wereld afnemen. De onttrekking van silicium door de landbouw is dus een nieuw, belangrijk element in de siliciumcyclus en de sinkwerking ervan is mogelijk groter dan andere antropogene Si-sinks, zoals de afzetting van BSi in meren en waterbekkens en de afname van de verwerking door ontbossing. We raden ten stelligste aan om onderzoek op te starten naar dit nieuwe element in de biogeochemische Si-cyclus door een gedetailleerde levenscyclusanalyse van onttrokken BSi. Voorts moet er ook onderzoek worden verricht naar de afname van Si in de bodem en de biogeochemische gevolgen hiervan in stroomgebieden over de hele wereld.

We hebben ook heel wat extra kennis vergaard over technieken om onderzoek te verrichten naar bodem-BSi en opgeloste sedimenten. We vonden drempelwaarden bij toepassing van traditionele extractiemethoden voor terrestrische bodem en ontwikkelen volop nieuwe continue extractietechnieken om meer inzicht te krijgen in de lithologische interferentie en reactiviteit van BSi. We hebben het conceptuele model ook getest door het landgebruik en Si-fluxen in leeftijdsgradiënten in landgebruik (in samenwerking met de universiteit van Lund in Zweden) in het zuiden van Zweden te bestuderen. De leeftijdsgradiënten in landgebruik die we daar hebben bestudeerd, wijzen erop dat onze conceptuele modellen ook in andere omgevingen standhouden. We hebben afsluitend onze huidige inzichten in de impact van ecosystemen op terrestrische Si-fluxen samengevat in een reeks aanbevelingen voor de toekomst.

Onze resultaten benadrukken de noodzaak om meer te achterhalen over de impact van landgebruik op biogeochemische Si-cycli omdat 1000 jaar verstoring van de bodem door ontbossing geleid heeft tot twee tot drie keer minder TSi-flux door een stroomgebied en de aangrenzende kustzone te kampen heeft met eutrofiëringsproblemen door de gewijzigde aanvoer van Si/P en Si/N via de rivieren gedurende de afgelopen dertig jaar.

ONZE RESULTATEN EN DUURZAME ONTWIKKELING

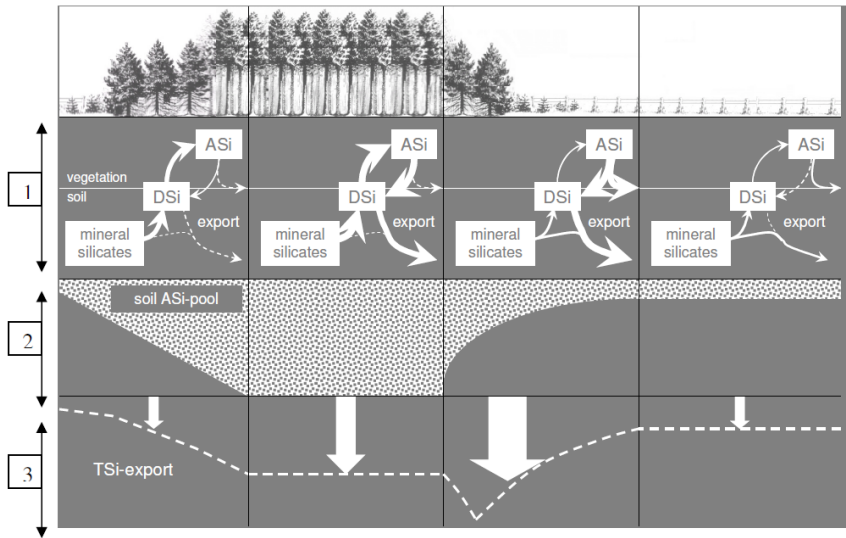
- Door onze bevindingen aan modellen toe te voegen, zal hun kwaliteit verhogen voor wat betreft de eutrofiëring in rivieren en in het kustgebied: hun voorspellend vermogen voor gevallen van eutrofiëring zal toenemen. Hierdoor kunnen organisaties, zoals OSPAR en de EU, met onze resultaten hun voordeel doen. We zullen alle data in gebruiksklare datasets ter beschikking stellen van de BMM (Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee).
- Dit project is ook nuttig bij de omzetting van de kaderrichtlijn Water omdat de impact van landgebruik op Si kan worden gebruikt voor het uitwerken van referentieomstandigheden. De resultaten kunnen ook invloed hebben op de instandhoudingsdoelstellingen aangezien silicium een van de uitgangspunten was bij het opstellen van instandhoudingsdoelstellingen voor bepaalde habitats zoals schorren.
- Maatregelen om erosie tegen te gaan, hebben ook een impact op de aanvoer van Si naar aquatische systemen. Het project zal kennis aanleveren om deze twee aspecten met elkaar in verband te brengen. Herbebossing heeft een impact op de opslag van Si. We kunnen het effect van herbebossing op wijzigende nutriëntenverhoudingen nagaan.
- Onze bevindingen wijzen op het belang van landgebruik en bodembedekking als factoren die het transport van Si – zowel BSi als DSi - via rivieren sturen. Zodra ze in biogeochemische modellen zijn verwerkt, zullen onze gegevens waardevolle input opleveren voor het integrale beheer van stroomgebieden.



LUSI - Resultaten

Landgebruik en het transport van silicium doorheen het Scheldebekken

Developing forest Climax forest Early deforested Climax cultivated



Samenvatting afbeelding: Een nieuw conceptueel model voor veranderingen in de Si-cyclus bij verstoring van de bodem over langere termijn. (1) Hypothetische Si-cyclus in bossen in ontwikkeling, in een climaxbos, in vroegtijdig ontboste gebieden en in evenwichtige akkergebieden, de bijbehorende bodem-ASi-stock (2) en de omvang qua TSi-export die eruit voortkomt (3). De vakjes in (1) stellen Si-stocks voor en de pijlen de fluxen: de dikte van de pijl geeft de omvang van de flux aan. Pijlen weergegeven met stippellijnen geven niet-relevante fluxen weer. De gearceerde zone in (2) geeft de omvang van de bodem-ASi-pool aan. Het formaat van de pijlen in (3) geeft de relatieve TSi-fluxen weer. De stippellijn stelt de hypothetische ontwikkeling van de omvang van de TSi-fluxen voor.

WETENSCHAP VOOR EEN DUURZAME ONTWIKKELING

CONTACT INFORMATIE

Coordinator

Patrick Meire

Universiteit Antwerpen (UA)
 Departement Biologie, ECOBE
 Universiteitsplein 1c
 B-2610 Wilrijk
 Tel: +32 (0)3 820 22 74
 Fax: +32 (0)3 820 22 71
 Patrick.meire@ua.ac.be
 www.ua.ac.be/ecobe

Promotoren

Gerard Govers

Katholieke Universiteit Leuven (KULeuven)
 Physical and Regional Geography Research
 Group
 Celestijnenlaan 200E
 B-3001 Heverlee
 Tel: +32 (0)16 32 64 23
 Fax: +32 (0)16 32 64 00
 gerard.govers@geo.kuleuven.ac.be
 http://www.kuleuven.ac.be/geography/frg/ind
 ex.htm

Bas Van Wesemael

Université Catholique de Louvain (UCL)
 Département de Géographie
 Place Louis Pasteur 3
 B-1348 Louvain-la-Neuve
 Tel: +32 (0)10 47 20 56
 Fax: +32(0)10 47 28 77
 vanwesemael@geog.ucl.ac.be
 http://www.geo.ucl.ac.be/



SSD
 WETENSCHAP VOOR EEN DUURZAME ONTWIKKELING

FEDERAAL WETENSCHAPSBELEID

Louizalaan 231 • B-1050 Brussel
 Tel. +32 (0)2 238 34 11 • Fax +32 (0)2 230 59 12 • www.belspo.be/ssd
 Contact: David Cox

NOORDZEE

