

Bodem

Voortgezet onderwijs - 2^e fase HAVO/VWO



LEER
LING
EN



BO
DEM

GLOBE Bodem

voortgezet onderwijs - 2^e fase

Voorbeeldmateriaal



Colofon GLOBE Bodem

Binnen Nederland is SME Advies coördinator van het GLOBE programma. Het programma krijgt financiële en inhoudelijke steun van de ministeries VROM, LNV en V&W en past binnen de onderwijsactiviteiten van het interdepartementale programma Leren voor Duurzame Ontwikkeling van het agentschap SenterNovem. Op onderdelen is er samenwerking tussen SME en het KNMI, Wageningen Universiteit, Alterra, RIVM, ISRIC, Space Expo, EcoMare en diverse andere NME organisaties. Daarnaast wordt het programma inhoudelijk en financieel medemogelijk gemaakt door bijdragen van de volgende bedrijven: Essent, Philips Lighting, ING Groep NV en SC Johnson.

Voor meer informatie:

SME Advies
T.a.v. GLOBE Nederland
Postbus 13030
3507 LA Utrecht
Tel: 030 - 6358900
Fax: 030 - 6358905
E-mail: info@globenederland.nl
Internet: www.globenederland.nl



Alle rechten voorbehouden. Leerling werkbladen, powerpointpresentaties voor alle lesmodules zijn voor deelnemers kosteloos via www.globenederland.nl te downloaden voor educatieve doeleinden.

Deze module is ontwikkeld door medewerkers van SME Advies, in samenwerking met Ron de Goede (Wageningen Universiteit), Bas van Delft (Alterra), Liesbet Dirven (RIVM), Michiel Rutgers (RIVM), Alfred Hartemink (ISRIC), Jochem 't Hoen (VWO Campus) en Wim Meijberg (Stichting Veldwerk Nederland)

Bronnen

GLOBE Soil Investigation, Ministerie van VROM Website, Oenema (2004), Akkermans e.a. (2001) B. van Delft; Veldgids Humusvormen (2004) C.J. Koopmans en L. Brands; Testkit Bodemkwaliteit, Ondersteuning van duurzaam bodembeheer.

Wij danken in het bijzonder het Prins Bernard Cultuur Fonds, VSB-fonds, Ministerie van LNV (Regeling Innovatie Groen Onderwijs), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Boskalis en alle partners voor het financieel mogelijk maken van het project 'De Bodem Leeft', waarbinnen de module GLOBE Bodem is ontwikkeld.



Alle rechten voorbehouden. Leerling werkbladen, powerpointpresentaties voor alle lesmodules zijn voor deelnemers kosteloos via www.globenederland.nl te downloaden voor educatieve doeleinden.

Uitgave: SME Advies©, 2008

www.sme.nl



1. Het GLOBE Programma

Welkom bij GLOBE, het internationale milieuwetenschappelijke programma waarbinnen scholieren en wetenschappers over de hele wereld samen werken aan kennis over het mondiale milieu.

GLOBE is een internationaal educatief milieuwetenschappelijk programma, dat in 1995 is gestart door Al Gore. Scholieren uit meer dan 100 landen en wetenschappers van over de hele wereld werken hierin samen aan kennis over het mondiale milieu. Scholieren verzamelen milieugegevens in hun eigen schoolomgeving ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek. Deze data komt in de internationale GLOBE databank en is zo voor alle GLOBE betrokkenen beschikbaar voor eigen onderzoek.

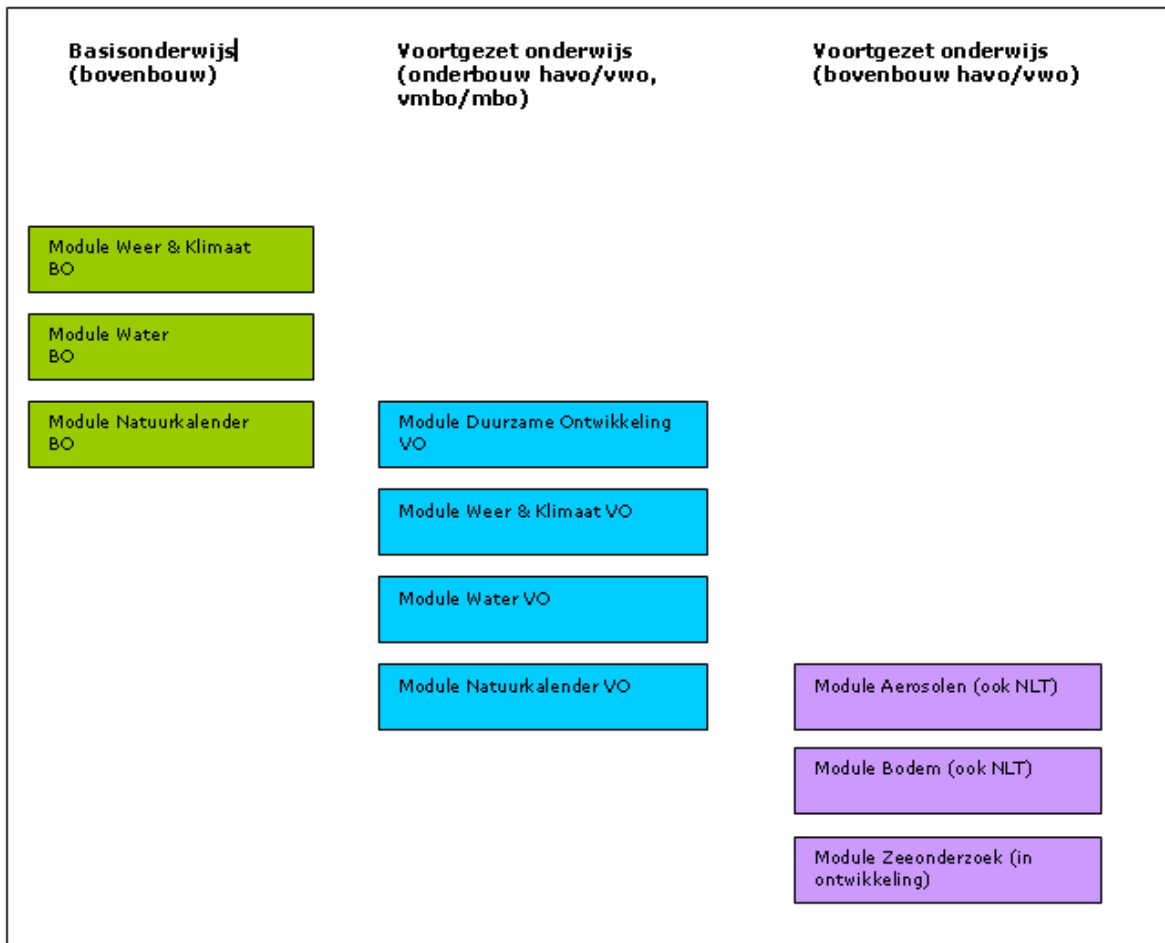
GLOBE is gericht op vaardigheden in waarnemen, onderzoeken en computergebruik. Het programma biedt praktisch onderwijs en stimuleert zelfstandig en ontdekkend leren. Het programma biedt een inhoudelijke context (milieu), een werkwijze voor onderzoek (les- en onderzoeksopzet) en een leeromgeving op internet (GLOBE website). Daarmee past GLOBE goed in vakken als NLT, biologie, aardrijkskunde, natuurkunde, scheikunde en computeronderwijs. Elke school kan het kan naar eigen wens opzetten, van enkele lessen binnen een leerjaar tot een schoolbreed project. Het internationale karakter van GLOBE biedt grote kansen voor uitwisseling en vergelijking, van data, leefomgevingen en milieuproblemen. Door data te vergelijken, zien leerlingen de verschillen en overeenkomsten tussen hun eigen leefomgeving en die van andere leerlingen. Daarnaast biedt het internationale karakter mogelijkheden voor gebruik bij het tweetalige onderwijs (TTO) en het oefenen van vreemde talen.

GLOBE Nederland werkt samen met wetenschappers in de VS, maar ook met Nederlandse kennisinstellingen zoals KNMI, Wageningen Universiteit, Alterra en RIVM. Deze samenwerking tussen onderwijs en wetenschap vergroot niet alleen het inzicht in de huidige milieuproblematiek, maar laat leerlingen op een concrete manier kennis maken met de bètawetenschappen. Dankzij de interactie met wetenschappers en hun onderzoek komen leerlingen in contact met de studiemogelijkheden en het werkveld van de wetenschap en draagt GLOBE bij aan het stimuleren van de keuze voor een bètastudie.

De Nederlandse GLOBE website geeft de gegevens die door leerlingen zijn verzameld door aan de internationale GLOBE databestanden. Wetenschappers en leerlingen kunnen de internationale databank gebruiken voor extra informatie of om via internet (of met de hand) kaartjes en grafieken te maken. Natuurlijk zijn leerlingen zelf belangrijke gebruikers van de data voor eigen onderzoek! Leerlingen presenteren eigen onderzoek op de website, vinden er achtergrondinformatie en wisselen gegevens uit.

GLOBE modules

GLOBE heeft modules voor het basisonderwijs en voor het voortgezet onderwijs. Voor het basisonderwijs zijn er drie en het voortgezet onderwijs vijf verdiepende modules, waarin leerlingen leren onderzoek te doen naar Weer, Water, Natuur, Lucht en Bodem. Voor het voortgezet onderwijs is de module Duurzame Ontwikkeling ontwikkeld. Deze module laat leerlingen kennismaken met de werkwijze en onderzoeksmogelijkheden van GLOBE. GLOBE plaatst uitgevoerde metingen in het perspectief van (het bevorderen van) Duurzame Ontwikkeling. Zie onderstaand overzicht van alle modules in onderlinge samenhang.



Voor een nadere toelichting op de inhoud van de modules zie: www.globenederland.nl. Daar treft u ook meer informatie aan over de GLOBE oriëntatie- en trainingsdagen, alsmede over hoe u GLOBE op kunt zetten op uw eigen school.

Heeft u zelf lesmateriaal of bijvoorbeeld een PowerPoint presentatie gemaakt bij GLOBE en denkt u dat anderen dit materiaal misschien ook kunnen gebruiken? Hebben uw leerlingen goede presentaties of een profielwerkstuk? Biedt het dan aan voor plaatsing op de Nederlandse GLOBE website door het te sturen naar: info@globenederland.nl

GLOBE Partners

GLOBE Nederland zou niet bestaan zonder de steun van een groot aantal partners, zowel op kennis- als financieel gebied.

Overheden

De ministeries van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), Landbouw, Natuur en Visserij (LNV) en Verkeer & Waterstaat (VW) subsidiëren SenterNovem. SenterNovem is een agentschap van de overheid voor ondersteuning van duurzame en innovatieve projecten. Zij verleent budget en werkt ook mee aan inhoudelijke verbeteringen van GLOBE Nederland.

Sponsors

Daarnaast zijn er de bedrijven die GLOBE financieel (en ook inhoudelijk) steunen. Bij het herzien van de modules waren dit *GLOBE partners* Essent en SC Johnson en *GLOBE vrienden* Philips Lighting en ING Groep NV. Op onze website ziet u een actueel overzicht van de bedrijven die GLOBE steunen.

Wetenschap

Inhoudelijk is de steun van de kennisinstellingen KNMI, WUR, Alterra, RIVM en ISRIC voor GLOBE van zeer grote waarde. In het bijzonder willen we ook ambassadeurs noemen, die GLOBE Nederland een warm hart toedragen en dat ook uitdragen. In samenwerking met Nederlandse partners als het KNMI, Wageningen Universiteit, Alterra, RIVM, ISRIC – World Soil Information en stichting Veldwerk Nederland heeft GLOBE de modules Aerosolen, Bodem, Duurzame Ontwikkeling, Natuurkalender, Water en Weer en klimaat ontwikkeld.

Coördinatie

GLOBE Nederland is ondergebracht bij SME Advies. SME Advies is een communicatiebureau gericht op duurzame ontwikkeling en is gehuisvest in Utrecht.

Wij hopen dat u na deze module enthousiast bent over het GLOBE programma en het gebruik hiervan op uw school uitbreidt. Dit kan bijvoorbeeld door verbanden te leggen met andere modules (zoals Weer & Klimaat en metingen aan bodemtemperatuur en bodemvochtigheid), door leerlingen kennis te laten opdoen met het maken van een onderzoeksverslag of door het uitwisselen van onderzoeksresultaten met andere GLOBE scholen in binnen- en buitenland.

Meer informatie vindt u op internet: **www.globenederland.nl**

Mocht u vragen hebben dan kunt u per e-mail terecht bij: **info@globenederland.nl**

Wij wensen u en uw leerlingen veel plezier met GLOBE!

GLOBE team

En wetenschappers van:

Wageningen Universiteit

Alterra

RIVM

ISRIC – World Soil Information

2. Bodemonderzoek

De samenleving schat de bodem als 'levende basis van ons bestaan' niet altijd op de goede waarde. Vaak wordt de bodem gezien als een statische en levenloze hoeveelheid materie. Ondanks dat de bodem juist een dynamisch en levend systeem is, essentieel voor de plantengroei en de mensheid. Chemische en fysische processen vinden continu plaats in de bodem. Het is van groot belang dat leerlingen de werking, de mogelijkheden en de beperkingen kennen, die de bodem biedt aan de leefomgeving.

Het belang van een goede bodem is essentieel voor de mensheid en onze aarde. Steeds meer beleidsmakers onderkennen dit. Diverse instellingen doen onderzoek gericht op verantwoord en duurzaam bodemgebruik en adviseren beleidsmakers en grondgebruikers. In Nederland zijn dat onder andere:

- Alterra Wageningen UR doet o.a. onderzoek naar humusprofielen, bodemfauna en koolstofvoorraden in de bodem;
- Sectie Bodemkwaliteit van Wageningen UR onderzoekt o.a. relaties tussen bodemtype, bodemgebruik, bodemfauna, voedingsstoffen voor planten en bodemstructuur;
- Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) ontwikkelt in opdracht van VROM een landelijk meetnet bodemkwaliteit. Het RIVM kijkt vooral naar bodemkwaliteit in termen van duurzaam gebruik;
- ISRIC – World Soil Information in Wageningen verzamelt, analyseert en verspreid informatie over bodems in de wereld.

Bodemonderzoek laat zien wat de huidige staat van de bodem is, welke invloed wij hierop uitoefenen en voor welke doeleinden we de bodem kunnen gebruiken. In de GLOBE Bodemmodule helpen leerlingen wetenschappers, om de huidige conditie van de bodem te onderzoeken. In het onderzoek komen fysische, chemische en biologische aspecten van de bodem aan bod. In deze module vindt u een beschrijving van de metingen, het lesmateriaal en lesbeschrijvingen om het project in de klas te starten.

Waarom bodem onderzoek?

De bodem is een relatief dunne laag die zich aan het aan het aardoppervlak bevindt. Deze laag is een kostbare natuurlijke bron, die elk onderdeel van in de bodem functionerende ecosystemen op aarde beïnvloedt. Bodems houden voedingsstoffen, lucht en water vast voor planten en dieren en daarnaast filteren en zuiveren zij water. Ook kunnen bodems de hoeveelheid en de chemische samenstelling van water veranderen, door aanvulling van het grondwater of verdamping van water naar de atmosfeer. In de bodem breken levende organismen (bacteriën, schimmels, bodemdieren) de resten van afgestorven plantaardige en dierlijke af tot elementaire chemische verbindingen die weer kunnen dienen als bouwstenen voor nieuw leven (recycling).

Voor het voedsel dat we eten en de meeste materialen die we gebruiken, zoals papier en kleren, zijn we afhankelijk van bodems. Ook spelen bodems een belangrijke rol in de hoeveelheid en soorten gassen in de atmosfeer en de temperatuur, door het opslaan en overdragen van warmte. Daarnaast beheerst de bodem de activiteiten van planten en andere organismen die erop en erin leven. De bodem leeft en zorgt voor leven!

Door deze functies te bestuderen leren leerlingen en wetenschappers het klimaat, de geologie, hydrologie, vegetatie en menselijke geschiedenis van een bepaalde plek op aarde beter te begrijpen. De bodem is een belangrijk onderdeel van elk ecosysteem op aarde.

Wetenschappers hebben de GLOBE data nodig

De gegevens die leerlingen verzamelen door de GLOBE bodemmetingen zijn van grote waarde voor allerlei wetenschappers:

- Bodemkundigen gebruiken de gegevens om beter te begrijpen hoe bodems zich vormen, ontwikkeling van beheerstrategieën en wat de mogelijkheden zijn voor plantengroei en menselijk gebruik.
- Hydrologen gebruiken de gegevens om de waterbeweging door een bodem, een waterscheiding, of het effect van water op de chemische samenstelling van bodems te bepalen. Ze onderzoeken ook de effecten van verschillende soorten bodems op de sedimentatie in rivieren, meren en oceanen.
- Klimatologen gebruiken bodemgegevens in klimaatmodellen. Atmosfeerwetenschappers willen het effect weten van bodems op vochtigheid, temperatuur, lichtreflectie en gasstromen zoals die van CO₂, methaan en lachgas.
- Biologen onderzoeken de wisselwerking tussen levende organismen en de bodem om biologische processen te doorgronden, zoals de afbraak van plantaardige en dierlijke resten en het daarbij vrijmaken van voedingsstoffen. Deze kennis draagt bij aan inzicht in de bodemvruchtbaarheid en het in stand houden van de bodemstructuur.
- Archeologen en antropologen onderzoeken de bodem om de menselijke geschiedenis te kunnen reconstrueren.

Wanneer er veel gegevens zijn, kunnen wetenschappers ruimtelijke patronen van bodemeigenschappen bestuderen. Wanneer een set van GLOBE gegevens over atmosfeer, hydrologie, vegetatie en bodem bestaat van een specifieke plek, kunnen wetenschappers deze informatie gebruiken om via computermodellen beter te begrijpen hoe een ecosysteem functioneert. Daarnaast gebruiken wetenschappers de gegevens om voorspellingen te doen over hoe de verschillende ecosystemen eruit zullen zien in de toekomst.

In Nederland participeren Wageningen Universiteit, Alterra Wageningen Universiteit en Research, ISRIC – World Soil Information en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in de GLOBE Bodemmodule. Hieronder is voor elke onderzoeksinstelling genoemd welke gegevens voor hen van belang zijn:

Wageningen Universiteit, sectie Bodemkwaliteit

De sectie Bodemkwaliteit van Wageningen Universiteit doet onder andere onderzoek naar de rol van bodemdieren bij bodemvruchtbaarheid en het in stand houden van de bodemstructuur. Hiervoor is het van belang om te beschikken over macrofauna-gegevens (dat wil zeggen grotere bodem dieren, waaronder regenwormen) van diverse plaatsen in het land. Wanneer ook bekend is om welke diersoorten het gaat, kunnen wetenschappers het effect van de macrofauna op bodemvruchtbaarheid en bodemstructuur goed onderzoeken. Voor het welslagen van dit onderzoek is het van belang om behalve bodemdiergegevens ook te kunnen beschikken over bodemchemische en -fysische informatie.

Alterra Wageningen Universiteit en Research centrum, team Bodemchemie

Alterra doet onderzoek naar bodemvorming en dan met name naar de rol van afgestorven plantaardige en dierlijke resten daarin (humusvorming). Er is een veldgids met een beschrijvingen en classificaties van humusprofielen, voor de interpretaties van de ecologische relaties in de bodem. Momenteel is er maar een beperkt aantal goede humusprofiel-beschrijvingen voorhanden. De module Bodem kan hierin verandering brengen. Humusprofiel-beschrijvingen hebben vooral waarde bij het meten van chemische, fysische en biologische factoren. De uitdaging van Alterra is om via de ecologische benadering aan te tonen dat de bodem een integraal onderdeel van een ecosysteem is.

RIVM

De sector Milieukwaliteit en Externe Veiligheid van het RIVM ontwikkelt in opdracht van VROM een systematiek van bodembioologische indicatoren, ten behoeve van een landelijk meetnet bodemkwaliteit. Dit meet systematisch fysische, chemische en biologische indicatoren. Deze gegevens stellen de bodemkwaliteit en trends vast. Het RIVM kijkt naar bodemkwaliteit in termen van duurzaam gebruik, waarbij op de lange termijn dat essentiële bodemfuncties gewaarborgd blijven. Essentiële bodemfuncties zijn bijvoorbeeld het waterregulerend vermogen (het vasthouden en het doorlaten van water), het leveren van voedingsstoffen voor planten en dieren (bodemvruchtbaarheid) en het zelfreinigend vermogen zodat het ondiepe en diepe

grondwater schoon blijft. Voor de ontwikkeling van indicatoren en het vaststellen van de bodemkwaliteit is een grote behoefte aan actuele gegevens over de bodem.

ISRIC – World Soil Information

Het ISRIC Wereldbodemcentrum verzamelt, analyseert en verspreidt gegevens van over de gehele wereld. Deze gegevens zijn verzameld door bodemkundigen en karteringsinstituten. Mondiale of nationale studies met betrekking tot klimaatsverandering, milieuproblematiek of voedselproductie gebruiken deze gegevens. Het ISRIC is door de ICSU aangewezen als 'World Data Centre for Soils'. Tevens beheert het ISRIC het Wereldbodemmuseum, waar tientallen bodems van over de gehele wereld tentoongesteld staan. Het heeft een educatieve functie en is uniek in de wereld. Vele studentengroepen uit diverse landen bezoeken jaarlijks het museum.

3. Praktische uitvoering

De GLOBE Bodem metingen zijn beschreven in onderzoeksprotocollen die ingaan op de chemische, fysische en biologische eigenschappen van de bodem. De uitvoering van een aantal de protocollen op de onderzoekslocatie vindt slechts één keer plaats, andere protocollen vaker. De uitvoering kan plaatsvinden in het veld, de klas of het laboratorium. Een aantal protocollen kan zich zowel in het veld als in het laboratorium afspelen.

Hoewel de gegevens van alle protocollen waardevol zijn voor bodemkundigen, is er een onderscheid gemaakt in Basis- en KeuzeProtocollen. De BasisProtocollen verschaffen de gegevens die minimaal nodig zijn voor een bruikbare dataset voor de wetenschappers. Deze dienen de leerlingen op elke onderzoekslocatie uit te voeren. De KeuzeProtocollen zijn waardevolle aanvullingen voor de onderzoekers. Samen met de BasisProtocollen leveren ze gedetailleerde informatie. Bovendien kunnen leerlingen, door een gerichte selectie van de KeuzeProtocollen, onderzoek doen naar specifieke bodemthema's, zoals bodemstructuur, -vruchtbaarheid, -kwaliteit en koolstofvoorraad. Indien er geen tijd is voor de uitvoering van de KeuzeProtocollen, worden alleen de BasisProtocollen uitgevoerd. GLOBE-leerlingen in heel Nederland voeren deze metingen uit. De protocollen binnen de module Bodem zijn:

BasisProtocollen

- 1a. Beschrijving meetlocatie in het veld
- 1b. Hellingshoek meten
2. Bodemtextuur
3. Bodem pH meting
4. Macrofaunabemonstering – beknopt
5. Koolzuurproductie meten

KeuzeProtocollen

1. Beschrijving meetlocatie in de klas
2. Profielbeschrijving maken
3. Bodemdichtheid
4. Poriënvolume en deeltjesdichtheid
5. Bodemvochtgehalte en bodemorganische stof
6. Bodemvruchtbaarheid
7. Waterinfiltratie
8. Macrofauna bemonsteren en op naam brengen – uitgebreid
9. Macrofauna regenwormen
10. Macrofauna veelpotige dieren

Metingen

Hier volgt een korte omschrijving van de metingen die plaatsvinden bij de protocollen. Voor verdere algemene achtergrondinformatie over bodems, zie bijlage 1 en 2.

BasisProtocollen

1. Beschrijving meetlocatie in het veld en hellingshoek meten
Activiteit: Bepalen van de coördinaten van de meetlocatie, landschapstype, bodemgebruik en –bedekking. Het meten van de helling van de meetlocatie en het geven van een algemene beschrijving van de meetlocatie.
2. Bodemtextuur (zie bijlage 3, Horizonten en bijlage 4, Bodemtextuurtabel)
Activiteit: Bepalen van de bodemtextuur van de bovenste tien centimeter van de bodem en van de

laag tien tot twintig centimeter in de bodem. Hierbij gaat het om het vaststellen van de grondsoort (van veen – leem).

3. Bodem pH meting

Activiteit: Door middel van papier of aan de hand van een meter de zuurgraad van de bodem meten. Deze meting drie keer uitvoeren en een gemiddelde zuurgraad bepalen.

4. Macrofaunabemonstering (zie bijlage 5, Sleutel hoofdgroepen macrofauna)

Activiteit: Voor drie bodemlagen het aantal bodemdieren vaststellen. De eerste bodemlaag is 0-10 centimeter, de tweede 10-20 centimeter en de derde 20-30 centimeter. De bodemdieren vallen uiteen in vijf categorieën (regenwormen, pissebedden, miljoenpoten, duizendpoten en overig). Via een formule het totale aantal bodemdieren berekenen per vierkante meter, voor elk van de drie bodemlagen.

5. Koolzuurproductie meten

Activiteit: Door de afsluiting van een ring in de grond kan, aan de hand van een formule, de koolzuurproductie van al het leven in de bodem bepaald worden. Drägerbuisjes meten het koolstofdioxide gehalte. Verdere metingen voor de formule zijn de bodemtemperatuur en de bovengrondse hoogte van de gebruikte ring.

KeuzeProtocollen

1. Beschrijving meetlocatie in de klas

Activiteit: Aan de hand van topografische kaarten en bodem/geologische kaarten de meetlocatie beschrijven.

2. Profielbeschrijving maken (zie bijlage 3, Horizonten en bijlage 4, Bodemtextuurtabel)

Activiteit: Het maken van een bodemprofiel en de bodemtextuur, met speciale aandacht voor de organische stof. Hierin herkenning van verschillende horizonten en de daarbij horende biologische en chemische karakteristieken.

3. Bodemdichtheid

Activiteit: Het meten en bepalen van de (volume)dichtheid van de verschillende lagen uit het bodemprofiel.

4. Poriënvolume en deeltjesdichtheid

Activiteit: Het meten van de bodemdichtheid van bodemdeeltjes per horizont in een bodemprofiel.

5. Bodemvochtgehalte en bodemorganische stof

Activiteit: Bepaling van de hoeveelheid bodemvocht, door het vocht te laten verdampen en het gehalte organische stof door de verbranding van de organische stoffen.

6. Bodemvruchtbaarheid

Activiteit: Bepalen van de vruchtbaarheid van de bodem aan de hand van de hoeveelheden stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) in elk horizont van het bodemprofiel.

7. Waterinfiltratie

Activiteit: Meten van de snelheid waarmee water wordt opgenomen en afgevoerd door de bovengrond.

8. Macrofauna regenwormen (zie bijlage 6, Sleutel algemene Nederlandse Regenwormen)

Activiteit: Het op naam brengen en tellen van de gevonden regenwormen, sortering op drie verschillende ecologische groepen en het berekenen van aantallen per vierkante meter.

9. Macrofauna veelpotige dieren (zie bijlage 7, Veelpotige macrofauna)

Activiteit: Het op naam brengen en tellen van de gevonden miljoenpoten, duizendpoten en pissebedden tot op orde van families het berekenen van de aantallen per vierkante meter.

Wanneer meten?

Bodemonderzoek kan in principe gedurende het hele jaar plaatsvinden, maar vindt toch bij voorkeur plaats in het voorjaar of najaar. Dan is de bodem nog vochtig en niet bevroren. Bodemonderzoek in een bevroren grond

is niet makkelijk en daarnaast zul je er weinig actieve bodemfauna aantreffen. Dit geldt ook voor droge, warme periodes in de zomer. Veel bodemdieren overzomereren in een toestand van rust.

Organisatie, een langere periode meten

Metingen gedurende het hele jaar geven meer informatie aan de bodemonderzoekers dan een enkele meting in het jaar. Daarom is het gewenst om de metingen, als de weercondities het toelaten, meerdere keren per jaar te laten plaatsvinden.

Groepen leerlingen

De bodemmodule bestaat uit een aantal BasisProtocollen en KeuzeProtocollen. Het is noodzakelijk dat de leerlingen samen de meetlocatie en de bodemprofielen bestuderen en bepalen met wat voor soort bodem en bodemprofielen ze te maken hebben. (Voor de overige BasisProtocollen kan de klas opgedeeld worden in groepen).

Benodigde materialen

Bij de materialen is een splitsing gemaakt tussen de materialen die nodig zijn voor de BasisProtocollen en de KeuzeProtocollen. De materialen die vermeld staan onder KeuzeProtocollen zijn aanvullingen op de materialen die al genoemd zijn bij de BasisProtocollen.

BasisProtocollen	KeuzeProtocollen
100 ml maatcilinder	100 ml maatkolven met stoppen (3)
140 ml of 100 ml spuit	Beschermbrillen
4 containers van 100 ml	Bodem/geologische kaart meetlocatie
Afsluitbare potjes	Boorgoten
Bodemthermometer	Boterhamzakjes
Deksel met twee rubberen stoppen	Droogstoof
Digitale camera (kan ook van mobiele telefoon)	GLOBE NPK kit of eenzelfde kit die relatieve hoeveelheden van nitraat, fosfaat en kalium meet
Dräger gasmeetbuisjes, met knijptang voor afbreken. (eenmalig te gebruiken en te bestellen bij Dräger Safety b.v. in Zoetermeer)	Grondboor
Flora/faunagids	Hamer
Frame voor het nemen van monsters (20x20x5 cm)	Hete plaat/brander/hittebron
Gedestilleerd water	Koolzuurhoudend mineraalwater (bv. Spa Rood)
Glazen roerstaafje	Loep
GPS (kan ook met Google Earth of Google Maps)	Maatbeker van minimaal 500 ml
Hellingshoekmeter	Maatcilinder
Houtblok	Meetlint
Injectiespuit	Metalen monsterbakjes (5 cm hoog)
Insectenopzuigpotje	Mosterdoplossing
Insectenzuiger (1 per persoon)	Ovenhandschoen
Inslag-loupe	Papier
Kompas	Plastic folie

Liniaal	Plastic theelepel
Microscoop	Plastic zakken 1 liter
Petri-schaaltjes	Rubberen handschoenen
pH meter of pH papier	Schepje
Plastic slangetjes	Spijkers
Plastic zakken van 5 liter (1 per monstergat)	Spuitfles
Prepareer naalden of satéstokjes	Theezeefje
PVC-ring van 15 cm hoog en 15 cm in doorsnee (binnenmaat).	Thermometer
Rubberhamer en een blok hout	Topografische kaart meetlocatie
Schaar/grasschaar	Trechter
Slappe pincet	Vijzel
Spade (met op 20 cm diepte een duidelijk zichtbare markering)	Witte bak
Stopwatch	Zeef # 10 (2mm maas grootte)
Touw	
Vuilniszak (bijvoorkeur een lichte kleur; wit)	
Watervaste markeerstift	
Weegschaal (tot 0,01 g. nauwkeurig)	

Optionele materialen zijn:

- *Munsell kleurenboekje*
- *Papieren handdoekjes/tissues*
- *Plastic handschoenen*
- *Satéprikkers/stokjes*

De meetinstrumenten kunt u via de GLOBE site bestellen. Ga naar www.globenederland.nl en klik op bestellen .

Plaatsbepaling van de meetlocatie - ID formulier

De locatie van uw school is bij deelname aan GLOBE al door GLOBE Nederland in de internationale GLOBE database ingevoerd.

Omdat u de meetgegevens straks gaat invoeren in de database van GLOBE is het van belang dat meetgegevens zijn gekoppeld aan een locatie. Als dit niet de schoollocatie is, zult u de meetlocatie moeten bepalen.

De exacte meetlocatie kunt u bijvoorbeeld bepalen met een GPS of Google Earth (zie bijlage 10). Dit koppelt de onderzoeksgegevens aan de lengte- en breedtegraden van de aarde.

U kunt meerdere meetlocaties invoeren. Voor alle meetlocaties geldt dezelfde gebruikersnaam en wachtwoord. Vervolgens kunnen de leerlingen zelf (per meetlocatie) gegevens invoeren.

4. Inleidende Lessen

De module Bodem bestaat uit Basis- en KeuzeProtocollen, waarbij de activiteiten deels in het veld en deels in de klas of een laboratorium plaatsvinden. Voorafgaand aan de praktische werkzaamheden is het aan te bevelen eerst een een of meer inleidende lessen te verzorgen, waarin de leerlingen kennis maken met de module GLOBE Bodem. Gebruikt u de NLT module 'De bodem leeft' dan gebruikt u daaruit de theorie voor de inleiding en aansluitend de GLOBE protocollen uit deze map voor de praktische invulling.

Voorbeeld voor het opzetten van de GLOBE Bodem lessen.

Les 1: Introductie GLOBE.

Les 2: Een veldwerkles met het uitvoeren van bodemmetingen en nemen van bodemmonsters voor de BasisProtocollen¹.

Les 3: Het uitvoeren van veldwerk voor de KeuzeProtocollen.

Les 4: Analyseren van de bodemmonsters van de Basis- en KeuzeProtocollen²

Les 5 en 6: Het invoeren van de gegevens in het GLOBE systeem waarbij de leerlingen stap voor stap leren hoe ze de gegevens kunnen invoeren in de computer. Daarnaast komt het maken van grafieken en tabellen via de GLOBE website aan de orde.

Les 7: Maken verwerkingsopdrachten uit het leerlingendeel.

Mogelijke eindproducten: Overzicht van mogelijke eindproducten die leerlingen kunnen opleveren.

Nu volgt per les een korte omschrijving van het doel, de tijd, materialen en de voorbereiding.

¹ Voor de module Bodem is een onderscheid gemaakt in BasisProtocollen en KeuzeProtocollen. In de eerste veldwerkles wordt het veldwerk voor de BasisProtocollen gedaan.

² Wanneer de keuze is gemaakt om zowel de BasisProtocollen als (een selectie van de) KeuzeProtocollen uit te voeren kan tijdwinst worden behaald door de hoeveelheid van een grondmonster per profiellaag ruim te nemen. Na drogen van het BasisProtocol-grondmonster kan namelijk het KeuzeProtocol poriënvolume en bodemvruchtbaarheid met hetzelfde monster worden uitgevoerd.

Dataformulieren BasisProtocollen

BasisProtocol 1a&b - Beschrijving meetlocatie in het veld

School	
Namen leerlingen	
Datum	
Tijd	
Weersgesteldheid afgelopen dagen	

Coördinaten (met behulp van GPS/internet)	
Helling van de meetlocatie in graden	
Richting van de helling in 8 klassen	(omcirkel het juiste antwoord): N - W - W - ZW - Z - ZO - O - NO
Landschapstype	<input type="checkbox"/> Heuvelland <input type="checkbox"/> Laagveengebied <input type="checkbox"/> Zandgebied <input type="checkbox"/> Droogmakerijen <input type="checkbox"/> Zeekleigebied <input type="checkbox"/> Kustzone <input type="checkbox"/> Veenkoloniën <input type="checkbox"/> Stedelijk gebied <input type="checkbox"/> Rivierengebied
Bodembedekking/ dominante vegetatie	<input type="checkbox"/> Kale grond <input type="checkbox"/> Grassen/kruidachtige vegetatie <input type="checkbox"/> Struiken <input type="checkbox"/> Bomen <input type="checkbox"/> Anders, nl:
Bodemgebruik	<input type="checkbox"/> Bebouwing <input type="checkbox"/> Landbouw <input type="checkbox"/> Recreatie <input type="checkbox"/> Natuur <input type="checkbox"/> Bos <input type="checkbox"/> Anders, nl:
Algemene beschrijving van je meetlocatie:	

Foto's

(Wind)richting	Nr. foto	Omschrijving
Noord		
Oost		
Zuid		
West		
Locatie zelf		
Vegetatie		

BasisProtocol 2 - Bodemtextuur

De bodemtextuur van de bovenste 10 centimeter van de bodem (strooisellaag NIET meegerekend) is:

- Veen
- Zand
- Lemig zand
- Klei
- Klei-leem
- Leem

Indien de laag van 10-20 centimeter een andere textuur heeft dan de bovenste laag, meldt dit dan hier (in de Excel tabel kun je dit aangeven bij 'overige opmerkingen':

- Veen
- Zand
- Lemig zand
- Klei
- Klei-leem
- Leem

BasisProtocol 3 - Bodem pH meting

<i>Horizont nr.</i>	<i>pH meting 1</i>	<i>pH meting 2</i>	<i>pH meting 3</i>	<i>Gemiddelde pH</i>
0-10 cm				
10-20 cm				

pH meting methode (aankruisen)

- papier
- meter

BasisProtocol 4 - Macrofauna Hoofdgroepen

Bodemfauna gevonden in Bodemlaag	Strooisel	<input type="checkbox"/>
	0-10 cm	<input type="checkbox"/>
	10-20 cm	<input type="checkbox"/>
	20-30 cm	<input type="checkbox"/>
Monsternummer/code:		
Afmetingen (cm) van het monsternamenframe	Lengte :	cm
	Breedte:	cm

Ruwe onderzoeksgegevens van aantallen per hoofdgroep:

Bodemdier	Bodemlaag				Totaal
	Strooisellaag (indien aanwezig)	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	
Regenworm					
Pissebed					
Miljoenpoot					
Duizendpoot					
Overig					

Aantallen in hoofdgroepen per m²: = (ruw aantal / oppervlakte frame) * 10.000

Bodemdier	Bodemlaag				Totaal
	Strooisellaag (indien aanwezig)	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	
Regenworm					
Pissebed					
Miljoenpoot					
Duizendpoot					
Overig					

BasisProtocol 5 - Koolzuurgasproductie

Koolzuurgasproductie in kilo's CO₂ per hectare per dag = (% CO₂ - 0.035) x ((T+273)/273) x h x 25.7

	Monster code	h ring hoogte* (cm)	T bodem temp. (° C)	Dräger buisje (vol % CO ₂ (n=5))	Bereken bodemrespiratie m.b.v. formule (Kg CO ₂ -C per ha per dag)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

* ringhoogte is de gemiddelde hoogte die de ring boven het te meten bodemoppervlak uitsteekt