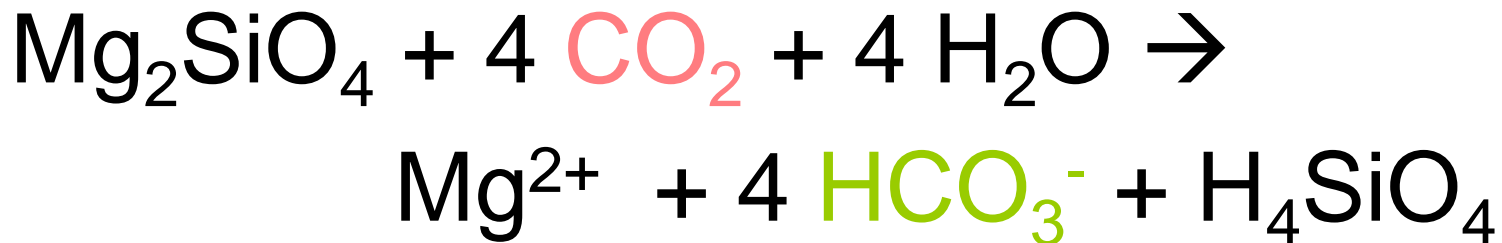


Kunnen wij het
broeikasgevaar bezweren?

Ja, **natuurlijk!**

Natuurlijke verwerking

Verwerking is de neutralisatie van een zuur door een gesteente. Voor het mineraal olivijn gaat dat zo:



Hierdoor wordt het broeikasgas CO_2 omgezet in het onschuldige bicarbonaat ion in oplossing

Rol van verwering

Er komt ieder jaar zo'n 2 à 2.5 miljard ton CO_2 uit de mantel, onder andere uit vulkanen, en de verwering zorgt dat dat ook weer weggevangen wordt.

Door verbranding van fossiele brandstoffen komt er nu tien maal zoveel CO_2 in de lucht, en dat kan de verwering niet bijhouden, dus het gehalte in de atmosfeer stijgt.

Wat doet CO₂?

Laten we daar maar niet op ingaan

Volgens sommigen wachten ons verschrikkelijke rampen, omdat stijgende CO₂ gehalten het klimaat zullen verstoren, gletschers zullen smelten, de zeespiegel zal rijzen, stormen, droogtes, ziektes, gedwongen volksverhuizingen.

Volgens anderen is er niets aan de hand, heeft de mens geen enkele invloed op het klimaat en wordt ons klimaat door de zon gestuurd

Voor de zekerheid?

Het is dus ***mogelijk*** dat de CO₂ zorgt voor een ernstige verstoring van het klimaat.

Is het ook ***mogelijk*** om daar iets aan te doen?

2 misverstanden

De discussies worden gedomineerd door 2 misverstanden:

We hebben een probleem

Dan moeten we dus een nieuwe technologie ontwikkelen.

Antwoord: niet nodig, de natuur heeft een al 4.6 miljard jaar succesvol concept dat we kunnen gebruiken

2e misverstand

We moeten die CO₂ uit de rookgassen van kolencentrales, olieraffinaderijen, cementfabrieken en dergelijke halen en onder de grond wegstoppen.

Antwoord: alle molekulen CO₂ zijn hetzelfde, dus als we dezelfde hoeveelheid CO₂ ergens anders goedkoper en natuurlijker kunnen vastleggen, dan moeten we dat doen

Hoe kunnen we de verwerking versnellen?

Dat is nogal wat.

We jagen tienmaal zoveel CO₂ de lucht in als de aarde zelf produceert, dus we zouden de verwerking ook tienmaal moeten versnellen om opnieuw evenwicht te krijgen

Hoe moet dat?

- Verwering vindt plaats aan het grensvlak van vaste gesteenten of mineralen, in contact met een oplossing met CO₂
- Dus: hoe meer oppervlak dat blootstaat, hoe meer reactie
- En ook, hoe meer CO₂ in het water, hoe sneller

Dat betekent dus:

Mijnen

Malen

Uitstrooien

**(en dan zelf in een luie stoel koffie
gaan drinken, en de natuur voor je
laten werken)**

De bodematmosfeer

In de bodem leven beestjes die ademen en dood plantenmateriaal dat vergaat, die leveren allemaal CO₂.

De bodematmosfeer bevat daardoor gemiddeld honderd maal zo veel CO₂ als de lucht. Daarom verweren olivijnkorrels snel in een tropische bodem.

Dunieten (olivijngesteenten) zijn de beste keus

- Deze olivijnrijke gesteenten komen in grote massieven voor in veel landen op alle continenten.
- ***Er is veel meer olivijn beschikbaar dan we ooit voor de vastlegging van CO₂ nodig zullen hebben.***
- Olivijn verweert vrij snel, en zet daarbij het gas CO₂ om in het bicarbonaat ion in oplossing

Wat is olivijn?

92% Mg_2SiO_4 , 8% Fe_2SiO_4

Het is het meest voorkomende silikaat op Aarde; een bekend dunietsmassief is het Twin Sister Massief in de Verenigde Staten



Maar, gaat de verwerking wel snel genoeg?

Experimenten in het laboratorium laten zien dat de verwerking vrij langzaam gaat.

Maar wat zegt de natuur?

Alle olivijngesteenten in de tropen hebben een dikke verweringslaag (een lateriet).

Een meter lateriet is het overblijfsel van meer dan 10 meter moedergesteente, want in de verweringsrest zit geen magnesium en silicium meer, samen goed voor 90% van de duniet

Minimum verweringsnelheid in de tropen

Als je weet dat een gesteente 195 miljoen jaar geleden gevormd is, en je weet dat er 500 meter verweerd is, dan is de snelheid van verwering dus minstens 500 miljoen micron gedeeld door 195 miljoen jaar, ofwel 2.5 micron per jaar. Dat is al 25 maal sneller dan in het laboratorium bij een pH van 8.

Bovendien:

Het gesteente is op een paar kilometer diepte ingedrongen, dus het duurde vele tientallen miljoenen jaren voordat het door de erosie bloot kwam en begon te verwerken.

En nu is onder de dikke verweringslaag de verwerking praktisch tot stilstand gekomen

Dit maakt dat de **echte** verweringsnelheid een stuk groter was dan 2.5 micron per jaar, eerder 10 micron of meer, zeker als we bedenken dat we geen massief vast gesteente verwerken (twee-dimensionaal), maar losse korrels (driedimensionaal), als we olivijn uitstrooien.

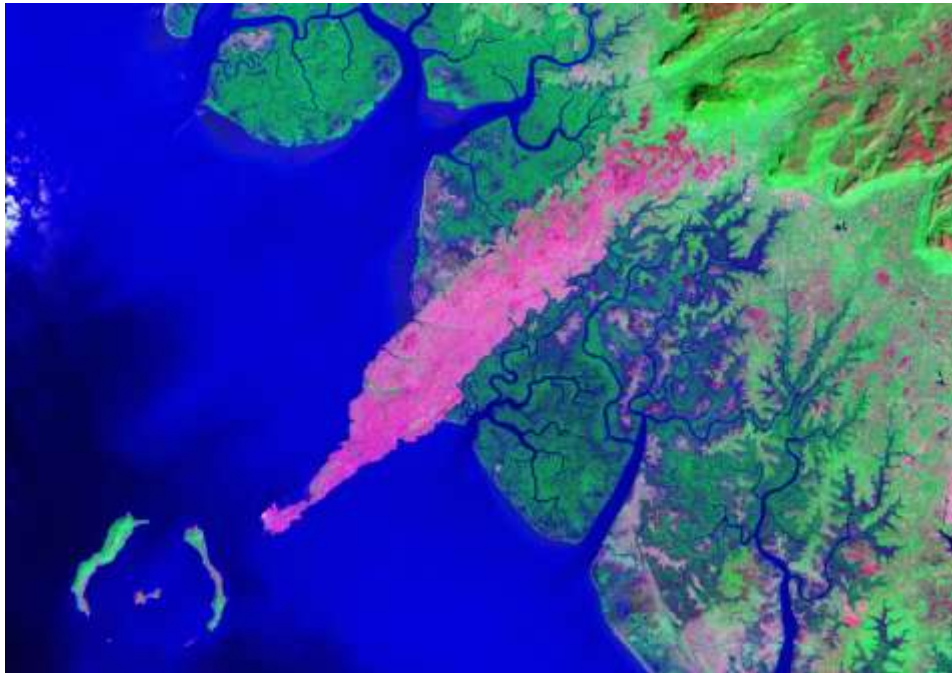
Hoe zou dat komen?

- De temperatuur is gemiddeld hoger
- De pH in bosgrond, waar veel planten liggen te vergaan is lager
- Wetenschappers in Wageningen hebben gevonden dat bepaalde bacteriën stenen “eten”. Die heb je in het laboratorium niet

Bij voorbeeld

In West Afrika ligt zo'n dunitmassief met een 30 tot 100 meter dikke laterietkorst, waar alle magnesium en silicium (samen ongeveer 90% van het gesteente) uit opgelost is. Dat betekent dat er dus minstens 300 tot 1000 meter gesteente verweerd is. Het massief is 195 miljoen jaar geleden ingedrongen, en daarna moet het nog tientallen miljoenen jaren geduurd hebben voordat het door de erosie was blootgelegd en kon beginnen te verweren

Het duniet Massief van Conakry, Guinea, West Afrika



Versnelde verwerking vooral in de tropen toepassen

- Daar gaat de verwerking sneller
- De lonen zijn meestal lager
- De transportkosten kunnen beperkt worden als we de olivijn “in de buurt” uitstrooien
- We zorgen voor werkgelegenheid en economische groei
- Grote open pit mijnen zijn goedkoper door de “economy of scale”

Wat kost dat?

- Als we alle, door de mens geproduceerde CO₂ onschadelijk willen maken met olivijn moeten we ieder jaar 20 à 25 miljard ton olivijn mijnen en uitstrooien (7 km³). Dat kost rond de 200 miljard euro per jaar. Andere methodes, zoals Carbon Capture and Storage (het afvangen, zuiveren, samenpersen en onder de grond stoppen van CO₂ bij kolencentrales) kosten vijf tot tienmaal zo veel.

Is dat mijnbouwkundig mogelijk?

De grootste mijn op de wereld (Bingham, Utah) heeft een volume van 25 km^3 . Je zou dus om de 3 tot 4 jaar zo'n olivijnmijn moeten aanleggen. Dat moet je natuurlijk niet doen, je kunt beter 30 of 40 nieuwe grote olivijnmijnen openen in verschillende tropische landen.

Van een bescheiden grondstof zou olivijn de op twee na grootste mijnbouwsector (na kolen en bouwstoffen, en voor ijzer) moeten worden

Moet het allemaal in de tropen?

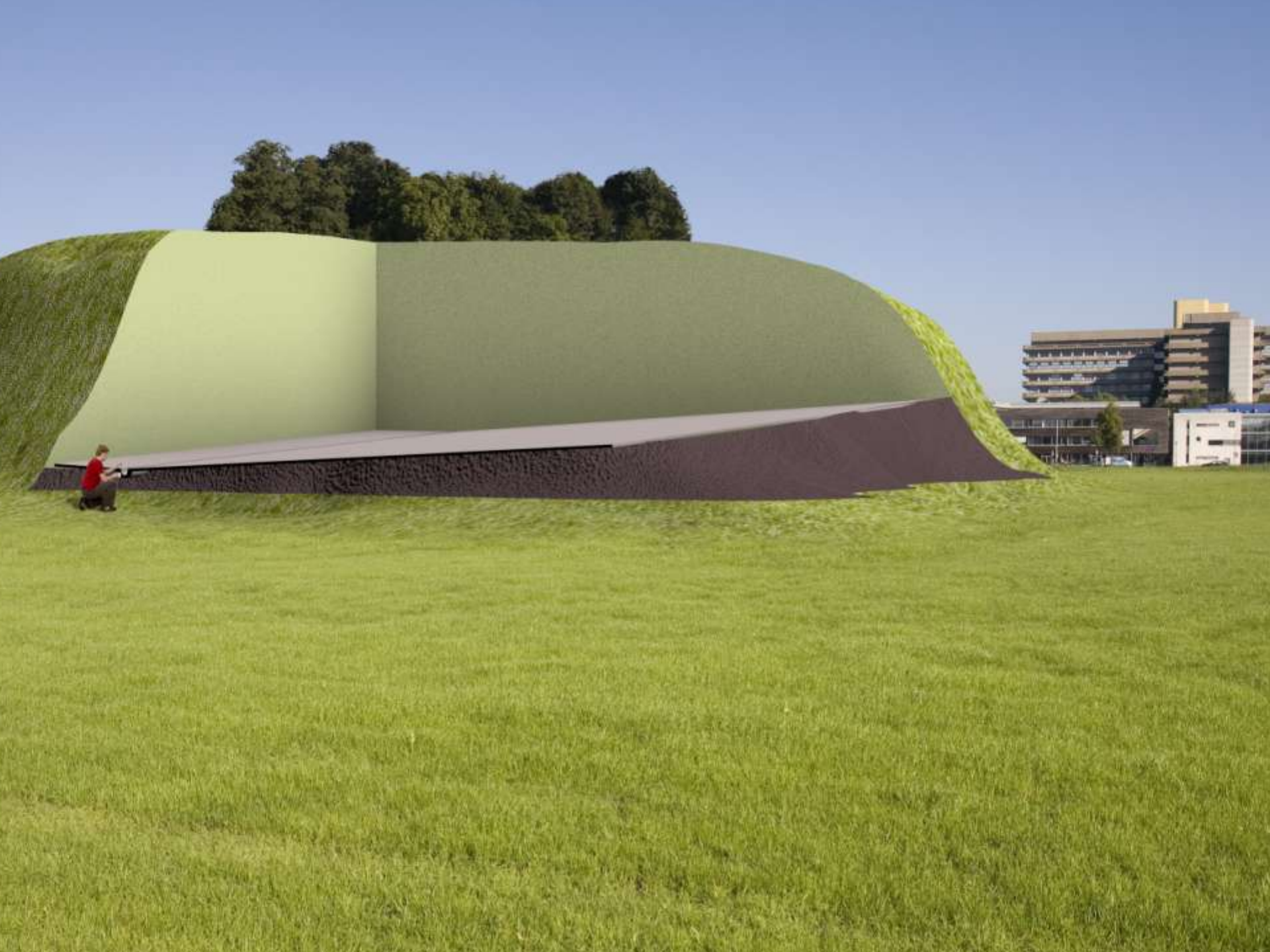
In West Europa kunnen we ook best wat doen.

1. We kunnen de bekalking van zure gronden vervangen door olivijn
2. We kunnen kwarts in de slijtlaag van wegen vervangen door olivijnkorrels
3. We kunnen mooie heuvels van olivijnzand aanleggen
4. We kunnen zandsuppleties aan de kust uitvoeren met olivijn

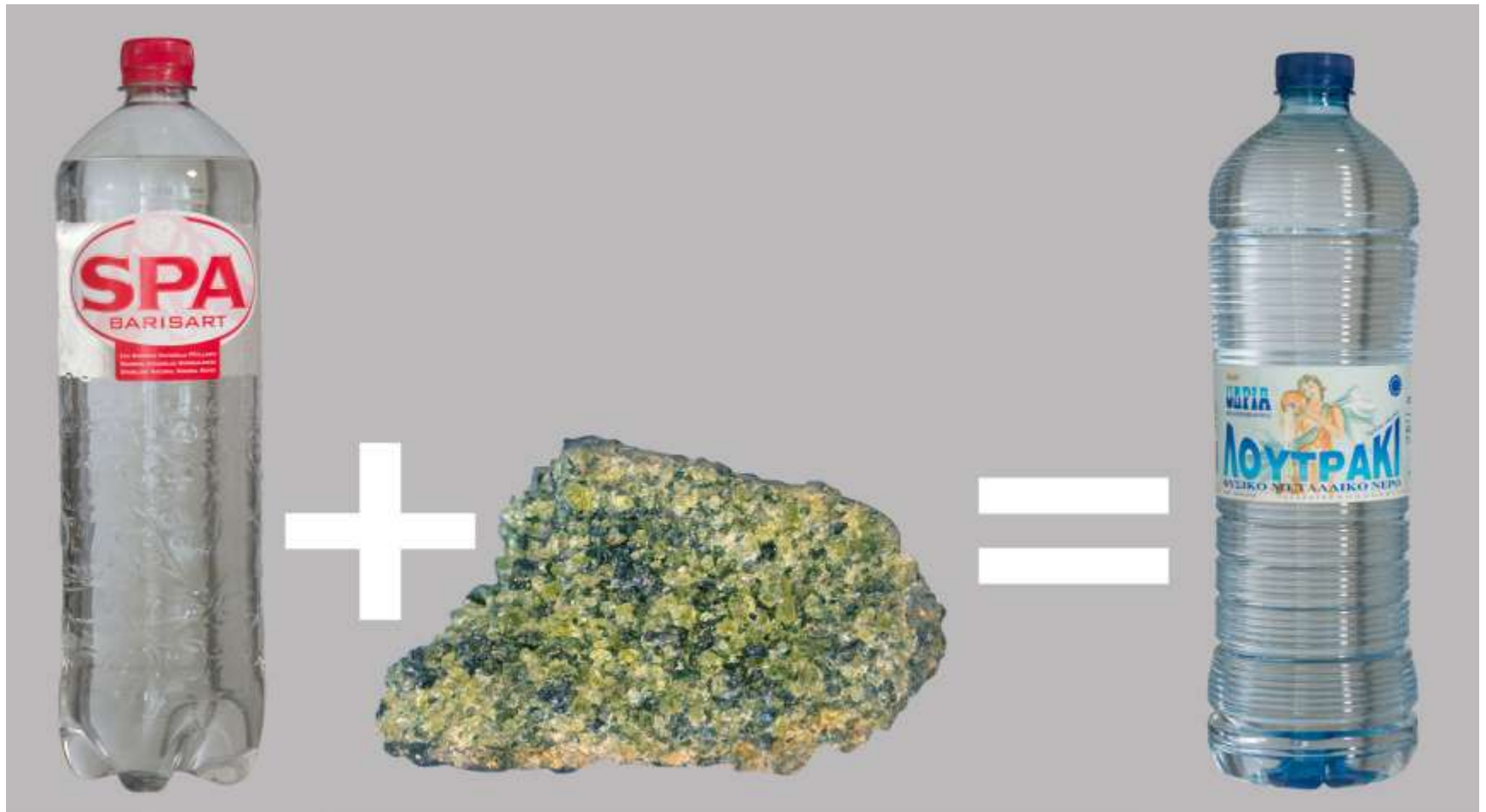
Doe meer met olivijn

Olivijn in daktuinen, in de slijtlaag van wegen, in wegbermen en geluidswallen, op Uw grasveld, in olivijnbeton, groene oprijlanen van olivijnkiezels, als ballast op de spoorweg, op (fiets-)paden, groene tennisbanen in plaats van gravelbanen, golfbanen, groene stranden voor de echte eco-toerist, olivijnsuppletie in plaats van zandsuppletie, aanleg van kunstriffen, zandbakken, filtermateriaal om lood, zink en koper af te vangen, olivijn-suspensies om binnenlucht van scholen en kantoren te zuiveren, olivijn toevoegen aan vergisters, olivijngrit strooien bij gladheid, knalgroene energie winnen, olivijnheuvelds aanleggen om CO₂ te vangen én gezond mineraalwater te maken, de ondergrondse oplosgaten van de zoutwinning vullen met olivijn, suspensies van gecalcineerde serpentijn gebruiken om branden te blussen

.... En nog veel meer!



Origin of magnesium bicarbonate waters



De olivijnreactor

De olivijnreactor op de Maasvlakte



Conclusies

Wereldwijde problemen moet je op wereldschaal bestrijden, en niet met locale technologieën

Olivijn kan het probleem duurzaam oplossen

Het kost veel geld, maar minder dan alle andere oplossingen die aangedragen worden



Dit is mijn reactor



En dit is mijn technologie !

En tot slot

- Droom geen kleine dromen, daar gaat geen hart sneller van kloppen
(vrij naar Macchiavelli)