

Voorstel programma rivieronderzoek op Basisschool de Klokbeker

Dr. Maarten G. Kleinhans, Universiteit Utrecht, Faculteit Geowetenschappen,
030-2532405, <http://www.geo.uu.nl/fg/mkleinhans>, m.g.kleinhans@uu.nl

Opzet

De idee van dit programma is om kinderen en leerkrachten te laten onderzoeken hoe rivieren en delta's werken. Daarvoor wordt begonnen met enige basiskennis aan te brengen, maar gaan we al snel zelf onderzoeken en onze eigen vragen achterna werken. De basiskennis wordt aangebracht door een inleidende les, een computerpracticum en een oefening met de complete empirische cyclus. Daarbij wordt een stroomgoot ontworpen en gebouwd waarmee experimenten kunnen worden gedaan die stukken rivier en delta's nabootsen. Daarbij kan dan volgens de empirische cyclus onderzoek worden gedaan naar eigen vragen en zo kennis verder worden ontwikkeld. Het is daarbij waarschijnlijk dat de vragen en antwoorden raken aan de grenzen van de aardwetenschappen en wellicht nieuwe inzichten opleveren.

De inhoudelijke begeleiding ligt in eerste instantie dan vooral bij de aardwetenschappers, maar gaandeweg ontwikkelen zowel kinderen als leerkrachten eigen inhoudelijke expertise, omdat iedereen zelf gaat bijleren via de empirische cyclus. De didactische begeleiding ligt bij de school.

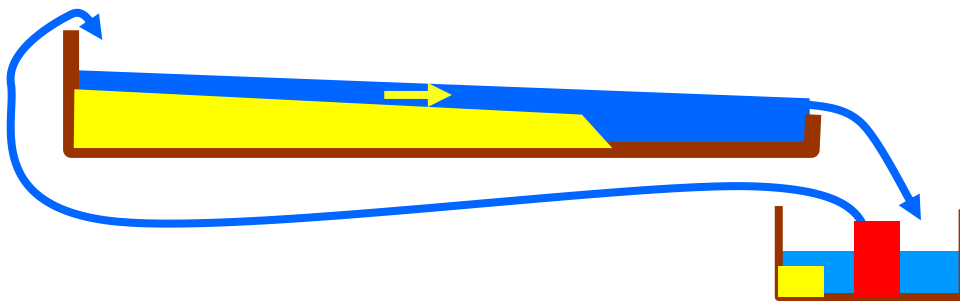
Programma (zie apart bestand)

- 19 september 2011: aanbrenge basiskennis rivieren en delta's, introductie op het programma en technisch ontwerpen van de stroomgoot
- 26 september 2011: ontwikkeling van vragen rond rivieren en oefenen onderzoekscyclus
- 3 oktober 2011: bouwen van de stroomgoot
- 10 oktober: Eerste experiment (delta) in werking zien, werking en mogelijkheden van de stroomgoot ontdekken, evt basisproef: effecten meer/minder water of zand, of andere waterstand in zee

Opbouw van de stroomgoot

De experimentele opstelling, genaamd stroomgoot, kan flexibel worden gebouwd in de zin dat deze zowel voor een stuk rivier als voor een delta, zandwaaier, 'vulkaan' of getijdenbekken (stukje waddenzee) kan worden gebruikt. Ook komen de maten helemaal niet nauw, ofschoon groter wel beter is.

De basisonderdelen zijn een stevige waterdichte tafelbak (met een rand), een pomp met slangen die water in de bak kan pompen, en een uitstroompunt in de bak met daaronder een opvangbak waarin de pomp staat. De bak moet sterk en hoog genoeg zijn om zand en water te dragen in een minimaal 5 cm dikke laag. Daarnaast kan waar het water in de bak stroomt zand worden toegevoegd. De bakbodem kan al gelijk worden bedekt met zand, maar er kan ook een delta of zandwaaier worden gevormd op een kale bakbodem.



Figuur 1. Schematisch overzicht van de bak (bruin) met zand (geel), water (blauw), waterkringloop (blauwe pijlen) via de pomp (rood) en de opvangbak (bruin, rechtsonder).

Aandachtspunten en suggesties bij de bouw van de stroomgoot:

- een minimummaat is 1x2 m (meter), maar met meerdere mensen rond de bak werken gaat veel beter bij 1.5x4 m, en 0.15 m hoog
- betonplex is aan te raden maar duur. Gewoon goed multiplex kan ook maar dan moet het geheel watervast gelakt worden en daarna met siliconenkit bij alle randen worden dichtgekit (dit is letterlijk natte vingerwerk).
- de opvangbak kan kant en klaar kunststof zijn van meer dan 50 liter **ZOEK**
- de vijverpomp werkt op 220 Volt, moet ongeveer 3 liter per seconde aankunnen en/of een stijghoogte van 10 m. Als er zand uit de stroomgoot in de opvangbak stroomt (bij een rivierproef) dan kan de pomp het beste op een paar stenen gezet worden om te voorkomen dat deze veel zand aanzuigt want dat geeft slijtage. De tuinslang vanaf de pomp naar de bovenstreamse kant van de stroomgoot heeft een kraan nodig zodat de watertoevoer (het debiet) kan worden geregeld. Meten kan met een emmer en een stopwatch.
- groot waterdicht vijverzeil neerleggen (4x zo groot als de bak?) en de randen omvouwen om houten balken overal rondom, zodat een 3 cm diepe kuip ontstaat. Deze kan worden drooggemaakt door dweilen of opdrogen, en bij 'ernstiger' overstromingen met de vijverpomp.

De soort zand is afhankelijk van wat voor experiment de kinderen willen doen. Een grof zand met wat kleine grindjes erin (een mengsel van verschillende korrelgroottes) geeft mooie resultaten. Met gewone boetseerleien kunnen wel dijken en dergelijke worden aangelegd, maar het materiaal is te sterk om door het water te worden meegenomen. Wel kan met viezer zand worden gewerkt waar klei of ander slib in is vermengd, of met een bijmenging van bindmiddel (voor in de keuken), of met tuinkers of alfalfa als bommen op schaal. Enzovoorts. Water kan worden gekleurd met voedingskleurstof (blauw is mooi).

Concept materialenlijst per onderdeel

Verbruiksgoederen:

- zandbakzand: $2.5 \times 1.25 \times 0.05 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^3 = 160 \text{ liter}$
- bakstenen, stoeptegels, evt blik
- voedingskleurstof (niet geel)
- alfalfa zaad of tuinkerszaad
- boetseerlei

Waterkringloop (tuincentrum Hornbach):

- dompelpomp ca. 10000 liter per uur en stijghoogte ca. 10 m
- tuinslang langer dan de bak = $2.5 + 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$
- tuinslang + haspel min. 15 m voor aan wasbak kraan
- slangenkoppelingen: koppelstuk aan pomp, slangenkraan, koppelstuk op wasbak kraan + slang
- paar emmers met literverdeling (maatstrepen 1 l of nauwkeuriger)
- plastic opvangbak voor water en pomp
- tie wraps

Bak:

- 2.5x1.25 multiplex plaat (bij voorkeur betonplex, via een ouder?)
- hout (grenen?) voor de 4 randen van de bak + overlaat
- waterdichte lak of verf (bij voorkeur wit, verzoek van de meiden roze...)
- siliconenkit 2 bussen
- schroeven 4 cm lang ongeveer 3.5 mm dik, kruiskop verzonken kop
- lijm bisonkit (niet montagekit)
- schuurpapier middelgrof voor verwijderen splinters
- schroefbits en boortjes, verzinkkop (of dikke boor)

Onderstel en vloer:

- oude tafels
- sterk/dik plastic (of vijverfolie) oppervlak stroomgoot $3.5\text{-}4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$
- (oude) balken 5 cm hoog tweemaal van lengte en breedte bak + 0.5 m om kuip te leggen
- droogloopmat bij de deur van het lokaal
- evt droogloopbeschermmat voor het plastic

Materialenlijst per toko

In eigen huis/school:

- paar emmers met literverdeling (maatstrepen 1 l of nauwkeuriger)
- bakstenen, stoeptegels, evt blik
- oude tafels

Uit 'gewone' winkel

- 1 m brede droogloopmat bij de deur van het lokaal
- voedingskleurstof (niet geel)
- alfalfa zaad of tuinkerszaad
- boetseerle

Waterkringloop (tuincentrum Hornbach):

- pomp max. 10000 liter per uur en stijghoogte max. 10 m (min 1/3 daarvan)
- tuinslang langer dan de bak = $2.5 + 2 \text{ m} = 5 \text{ m}$ voor kringloop
- tuinslang + haspel min. 15 m voor aan wasbakkraan
- slangenkoppelingen: koppelstuk aan pomp, slangenkraan, koppelstuk op wasbakkraan + slang
- sterk/dik plastic (of vijverfolie) oppervlak stroomgoot $3.5\text{-}4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$
- evt droogloopbeschermmat voor het plastic
- plastic opvangbak voor water en pomp 50 liter
- metalen hoekstukken ('halve doosjes' voor om de hoeken van de bak)

Lokale klusmarkt (of ouders):

- 2.5×1.25 multiplex plaat (bij voorkeur betonplex, via een ouder?)
- hout (grenen?) voor de 4 randen van de bak + overlaat: 18 of 25 mm dik, 15 cm hoog, net zo lang als zijden van de betonplex plaat minus eenmaal de dikte
- hout (grenen?) voor een overlooperand in de bak: 18 of 25 mm dik, 3 cm hoog, net zo lang als korte zijde van de betonplex plaat minus TWEEmaal de dikte
- (oude) balken ca $3 \times 3 \text{ cm}$ tweemaal 4 m en tweemaal 3 m (mag in stukken) om kuip te leggen
- waterdichte lak of verf (glans, bij voorkeur wit, verzoek van de meiden roze...)
- kwasten en roller geschikt voor die lak
- siliconenkit 2 bussen (niet andere kit)
- hout- of spaanplaatschroeven 4 cm lang ongeveer 3.5 mm dik, kruiskop verzonken kop
- lijm contactlijm zoals bisonkit (niet montagekit) grote tube
- schuurpapier middelgrof voor verwijderen splinters
- schroefbits (kruiskop) en boortjes (3 mm), verzinkkop (of dikke boor)
- sterke lange (30 cm) tie-wraps
- zandbakzand: $2.5 \times 1.25 \times 0.05 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^3 = 160 \text{ liter}$
- 4 ijzeren hoeken voor versteviging (met 16 korte schroefjes 15 mm lang)

Veiligheid en hygiëne

Omwille van de hygiëne en veiligheid is het volgende in de opstelling belangrijk:

- alle wandcontactdozen voldoende hoog boven de vloer, geen verlengsnoeren op de grond, electriciteitskabel van de pomp goed geleiden zodat we er niet over struikelen
- stroomgoot goed afwerken (hoekpunten afronden en splinters eraf)
- klein scheutje chloor in het water van de opvangbak en bij warm weer dagelijks verversen

Daarnaast zijn deze gedragsregels belangrijk:

- niet eten in het lokaal van de stroomgoot
- handen wassen na aanraking van het water en zand
- regelmatig vegen, zeker bij gebruik van viezer zand of bindmiddel (deurmat?)
- wie rommel maakt ruimt het ook weer op

Verder zullen de kinderen er gaandeweg wel achterkomen dat gereedschap kan roesten, vochtig zand (zeker met planten) kan gaan stinken, de bak kan gaan lekken, de vloer kan gaan glibberen en hout kan gaan rotten.

Suggesties voor uitbreidingen

De opstelling kan op allerlei manieren worden uitgebreid waarbij diverse soorten technieken kunnen worden toegepast. Enkele suggesties:

- het is handig om wat afvalhout en bakstenen te hebben waarmee extra schotten en aanvoergootjes kunnen worden gemaakt. Zo kan water worden toegevoerd in een bepaalde richting en zo worden geconcentreerd dat al het toegevoegde zand wordt weggevoerd.
- webcam of camera monteren boven de bak, waarmee de experimenten en het gedrag van de onderzoekers kan worden gefilmd en eventueel live op een website kan worden getoond
- foto's maken in stereo en met een computerprogramma bewerken tot rood-blauw anaglyphen die met een rood-blauw brilletje een drie-dimensionaal beeld geven (net als de 3D film in de bioscoop). Goed (gratis) computerprogramma is bijvoorbeeld StereoPhoto Maker (<http://stereo.jpn.org/eng/index.html>).
- constructie maken die het zand automatisch toevoegt via een grote trechter boven een langzaam draaiende transportband.
- hoogtemetingen doen en hoogtekaarten maken, gradienten en volumes uitrekenen. Hoogtemetingen kunnen worden gedaan met een balk over de bak waaronder op regelmatige afstanden (of typische breekpunten in het landschap – leuke les) de afstand tot het zand wordt gemeten met een lineaal. Dit kan met de hand of met excel voor een isolijnenkaart worden gebruikt. Alternatief is de bak in stappen van een paar millimeter vol te laten lopen en de 'kustlijn' te schetsen.

Practica rivierenprogramma op Basisschool de Klokbeker

Dr. Maarten G. Kleinans, Universiteit Utrecht, Faculteit Geowetenschappen,
030-2532405, <http://www.geo.uu.nl/fg/mkleinhans>, m.g.kleinans@uu.nl

Ontwerp van de stroomgoot

Datum: 19 september 2011

Lesdoel: technisch ontwerp van de stroomgoot

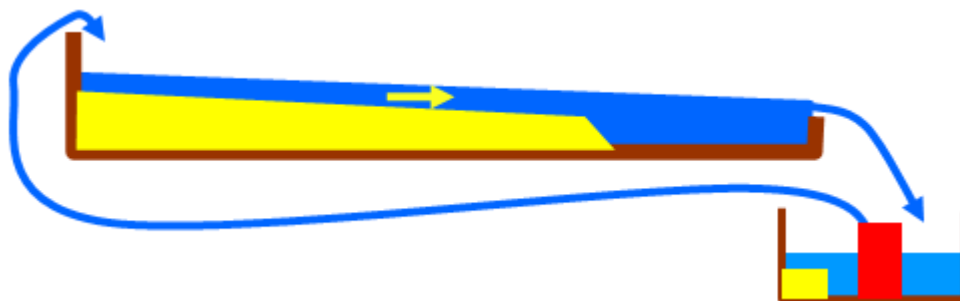
Nodig: grote vellen papier/behang +stiften, meetlinten/rolmaten (lokaal met tafels en toegang tot de ruimte waar de goot komt te staan), een schrift als labjournaal voor ieder kind?

Tijdplanning:

- 13:30-14:30: gr4 gieteren en ontwerp van de stroomgoot in projectgroepjes, plannen tekenen
- 14:30-15:30: gr5-8 ontwerp van de stroomgoot in projectgroepjes, plannen tekenen

Opzet

Voor het ontwerp deelt de groep zich na korte uitleg op in projectgroepjes die verschillende onderdelen van het stroomgootlaboratorium gaan ontwerpen. Dit moeten kleine groepjes zijn (2 à 3 man) om teveel discussie te voorkomen. We moeten ze op gang helpen (zie hieronder) en na 10 minuten zouden ze dan zelf aan de slag moeten kunnen. De onderdelen zijn 1) de bak zelf, 2) de waterkringloop, en 3) de zandbron en het onderliggend kuipzeil. Dit moet dan getekende plannen met maten opleveren en een boodschappenlijst. Bovendien zullen allerlei vragen ontstaan en bijbehorende ideeën voor experimenten, en die kan iedereen voor zich opschrijven in het labjournaal (mooi woord voor aantekenboek waar je methoden, gegevens en ideeën noteert).



Figuur 1. Schematisch overzicht van de bak (bruin) met zand (geel), water (blauw), waterkringloop (blauwe pijlen) via de pomp (rood) en de opvangbak (bruin, rechtsonder).

Startpunten, aandachtspunten en randvoorwaarden voor de bak zijn:

- waar komt ie? dus hoe groot kan het ding worden?
- denk aan het gieter-experiment: hoe ondiep mag het worden? (ondieper is lichter)
- de randen van de bak op of naast de bodemplaat? Hoe maak je een dichte doos (hout heeft een dikte, dus overlappende randen in maatvoering meenemen!)
- in- en uitstroompunt? overleg met projectgroep waterkringloop

Startpunten, aandachtspunten en randvoorwaarden voor de waterkringloop zijn:

- gesloten kringloop maken, maar wel aansluitingsmogelijkheid op een kraan voor het bijvullen en verversen (dus lengte slangen?)
- de pomp is niet regelbaar, maar met een kraan ertussen kan dat wel

- hoe meet je de hoeveelheid water?
- denk aan het gieter-experiment: hoe zorg je ervoor dat het water uit de tuinslang niet domweg op het zand spuit maar netjes egaal over het zand gaat stromen? (aanstroomgootje van 5 cm breed ofzo met bakstenen maken, en de slang recht naar beneden op de bodem van het aanstroomgootje mikken)
- er is een behoorlijk volume in de bak (maximaal zeg oppervlak van bak maal 5 millimeter waterdiepte) dus dat moet bij leegstromen allemaal in de opvangbak passen. Hoe groot moet die zijn?

Startpunten, aandachtspunten en randvoorwaarden voor de zandverwerking zijn:

- geen geknoei... voorkomen dat het een rommeltje wordt door een soort ondiepe vijver onder de stroomgoot te maken van vijverfolie of landbouwplastic, gekuipd met simpele balken.
- hoe krijg je zand van de opslag in de bak? twee emmertjes water halen?
- hoeveel zand heb je nodig? (maximaal zeg oppervlak van bak maal 5 centimeter dik)
- denk aan het gieter-experiment: als je wel water aanvoert maar geen zand krijg je uitschuring in plaats van een opbouwende delta of evenwichtsrivier. Hoe geef je doorlopend een constante hoeveelheid zand aan de delta of rivier? (dit is een heel lastig probleem maar het gaat om zeer kleine hoeveelheden zand dus als we een klein maatbekertje of vormpje per paar minuten onder de instroom storten zou het goed moeten gaan. Die hoeveelheid zand is een mooi onderwerp van experimenten: als je meer of minder geeft wat gebeurt er dan, en wat betekent zoiets in de echte wereld?)

Computerpracticum

Datum: 26 september 2011 (Maarten NIET, wel studenten)

Lesdoel: ontwikkeling van vragen rond rivieren en oefenen onderzoekscyclus

Nodig: 5 computers (ochtend) **MET GOOGLE EARTH**

Tijdplanning:

- 9:15-10:15: gr7+8
- 10:45-11:45: gr5+6, gr4 even meekijken?

Opzet

Voor de ontwikkeling van een referentiekader gaan we een aantal rivieren en delta's bekijken vanuit de lucht. Dat kan met Google Earth (en Mars), en desnoods ook met Google Maps maar dat heeft veel minder mogelijkheden. Voor Nederland is er ook een digitale hoogtekaart online op <http://www.ahn.nl/viewer>. Het idee is dat ze een opgegeven lijst van locaties langswerken, onder enige begeleiding die systemen dan gaan herkennen en onderverdelen in rivier of delta, en dan geprikkeld worden om vragen te stellen over het ontstaan van die landschappen en de mogelijkheid om ze in de stroomgoot na te bootsen. Later in het jaar (na de kerst?) kan dit gemakkelijk worden uitgebreid door ook naar andere systemen te gaan kijken zoals puinwaaiers, vulkanen, getijsystemen (zoals de waddenzee) en de verschillen met rivieren en delta's te beschrijven en benoemen.

Eerst moeten de leerlingen bekend raken met Google Earth. Laat ze Nederland maar opzoeken, en hun eigen woonplaats. Er zijn veel functies, maar de belangrijkste zijn:

- In een locatiemenu kan je een plaatsnaam of coördinaten intikken en dan gaat Google daar zelf naartoe. Dat werkt overigens ook voor Mars, Maan en sterrenhemel.
- Met de muis of met pijltjestoetsen kan je navigeren (bewegen over de Aarde).
- Shift+Ctrl tegelijk ingedrukt houden met pijltje omhoog of omlaag is in- of uitzoomen (vergroten en verkleinen).
- Shift tegelijk ingedrukt houden met pijltje omhoog of omlaag is kantelen, zodat je in vogelvlucht over het land kan vliegen. Met pijltje naar links of rechts is roteren (zodat je kan sturen of het noorden weer bovenaan kan zetten).

Soms kan het programma traag reageren, bijvoorbeeld omdat de internetverbinding traag is. Dan is het het beste om even te wachten. Als de boel echt vastloopt kan je met Ctrl+Alt+Delete tegelijk indrukken een taakmanager krijgen waarmee alleen Google Earth kan worden beëindigd zonder de hele computer opnieuw te starten.

Dan zouden ze de volgende locaties kunnen bezoeken en beschrijven wat ze zien en kiezen of het een delta of een rivier is. Dan komen ze er hopelijk achter dat er geen harde scheidslijn te trekken is: een rivier kan langzaam veranderen in een delta, en zowel in een delta als in een riviervlakte liggen meerdere rivieren. Sommige daarvan zijn wellicht verlaten en andere zijn jong en kunnen nog groeien. Dat inzicht van dynamiek volgt later wellicht na wat experimenten.

Locaties

Flexibel omgaan met deze lijst... zou veel kunnen zijn en zelf ontdekken is ook prima.

- Lobith: onder Lobith ligt de **Rijn**. Welke kant stroomt die op?
 - Vervolg de rivier stroomafwaarts en sla rechtsaf waar de rivier in tweeën splitst. Dan kom je in het Pannerdensch Kanaal.
 - Doe dit nog een keer (onder Arnhem), en dan ben je in de IJssel.
 - Vervolg de IJssel tot aan Doesburg. Daar ligt een grote bocht in de rivier. Lag die er altijd al? (zie ook www.ahn.nl/viewer) Hoe kan een rivierbocht zich verplaatsen? Wat gebeurt er dan met het land naast de rivier (aan beide ziden)?
 - De rivier verandert soms plotseling van kleur in het beeld. Waardoor komt dat? (ander soort satellietbeeld)
 - Bij Kampen is een kleinere riviertak aangesloten. Stroomt die erin of eruit? Hoe kan je dat zien?
 - Vervolg de grootste riviertak tot je in het IJsselmeer uitkomt (tussen de Flevopolder en de Noordoostpolder). Wat zie je daar? (Delta)

- Amerika, Vicksburg: ligt naast de **Mississippi**. Hier is in de Amerikaanse burgeroorlog ontzettend hard gevochten, en zijn ook de allereerste onder'zee'boten ooit ingezet. De rivier stroomt naar het zuiden.
 - Vervolg de rivier stroomafwaarts. (Je kan hierna ook de rivier eens stroomopwaarts proberen te volgen en dan ontdek je dat je steeds vaker moet beslissen welke tak je inslaat, omdat er steeds meer en kleinere zijriviertjes bijkomen.)
 - Er liggen veel stukken rivierbocht zomaar in het land naast de rivier, maar het water stroomt daar niet meer doorheen. Wat is daar gebeurd?
 - Zoek naar schepen in de rivier, naar zandbanken, en naar bossen op de rivieroever. Vind de meetlat en meet op hoe lang die zijn. Je kan eventueel ook de Rijn opmeten of de school in Ermelo ter vergelijking.
 - Vervolg de rivier naar de oceaan (de Golf van Mexico). Waar is het land hoger denk je, net naast de rivier of verder weg van de rivier?
 - Je komt uiteindelijk in een delta die een beetje de vorm heeft van een vogelpoot.

- Mars, **Nanedi valles** (de valleien van Nanedi). Klik in de 'sidebar' op het plusje voor global maps. Daar zijn verschillende soorten kaarten, waaronder in gewone kleuren en met verschillende scherptes, maar ook een gekleurde kaart die een hoogtekaart is.
 - klik eens op een gekleurd vierkantje (geeft veel scherper maar kleiner beeld).
 - vervolg de valleien tot waar ze bij elkaar komen en vervolg de vallei stroomafwaarts naar het noorden.
 - De ronde gaten zijn kraters (net als op de Maan) die zijn ontstaan doordat er een steen uit de ruimte insloeg op de planeet.
 - De hoofdgeul loopt dood in een rond meer met daarin een soort waaier. Wat is dat?
 - Wat zijn verschillen tussen de bochten in de vallei en in de IJssel of de Mississippi? Waardoor komt dat? (de vallei slingert wel in het beeld maar heeft zich in het verleden niet verplaatst, en in de IJssel en Mississippi kan je aan de richels en zandbanken zien dat die bochten zich wel hebben verplaatst.

Bouwen van de bak

Datum: 3 oktober 2011 (Maarten, +3 collegae)

Lesdoel: bouwen van de stroomgoot

Nodig: alle bouwmaterialen, gereedschap

Tijdplanning:

- 9:15-10:15: gr7+8
- 10:45-11:45: gr5+6
- 13:30-14:30: gr4
- 14:30-15:30: gr5-8

Opzet

Stroomgoot bouwen en tegelijk waterkringloop in elkaar zetten en testen (met water). Twee begeleiders helpen kinderen met voorboren, lijmen en vastschroeven van de randen op de bak. Een begeleider helpt individuele kinderen met het laatste zaagwerk, en een begeleider zet de waterkringloop in elkaar en test deze (met water).

Eerste experiment

Datum: 10 oktober 2011 (Maarten, +2 collegae)

Lesdoel: leren uitvoeren, beschrijven en bemeten van een experiment en gegevens opschrijven

Nodig: laboratoriumschrift en potlood per kind, enkele meetlinten, 1 of 2 stopwatches, fotocamera, aantal malen geprinte foto van vlechtende rivier uit Google Earth (Waimakariri, Saskatchewan), zand, schepjes

Tijdplanning:

- 9:15-10:15: gr7+8
- 10:45-11:45: gr5+6
- 13:30-14:30: gr4
- 14:30-15:30: gr5-8

Opzet

Vooraf voor alle groepen gedragsregels afspreken:

- niet eten in het lokaal van de stroomgoot
- handen wassen na aanraking van het water en zand
- regelmatig vegen, zeker bij gebruik van viezer zand of bindmiddel (deurmat!)
- wie rommel maakt ruimt het ook weer op

Ochtend:

1. Natekenen van echte rivier in schrift en bespreken wie wat waarom heeft getekend (waterbanen of zandbanken? Oever?) Doel is leren kijken en bewust worden wat je tekent.
2. Waterkringloop aanbrengen in de stroomgoot (water in de pompbak, slang met bakstenen en tie-wrap vastgezet aan bovenstroomse eind van de goot).
3. Pomp aanzetten, nog geen zand erin. Laten zien dat de goot onder een helling moet staan om water te laten stromen. Eventueel instroom scheefzetten (wet van behoud van impuls) en beschrijven. Streefhelling: 1 a 2 cm per meter.
4. Dan bovenstrooms schepjes zand toevoegen, wat gebeurt er? Tekenen op schaal 1:20 in schrift.

Middag:

gr4: te rouleren taken:

1. waterkringloop laten benoemen en tekenen in schrift, ook foto echte rivier natekenen (9 kinderen)
2. meting van debiet in liters per minuut (3 kinderen per keer, paar keer doen?)
3. zanddijkje bouwen en door laten breken (2 kinderen, rest kijken)

gr5-8: Eerst voorbespreken hoe en waarom meten (referentie aan empirische cyclus pannekoeken bakken).

Proef van ochtend samenvatten: zand verdwijnt benedenstrooms met water mee, dus geen rivier! Daarna veel meer zand toevoegen zodat een kleine delta ontstaat, en laten tekenen.

Tijdens deze proeven zijn er de volgende taken te rouleren (naast het tekenen dat we plenair doen met de kraan aan en evt ook uit):

1. zand toevoeren (2 kinderen) en meten hoeveel er toegevoerd wordt per hapje per tijd
2. stroomsnelheid meten (3 kinderen) met drijvertjes of kleurstof en meetlint + stopwatch
3. uitstroomdebet meten (2 kinderen) met een emmer en stopwatch, eventueel ook als de kraan kwart, half en driekwart dichtzit
4. differentiatie: 2 kinderen kunnen ook hoogte meten (lat over de bak leggen en opmeten met lineaal, en dan uitvinden dat kleinere afstand tot de lat grotere hoogte betekent)

Empirische cyclus

Datum: 24 oktober 2011 (Maarten)

Lesdoel: leren experimenten te doen in een empirische cyclus

Nodig: laboratoriumschrift, technieklocaal met beamer, schoolbord/flip-over?, de stroomgoot + paraferalia, google earth op de computers

Tijdplanning:

- 9:15-10:15: gr7+8 intro met powerpoint en schriften, evt start experiment
- 10:45-11:45: gr5+6 idem
- 13:30-14:30: gr4 intro (kort) en experiment
- 14:30-15:30: gr5-8 experiment doen, opdelen in projectgroepjes voor verschillende metingen en zoeken naar vergelijkbare rivieren of delta's, aan het eind kort mondeling presenteren wat is gevonden

Opzet

De onderzoekscyclus bestaat uit zes stappen, die we met de groep gaan doornemen (opschrijven in schrift), met herinnering aan het bakken van de pannekoeken. De stappen zijn: vraag formuleren, hypothese, methode, onderzoek daadwerkelijk doen en gegevens verzamelen, testen of hypothese klopte en daarvan leren en dus nieuwe vragen formuleren. Het doel is dat ze dit dan de volgende keer in tweetallen (met hulp) zelf kunnen. Dat leggen we ook uit want ze gaan uiteindelijk hun eigen onderzoek doen en voor de kerst presenteren. In overleg verzinnen we een snelle proef voor in de stroomgoot die we dan samen doen. Ook kan eventueel met Google Earth worden gewerkt om te vergelijken met een echte rivier of delta. Voor bovenbouw en middenbouw kunnen we daar 's middags mee verder; voor onderbouw doen we het ter plekke (en heb ik een eenvoudiger weergave van de cyclus met picto's). Laten we de onderbouw ook opschrijven?

Zelf onderzoek doen

Datum: 31 oktober 2011 (Renske)

Datum: 7 november 2011 (Wietse)

Datum: 14 november 2011 (Maarten en Filip)

Datum: 21 november 2011 (Wout)

Datum: 28 november 2011 (Anne)

Datum: 5 december 2011 (WIE?), Sinterklaas wordt de week ervoor al gevierd

Datum: 12 december 2011 (Wouter)

Lesdoel: zelf onderzoek doen, leren van eigen fouten, succeservaring boeken

Nodig: laboratoriumschrift, stroomgoot en paraferalia

Tijdplanning:

- 9:15-10:15: gr7+8
- 10:45-11:45: gr5+6
- 13:30-14:30: gr4
- 14:30-15:30: gr5-8, om en om proef doen of uitwerken (computer), 5+6 doet eerste proef

Opzet

Groep 7+8 (8 leerlingen) werkt in tweetallen aan onderzoeksvragen (31 okt formuleren), maar de anderen helpen wel bij de uitvoering van de experimenten en denken ook mee (peer review). Ook wordt gestreefd naar zulke experimenten dat er meerdere vragen tegelijkertijd in dezelfde proefopstelling kunnen worden beantwoord.

Groep 5+6 (5 leerlingen) werken samen als groep aan een paar vragen, en iedere leerling presenteert een van die onderzoeken (of wellicht twee als dat logisch blijkt) op een eigen individuele poster.

Groep 4 (9 leerlingen) doen samen ca 3 proeven rond 3 vragen, en maken in drietallen totaal 3 posters. Mocht er daarna nog tijd over zijn (december) kunnen er altijd nog meer proeven worden gedaan. Karola maakt een invulformulier voor de empirische cyclus want dat scheelt schrijftijd voor groep 4.

Vraagformulering verdient veel aandacht, want daarna kan een experiment eigenlijk nauwelijks mislukken. Door de vraag worden de leerlingen ook gedwongen om meer te kijken en niet tevreden te zijn met een korte opmerking bij wijze van resultaat.

De vraagformulering moet enigszins gestuurd worden, om een zinvolle proef te krijgen en om meerdere vragen per proef te kunnen beantwoorden, en vooral omdat de vragen contrasterend moeten zijn zodat ze testbaar worden in de stroomgoot. Dus niet: hoe hard stroomt een rivier?, maar wel: wat is het effect van meer water (debiet) op de rivier? Vragen kunnen zich ook richten op de belangrijkste mechanismen uit de rivierkunde, zoals:

- behoud van massa (erosie-sedimentatie afhankelijk van transportgradient, door bovenstroomse toevoer van zand of door afzetting aan de 'kustlijn'): "waar is dat zand nou gebleven? Zand wordt niet weggetoverd.";
- zwaartekracht (steilere helling transporteert harder) "waarom stroomt het daar harder?" Als je van de trap af valt ben je snel beneden. Nu heb je dit document goed gelezen.;
- grondwaterstroming verweekt de grond maar gaat langzaam.

Typische vragen die een mooi experiment kunnen opleveren zijn **bijvoorbeeld**:

1. Wat breekt eerder door, een dunne dijk of een dikke dijk? Hypothese: dunne dijk want die valt om, of dikke dijk want die is zwaarder. Resultaat: dijk zakt in door grondwater (gedaan). Refereer aan 1953.

2. Wat is het effect van meer water (debiet) op een rivier? Hypothese: stroomt harder. Resultaat: stroomt niet harder maar krijgt meer parallelle geulen (gedaan). Vergelijk de Sunwapta rivier met de Jamuna rivier (nog niet gedaan).
3. Wat is het effect van een meer op een zandwaaier (alluvial fan)? Hypothese: alleen die kustlijn verder niets. Resultaat: veel meer verschillen in geulpatroon en grootte van de waaier. Zoeken naar alluvial fans in Death Valley.
4. Wat is het effect van helling op de hoeveelheid sedimenttransport? Hypothese: tweemaal zo steile helling geeft tweemaal zo groot transport. Resultaat: geen idee... mooie delta laten ontstaan, misschien zelfs heel smal maken met een lange lat, en volumes opmeten!
5. Wat is het effect van schuine instroom op het rivierpatroon (verzon een van de kinderen zelf... sorry jongens)? Hypothese: rivier wordt veel sneller breed dan bij rechte instroom, en gaat slingeren. Resultaat: zou best kunnen, maar dit is wel raar zand. Even kijken bij de IJssel.
6. Wat is het effect van planten op zandbanken in een vlechtende rivier? Hypothese: zandbanken zonder planten verplaatsen zich, met planten liggen vast. Resultaat: gaat lukken... doe de vlechtende rivier aan het eind van de dag, zaai zaad van tuinkers of alfalfa met de kraan halfdicht en stop dan de pomp meteen, zet de bak horizontaal, geef af en toe water, en start de week erna gelijk met stromen. Daarna surfen naar de Rakaia rivier.
7. Wat is het effect van sedimenttoevoer op een zandwaaier of delta? Hypothese: met zandtoevoer wordt het een waaier, daarna zonder zandtoevoer wordt de waaier weer weggeslept. Resultaat: er snijdt zich een centrale geul in en de rest van de waaier blijft gewoon liggen als terras. Even kijken in de Niederrheinterrassen.
8. enzovoorts.

Voorafgaand aan elk experiment memoreren we nog even aan de hygiëneregels en de afspraak dat iedereen zijn/haar vingers uit de bak houdt zolang het experiment loopt en wordt nagetekend. Gedurende het experiment wijzen we de belangrijkste fenomenen aan en benoemen die. Met het experiment met een dijkdoorbraak ontstonden bijvoorbeeld verzakkingen in de dijk, een kolkgat en een spoelzandwaaier, die verdacht veel bleken te lijken op De Grote Bloem bij het dorp Huissen, dat op een stuk met de locale plaatsnaam "t Zand" is gebouwd. We vragen ook door met open vragen op belangrijke fenomenen (wat zie je daar? hoe komt dat?) en proberen die in termen van die algemene mechanistische verklaringen in te laten dalen.

We gaan metingen stimuleren, want daar lijken ze aan toe. Denk aan een tijdserie van hoogtemetingen of metingen van geulbreedte (een kind herkende al dat een eroderende geul steeds langzamer breder werd en dat kunnen ze dus plotten), het maken van hoogtekaarten, gradienten en volumes uitrekenen. Hoogtemetingen kunnen worden gedaan met een balk over de bak waaronder op regelmatige afstanden (of typische breekpunten in het landschap – leuke les) de afstand tot het zand wordt gemeten met een lineaal. Dit kan met de hand of met excel voor een isolijnenkaart worden gebruikt. Alternatief is de bak in stappen van een paar millimeter vol te laten lopen en de 'kustlijn' te schetsen.

Voor de uitwerking moet vooral van eigen waarnemingen, tekeningen en metingen worden uitgegaan en pas in laat stadium kunnen we kleurenprints van foto's van handcamera's of overhead webcam beschikbaar stellen. Op de computer werken groep 5-8 uit in powerpoint, hopelijk in een uniform template van school (met het logo, dat ook op de posters kan worden geplakt). We bieden ze mogelijkheden aan voor stereofoto's en anaplyphen (brilletjes bij Maarten, StereoPhoto Maker <http://stereo.jpn.org/eng/index.html>). We stimuleren het zoeken naar een analoog systeem op Aarde of Mars met Google Earth (of maps), met de afspraak dat ze zich

concentreren op hun vraag en na afgesproken tijd een resultaat hebben (ze vinden Google Earth veel te leuk en zijn dan gauw afgeleid).

Wetenschappelijk symposium

Datum: 19 december 2011 (Maarten)

Lesdoel: presenteren van eigen onderzoek (voor elkaar en ouders)

Nodig: beamer, stroomgoot met parafernalia

Tijdplanning 1.5 uur:

- start middag: demonstratieexperiment
- erna: postersessie groepen 4-6
- erna: presentatiesessie groepen 7+8

Opzet

Demonstratie: kinderen demonstreren een experiment en wat metingen in een vlechtende rivier eindigend in delta, Google Earth plaat erbij van een of andere vergelijkbare rivier in Alaska. Postersessie: middenbouw en Maarten presenteren hun eigengemaakte posters opgehangen in het stroomgootlokaal. Groep 4 presenteert in drietallen; groep 5+6 en Maarten individueel. Presentatiesessie: bovenbouw en Maarten presenteren in tweetallen korte powerpoints van hun onderzoek.

Nota bene: Maarten presenteert niet omdat hij ook zo graag aandacht wil maar om te laten zien dat het op school vrijwel hetzelfde is gegaan als op een serieus wetenschappelijk congres. Het verhaal wordt zo aangepast dat het voor zonder voorkennis begrijpelijk is, dat het onderzoeksproces er duidelijk in herkenbaar is, en dat er naast nieuwsgierigheid ook iets van maatschappelijk nut uit spreekt. De poster is een van die we in San Francisco presenteren.