schoolwerkplan

Natuuronderwijs in grote lijnen

experimentele versie



natuuronderwijs voor de basisschool

Instituut voor Leerplanontwikkeling

NOB

Chr. Maas Geesteranus

INHOUDSOPGAVE

Natuuronderwijs in grote lijnen

		Blz.
1.	Inleiding	2
1.1	Karakteristiek van deze publikatie	2
1.2	De ontstaansgeschiedenis	4
1.3	Structuur van deze publikatie	6
2.	Uitgangspunten	10
2.1	De fundamenten van natuuronderwijs	10
2.2	Leren en onderwijzen bij natuuronderwijs	17
2.3	De plaats van natuur-onderwijs in de hele school	28
3.	Doelen	40
3.1	De kennis en de inzichten	40
3.2	De vaardigheden	49
3.3	De houdingen	59
4.	De inhoud van natuuronderwijs	64
4.1	Aandachtsgebieden bij natuuronderwijs	64
4.2	Typering van de aandachtsgebieden	71
5.	Programmavoorstel	120

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

Met deze inleiding willen we de lezer enige voorinformatie geven, die voor een goed begrip van het geheel gewenst is. We geven antwoord op de volgende vragen:

- *Wat voor een soort informatie bevat deze publikatie? Hoe verhoudt zich dat tot andere publikaties van het project?*
- *Hoe is deze publikatie tot stand gekomen? Welke principiële keuzes heeft de projectgroep uiteindelijk gemaakt?*
- *Hoe is deze publikatie en het beschreven leerplanvoorstel opgebouwd?*

Aan elke vraag wijden we een aparte paragraaf.

1.1 Karakteristiek van deze publikatie

De publikatie "Natuuronderwijs in grote lijnen" vormt het hart van alle voorstellen en suggesties, die het project Natuuronderwijs voor de Basisschool (NOB) wil doen. De publikatie bevat:

- visie en uitgangspunten omtrent de essentie van natuuronderwijs en de daarbijbehorende didaktiek;
- na te streven doelstellingen t.a.v. inhouden, vaardigheden en houdingen voor elke "bouw" afzonderlijk (kleuter-, onder-, midden- en bovenbouw);
- een omschrijving van de leerstof en een indeling daarvoor;
- elementen voor een werkprogramma voor de hele basisschoolperiode.

Deze 4 punten staan in een bepaalde volgorde: elk volgend punt komt steeds dichter bij de concrete lespraktijk. Zo vormen de doelstellingen een eerste concretisering van de beschreven visie, die op hun beurt weer worden uitgewerkt in leerstof en programma-elementen. Hoe dichter bij de lespraktijk hoe meer keuzes nodig zijn. In deze publikatie zijn bepaalde keuzes gemaakt voor doelen en programma-elementen, die binnen de beschreven visie best anders hadden gekund. Het is nooit zo, dat op basis van een algemene visie logischerwijze maar één uitwerking gekozen kan worden. De hier gekozen uitwerking blijft op het niveau van het onderwijsleerplan. Het gaat om formuleringen, die in

principe voor elke school in Nederland kunnen gelden. Na lezing van deze publikatie moeten er weer nadere keuzes worden gemaakt, voordat een natuuronderwijsles op een bepaalde school in een bepaalde klas kan worden uitgevoerd. Die keuzes betreffen o.a.:
- de precieze lesonderwerpen per leerjaar;
- het moment van uitvoeren in het jaar (seizoen);
- de precieze organisatie, de werkvormen, de benodigde materialen e.d.

Op basis van deze publikatie zijn er dus nog verschillende mogelijkheden voor praktische uitwerking in de dagelijkse lespraktijk. En dat is ook goed, omdat daardoor ruimte blijft voor de individuele leerkracht, de identiteit van de school, de sociale en natuurlijke omgeving van de school en de kinderen. Na deze publikatie op het niveau van het onderwijsleerplan, zullen er dus nog keuzes gemaakt moeten worden
- op het niveau van de school (schoolwerkplan);
- op het niveau van de klas (lespraktijk).

Deze keuzes vallen dan ook onder de verantwoordelijkheid van het schoolteam en bevoegd gezag, resp. de leerkracht.

Plaats in de publikatie-reeks

Ongetwijfeld zullen er teams en leerkrachten zijn, die aan de hand van deze publikatie naar eigen inzicht tot dergelijke keuzes willen komen. Anderen zullen daar graag nadere voorstellen over willen ontvangen, en daarvoor dienen de overige publikaties, die het project NOB uitbrengt. We zullen ze hierna kort typeren:

- Natuuronderwijs in schooldocumenten

Deze publikatie behandelt de manier waarop de school haar keuzes voor natuuronderwijs kan vastleggen in schoolwerkplan en aktiviteitenplan. Het geeft daarvoor een SWP-structuur en schrijfaanwijzingen, evenals een mogelijk lessenplan, dat dekkend is voor het leerplanvoorstel uit "Natuuronderwijs in grote lijnen".

- Natuuronderwijs in lessen

Speciaal voor hen, die nog weinig ervaring hebben opgedaan met natuuronderwijs, biedt deze publikatie een aantal volledig uitgewerkte lesvoorstellen, die ook weer zijn ontleend aan het leerplanvoorstel uit "Natuuronderwijs in grote lijnen". Het gaat om vrij uitgebreide beschrijvingen, met achtergrondinformatie, materiaallijsten en vaak ook werkbladen voor de leerlingen. Maar het is niet zo dat het komplete natuuronderwijsprogramma op deze manier is uitgewerkt. Andere bronnen voor aanvullende informatie op lesniveau zijn:
- het projecttijdschrift De Grabbelton;
- materiaal uit het diepteproject Handreikingen Natuuronderwijs;
- materiaal van schoolbiologische diensten, dierentuinen en musea;
- materiaal van educatieve uitgeverijen.

Naast deze twee publikaties met uitwerkingen van het

leerplanvoorstel op het niveau van de school en de klas, wordt ook nog voorzien in nadere achtergrondinformatie op drie terreinen:
- de implementatie;
- de didaktiek;
- de vakkennis.

Dit is neergelegd in de volgende publikaties:

- Op weg naar natuuronderwijs

Hierin wordt beschreven hoe scholen zich kunnen ontwikkelen t.a.v. natuuronderwijs en op welke wijze ze daarbij kunnen worden ondersteund.

- De didaktiek van natuuronderwijs

waarin de belangrijkste werk- en organisatievormen voor natuuronderwijs worden behandeld.

- Achtergronden bij natuuronderwijs

waarin de belangrijkste vakkennis wordt beschreven, die voor een goed begrip van het leerplanvoorstel nodig is.

1.2 De ontstaansgeschiedenis

Het hier beschreven leerplanvoorstel kent een lange voorgeschiedenis. Het project is begonnen met 6 projectscholen, waar allerlei verschillende ervaringen zijn opgedaan met lessen, activiteiten, scholingsbijeenkomsten, materiaalgebruik, beschrijvingswijzen, planningsmanieren. Vele ideeën zijn aangeboden en beproefd met wisselende resultaten. Elke projectschool formuleerde uiteindelijk de eigen conclusies over vorm en inhoud van natuuronderwijs voor zichzelf. Deze beschrijvingen op het niveau van het schoolwerkplan, zijn als schoolinformatiestuk uitgegeven bij het IPB in Amsterdam onder de titel "Natuuronderwijs op de .....(naam school)...". Ondertussen probeerde de projectgroep al deze ervaringen op een rij te zetten en te bewerken tot een soort "grootste gemene deler". Dat gebeurde in verschillende rondes. Het eerste resultaat kwam terecht in de SLO-publikatie "Wat krijgen ze op de Basisschool". Toen ontstond o.a. de formulering van de centrale doelstelling en de verkaveling in 7 aandachtsgebieden, die ook in deze publikatie zijn opgenomen.
In een tweede fase werden de projectschoolresultaten geconfronteerd met ideeën uit methodes, materiaal van schoolbiologen en andere natuur-educatieve instanties, buitenlands materiaal e.d. Tussentijdse versies werden ter discussie gesteld tijdens conferenties met opleiders, begeleiders, de projectscholen zelf en de begeleidingsgroep van het project. Dat resulteerde in een eerste concept, waaraan in mei '86 een speciale conferentie werd gewijd. De uitkomsten van deze conferentie, waaraan een keur aan deskundigen deelnam, leidden tot vrij ingrijpende wijzigingen van de oorspronkelijke opzet en het resultaat van deze derde fase ligt hier thans voor.

Daarmee zijn we nog niet helemaal klaar. Met 24 nieuwe scholen, die al het projectmateriaal aan een finale toetsing onderwerpen, zullen ook de ideeën uit deze publikatie worden besproken tijdens het schooljaar 87-88. Ook zullen nog commentaren uit andere kringen worden gevraagd, zodat eind '88 de definitieve versie kan worden opgemaakt. Op zijn minst zal dan dit stukje tekst moeten worden aangepast en de aanduiding "experimenteel" van de omslag worden verwijderd (maar vermoedelijk zit er wel meer werk aan vast!!).

Grondkeuzes

Hiervoor is al geschetst hoe de weg van algemene visie en uitgangspunten naar de praktijk van alledag gepaard gaat met steeds verder gaande keuzes. Maar ook de hier neergelegde visie en uitgangspunten zelf zijn het resultaat van een keuze proces. Tijdens de veelbewogen voorgeschiedenis en door de betrokkenheid van zoveel verschillende mensen zijn uiteenlopende visies boven tafel gekomen, die niet allemaal in één model meer zijn te omvatten, tenzij je in globale oppervlakkigheid vervalt. Bovendien staat de tijd niet stil en oefenen hedendaagse trends invloed uit op de oorspronkelijke uitgangspunten, waarbij accenten verschuiven. Zo kun je verschillend denken over de mate van nadruk op

- beleving van natuurverschijnselen of inzichten en vaardigheden opdoen
- verschijnselen uit de levende natuur of uit de niet-levende
- milieuproblemen of technologische verworvenheden
- receptief of onderzoekend leren
- natuuronderwijs als afzonderlijk vakgebied of binnen wereldoriëntatie
- pedagogische of vakgerichte uitgangspunten

etc. etc.

Keuzes binnen deze uitersten kunnen voor de jonge kinderen anders uitvallen dan voor de oudere en dat maakt het extra moeilijk tot een samenhangend geheel te komen.

Zonder nu alternatieven helemaal te willen uitsluiten heeft de projectgroep gekozen voor een natuuronderwijs,

- dat een herkenbare eigen identiteit heeft en niet ondersneeuwt onder een ondoorzichtige veelheid aan wereldoriënterende activiteiten,
- dat vanuit de eigen identiteit wil bijdragen aan algemene schooldoelstellingen en de ontwikkeling bij andere vakgebieden,
- dat begint met directe omgang van kinderen met materialen en organismen,
- dat daarbij ruimte laat voor persoonlijke beleving en uitingen daarvan,
- dat niettemin duidelijke leereffecten wil bereiken met het oog op de natuurwetenschappelijke vorming,
- dat niet de milieuproblemen van volwassenen op de schouders van kinderen wil leggen.

Met deze keuzen menen wij het beste te kunnen aansluiten bij de huidige opvattingen over goed basisonderwijs en bij de mogelijkheden van leerkrachten om het onderwijs over de levende en niet-levende natuur beter vorm te geven.

1.3 Structuur van deze publikatie

Het principe van de toenemende concretisering laat zich in een schema weergeven (zie volgende bladzijde). Van boven naar beneden lezend:
De uitgangspunten en de centrale doelstelling voor natuuronderwijs laten zich vertalen in drie soorten beschrijvingen:
- inzichten;
- vaardigheden;
- en houdingen.

Het betreft hier kwaliteiten, die kinderen bij natuuronderwijs kunnen verwerven.
Er is gekozen voor een longitudinale opbouw in periodes van 2 jaar: kleuter-, onder-, midden en bovenbouw.

> *Deze indeling leek ons voor de praktijk het meest overzichtelijk, maar moet natuurlijk niet te star gehanteerd worden. Want de ontwikkeling van kinderen loopt niet altijd precies gelijk op met hun leeftijd en ook tussen de kinderen onderling zijn grote verschillen mogelijk. Het gaat altijd om vloeiende overgangen en niet om scherpe grenzen. Het kan dus zeker wel gewenst zijn uitspraken, die hier voor een bepaalde "bouw" worden gedaan, wat vroeger of wat later te plaatsen.*

Voor elke periode worden hoofdaccenten geformuleerd:
- Wat is voor die periode het essentiële inzicht en begrip?
- Wat is voor die periode de centrale vaardigheid?
- Wat is voor die periode de belangrijkste grondhouding?

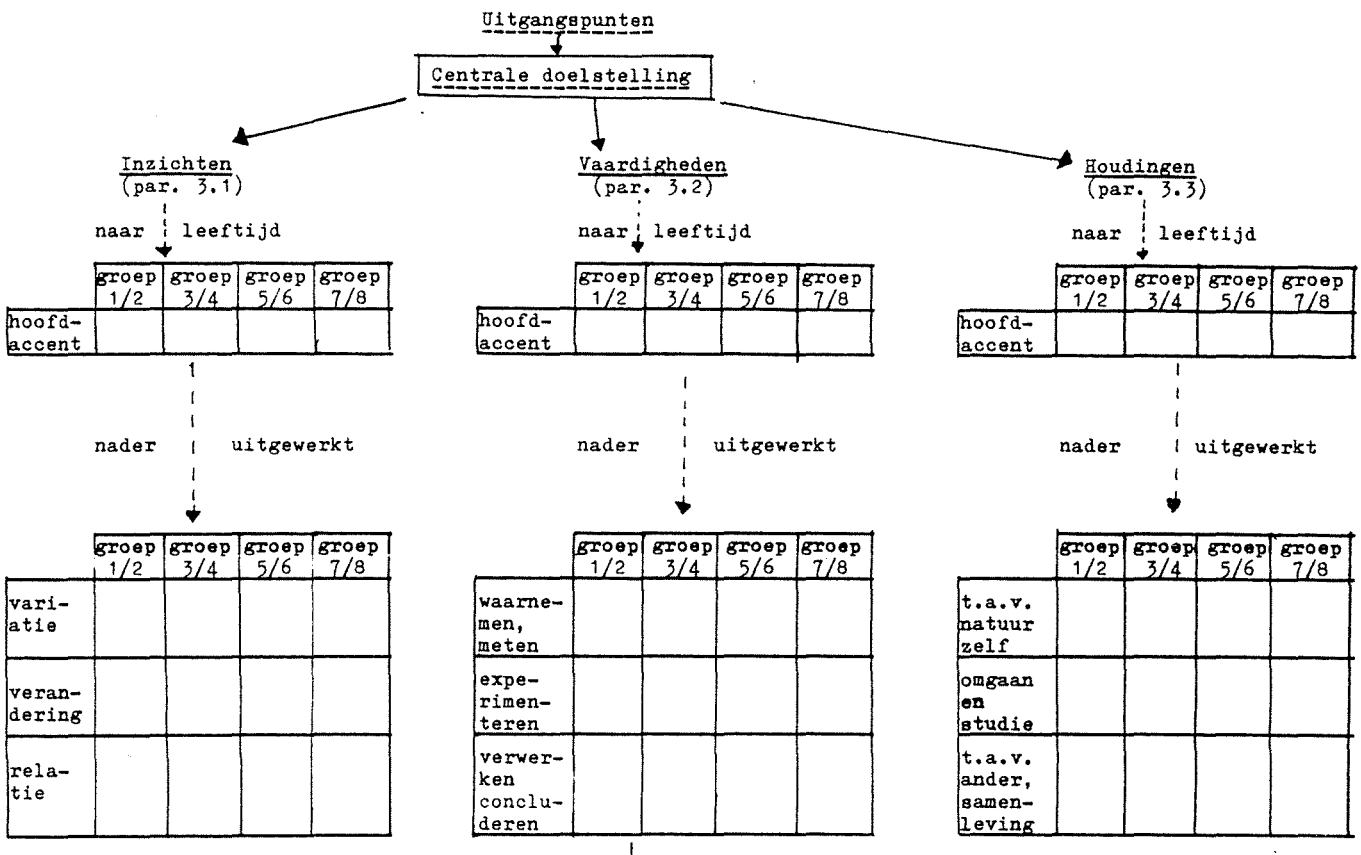
Voor elke periode worden deze hoofdaccenten nader uitgewerkt in kwaliteiten. Om de opbouw door de hele basisschool heen zichtbaar te kunnen maken, worden deze kwaliteiten steeds geordend in drie groepen.

- Voor de <u>inzichten</u> zijn dat de sleutelbegrippen
  * variatie;
  * verandering;
  * relatie.
- Voor de <u>vaardigheden</u> zijn dat de groepen
  * waarnemen en meten;
  * experimenteren;
  * gegevens verwerken en concluderen.
- Voor de <u>houdingen</u> gaat het om
  * houdingen t.a.v. de natuur op zich;
  * houdingen t.a.v. het omgaan met en studie van de natuur;
  * houdingen t.a.v. omgaan met anderen en de samenleving.

ist.2:

ist.3:

ist.5:



vertaald in

	Aktiviteiten			
	groep 1/2	groep 3/4	groep 5/6	groep 7/8
Wijzelf				
Planten				
Dieren				
Materialen en Voorwerpen				
Verschijnselen uit Natuur en Techniek				
Omgeving				
Weer en Seizoenen				

Om kinderen al deze kwaliteiten te laten verwerven zijn onderwijsactiviteiten nodig. Daarom eindigt het geheel met een programmavoorstel. Voor elke periode worden onderwijssituaties getypeerd, die zijn geordend in 7 aandachtsgebieden, en waarmee in principe alle kwaliteiten aan bod kunnen komen. Gezien het onderwijsleerplankarakter van deze publikatie, mag duidelijk zijn,

- dat er ook andere programma-elementen denkbaar zijn;
- dat deze aanduidingen nog veel uitwerking behoeven naar de concrete situatie op school en in de klas (zie 1.1).

Dit programmavoorstel is niet meer of minder dan een inschatting van de projectgroep, dat dit veel scholen een haalbare basis kan bieden.

De informatie over dit hele bouwerk is als volgt over de hoofdstukken verdeeld:

Hoofdstuk 2

Dit hoofdstuk gaat over de visie en de uitgangspunten voor natuuronderwijs, waarvoor de projectgroep heeft gekozen. In drie afzonderlijke paragrafen komen aan de orde:

de fundamenten van natuuronderwijs vanuit de betekenissen van de natuur voor ons leven en van onze (natuurwetenschappelijke) kennis daarover;
de belangrijkste didaktische principes, die voor natuuronderwijs gelden;
de plaats die natuuronderwijs kan innemen binnen het geheel van de school, zowel t.o.v. andere leergebieden als t.o.v. de integrale doelen van het basisonderwijs.

Hoofdstuk 3

Hier wordt een overzicht gegeven van alle na te streven kwaliteiten volgens boven beschreven structuur: per periode een hoofdaccent, een toelichting en een uitwerking in kwaliteiten. Er zijn aparte paragrafen gewijd aan

- de kennis en de inzichten;
- de vaardigheden;
- de houdingen.

Alle kwaliteiten zijn voorzien van een code om eenvoudige verwijzing mogelijk te maken.

Hoofdstuk 4

Het probleem van de leerstofindeling wordt behandeld in dit hoofdstuk.De kwaliteiten die in hoofdstuk 3 zijn beschreven zijn vaak bij meer dan een onderwerp van toepassing. Voor een goed overzicht over alle mogelijk onderwerpen en een evenwichtige keuze daaruit, is weer enige ordening gewenst. In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk wordt een indeling in 7 aandachtsgebieden voorgesteld en gemotiveerd. In de tweede paragraaf wordt elk aandachtsgebied nader besproken. Steeds komen daarbij de volgende aspecten aan de orde:

- de belangrijkste doelen voor dat aandachtsgebied, onder verwijzing naar de rubrieken uit hoofdstuk 3;
- een beschrijving van de inhoud van dat aandachtsgebied, waar mogelijk gekoppeld aan mogelijke eigen opvattingen van kinderen over die onderwerpen;
- mogelijke relaties naar andere aandachtsgebieden.

Hoofdstuk 5

Dit hoofdstuk bevat tenslotte het programmavoorstel. Voor elke "bouw" en elk aandachtsgebied staan hier korte aanduidingen van onderwijssituaties. Steeds wordt daarbij aangegeven

- voor welke kwaliteiten de onderwijssituatie speciaal is bedoeld,
- hoeveel klokuren de onderwijssituatie ongeveer in beslag zal nemen.

HOOFDSTUK 2: UITGANGSPUNTEN

Inleiding

In dit hoofdstuk geven we een karakteristiek voor natuuronderwijs vanuit drie invalshoeken:

- *par. 2.1 legt de fundamenten voor natuuronderwijs, uitgaande van de betekenis van de natuur voor ons leven en door vergelijking met de natuurwetenschappen*
- *par. 2.2 gaat over leren en onderwijzen bij natuuronderwijs, m.a.w. over de didaktische uitgangspunten*
- *par. 2.3 plaatst natuuronderwijs in het totale vormingsaanbod van de school. Dat betreft zowel de relatie met andere leergebieden als met vakoverstijgende aspecten*

Dit hoofdstuk is bedoeld als kader voor alle overige hoofdstukken.

2.1 De fundamenten van natuuronderwijs

In deze paragraaf bespreken we de fundamenten van natuuronderwijs, door na te gaan

- welke betekenis de natuur heeft voor ons bestaan (2.1.1.);
- wat de verhouding is tussen natuuronderwijs en natuurwetenschap (2.1.2.);

In 2.1.3 formuleren we de algemene doelstelling en de uitgangspunten die hieruit volgen.

2.1.1 De natuur en ons bestaan

Natuuronderwijs is het vakgebied, waarin de hele materiële wereld, dus de levende én de niet-levende natuur wordt bestudeerd. Zolang als mensen op deze aarde wonen, zolang zijn ze benieuwd geweest naar de voorwerpen en organismen om hen heen, naar verschijnselen in en op de grond, in de lucht en aan de hemel. Kinderen hebben die nieuwsgierigheid ook en dat alleen al is een belangrijke reden om op school aan natuuronderwijs te doen.
Maar die nieuwsgierigheid is niet alleen maar ingegeven door een vrijblijvende intellectuele belangstelling. De studie van de levende en niet-levende natuur is ook een harde noodzaak voor ons overleven. Immers, ons leven heeft een materiële basis. Ons lichaam bestaat uit botten, vlees en bloed, dus uit concrete materie, waarin ons bestaan is verankerd. Wij maken deel uit van de natuur, die op verschillende manieren in ons leven een rol speelt (1). We kunnen onderscheiden:

a. de natuur als voorwaarde voor ons bestaan;
b. de natuur als "tegenstander", die met technologische middelen onderworpen moet worden;
c. de natuur als bron voor beleving en kunstzinnige inspiratie;
d. de natuur als geheel van wetmatigheden en regels;
e. de natuur als complex systeem van onderling verbonden organismen en dingen, waarbij essentiële evenwichten niet ongestraft verstoord mogen worden;
f. de natuur, als waardevolle kwaliteit in zichzelf.

De projectgroep heeft bij de verdere uitwerking vooral de punten d., e. en f. voor ogen gehad. Maar in principe moet iets van al deze punten in een natuuronderwijsprogramma herkenbaar zijn. Ze tekenen de sfeer en de inhoud van natuuronderwijs op de basisschool, en vandaar dat we er hieronder nog even nader op ingaan.

De materiële omgeving, ofwel de natuur, levert de voorwaarden voor ons bestaan en dat geldt ook voor alle andere organismen. Wij moeten ons lichaam met materialen uit de omgeving voeden, onderhouden en beschermen. (punt a.)

Het verrichten van arbeid ("de stofwisseling met de natuur") is in de eerste plaats nodig om bestaansvoorwaarden te realiseren (voedselproduktie, zorgen voor beschutting en verwarming etc). En daarvoor is het weer nodig kennis, inzicht en vaardigheid op te bouwen, waardoor een goede "stofwisseling met de natuur" mogelijk is en wij tot op zekere hoogte de natuur naar onze hand kunnen zetten (punt b.).

Tegenwoordig is ons inzicht in de natuur en de manieren om haar te bewerken zo groot geworden, dat enkele specialisten in de primaire levensbehoeften van velen kunnen voorzien (de boer, de bakker, de bouwer etc.). Dat heeft tot gevolg:

- dat de meeste individuen bevrijd zijn van de zorg om het directe bestaan (tenminste in het westen!);
- dat er nieuwe vormen van arbeid ontstaan (dienstverlening, onderwijs);
- dat er meer ruimte komt voor de ontwikkeling van kunst en cultuur.

Daardoor ontstaat er een ingewikkelde samenleving met vele taken en functies en verliezen individuen het zicht op en de verbondenheid met de materiële werkelijkheid. Men heeft dan onbewust het idee dat de gehele natuur technologisch onderworpen kan worden en dat mensen zich aan de natuur kunnen onttrekken. Toch is die verbondenheid realiteit, die soms heel voelbaar wordt, als de stroom uitvalt, de watervoorziening stokt, een orkaan losbarst, een sprinkhanenplaag de oogst opvreet, storingen optreden bij kerncentrales of chemische installaties.

Ook uitingen van kunst en cultuur kunnen niet zonder materiële hulpmiddelen. Schilders kunnen niet zonder tastbare verf en linnen, schrijvers kunnen niet zonder

inkt en papier en balletdansers kunnen zich niet uitdrukken zonder hun stoffelijk lichaam, daarbij geholpen door materiële decorstukken en lampen. Natuurlijk kunnen zij ook niet zonder het artistieke idee, de kunstzinnige beleving, het esthetische oog, dat meer ziet dan kleur en vorm, inktvlekjes op papier of bewegende lijven. We willen dan ook niet het bestaan van een geestelijke, bovennatuurlijke of religieuze wereld ontkennen. Integendeel, voor velen is de natuurbeleving een bron voor kunstzinnige en/of religieuze inspiratie (punt c.) We willen slechts aangeven, dat je overal de materiegebondenheid van dit leven tegenkomt, die grenzen stelt en wetten oplegt. Daarom moeten mensen letterlijk en figuurlijk "greep" krijgen op hun omgeving, d.w.z.

- be"grijp"en hoe die omgeving in elkaar zit en wat daarin gebeurt,
- de omgeving zodanig in hun greep houden, dat aan primaire levensbehoeften kan worden voldaan

Het eerste is voorwaarde voor het tweede: wie voedsel wil verbouwen moet weten welke planten daarvoor geschikt zijn en onder welke omstandigheden ze floreren. We zullen kennis moeten nemen van de natuur van de regels en de wetmatigheden (punt d.).
Maar kennis en begrip zijn ook onmisbaar voor een gevoel van veiligheid en vertrouwen. Een onbekende omgeving met onbegrepen verschijnselen maakt angstig. Tegelijk leidt kennis en begrip vaak tot interesse en waardering. Met het inzicht in de vele relaties tussen organismen onderling en hun omgeving kan ook de bewondering groeien voor dat indrukwekkende geheel. En dat is hard nodig, omdat onze "greep" op de omgeving zijn beperkingen kent. Nu vervuiling en afbraak grote vormen hebben aangenomen, groeit het besef, dat de natuur een complex systeem in subtiel evenwicht is (punt e. en f.). Indianenopperhoofd Seattle zei dat in de vorige eeuw zo:

"Alles hangt met alles samen.

Wat er gebeurt met de aarde,

gebeurt met de kinderen van de aarde!

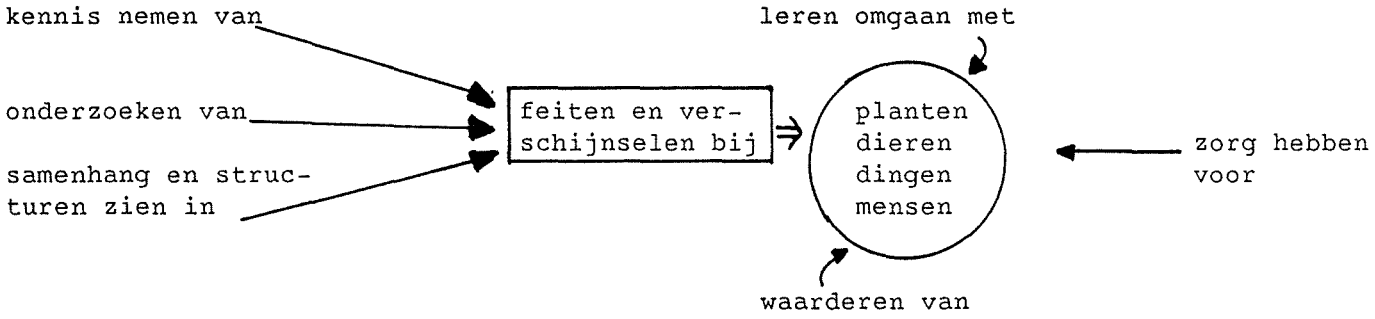
De mens heeft het web van het leven niet geweven.

Hij is slechts een draad ervan.

Wat hij met het web doet, doet hij met zichzelf!"

Een dergelijk inzicht is niet alleen intellectueel, maar steunt op een totale verbondenheid van mens en omgeving. Dat bepaalt vooral het karakter van het natuuronderwijs op de basisschool. "Kennis nemen van" is dan niet meer voldoende. Dan moet er ook gelegenheid

zijn tot onderzoek, omgang met en nadenken over, waardoor niet alleen inzicht, maar ook waardering en zorg kan ontstaan. Dan pas "kan een irrationele angst vervangen worden door een rationele bezorgdheid" (2) en dat is voor een wijs beheer van onze omgeving een onmisbare voorwaarde.
Deze typering van natuuronderwijs, waarvoor het project NOB een lans wil breken, laat zich als volgt in schema zetten:



Dit schema zegt niet alleen iets over de inhoud van natuuronderwijs maar ook over de didaktische aanpak ervan. Vooruitlopend op par. 2.2. kunnen we hier alvast zeggen, dat direkt kontakt met en manipuleren van materialen en organismen onmisbaar zijn, als je aan alle hierboven besproken punten recht wilt doen.
Directe omgang met materialen en organismen is niet zomaar een leuke bezigheid of didaktische aardigheid. Het vormt mede het fundament van natuuronderwijs en draagt wezenlijk bij aan de ontwikkeling van kinderen (zie verder par. 2.2.).

2.1.2 Natuuronderwijs en natuurwetenschap

Uit het voorgaande mag duidelijk geworden zijn, dat natuuronderwijs niet hetzelfde is als natuurwetenschappelijk onderwijs. Je kunt de inhoud en de werkwijze van de officiële natuurwetenschappen niet zomaar omzetten in een programma voor de basisschool. Het past niet bij kinderen, omdat hun natuurwetenschap gewoon anders is.
Als we natuurwetenschap beschouwen als

- een hoeveelheid geordende kennis over de natuur
- een methode om die kennis te verwerven en te ordenen,

dan verschilt de natuurwetenschap van kinderen op beide punten: hun kennis en ordening is anders, evenals hun manier van onderzoeken.
Er zijn ook belangrijke overeenkomsten. Zeker jonge kinderen verwerven veel kennis door een experimentele verkenning van materialen en organismen. Uit een veelheid van concrete ervaringen vormen kinderen generalisaties. Ze vormen begrippen, zoeken oorzaak-gevolg of doel-middel relaties en bouwen zo hun eigen inzicht op. Maar in de uitwerkingen ontstaan verschillen.

Bij het opzetten van experimenten formuleren kinderen hun vragen niet scherp en logisch afgeleid uit een theoretisch inzicht. Hun experimenten hebben vaak meer het karakter van een wedstrijd, dan van een eerlijke vergelijking. Daarbij zullen ze lang niet alle variabelen systematisch onder contrôle houden en ook weinig rekening houden met toevallige resultaten (zie verder par. 3.2.).
Ook het inzicht, dat de kinderen opbouwen, hun verklaringsmodellen en theorieën kunnen soms aanzienlijk verschillen van de officieel wetenschappelijke. Kinderen verklaren veel vanuit het begrip "gewicht". Een grote boot blijft dan drijven omdat hij veel gewicht (= "drijfkracht") heeft, bijvoorbeeld. Ze keren rustig oorzaak en gevolg om: het waait, omdat de bomen bewegen. En ideeën over nog abstractere begrippen, zoals electriciteit of voortplanting, blijken ondanks genoten onderwijs ook bij veel volwassenen heel anders te functioneren, dan in de officiële natuurwetenschap (zie verder par. 4.2.).

Er is nog een tweede aspect in de verhouding tussen natuuronderwijs en natuurwetenschap. Dat betreft de plaats van de natuurwetenschap in onze samenleving. De positieve invloeden op de kwaliteit van ons leven zijn legio. Denk maar aan de gezondheidszorg, de voedselvoorziening, de communicatie. Maar tegelijk zijn aan de toepassing van natuurwetenschappen grote gevaren verbonden en dat moet ook doorklinken in het natuuronderwijs op de basisschool.
Dat betreft niet alleen de al eerder besproken milieuvraagstukken. Het gevaar zit ook in een zekere eenzijdigheid van de natuurwetenschappen. De natuurwetenschapper kan alleen uitspraken doen over het meetbare, het berekenbare en de algemene regelmaat, die hij in zijn waarnemingen meent te kunnen ontdekken. Dat leidt tot een speciaal soort kennis, die van groot belang is, maar ook zijn beperkingen kent. Water is tenslotte meer dan H_2O. De hamster in de klas is meer dan een organisme met het etiket "vertebraat". De natuur heeft meer betekenissen dan hetgeen je kunt meten. De natuurwetenschapper vraagt niet naar de zin van ons bestaan. Niet omdat hij dergelijke levensvragen wil ontkennen, maar omdat hij er niks over kan zeggen (3).
Daarom moet natuuronderwijs op meer aspecten betrekking hebben dan alleen het strikt natuurwetenschappelijke.
We moeten bij het omgaan met de natuur ruimte bieden voor de andere kanten van het mens zijn. Zoals hiervoor besproken, willen we bovendien rekening houden met de eigen natuurwetenschap van de kinderen. In de volgende paragraaf geven we een beschrijving van het doel en de uitgangspunten, waarin deze eisen zijn verwerkt.

2.1.3. Samenvattend: doel en uitgangspunten

In de voorafgaande paragrafen hebben we natuuronderwijs

willen typeren als een veelzijdige confrontatie met de levende en niet-levende natuur. In de SLO-publikatie "Wat krijgen ze op de Basisschool?" heeft het project NOB aan dit natuuronderwijs de volgende doelstelling meegegeven:

"Natuuronderwijs op de basisschool is er op gericht kinderen zicht te geven op samenhangen in de materiële werkelijkheid, waarmee het leven van mensen onlosmakelijk is verbonden. Ontdekkende/onderzoekende activiteiten zijn daarbij onmisbaar als basis voor kennis, verwondering, een onderzoekende houding en een besef van zorg en verantwoordelijkheid voor jezelf, je medemens en je omgeving."

In het eerste deel van de algemene doelstelling is aangegeven, dat natuuronderwijs zicht wil geven op samenhangen in de materiële werkelijkheid. De inhoud van natuuronderwijs wordt dus bepaald door de werkelijkheid en door de samenhangen, die mensen daarin hebben ontdekt.
Daarbij moeten keuzes gemaakt worden, want je kunt niet de komplete inhoud van alle natuurwetenschappen behandelen. We moeten ons beperken tot die onderdelen, die passen bij kinderen en bij het basisonderwijs.

Het tweede deel van de algemene doelstelling geeft aan, dat ontdekkende/onderzoekende activiteiten bij natuuronderwijs onmisbaar zijn. Daar staat dus niet, dat ontdekkende/onderzoekende activiteiten de enige aktivititeiten bij natuuronderwijs zijn. Naar aanleiding van het directe omgaan met materialen en organismen kan het heel zinvol zijn inzichten van anderen te leren kennen, door discussie met klasgenoten of leerkracht, door interviews of door het raadplegen van boeken e.d. Maar je begint er niet mee.

Ook rekening houdend met al het voorafgaande lijken de volgende uitgangspunten voor natuuronderwijs van belang:

1. Natuuronderwijs begint bij de werkelijkheid.

Dat heeft de volgende consequenties:
- We beginnen bij de materialen en organismen zoals ze zijn. Wij kijken éérst naar echte paddestoelen, en dan pas gaan we knippen, plakken, prikken of tekenen en niet andersom. Ook beginnen we niet met de theorie, de regels of de algemeenheden. Het ding, het organisme of het verschijnsel, zoals het zich aan ons voordoet is het vertrekpunt.
- Tijdens de verkenning van de planten, de dieren, de dingen en de verschijnselen in de omgeving ontstaat vervolgens behoefte aan inzicht in de samenhangen. Theoretische beschouwingen moeten direct aansluiten op de verkende werkelijkheid.
  De leerstof wordt niet gekozen uit de traditionele theorie van verschillende vakken, maar het inzicht

uit de vakken wordt dienstbaar gemaakt aan het verwerken van de concrete ervaringen, die de kinderen met materialen en organismen hebben opgedaan. Door deze overgang van praktijk naar theorie kan natuuronderwijs op de basisschool één vak zijn, waarin elementen uit de natuurkunde, biologie, scheikunde, sterrenkunde en natuurkundige aardrijkskunde zijn samengebracht.
- Uitgaan van de werkelijkheid betekent ook de directe omgeving gebruiken als bron voor leerstof en voor activiteiten. Met de eigen dagelijkse omgeving zijn kinderen het meest vertrouwd en die vormt ook de meest directe aanleiding voor vragen en verwondering. IJsberen zijn daarom een minder geschikt onderwerp dan regenwormen, bijvoorbeeld.

2. Natuuronderwijs is een "doe-vak".

consequenties hiervan zijn:
- Altijd zal er een mogelijkheid moeten zijn, dat kinderen met echte materialen en organismen in kontakt komen, voor waarneming, experiment, constructie en beleving. In dit opzicht sluiten we aan bij het ICB-uitgangspunt "onderwijs als aktiviteit van kinderen".
- In aansluiting op het vorige punt, moeten kinderen bij natuuronderwijs de kans krijgen allerlei vaardigheden t.a.v. probleem oplossen, meten, experimenteren, waarnemen, vastleggen, redeneren e.d. te beoefenen.
- Natuuronderwijs moet zeker ruimte bieden voor esthetische beleving en voor gevoelens van verwondering, zorg en verantwoordelijkheid. Ook in ethische kwesties moet natuuronderwijs ruimte laten voor persoonlijke stellingname en daartoe uitnodigen.

3. Natuuronderwijs vertrekt vanuit het ontwikkelingsniveau van de kinderen.

Dat heeft de volgende consequenties:
- De soort van onderwerpen, die worden gekozen, moet passen bij wat kinderen aankunnen. Hun eigen belangstelling is daarvoor een goede graadmeter, al kan belangstelling ook worden opgewekt. In elk geval moeten de onderwerpen boeiend zijn en uitdagen tot denken en doen.
- Ook de didaktische aanpak van natuuronderwijs moet de eigen begripsontwikkeling van kinderen zo goed mogelijk stimuleren. Dat betekent, dat kinderen ruimschoots de gelegenheid moeten hebben hun eigen ervaringen te verwoorden en hun ideeën erover met elkaar en de leerkracht te bespreken. Het gaat, kortom, om onderwijs, "dat past bij de leerling" (ICB).

Natuurlijk moet een natuuronderwijsprogramma ook

rekening houden met de personele en materiële omstandigheden op school. Leerkrachten moeten vinden, dat het leerplan voor kinderen haalbaar en zinvol is, waaruit o.a. volgt, dat vakverbindingen mogelijk moeten zijn (zie par. 2.3.). Verder moeten de activiteiten met gemakkelijk verkrijgbaar en betaalbaar materiaal uit te voeren zijn. Ook de evalueerbaarheid speelt een rol. In hoofdstuk 5 doen wij een programmavoorstel, dat met alle bovenstaande uitgangspunten rekening houdt en dat dekkend is voor de doelstellingen, die in hoofdstuk 3 worden uitgewerkt.

2.2 Leren en onderwijzen bij natuuronderwijs.

De 3 hiervoor genoemde uitgangspunten van natuuronderwijs hebben natuurlijk consequenties voor het leren aan en over de natuur op de basisschool. Achtereenvolgens bespreken we:

t.a.v. het leren:
- het belang van leren aan en met materialen en organismen;
- de invloed van eigen voorstellingen van kinderen op het leren.

t.a.v. het onderwijzen:
- elementen voor een didaktische structuur;
- organisatievormen bij natuuronderwijs;
- de rol van de leerkracht.

2.2.1 Over leren bij natuuronderwijs.

A. Het belang van concrete activiteiten met materialen en organismen

In par. 2.1. werd gesteld dat direkt kontakt met en manipuleren van materialen en organismen onmisbaar zijn voor zinvol leren over de natuur. Dat werd in een schema verduidelijkt.
"In een beeld uitgedrukt kun je zeggen dat het kind in een dialoog gewikkeld is met de omgeving. Het kind stelt vragen aan de omgeving, vooral door iets met die omgeving te doen, door handelend in te grijpen en de mensen, dieren planten en dingen geven "antwoord". De omgeving stelt ook vragen aan het kind: doe eens wat met me, wie - wat - hoe ben ik? En het kind gaat daarop in door te handelen, door te onderzoeken en krijgt daardoor antwoord van de mensen en de dingen zelf."(Naar een visie over Natuuronderwijs en de ontwikkeling daarvan, pg. NOB, 1978, pag. 4).

Dat doen houdt concreet in:

- observeren, waarnemen;
- vastpakken, behandelen, en er iets mee doen;
- onderzoeken;
- verzorgen, beschermen, ermee omgaan.

Natuurlijk is het doen geen doel op zich, maar een veelzijdige manier van leren. Het is duidelijk, dat je praktische vaardigheden alleen door doen kunt verwerven. Maar vooral is het directe omgaan met materialen en organismen van belang voor de totale ontwikkeling van kinderen:

De cognitieve ontwikkeling wordt gestimuleerd, omdat concrete handelingen met levend en niet-levend materiaal de basis vormen voor handelingen in gedachte en dus voor leren denken (4). Elementaire begrippen worden gevormd door ze aan den lijve te ervaren. Kleuren leer je kennen, door veel kleuren te zien.

Begrippenparen zoals hard-zacht, hoog-laag, licht-zwaar, warm-koud ontstaan in situaties, waarin deze tegenstelling ervaren kunnen worden. Dat geldt ook voor ruimtelijke begrippen zoals, voor, achter naast, boven. Voor veel kinderen is al het metaal "ijzer". Pas door de omgang met het rode koper, het zware lood en het buigzame tin leren kinderen de nuances van het begrip "metaal". Er ontstaat dan een wisselwerking tussen denken en doen, een "denken-met-de-handen", waar kinderen niet buiten kunnen. Zonder die ervaringsbasis ontstaan alleen maar lege verbalismen, woorden zonder inhoud. Dat gevaar ontstaat ook, als we de eigen ervaringen van kinderen te vroeg willen schematiseren. We moeten kinderen de tijd gunnen voor zoveel mogelijk vrije verkenning en het zelf nadenken daarover. (zie verder bij 2.2.2.)
Hierop aansluitend is natuuronderwijs een stimulans voor de taalontwikkeling. Taal moet niet uitsluitend gezien worden als middel om meningen en gevoelens over te brengen op anderen. Taal is ook organisator van het denken. Door over ervaringen en ontdekkingen te praten geven kinderen betekenis daaraan. De monologen, die jonge spelende kinderen vaak houden, zijn daarvan een voorbeeld. Enerzijds heeft een woord pas betekenis als men de bijbehorende ervaringen heeft gehad, anderzijds zijn ervaringen aanleiding voor het zoeken naar woorden, waarmee de ervaringen worden geordend en begrepen.
Een ander aspect van de cognitieve ontwikkeling betreft de ontwikkeling van intellectuele vaardigheden, zoals het oplossen van problemen, het systematisch waarnemen en het verrichten van metingen. Uit metingen blijkt pas, dat tegenstellingen als hard/zacht relatieve begrippen zijn. Een experiment vereist een gerichte systematische werkwijze. Vaardigheid in dit soort systematische methoden krijg je door veel experimenten te doen en de resultaten te overdenken (zie par. 3.2.).

Omgaan met levend en niet-levend materiaal is ook van belang voor de sociaal-emotionele ontwikkeling. Vooral bij levende organismen kunnen positieve gevoelens ontstaan van zorg, verwondering en nieuwsgierigheid, soms ook van angst en griezeligheid.

Maar ook bij niet-levend materiaal kunnen kinderen betrokken raken, trots zijn op een ontdekking of zuinig zijn op iets wat ze hebben gevonden. Verzorging van materialen en organismen vraagt verantwoordelijkheidsbesef, sommige experimenten en waarneming vragen geduld en volharding, en de discussie over de resultaten daarvan vraagt een kritische instelling.

Vooral echter draagt natuuronderwijs bij tot het zelfbewustzijn van kinderen. Door zelf uit de handelingen met materiaal antwoorden te vinden op eigen vragen kan een gevoel van eigenwaarde worden versterkt. ("Ik kan/weet het zelf") Met zijn eigen lineaal stelt het kind zelf vast, dat zijn plantje 3 centimeter is gegroeid en niemand anders kan dat betwisten. Dus ook in de relatie met de leerkracht komen kinderen sterker te staan; zij hebben iets te zeggen, wat de onderwijzer niet weet.
Kortom, vele positieve attitudes worden in doe-en-ontdek-situaties gevormd.

Waarnemen met alle zintuigen en het manipuleren met voorwerpen draagt verder bij aan de zintuigelijke en motorische ontwikkeling. Door veel aandachtig luisteren, kijken, proeven en voelen leer je met je zintuigen onderscheidingen maken. Zonder knoeien iets overschenken, een brug maken van stokjes en klei, een torretje onder je loupe houden, precies de goede zeepbel blazen, een wormenhuis inrichten zijn allemaal gelegenheden om de motoriek te oefenen. En activiteiten buiten geven ook ruimte aan enige lichaamsbeweging, waaraan kinderen behoefte hebben. Bovendien kan de gewekte belangstelling ook buiten schooltijd leiden tot wandeltochten en verkenningen in de vrije natuur.

Tenslotte zijn ontdekkende en onderzoekende activiteiten ook van belang voor de creativiteitsontwikkeling. Dat gaat op twee manieren:

De eerste manier betreft het bedenken van manieren om waarnemingen te doen of een proefje uit te voeren. Met de beperkte middelen van de school vraagt dat soms veel inventiviteit. Hoe meet ik de sterkte van een plastic tas? Hoe weeg ik de cavia, zonder dat ie van de balans af loopt? Hoe zorg ik ervoor, dat de stuiterbal steeds van dezelfde hoogte valt? Dergelijke situaties vragen om creatieve oplossingen van de kinderen, tenminste als ze daarvoor de gelegenheid krijgen en niet elke handeling als een recept is voorgeschreven.

De tweede manier betreft de verwerking van opgedane ervaringen. De verzorging van de hamster, het ontkiemen van een boon, de mooie kleuren in stenen of zeepbellen zijn allemaal aanleidingen voor tekenen, schilderen, boetseren of creatief taalgebruik, waarmee ook weer de emotionele ontwikkeling wordt gediend. Natuurlijk is natuuronderwijs wat anders dan kunstzinnige vorming.

Het gaat er maar om de uitbreidingsmogelijkheden aan te geven.
Tenslotte is ook het bedenken van een manier om je metingen netjes op te schrijven in tabellen of te verwerken in een grafiek een vorm van creativiteit.

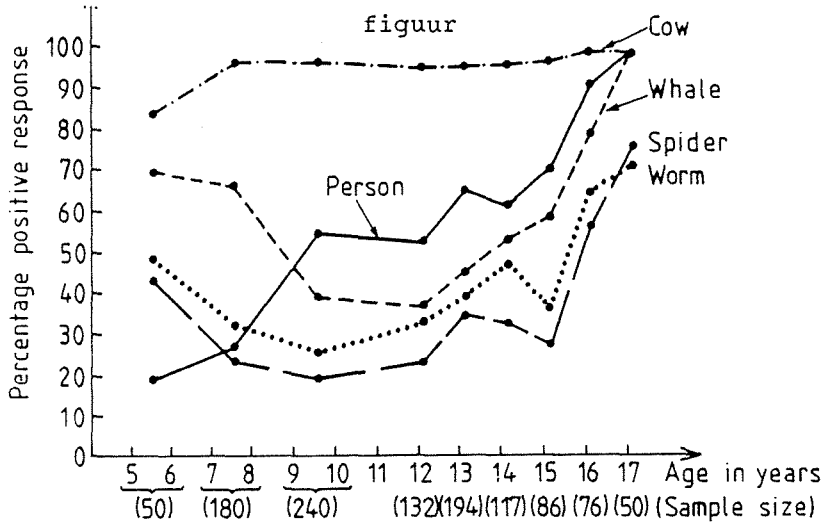
B. De invloed van eigen voorstellingen van kinderen op het leren

Heel dikwijls komt het voor dat een leerkracht wel naar de meningen en ideeën van leerlingen vraagt, maar dan is er meestal meer interesse voor de acceptabele dan voor de "on-natuurlijke" ideeën van kinderen. Dikwijls "zoekt" een leerkracht net zo lang tot ergens het goede antwoord komt. Dat is natuurlijk wat negatief gezegd, maar deze praktijk is toch zeer hardnekkig. Recent onderzoek heeft veel aan het licht gebracht over eigen voorstellingen van kinderen over de levende en niet levende natuur, vooral op het terrein van de natuurkundige begrippen (bijv. stroomkring).
Onderzoekers kwamen tot de volgende conclusies: (5)

1. Al op jonge leeftijd hebben kinderen opvattingen over allerlei onderwerpen uit de natuur, voorafgaand aan de lessen op school.
2. De opvattingen van kinderen komen vaak niet overeen met de officiële inzichten uit de natuurwetenschap, maar voor de kinderen zijn ze logisch en bruikbaar.
3. Opvattingen van kinderen kunnen onveranderd blijven of op een onverwachte manier veranderen door natuuronderwijs op school.

Een voorbeeld kan dit verduidelijken:

Een groot aantal kinderen van verschillende leeftijden werd onderzocht over de betekenis, die ze aan het woord "dier" gaven en ook over de argumenten daarvoor.
Uit de grafiek blijkt dat kinderen al ideeën hebben over wat "dier" betekent voordat ze op school komen. Dat is niets nieuws natuurlijk. In sommige gevallen bleken de ideeën van die jonge kinderen acceptabeler dan die van 12-jarigen: 70% van de kleuters noemt de walvis een dier en bij de 10-12 jarigen is dat percentage gezakt tot 40%! Een zeer merkwaardig (en haast ongeloofwaardig) verschijnsel.



Het blijkt bovendien dat een aantal opvattingen (misvattingen) zeer hardnekkig blijft voortbestaan, ondanks onderwijs (zie ook de grafiek: 17-jarigen, die biologie-onderwijs kregen en toch foutieve opvattingen over "dier" hebben). Het is dus van belang om te weten hoe het komt dat onderwijs nogal wat beperkingen ondervindt bij het veranderen van bestaande ideeën bij leerlingen. Veel onderzoek daarnaar is nog gaande; in hoofdstuk 4 zijn enkele aanduidingen opgenomen.
Wij willen er met nadruk op wijzen, dat begrijpen tot stand komt door de leerling zelf. In essentie is dit een mentaal proces waarbij nieuwe informatie of ervaring wordt gekoppeld aan een bestaande kijk op iets, in dit geval op een verschijnsel uit de natuur. Nieuw in deze opvatting is het accent op het idee dat de leerling al heel veel ideeën ontwikkeld heeft, buiten de invloed van de school om. Leerlingen hebben veel "voorlopige" betekenissen opgedaan uit waarneming en daaraan gekoppeld denkwerk.
Uit het onderzoek bleek dat bestaande voorstellingen van leerlingen een centrale rol spelen bij de manier, waarop nieuwe informatie wordt verworven.
Deze kijk op leren wijst het idee af dat kinderen simpelweg de natuur leren begrijpen door alleen maar de resultaten van het denkwerk van anderen in zich op te nemen. De kinderen moeten juist de gelegenheid krijgen om uit direkte interactie met de natuur én met de gedachten van anderen over de natuur te leren, d.w.z. hun eigen voorstellingen omzetten in meer bruikbare opvattingen.

2.2.2 Over onderwijzen bij natuuronderwijs.

De opvatting over leren uit de vorige paragraaf heeft natuurlijk gevolgen voor de manier van onderwijzen, die we als volgt kunnen weergeven (6):

1. We moeten ons bewust zijn van de opvattingen van kinderen maar ook van natuurwetenschappers over een bepaald onderwerp.

2. Kinderen moeten ervaring opdoen en vertrouwd raken met de verschijnselen, waarin de te bespreken ideeën liggen opgesloten. Dit vraagt om zo veel mogelijk directe omgang met materialen en organismen. Kinderen moeten bijvoorbeeld veel ervaringen hebben opgedaan met lampjes, draadjes en batterijen, voordat we met hen ideeën over electrische stroom kunnen bespreken. In zulke praktische situaties moeten we vragen oproepen bij de kinderen, mogelijke antwoorden door hen laten bedenken en hen aanmoedigen hun ideeën te verduidelijken.
3. Als we willen proberen de opvattingen van de kinderen te veranderen, moeten we hen aanmoedigen hun opvattingen te uiten, aan anderen te presenteren en aandacht te hebben voor de opvattingen van anderen, waaronder die van de leerkracht.
4. De waarde van de aangepaste ideeën moet duidelijk gemaakt worden door ze toe te passen bij het oplossen van problemen en bij het betekenis geven aan nieuwe ervaringen.

Vergeleken met andere vakgebieden vereist het opvolgen van deze aanbevelingen een speciale didaktische benadering, een aparte organisatie en een wat andere rol van de leerkracht. Op elk van deze drie punten gaan we hieronder kort in.

A. Elementen voor een didaktische structuur.

Kinderen in de gelegenheid stellen directe ervaring op te doen met materialen en organismen, daarover ideeën te ontwikkelen en die aan anderen te toetsen vraagt om een bepaalde didaktische benadering. Het volgende vijf-stappen-schema geeft daarvan een beschrijving, die in de praktijk goed functioneert (7):

1. Er komt iets binnen (introductie);
2. Vrije en oriënterende verkenning ("aanrommelen");
3. Vraag het de .....zelf maar (onderzoek);
4. Vertel het elkaar (verslaggeving);
5. De leerkracht vertelt nog meer (informatie achteraf).

Dit schema kan betrekking hebben op een enkele les, maar ook op een serie lessen. Afhankelijk van het onderwerp en het materiaal zal de duur en de omvang van elke stap kunnen variëren. Dat hangt natuurlijk ook van de kinderen af. De één heeft behoefte aan een lange praktische verkenning, de ander is meer analytisch van aard.
We lichten elke stap kort toe:

1. Er komt iets binnen
In deze stap gaat het erom, dat kinderen in kontakt gebracht worden met een nieuw verschijnsel, materiaal of organisme. Soms gebeurt dat bij toeval (een sneeuwbui, een vogel voor het raam), soms brengen

kinderen wat mee, maar meestal is het de leerkracht, die een "ontmoetingssituatie" inricht.
In alle gevallen is een bepaalde begeleiding van de leerkracht nodig.
Bijvoorbeeld: op een tafel in de kring ligt een appel, aardappel, ui, tulpebol, eikel, een boon en een hyacinte-bol. De meeste objecten zijn niet zonder meer de moeite van het nauwkeurig bekijken waard, het zijn "bekende" vormen. Door gedeeltelijk bedekken, door vergelijken, door voelen zonder te kijken, door doorsnijden en door stimulerende vragen naar de verschillen en overeenkomsten, bijv. in de vorm en door enige informatie over de vruchten kun je een spanning bij de leerlingen oproepen, waardoor vanzelfsprekendheid wordt ontsluierd en plaatsmaakt voor (willen) begrijpen. Zo ontstaat de wens om er verder mee om te gaan.
Heel dikwijls komt het erop neer dat de leerkracht de situatie zo inricht, dat de leerlingen de vorm, het verschijnsel of het proces wat ze waarnemen niet (meer) vanzelfsprekend gaan vinden. Daar zijn in de loop van de tijd allerlei manieren voor bedacht. Men kan gebruik maken van het feit, dat niet ieder hetzelfde waarneemt of er dezelfde waarde aan toekent. Door uitwisseling tussen de leerlingen van hun waarnemingen ontstaat een behoefte om nog eens waar te nemen, dat anders te doen of op iets anders te gaan letten.
Een andere veel gebruikte methode is het afwisselen in waarnemen van het geheel en van details. Door die kontrastwerking kan de aandacht ook gaande blijven of juist gewekt worden. Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van het mechanisme, dat men zowel het geheel als details waarneemt, meestal in snelle afwisseling. Bij een observatie van een brandende kaars merkte een leerling op: "de kaars brandt", waarmee alles tegelijk wordt bezien. Een andere leerling zei dat het puntje van het lont rood was. Deze tweede leerling had ook wel gezien dat de kaars brandde, de eerste leerling kan dat detail ontgaan zijn. Bespreking van de beschrijvingen van leerlingen maakt het voor de kinderen aantrekkelijk om de waarneming voort te zetten en te verfijnen. Een andere bekende methode richt zich op vergelijken, waarbij het dan om overeenkomsten en verschillen gaat. De essentie van waarnemen is dat men op die manier informatie krijgt over de natuur door aktieve verkenning met alle zintuigen. Het gaat dus niet alleen om kijken maar ook om ruiken, proeven, luisteren en het vastpakken van voorwerpen uit de natuur.

2. Vrij en oriënterende verkenning
Haast vanzelf loopt de fase van de eerste ontmoeting over in stap 2., waarbij de kinderen zo veel mogelijk de gelegenheid krijgen de ingebrachte materialen of organismen op een vrije, soms speelse manier te verkennen. Deze stap, die ook wel "aanrommelen" wordt genoemd, is onmisbaar als eerste oriëntatie, maar de duur en de omvang kan erg verschillen. De oriëntatie betreft twee aspecten:

- emotioneel: vertrouwd raken met het onbekende;
- cognitief: nagaan wat ervan bekend is en vooral vragen oproepen naar nieuwe aspecten (nieuwgierigheid).

Het gaat in essentie om een manier, waarbij aanwezige voorstellingen van kinderen opgeroepen worden via direkte confrontatie met de natuur. Het uitwisselen van meningen, waarnemingen is een goed hulpmiddel hierbij. Bovendien geven de opmerkingen en vooral ook de vragen van kinderen goede mogelijkheden om aan te sluiten bij hun ontwikkeling. Kinderen hebben echter zeer specifieke hulp nodig bij het verhelderen van hun vragen en vanzelf ook bij de gedeeltelijke antwoorden daarop.

3. Vraag het de ..... zelf maar

Na een geplande vrije exploratie van het verschijnsel, het voorwerp of organisme, volgt een gerichte waarneming of onderzoek, naar aanleiding van de vragen, die in de vorige stap zijn opgekomen.
De leerkracht zal de kinderen moeten helpen

- geschikte en zinvolle vragen uit te kiezen;
- goede manieren te bedenken om daarop een antwoord te vinden.

Het bedenken en uitvoeren van geschikte onderzoekjes vraagt de nodige vaardigheden. Bijvoorbeeld komt dikwijls in deze fase meer accent te liggen op meten, d.i. een specifieke vorm van waarnemen. Bij het verzorgen van planten, dieren en objekten zijn behalve verantwoordelijkheid ook specifieke vaardigheden van belang, bijvoorbeeld: poten, stekken, behuizing maken, schoonhouden, hanteren, voeden etc. (zie verder par. 3.2.).

4. Vertel het elkaar

De uitkomsten van gerichte waarnemingen en onderzoekingen moeten worden vastgelegd, zodat ze uitgewisseld kunnen worden. Daarvoor zijn vele vormen denkbaar, die afhankelijk van onderwerp en vaardigheid van de kinderen kunnen worden toegepast: schrijven, tekenen, boetseren, diagrammen of grafieken maken, tabellen invullen. In een zgn. "verslagkring" of klassegesprek wordt alle informatie bijeengebracht en worden conclusies geformuleerd.
Verslaggeven kan ook inhouden dat de kinderen niet alleen zakelijke informatie vastleggen, maar ook belevingen kunnen weergeven in collage, tekening of schilderwerk, gedicht of creatieve tekst, handenarbeid of dramatische expressie. Als de kinderen een uitstalling maken, bijvoorbeeld van gevonden herfstbladeren, kun je ook op hun gevoel voor schoonheid, compositie, verzorging en aankleding een beroep doen. Bij dit alles moet wel overeind blijven, dat deze vormen van verwerking moeten plaats vinden naar aanleiding van en niet in plaats van het omgaan met echte materialen en organismen.

5. De leerkracht vertelt nog meer

De omgang met de natuur in onderwijssituaties is pas vruchtbaar als de kinderen in staat worden gesteld de nieuwe informatie en ervaringen aan bestaande voorstellingen te koppelen. Tijdens de vorige fase gebeurde dat in communicatie met andere leerlingen, onder leiding van de leerkracht.
Daarna kan de leerkracht verschillende redenen hebben om ervaringen en meningen van leerlingen naar aanleiding van verkenningen uit te breiden met aanvullende informatie. De redenen kunnen de volgende zijn:

- Er ontbrak een essentieel stuk in de verslaggeving.
- Er kan een verbinding gelegd worden naar een breder begrip of naar een toepassing (gebruik) van de geleerde vaardigheid.
- Meningen en opvattingen van anderen kunnen met die van leerlingen worden geconfronteerd.
- De leerkracht legt uit hoe het precies zit, "zet alles op een rij" of "vat samen".

Door (beperkte!) aanvullende informatie aan eigen verkenningen te koppelen wordt de kans op zinvol leren vergroot: de leerling ziet zelf beter de waarde van het theoretische, juist door die inbedding in een concrete situatie. Het gaat hier om het verdiepen van begrip: van een concreet naar een abstracter niveau.

B. Organisatievormen bij natuuronderwijs

De organisatie van natuuronderwijs vraagt speciale aandacht. Alleen al het verzamelen en aanbieden van materialen, organismen en hulpmiddelen doet een groter beroep op het organisatietalent van de leerkracht, dan bij veel andere vakken nodig is. Daarnaast stelt het werk buiten bijzondere eisen.
Enkele bijzondere organisatievormen in de klas zijn:

- de observatiekring, vooral geschikt om met weinig materiaal met de hele klas tegelijk te werken. Het materiaal moet dan wel voldoende groot zijn of gemakkelijk doorgegeven kunnen worden.
- werken in groepen. Daarbinnen zijn veel varianten mogelijk, afhankelijk van de groepsgrootte en van de beschikbaarheid van materiaal. Groepen kunnen allemaal werken aan dezelfde opdracht of aan verschillende deeltaken (bijvoorbeeld in een stationspraktikum, dit is een roulerend systeem met verschillende opdrachten);
- de ontdekhoek, waarbij kleine groepjes beurtelings kunnen werken met een uitstalling van materialen of organismen, terwijl de rest van de klas met ander zelfstandig werk bezig is. Opdrachten op kaartjes kunnen worden gebruikt om de leerlingen zonder directe aanwezigheid van de leerkracht op het bedoelde spoor te zetten;

- de ontdekdoos, die ook voor kleine groepjes is bedoeld. Alleen is nu al het benodigde materiaal met opdrachten en/of werkbladen bijeengebracht in een handzame doos. Het zal duidelijk zijn, dat het tot stand brengen van een goede verzameling ontdekdozen veel werk is.

Gebruik maken van de direkte omgeving vraagt een specifieke voorbereiding van de leerkracht. De begeleiding stelt enige eisen aan de didaktische en agogische bekwaamheid van de leerkracht, maar vaak kan de hulp van ouders worden ingeschakeld. De werkwijzen die bij het gebruikmaken van de direkte omgeving horen zijn als volgt te karakteriseren:

- uitgezette paden met opdrachten volgen;
- excursies naar gebiedjes en instellingen in de direkte omgeving, bijv. naar het nabijgelegen park, of naar een bedrijf, waar natuurprincipes worden toegepast;
- schooltuinwerk;
- gerichte observaties, bijv. in de winter vogels op een voederplank bekijken of windkracht meten rond de school.

Uit de laatste voorbeelden blijkt, dat ook het schoolplein tot de directe omgeving behoort, waar veel te zien en te doen valt, zonder al te veel organisatie vooraf.
Het werk buiten vindt zijn start dikwijls in het klaslokaal zelf: de leerkracht richt de aandacht op een breed of juist smal probleem om de aandacht te trekken en het buitenwerk op gang te krijgen. Het buitenwerk komt meestal terug in de klas in de vorm van bijv.:

- Rapportages en uitwisseling van ervaringen;
- Uitstalling van gedaan werk;
- Inrichting van een ontdektafel n.a.v. het buitenwerk;
- Samenvatting of theoretische verdieping door de leerkracht;
- Over een onderwerp verder studeren in boeken.

C. De rol van de leerkracht

Al met al mag duidelijk zijn, dat de rol van de leerkracht bij natuuronderwijs een bijzondere is. We kunnen onderscheiden (8):

1. De leerkracht organiseert ontmoetingssituaties. Met behulp van de hiervoor besproken organisatievormen, zorgt de leerkracht ervoor, dat kinderen in kontakt komen met organismen, materialen en verschijnselen. Uit de verwondering groeien vragen.
2. De leerkracht luistert naar kinderen. Om de ideeën van kinderen te kunnen vaststellen en ontdekken krijgen ze de gelegenheid om hun ideeën in kleine groepen of klassikaal naar voren te brengen. Willen kinderen zich daarin vrij voelen, dan moet de

leerkracht zorgen voor een zodanige sfeer in de klas, dat zulke ideeën worden gewaardeerd en beluisterd. Hij/zij moet oog hebben voor de waarde van ervaringsbegrippen, die al doende zijn ontstaan.

3. De leerkracht stelt een diagnose. We denken hier aan de leerkracht, die vaststelt in hoeverre kinderen bepaalde opvattingen hebben, die we wel vaker bij kinderen tegenkomen. Maar de diagnose betreft ook het ontdekken van opvattingen, die nog niet zo bekend zijn. Daarvoor moet de leerkracht soms wat langer doorvragen.
4. De leerkracht maakt onderwijs. Dit is misschien wel de moeilijkste taak. Als de ideeën van de kinderen bekend zijn, moet de leerkracht op een creatieve manier nieuwe wegen bedenken om de kinderen te helpen in te zien, dat de meer wetenschappelijke ideeën verstandiger, aannemelijker en bruikbaarder zijn, dan de ideeën die ze eerst hadden.
5. De leerkracht evalueert nieuwe onderwijsvormen. Hij/zij moet zo objectief mogelijk nagaan of nieuwe inzichten in de kinderlijke opvattingen kloppen en of nieuwe wegen om die opvattingen te beïnvloeden ook effect hebben.
6. De leerkracht informeert collega's. Om als schoolteam te kunnen groeien is het nodig, dat de leerkracht inzichten over de ideeën van kinderen en goede en slechte ervaringen met natuuronderwijs deelt met andere leerkrachten.

Tot slot geven we enkele tips voor de uitvoering van bovenstaande rollen:

1. Zoek uit, welke ideeën kinderen zelf al hebben over een bepaald verschijnsel of situatie. Wat denken zij, dat er gebeurt en om welke redenen? Welke woorden gebruiken zij om het te beschrijven?
2. Neem de ideeën van de kinderen serieus. Geef ze de kans hun ideeën te beproeven door zelf materialen of situaties te onderzoeken.
3. Daag de kinderen in een discussie uit "bewijzen" te vinden voor hun ideeën.
4. Organiseer discussies met de hele klas, waarin verschillende ideeën over hetzelfde onderwerp bijeen worden gebracht.
5. Maak de kinderen bewust van andere opvattingen dan die van henzelf en laat ze die beproeven.
6. Presenteer hen een wetenschappelijk inzicht niet als enig juiste, maar als iets, dat evenzeer de moeite van het proberen waard is als andere inzichten. Laat ze de waarde ervan zelf verkennen.
7. Zorg voor uitdagende situaties, waarin zij nieuwe of aangepaste ideeën kunnen toepassen bij het oplossen van nieuwe problemen of het betekenis geven aan nieuwe ervaringen.

2.3 De plaats van natuuronderwijs in de hele school.

In de vorige paragrafen is natuuronderwijs beschreven als een duidelijk herkenbaar leergebied in de basisschool.
De Wet op het Basisonderwijs onderscheidt zo'n 20-tal leergebieden, maar pleit ervoor de inhoud van deze gebieden zoveel mogelijk in samenhang aan te bieden. Leerkrachten krijgen daardoor meer zicht op het totale onderwijsproces en kinderen zullen de onderwijsinhouden meer als een samenhangend geheel ervaren, passend bij de manier waarop ze doorgaans de werkelijkheid bekijken. Zo maken kinderen bij natuuronderwijs gebruik van inzichten en vaardigheden, die ze bij andere vakken hebben opgedaan en omgekeerd draagt natuuronderwijs bij om ervaringen en inzichten op te doen, die voor andere vakken van belang zijn.
De plaats van natuuronderwijs in de school kan vanuit een drietal gezichtspunten bekeken worden:

- de samenhang met andere leergebieden;
- de samenhang met vakoverstijgende aspecten;
- de samenhang met algemeen organisatorische zaken.

We bespreken kort deze drie vormen van samenhang. (9) Het is niet de bedoeling daarbij natuuronderwijs als "hét centrale vak" te presenteren. We willen slechts enkele mogelijkheden aanreiken om inderdaad "waar mogelijk in samenhang" het onderwijs te verzorgen.

2.3.1 De samenhang met andere leergebieden

De onderwijswerkelijkheid wordt altijd zichtbaar in vakken of leergebieden.
Het gaat om rekenen, taal, beeldende vorming, natuuronderwijs, enz.
De samenhang tussen deze leergebieden kan men op twee manieren zichtbaar maken: bij het formuleren van doelen en uitgangspunten en bij het beschrijven van inhouden.
De vorige paragrafen van dit hoofdstuk en hoofdstuk 3 gaan op de doelen en uitgangspunten van natuuronderwijs in.
Laten we de hoofddoelstelling van natuuronderwijs nog eens terughalen:

> ***"Natuuronderwijs op de basisschool is er op gericht kinderen zicht te geven op samenhangen in de materiële werkelijkheid, waarmee het leven van mensen onlosmakelijk is verbonden. Ontdekkende/onderzoekende activiteiten zijn daarbij onmisbaar als basis voor kennis, verwondering, een onderzoekende houding en een besef van zorg en verantwoordelijkheid voor jezelf, je medemens en je omgeving.***

Samenhangen in de materiële werkelijkheid komen binnen sociale wereldoriëntatie ook aan de orde en binnen beeldende vorming gaat het ook om strukturen in materialen en grondstoffen.
Ontdekkende/onderzoekende activiteiten zijn binnen taal en rekenen ook onmisbaar.
Besef van verantwoordelijkheid voor jezelf, je medemens en je omgeving staat ook bij gezondheidseducatie hoog aangeschreven.
Bij de uitgangspunten wordt verder beweerd dat natuuronderwijs uitgaat van de werkelijkheid, een doe-vak is en bepaalde vaardigheden bij kinderen ontwikkelt. Welk leergebied zal deze uitgangspunten niet beschrijven?
Het komt er dus vooral op aan hoe de inhouden omschreven worden.
In de hoofdstukken 4 en 5 wordt de natuuronderwijsinhoud omschreven.
In deze paragraaf lopen we hierop even vooruit, door aan te geven hoe natuuronderwijs en andere vakken met elkaar samenhangen.
We geven dit per vak in het kort aan.

Taal

Natuuronderwijs legt vooral het accent op directe zintuiglijke ervaringen. Deze ervaringen zijn wezenlijk voor de totale ontwikkeling van kinderen en speciaal voor hun taalontwikkeling.
Kinderen willen -net als volwassenen- op allerlei manieren hun ervaringen verwoorden.
Natuuronderwijs biedt kinderen een rijke ervaringsbasis, waardoor een goede taal- en begripsontwikkeling mogelijk is.
Kinderen kunnen hun ervaringen weergeven in teksten en in allerlei andere vormen van taalexpressie.
Bij veel natuuronderwijsactiviteiten kan gebruik gemaakt worden van vragenlijsten, interviewtechnieken, etc.
Omgekeerd funktioneert het taalonderwijs als bron voor natuuronderwijs als kinderen teksten, boeken, naslagwerken gebruiken bij hun activiteiten.

Rekenen

Al vanaf de eerste groep doen kinderen binnen natuuronderwijs ervaringen op met hoeveelheden. Ze tellen, vergelijken, passen af en meten.
In de middengroepen kunnen bijvoorbeeld weerwaarnemingen in grafieken en diagrammen worden weergegeven.
In de bovenbouw kunnen ook veel onderzoeksgegevens in tabelvormen worden weergegeven.
Het weergeven van onderzoeksgegevens in deze vormen maakt het trekken van conclusies gemakkelijker.
Binnen het rekenonderwijs worden getalbewerkingen geleerd zoals delen, vermenigvuldigen, het berekenen van gemiddelden, enz.
Natuuronderwijsactiviteiten bieden vaak een "natuurlijker" context om deze vaardigheden aan te brengen.

Aardrijkskunde	Vooral de buitenactiviteiten zullen bij natuuronderwijs een bijdrage kunnen leveren aan het ontwikkelen van ruimte-begrippen. Veel natuuronderwijsactiviteiten worden zinvoller als leerlingen hebben geleerd met kaarten en kompas te werken. Veel onderzoeksgegevens kunnen ingetekend worden in zgn. "thematische kaarten": bijvoorbeeld op een plattegrond aangeven waar het meeste zwerfvuil zich bevindt. Inhoudelijk liggen natuuronderwijs en (fysische)aardrijkskunde heel dicht bij elkaar. Denk maar aan onderwerpen als grond, bodem en het weer. Sociaal geografische onderwerpen spelen een belangrijke rol als er binnen natuuronderwijs milieu-onderwerpen aan de orde zijn. Hoe gebruiken de mensen de grond en besteden ze hun vrije tijd?
Geschiedenis	Natuuronderwijsactiviteiten maken kinderen o.a. gevoelig voor het inzicht dat de dingen om hen heen voortdurend veranderen. Waarnemingen zijn steeds momentopnamen. Natuuronderwijsactiviteiten kunnen op verschillende manieren bijdragen aan een soort historisch besef bij kinderen. Verkenningen in de schoolomgeving roepen als het ware automatisch vragen op over het verleden: "Hoe zag het er hier vroeger uit?" Maar niet alleen in de schoolomgeving doen zich deze vragen voor. Rondom veel planten -denk aan de geneeskrachtige kruiden- bestaan historische verhalen. Onze huisdieren hebben een lange geschiedenis achter de rug. In de loop van de geschiedenis hebben de mensen allerlei werktuigen gebruikt om hun werk efficienter te kunnen doen. Vanuit het geschiedenisonderwijs kan een bijdrage geleverd worden aan natuuronderwijs. Verhalen van grote natuurwetenschappers plaatsen deze mensen in hun tijd en maken tevens duidelijk welke bijdrage deze wetenschappers hebben geleverd aan de vooruitgang van de natuurwetenschappen.
Bevordering van gezond gedrag	Bevordering van gezond gedrag is eerder een aspect van het totale schoolgebeuren dan een "gewoon" vak. De relatie natuuronderwijs - gezondheidseducatie ligt uiteraard voornamelijk binnen het aandachtsgebied "Wijzelf". Het gaat dan over het funktioneren van het lichaam, de zintuigen. Kinderen kunnen ook gevoelig gemaakt worden voor het feit dat er mensen zijn bij wie een of meer zintuigen niet of geheel slecht funktioneren. Wat betekent het om doof of blind te zijn? Wijzelf-onderwerpen hebben met hygiëne, voedsel en sexualiteit te maken.

Aan veel natuuronderwijsactiviteiten zitten gezondheidsaspecten: experimenten met allerlei stoffen, omgaan met dieren en planten (allergie) en het keukelen aan het fornuis.
Natuuronderwijs laat ook effecten zien van menselijk handelen op het milieu. De afvalproblematiek heeft ook met een gezonde samenleving te maken.

Lichamelijke oefening

Natuuronderwijs draagt bij tot meer kennis over het eigen lichaam.
Wat doen onze zintuigen, hoe werken de spieren, welke prestaties kan het lichaam leveren?
Aan veel speelwerktuigen, zowel binnen als buiten de school, zitten natuuraspecten: schommels en slingers hebben veel gemeen, de wip kan gebruikt worden als er over wegen gepraat wordt en de glijbaan kan gebruikt worden als er bij natuuronderwijs over rollen en glijden wordt gepraat.

Audiovisuele en beeldende vorming

Dit cluster van vakken ligt dicht tegen taal aan.
Beeldende activiteiten, zoals tekenen en handenarbeid maken communicatie mogelijk.
Bij natuuronderwijs gaat het om de rijke ervaringsbasis, de zintuiglijke ervaringen. Deze ervaringen kunnen weergegeven worden in beeldtaal.
Bij natuuronderwijs wordt o.a. getekend wat is waargenomen. Het willen tekenen van de dingen maakt de waarneming ook scherper.
Het gaat niet alleen om tekenen en schilderen.
Natuuronderwijslessen over stevigheid nodigen tot bouwen uit en die over bomen maken houtbewerking aantrekkelijk.
In de handenarbeidles kunnen de weerinstrumenten gemaakt worden, die in het weerproject gebruikt gaan worden.
Het omgaan met concrete materialen maakt verkenning van deze materialen vanzelfsprekend.
Over allerlei activiteiten kan gerapporteerd worden in de vorm van collages, geluidsbanden, foto's en tentoonstellingen.
De expressievakken leveren een bijdrage aan natuuronderwijs door de kinderen allerlei technieken te leren.

Godsdienstige vorming

Een bijzondere school zal deze vorming niet beperken tot de godsdienstles, maar proberen aan te geven welke verbanden er bestaan tussen de afzonderlijke vakken en de godsdienstige vorming.
Aangrijpingspunten binnen natuuronderwijs liggen vooral op het terrein van de levende natuur.
Het gaat dan over opvattingen over leven en dood, de ontstaansgeschiedenis van de mens en zijn bestemming.
De natuurverschijnselen zelf veranderen uiteraard niet, maar het maakt wel uit door welke bril naar deze verschijnselen wordt gekeken.

Geestelijke stromingen

Godsdienstige vorming heeft te maken met het subjectieve element in het onderwijsgebeuren. Binnen geestelijke stromingen gaat het om meer objectieve (en vaak cognitieve) gegevens. Geestelijke stromingen zijn voor natuuronderwijs van belang, omdat binnen die stromingen vaak heel anders tegen de natuurverschijnselen wordt aangekeken. Er bestaan grote verschillen in deze opvattingen binnen bijvoorbeeld de Islam, het Christendom en het Humanisme. Natuuronderwijsactiviteiten dagen kinderen uit tot eerlijke discussies, met respect voor de mening van de ander.

Hiermee zijn de belangrijkste verbanden tussen natuuronderwijs en de andere vakken aangegeven.

2.3.2 De samenhang met vakoverstijgende aspecten

Het onderwijs wordt niet alleen zichtbaar in leergebieden, maar ook in vakoverstijgende activiteiten, die meer met de algemene uitgangspunten en doelen samenhangen.
Voor natuuronderwijs zijn van belang:

- natuur- en milieu-educatie;
- intercultureel onderwijs;
- roldoorbreking;
- zorgbreedte;
- sociale ontwikkeling;

Per aspect volgt een korte toelichting.

Natuur- en Milieu-educatie

Het is lastig precies de afgrenzing aan te geven tussen natuuronderwijs en natuur- en milieu-educatie. Voor een belangrijk deel is dit probleem terug te voeren op de verschillende interpretaties van het woord milieu.
Sommigen verstaan onder milieu -en dus onder milieu-educatie- de hen omringende werkelijkheid en dat is dus eigenlijk de hele wereld.
Voor kinderen is de hele wereld te groot: zij zullen die grote wereld langzamerhand proberen te begrijpen door ontdekkingen te doen in de directe omgeving van de school.
Milieu-educatie valt dan zowat samen met het totale onderwijsaanbod.
Anderen brengen het woord milieu -en dus milieu-educatie- in verband met bedreigingen van dat milieu. Het onderwijs is dan probleemstellend.
Milieu-educatie heeft dan te maken met maatschappelijke strukturen, politiek, Derde Wereld en economie.
In leergebieden vertaald heeft natuur- en milieu-educatie (NME) dan op zijn minst te maken met natuuronderwijs en sociale wereldoriëntatie (aardrijkskunde, geschiedenis).

De onderwijsinhouden die in dat gebied aan de orde komen, moeten aan drie kriteria voldoen:

- ze hebben met de natuur te maken;
- er zitten maatschappelijke aspecten aan;
- iets van de milieuproblematiek is zichtbaar.

Bij het laatste criterium moet opgemerkt worden, dat de problemen op kindermaat gepresenteerd moeten worden. Soms is het probleem slechts indirect zichtbaar en zijn de onderwijsactiviteiten voorbereidend, om later problemen beter te begrijpen.
Men kan allerlei lessen over lucht geven en pas veel later -misschien pas in het voortgezet onderwijs- praten over luchtverontreiniging.
Bij de uitwerking van de activiteiten kan men gebruik maken van materialen, die door buitenschoolse instanties zijn ontwikkeld.
In de hoofddoelstelling voor natuuronderwijs wordt gesproken over "besef van zorg en verantwoordelijkheid voor jezelf, je medemens en je omgeving".
Het zijn juist de milieu-onderwerpen, waarin aan dit besef gewerkt kan worden.

Intercultureel onderwijs

Intercultureel onderwijs is een van de uitgangspunten van het basisonderwijs:
"Het onderwijs gaat er mede vanuit dat de leerlingen opgroeien in een multi-culturele samenleving" (art. 8 van de WBO).

Dit intercultureel onderwijs is de verzameling van onderwijsactiviteiten, die betrekking hebben op verschillen, overeenkomsten en verhoudingen tussen mensen en groepen in de samenleving op etnisch-cultureel gebied en de gevolgen voor de samenleving.
Door middel van deze activiteiten zal de identiteitsontwikkeling van kinderen bevorderd moeten worden en discriminatie, racisme, stereotypering en vooroordelen moeten worden bestreden.
Intercultureel onderwijs is geen afzonderlijk vak, maar een streven om het onderwijs zo in te richten dat in het hele lesprogramma rekening wordt gehouden met het feit dat in Nederland een multi-culturele samenleving bestaat.
Natuuronderwijs kan op twee niveau's een bijdrage aan intercultureel onderwijs leveren:

- 'vanuit het principe van het ontdekkend leren'

Kinderen uit etnische groepen en hun leerkrachten zitten samen met grote taalproblemen.
Natuuronderwijs kan aanvankelijk dit taalprobleem omzeilen door de kinderen concreet materiaal aan te bieden, waaraan ze spontaan ontdekkingen kunnen doen.
Binnen natuuronderwijs heet deze fase de Aanrommel-fase.
Aanrommelen lokt vragen uit.

Het zijn juist deze zelf geformuleerde vragen, die voor kinderen uit etnische groepen van belang zijn, omdat ze vaak toch al faalangstig op het onderwijs reageren.

- 'vanuit de natuuronderwijs-inhouden'

Binnen elk van de zeven aandachtsgebieden zijn onderwerpen te noemen die binnen intercultureel onderwijs te gebruiken zijn.
Allereerst kan gedacht worden aan "Wijzelf". Veel activiteiten binnen dit aandachtsgebied kunnen samengevat worden onder de titel: "Mensen zijn verschillend, maar ook gelijk".
Van belang zijn ook uitheemse planten en dieren.
Bij "Materialen en voorwerpen" kan aandacht besteed worden aan verschillende manieren van wonen en bouwen.
De directe schoolomgeving biedt tal van aanknopingspunten: straatnamen, buitenlandse restaurants, markten, enz.
Bij dit alles dreigt eenzelfde gevaar als bij natuur- en milieu-educatie.
De basisschool is niet de plaats waar interculturele problemen worden opgelost; ze worden er ook niet gemaakt, net zo min als er in de school milieuproblemen worden gemaakt.
De basisschool legt slechts een fundament, waar het voortgezet onderwijs en de latere vorming op voortbouwen.

Roldoorbreking

Bij het intercultureel onderwijs zagen we dat dit onderwijs o.a. stereotypering moet tegengaan.
Vooroordelen liggen ook op de loer als het over "rollen" gaat.
Rollen mogen niet uitsluitend door sekse bepaald worden.
De basisschool heeft misschien nog niet zo zeer met dit probleem te maken, dat wil zeggen niet zo direct.
Vooroordelen sluipen echter binnen in op zich onschuldige teksten en illustraties. (10)
Soms wordt een jongen meisjesachtig genoemd, "omdat hij met zo'n hoge stem spreekt".
Het rollenpatroon ligt in het voortgezet onderwijs al veel duidelijker. Hier zijn grote verschillen tussen meisjes en jongens als het gaat om de keuze van exacte vakken.
Toch liggen de wortels van dit verschijnsel in het basisonderwijs. Hier is reeds het begin van dit verschil zichtbaar.
Onderwerpen die te maken hebben met specifieke driedimensionale, ruimtelijke en materiële inhouden worden over het algemeen door jongens beter verwerkt dan door meisjes. Te denken valt aan:

- lezen en interpreteren van getallen, tabellen, cirkeldiagrammen, lijngrafieken;
- voorspellingen doen aan de hand van afbeeldingen van experimenten;
- begrippen als snelheid, kracht, licht, energie, drijven en zinken;
- inzicht in de voedselketen;
- inzicht in elektrische circuits (11).

Natuuronderwijs biedt mogelijkheden de roldoorbreking aan de orde te stellen.
Binnen "Wijzelf" ligt het voor de hand. Bij de bespreking van het interculturele onderwijs werd al op het principe "Mensen zijn verschillend, maar ook gelijk" gewezen.
De vele verschillen tussen kinderen hebben niets met hun sekse te maken. Te gemakkelijk wordt gedacht dat meisjes griezelen van spinnen en wormen en dat jongens deze problemen niet kennen.
Bij natuuronderwijs gaat het ook om experimenteren. Wie voeren doorgaans de experimenten uit? Zijn het de onderzoekende jongens, die de meisjes dicteren wat ze in het verslag moeten zetten?
Wie maakt de weerinstrumenten en wie werkt het eerst met de ontdekdoos over elektriciteit?
Is het technisch speelgoed alleen maar interessant voor jongens?
Natuuronderwijs kan dit soort zaken minder vanzelfsprekend maken.

Zorgbreedte

Het staat mooi omschreven in de Wet op het Basisonderwijs:
"Het onderwijs wordt zodanig ingericht dat de leerlingen een ononderbroken ontwikkelingsproces kunnen doorlopen. Het wordt afgestemd op de voortgang in de ontwikkeling van de leerlingen."
Het onderwijs moet dus passen bij de leerling.
Het aanbod is niet alleen bestemd voor de "gemiddelde" leerling; ook de moeilijk lerende en de meer begaafde leerlingen moeten aan hun trekken komen.
Dit streven om het onderwijs op kindermaat te maken heet *zorgbreedte*.
Van kinderen die voor zorgverbreding in aanmerking komen, is iets te vertellen over hun concentratievermogen, hun taal- en rekenvaardigheid en vaak ook iets over hun motoriek en sociaal gedrag.
Bovenstaande zaken zijn erg complex en hebben o.a. te maken met:

- het vermogen tot abstract denken;
- het milieu waar de kinderen in leven;
- het funktioneren van het centraal zenuwstelsel;
- de erfelijke bepaaldheid.

Hoe krijg je daar vanuit het onderwijs nu greep op en hoe zit het dan in dit verband met natuuronderwijs?
De relatie natuuronderwijs - zorgbreedte spitst zich toe op de vraag naar de plaats van het ontdekkende leren bij zorgbreedte-kinderen.
Het lijkt er vaak op dat zorgbreedte zich beperkt tot de moeilijk lerende kinderen; de meer begaafde leerling heeft ook extra zorg nodig.
Onderzoek heeft uitgewezen dat leerlingen met hoge taaldifferentiatie een groot concentratievermogen en weinig angstgevoelens profiteren van ontdekkend leren.

Binnen natuuronderwijs zullen er dan wel speciale, uitdagende opdrachten gegeven moeten worden.
Ontdekdozen bieden in deze veel mogelijkheden. De behoefte om de omringende wereld te onderzoeken is bij de moeilijk lerende kinderen niet vanzelfsprekend.
De struktuurzwakke en snel-afgeleide leerlingen bewijs je geen dienst met een te open opdracht.
De opdrachten voor deze leerlingen moeten meer gestruktureerd worden.
Natuuronderwijs-opdrachten laten zich vaak heel gemakkelijk in kleinere opdrachten opsplitsen.
De grote bijdrage van natuuronderwijs aan zorgverbreding zit in het werken met concreet materiaal. Hier kunnen zowel de moeilijk lerende als de meer begaafde leerlingen aan hun trekken komen.
Waarschijnlijk is het zo dat bijvoorbeeld een taalzwakke leerling meer gebaat is bij het aanbieden van concreet materiaal, dan in het extra aanbod van leesmateriaal. De omgang met dit materiaal maakt spontaan spreken (en schrijven) mogelijk.
Natuuronderwijs blijft op deze manier dichter bij het kind en zijn mogelijkheden.

Sociale ontwikkeling

De sociale ontwikkeling behoort tot de integrale doelen van het basisonderwijs.
Er zijn twee aspecten aan deze ontwikkeling te onderscheiden:

- het leren omgaan met eigen gevoelens en emoties en met die van anderen;
- het leren van sociale vaardigheden, die nodig zijn om het werken en spelen met anderen mogelijk te maken (12).

Natuuronderwijs biedt voor beide aspecten mogelijkheden.
Het gaat bij natuuronderwijs altijd om het omgaan met spullen, levend of dood.
De omgang met levende materialen vraagt een heel speciale houding. Planten en dieren moeten verzorgd worden.
Met instrumenten en gereedschap moet je ook voorzichtig omgaan.
Natuuronderwijs kan een gevoel voor detail en van zorg ontwikkelen.
Heel nadrukkelijk komt het sociale aspect bij natuuronderwijs naar voren in het samen uitvoeren van experimenten.
Elk lid van de groep levert zijn bijdrage.
Op deze manier ontstaat waardering voor ieders inbreng en belangstelling voor wat anderen hebben ontdekt.
Van de sociale vaardigheden kunnen met name genoemd worden:

- leren samenwerken en samenspelen;
- zich richten op anderen;
- elkaar helpen;
- op je beurt wachten;
- spullen met anderen delen;

Zo kan natuuronderwijs bijdragen aan een evenwichtige vorming van leerlingen.

2.3.3 De samenhang met algemeen organisatorische zaken.

De plaats van natuuronderwijs in de school komt ook tot uiting in meer algemeen organisatorische zaken.
De situering van de school is van groot belang voor de vormgeving van natuuronderwijs.
Hoe ziet de directe schoolomgeving er uit? Zijn er voldoende mogelijkheden om buiten natuuronderwijsactiviteiten te doen?
Hoe is de samenwerking met buitenschoolse instanties, zoals plantsoenendienst, musea, schoolbiologische dienst, enz.?
Kunnen ouders worden ingeschakeld?
Om excursies te kunnen regelen moeten allerlei interne en externe afspraken gemaakt worden.
Schooltuinwerk vraagt voorzieningen in de sfeer van gereedschappen en opbergplaatsen.
Natuuronderwijs vraagt ook voorzieningen i.v.m. het documentatiecentrum.
Niet alleen de geschreven materialen moeten worden opgeborgen, maar ook veel instrumenten en didaktisch materiaal, zoals ontdekdozen.
Het evalueren en rapporteren vraagt ook de nodige aandacht.
Hoe rapporteer je over de natuuronderwijs-vorderingen?
Wat leg je vast in het leerlingendossier?
Hoe wordt aan collega's bevoegd gezag en inspectie gerapporteerd?
In een aparte publikatie met als titel "Natuuronderwijs in schooldocumenten" worden enkele van de bovengenoemde zaken nader uitgewerkt.

Noten bij hoofdstuk 2.

1. Deze onderscheiding komt uit Both (1985)

2. Deze formulering is afkomstig van Mevr. Dr. J.C. van Noordwijk-van Veen, voorzitter van de Begeleidingsgroep van het project NOB en lid van een overleggroep in 1971, waaruit tenslotte het project Natuuronderwijs is voortgekomen

3. Zie voor een uitgebreide bespreking van deze problematiek Both (1985).

4. Meest bekende representant van deze opvatting is Jean Piaget. Maar ook de russische leerpsychologen gaan uit van een "materiële orientatiebasis" voor het leerproces.

5. Zie Osborne en Freyberg (1985)

6. Zie Osborne en Freyberg (1985)

7. Dit 5-stappenplan is ontstaan in de Telgenkamp in Almelo, een van de eerste projectscholen van NOB. Het werd voor het eerst geformuleerd in een praatstuk voor een teamvergadering over de houding van de leerkracht.

8. De rollen 2 t/m 6 komen uit Nussbaum en Novick (1981). De eerste rol is een toevoeging onzerzijds.

9. Enkele Grabbelton-artikelen:

- Natuuronderwijs in boeken	blz. 5-253/256
- Natuuronderwijs en ... lezen	blz. 4-375/376
- Tentoonstellen op school	blz. 5-219/224
- Tekenen ten dienste van het Natuuronderwijs	blz. 5-237/240
- Vinger aan de pols: Natuuronderwijs of Gezondheidseducatie?	blz. 5-269/272
- Over de afgrenzing van natuuronderwijs en natuur- en milieu-educatie	blz. 5-247/252
- Ontdekkend leren en zorgbreedte	blz. 4-369/370
- Moeilijk lerende kinderen en hun wereld	blz. 5-233/236
- Mensen zijn verschillend, maar ook gelijk; De bijdrage van Natuur-onderwijs aan intercultureel Onderwijs	blz. 5-297/304

10. Het is me nooit zo opgevallen
Instituut voor de Leerplanontwikkeling (SLO),
Enschede 1987

11. Roldoorbreking en het Schoolwerkplan
Instituut voor de Leerplanontwikkeling (SLO),
Enschede 1983

12. Wat krijgen ze op de basisschool?
Instituut voor de Leerplanontwikkeling (SLO),
Enschede 1984

HOOFDSTUK 3: DOELEN

In dit hoofdstuk willen we aangeven welke doelstellingen natuuronderwijs wil dienen. In par. 2.1.3. noemden we al de algemene doelstelling voor de hele basisschool:
"Natuuronderwijs op de basisschool is er op gericht kinderen zicht te geven op samenhangen in de materiële werkelijkheid, waarmee het leven van mensen onlosmakelijk is verbonden.
Ontdekkende/onderzoekende activiteiten zijn daarbij onmisbaar als basis voor kennis, verwondering, een onderzoekende houding en een besef van zorg en verantwoordelijkheid voor jezelf, de medemens en de omgeving."
Rekening houdend met al het voorafgaande geven we hier een uitwerking van dit algemene doel voor elke "bouw" (kleuter-, onder-, midden-, en bovenbouw) afzonderlijk:
- *in par. 3.1 geven we een nadere omschrijving van de kennis en de inzichten;*
- *par. 3.2 en 3.3 betreffen respectievelijk de vaardigheden en houdingen, die bij natuuronderwijs worden nagestreefd.*

Steeds worden eerst de hoofdaccenten voor elke "bouw" geformuleerd. Na een korte toelichting daarop volgt dan een verdere verfijning in kwaliteiten, die wij de leerlingen van de betreffende bouw willen laten verwerven. Deze kwaliteiten zijn voorzien van een codering om eenvoudige verwijzing mogelijk te maken. Zo'n code bestaat uit:
- *een aanduiding van de betreffende bouw:*
  1/2 = kleuters,
  3/4 = onderbouw,
  5/6 = middenbouw,
  7/8 = bovenbouw.
- *een drie-lettercode, die verwijst naar de categorie, waar de betreffende kwaliteit onder valt*
- *een volgnummer*

De code 3/4.rel.3 verwijst dus bijvoorbeeld naar de 3e kwaliteit binnen de categorie "relaties" voor de onderbouw.

De formuleringen zijn bedoeld voor de leerkracht als richtinggevende principes en dus niet geschreven in een taal, die bij kinderen past.

3.1 De kennis en de inzichten

Het onderzoeken en verkennen van, het lezen en horen over materialen, organismen en verschijnselen leidt tot kennis en inzicht. Pure feitenkennis is daarbij niet van het grootste belang. Inzichten in samenhangen en relaties zijn belangrijker door hun grotere verklarende waarde. In deze paragraaf presenteren wij een overzicht

per "bouw" van kennis en inzichten, waartoe kinderen in de basisschool naar ons oordeel kunnen komen. Om enige ordening te brengen in het overzicht, gaan we uit van drie zgn. "sleutelbegrippen", waaronder de kenniselementen en de inzichten te groeperen zijn: (1)

- variatie: de kwaliteiten in deze rubriek hebben betrekking op de grote verscheidenheid aan organismen, materialen en verschijnselen in de natuur. Het gaat om het inzicht, dat er veel verschillende verschijningsvormen bestaan, die je op allerlei manieren kunt ordenen op grond van overeenkomstige eigenschappen;
- verandering: veel gebeurtenissen in de levende en niet-levende natuur zijn terug te voeren op het begrip "verandering". Het gaat om het inzicht dat de natuur een dynamisch geheel is, waarbinnen in principe niets onveranderlijk is;
- relatie: de grote verscheidenheid aan materialen, organismen en gebeurtenissen kun je overzichtelijk maken en begrijpen, als je tussen al die verschijnselen bepaalde verbanden kunt ontdekken. Het kan zijn
  - -dat het een voorwaarde is voor het ander
  - -dat het een oorzaak is van iets anders
  - -dat het een van invloed is op iets anders

  De doelen in deze categorie dragen bij aan het uiteindelijke inzicht, dat "alles met alles samenhangt".

De codering die bij deze indeling wordt gehanteerd is:

code:	categorie:
var.	variatie
ver.	verandering
rel.	relatie

1/2. Kleuters (4-6 jaar)

Het hoofdaccent voor deze periode is:

* ***In de natuur kennen we levende organismen (mensen, dieren, planten), dingen en verschijnselen, ieder met eigen eigenschappen. Levende organismen groeien en hebben voedsel nodig. Verschijnselen en objecten zijn onderhevig aan veranderingen.***

Toelichting

Kernwoorden voor deze periode zijn: onderscheid en verandering.
Vooral voor jonge kinderen is de natuur zeer vanzelfsprekend: de natuur is zoals deze is. Het is in deze periode van belang dat de kinderen zich bewust worden van het bestaan van de natuur in de vorm van allerlei verschijningsvormen (planten, dieren, dingen etc.),
- die allerlei eigenschappen kunnen hebben
- die zijn opgebouwd uit onderdelen
- die aan veranderingen onderhevig zijn.

Dat vraagt om afstand nemen van de natuur, jezelf als toeschouwer kunnen zien. Het afstand nemen van de natuur moet toch tegelijk in een vertrouwelijke "situatie" gebeuren. En dat komt vooral tot zijn recht door met de natuur om te gaan: verzorgen van planten en dieren, met voorwerpen spelen (bewegen, construeren). Daaruit ontstaat een eigen betrokkenheid en dat is vooral voor jonge kinderen een eerste voorwaarde. Herkenning, betrokkenheid, nieuwsgierigheid gaan vooraf aan afstandelijke waarneming en overdenking. Daarvoor is een goede pedagogische situatie nodig.
De gemakkelijkst waarneembare eigenschappen van de levende natuur hebben betrekking op groei (verandering) en op eten (voedsel). In de niet-levende natuur gaat het om wat met de zintuigen direkt waarneembaar is: ik zie, voel, ruik. Het gaat nog niet zozeer om samenhangen en ook ligt het accent nog niet op de betekenis van hetgeen waargenomen wordt. Wel kan aan de orde komen hoe het één van invloed is op het ander.

Kwaliteiten

1/2.var.1 Mensen verschillen in uiterlijk maar hebben een overeenkomstige lichaamsbouw.

1/2.var.2 Wij nemen waar met verschillende zintuigen, zoals gezicht, gehoor, reuk, tast en smaak.

1/2.var.3 Er zijn grote verschillen in het dierenrijk, o.a. t.a.v. uiterlijke vorm, woonplaats (voorkomen) en voedselgebruik.

1/2.var.4 Aan planten zijn allerlei delen te onderscheiden, zoals bloem, blad, stengel en wortel.

1/2.var.5 Planten verschillen in uiterlijk.

1/2.var.6 Voorwerpen en materialen hebben verschillende eigenschappen, bijvoorbeeld kleur, vorm, grootte, gewicht, ruwheid, spiegelen, drijven/zinken, vast/vloeibaar.

1/2.var.7 Situaties kunnen verschillen, bijvoorbeeld warm/koud, licht/donker, nat/droog.

1/2.var.8 Geluiden kunnen verschillen in klank, toonhoogte en sterkte.

1/2.var.9 Het weer bestaat uit verschijnselen, zoals wind, warmte (vorst), zonneschijn, diverse vormen van neerslag en bewolking.

1/2.var.10 In de omgeving zijn heel veel verschillende plekken te zien, zoals straat, speelplein, bos, tuin, weide, park enz.

1/2.ver.1 Ongeboren kinderen groeien in de buik van de moeder.

1/2.ver.2 Planten groeien en bloeien.

1/2.ver.3 Jonge dieren groeien op tot volwassen dieren; volwassen mensen zijn ooit kinderen geweest.

1/2.ver.4 Dingen en situaties (waaronder het weer) zijn onderhevig aan veranderingen.

1/2.rel.1 Huisdieren en gekweekte planten moeten door de mensen verzorgd worden.

1/2.rel.2 Eigenschappen van voorwerpen hangen samen met hun vorm, bijvoorbeeld:
- de wijze waarop voorwerpen kunnen bewegen (bijv. rollen, glijden enz.)
- de wijze waarop je voorwerpen kunt verbinden en stapelen tot bouwsels.

3/4 onderbouw (6-8 jaar)

Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***In de verscheidenheid aan levende organismen, voorwerpen en gebeurtenissen in de natuur zit een zekere orde op basis van specifieke kenmerken en oorzaak-gevolg relaties.***

Toelichting

Trefwoorden voor deze periode zijn: orde en volgorde. Ook in deze periode gaat het om zichtbare zaken: organismen, voorwerpen, maar er kan iets worden toegevoegd. Allereerst leidt orde en volgorde tot meer bewuste waarneming van overeenkomsten en ook van verschillen. Verder leren kinderen beseffen, dat sommige eigenschappen of verschijnselen niet direct waarneembaar zijn, bijvoorbeeld magnetisme. Maar ook kan aan de directe ervaring worden toegevoegd, dat vormen en verschijnselen bepaalde functies hebben. Het ontdekken en leren van vorm-/functie-relaties maakt langzamerhand m.b.v. concrete voorbeelden duidelijk dat kenmerken heel specifiek zijn voor een voorwerp of een organisme en bepalend zijn voor de mogelijkheden en de beperkingen daarvan.
Tenslotte gaat het in deze periode om de wisselwerking tussen voorwerp en de omgeving. Die wisselwerking uit zich in directe relaties: bijvoorbeeld oorzaak-gevolg (als iets van hout is, dan blijft het drijven) en voedsel-relaties (het ene organisme eet het andere). Voor planten, dieren en mensen houdt dit principe in dat planten, dieren en mensen van elkaar afhankelijk zijn.

Het gebruik maken van de natuur door de mens komt heel specifiek aan de orde bij activiteiten rondom

voedselverwerving, wonen en het maken van hulpmiddelen. In deze periode is meer accent gelegd op de maatschappelijke betekenis van de natuur dan in de voorafgaande periode. Die accentverschuiving is mogelijk dankzij de grotere afstand die deze kinderen al tot de natuur kunnen innemen.

Kwaliteiten

3/4.var.1 Zoogdieren en mensen hebben veel overeenkomsten in lichaamsbouw.

3/4.var.2 Zoogdieren en mensen hebben binnen hun lichaam verschillende organen en botten.

3/4.var.3 Elke plantensoort heeft een eigen vorm wat betreft bloem, blad en vrucht, waaraan ze te kerkennen zijn.

3/4.var.4 Dieren kunnen ingedeeld worden in hoofdgroepen, bijvoorbeeld zoogdieren, vogels, vissen.

3/4.var.5 Per seizoen en per dag treden verschillen op in weersverschijnselen.

3/4.var.6 Elke plek in de omgeving heeft specifieke kenmerken, waardoor hij met andere plekken vergeleken kan worden.

3/4.var.7 Voorwerpen en materialen verschillen t.a.v. niet direct waarneembare eigenschappen, bijvoorbeeld magnetisme, veerkracht, oplosbaarheid, stroming.

3/4.var.8 De delen van een plant hebben een bepaalde functie: knoppen voor de groei, wortels voor water o.a.

3/4.ver.1 Planten, dieren en mensen maken een ontwikkeling door waarin stadia zijn te onderscheiden.

3/4.rel.1 Bij verschijnselen als licht, geluid, beweging en warmte is een oorzaak of bron aan te wijzen.

3/4.rel.2 Een constructie staat voldoende stevig als de basis breed genoeg is en er geschikte dwarsverbindingen zijn aangebracht.

3/4.rel.3 De vorm en grootte van schaduwen heeft te maken met de stand en de afstand van het voorwerp t.o.v. de lichtbron.

3/4.rel.4 Tussen weersverschijnselen bestaan verbanden, bijvoorbeeld bewolking en de kans op regen.

3/4.rel.5 Mensen en dieren zijn voor de verkrijging van voedsel op elkaar en op planten aangewezen.

3/4.rel.6 Planten hebben water, licht en een geschikte temperatuur nodig.

3/4.rel.7 Mensen en dieren hebben om te kunnen leven een geschikte woonplaats nodig.

3/4.rel.8 Het gebruik van voorwerpen hangt samen met de vorm en het soort materiaal, bijvoorbeeld lepels, spiegels en balansen.

5/6 Middenbouw (8-10 jaar) Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Er is eenheid in verscheidenheid. In de verschijnselen in de natuur zijn structuren, regels en patronen aan te wijzen.***

Toelichting

Trefwoorden voor deze periode zijn regelmaat en patroon. De kinderen zijn er aan toe om enig systeem te brengen in de natuurverschijnselen om hen heen. Dat zie je ook aan hun hobbies: geordende verzamelingen aanleggen. Er is meer oog voor generalisaties, algemeen geldende uitspraken. In de levende natuur betreft dat bijvoorbeeld het begrip "soort". Door onderscheid te maken tussen soort (bijv. de hond) en individu (deze hond genaamd Bello) kan accent gelegd worden op het verschijnsel dat elke soort aanwezig blijft op aarde door de mogelijkheid nakomelingen te produceren. En individuen maken gedurende hun leven een specifieke ontwikkeling door die in fasen is te onderscheiden (levensloop).
Een andere belangrijke generalisatie in deze periode is het begrip "levensgemeenschap": planten en dieren die bij elkaar leven en elkaar nodig hebben. Deze onderlinge afhankelijkheid beperkt zich vooralsnog tot afhankelijkheid t.a.v. voedsel (voedselketens).
Wat betreft de strukturen in de niet-levende natuur gaat het om meer begrip voor de relatie tussen eigenschappen van materiaal en vorm en de consequenties daarvan voor bepaalde toepassingen. Bijvoorbeeld: een spijker moet lang en dun zijn, aan één kant puntig en aan de andere kant plat (vorm). Je maakt een spijker van ijzer en niet van hout of rubber (materiaal).
Een andere generalisatie betreft het feit, dat hetzelfde materiaal verschillende verschijningsvormen kan hebben (ijs, water, damp). Dat heeft weer te maken met de invloed van bepaalde verschijnselen (licht, warmte, electriciteit).

Kwaliteiten

5/6.var.1 Alle planten of dieren van een zelfde soort lijken op elkaar en krijgen gelijkende nakomelingen.

5/6.var.2 Binnen de hoofdgroepen kun je planten- en diersoorten weer indelen in families op grond van bepaalde (uiterlijke) overeenkomsten (bijvoorbeeld, katachtigen, composieten etc.)

5/6.var.3 Plekken verschillen onderling wat betreft het voorkomen van materialen, organismen en voorwerpen.

5/6.var.4 In de levende natuur heeft iedere soort unieke/specifieke eigenschappen, bijvoorbeeld: plantensoorten met bijzondere wortels, bloemen of zaden.

5/6.var.5 Materialen kunnen voorkomen als gassen, vloeistoffen en vaste stoffen.

5/6.var.6 De grond wordt door mensen op verschillende manieren gebruikt.

5/6.var.7 Inwendige organen zitten op bepaalde plaatsen.

5/6.var.8 Figuren en vormen kunnen op verschillende manieren symmetrisch zijn.

5/6.var.9 Mensen verschillen in lichamelijke prestaties.

5/6.var.10 Er zijn verschillende soorten afval: glas, metaal, plastic, organisch materiaal.

5/6.ver.1 Mensen, planten en dieren doorlopen een levenscyclus. Bij ieder stadium in die cyclus horen bepaalde kenmerken en veranderingen.

5/6.ver.2 Het voedsel wordt in ons lichaam bewerkt, waarbij bepaalde organen een rol spelen.

5/6.ver.3 Het weer is veranderlijk, maar gezien over een langere periode zit er toch een regelmaat in de weersverschijnselen.

5/6.ver.4 Eigenschappen van materialen en voorwerpen kunnen door bepaalde oorzaken veranderen, bijvoorbeeld:
- inwerking van andere stoffen (bijv. roesten, mengen);
- inwerking van organismen (bijv. bederf);
- een kracht of een stoot (bijv. vervormen);
- inwerking van warmte (bijv. verbranding, smelten).

5/6.ver.5 Seizoensinvloeden zijn merkbaar in de levende en niet-levende natuur, bijvoorbeeld vogeltrek, winterslaap, veranderende daglengte, uiterlijk van planten en bomen.

5/6.ver.6 De schaduw overdag verandert door de draaiing van de aarde.

5/6.rel.1 Het skelet geeft stevigheid aan het lichaam en maakt bepaalde bewegingen mogelijk.

5/6.rel.2 Een electrische schakeling functioneert pas, als alle onderdelen op een geleidende manier met elkaar zijn verbonden.

5/6.rel.3 Geluid wordt voortgebracht door trillende voorwerpen.

5/6.rel.4 Bepaalde eigenschappen van voorwerpen hangen af van hun vorm (bouw) en van het materiaal, waarvan ze zijn gemaakt, bijvoorbeeld buigzaamheid (stevigheid), drijfvermogen, eigenschappen van een vergrootglas.

5/6.rel.5 De beweging van een voorwerp verandert alleen als er een kracht op werkt.

5/6.rel.6 Planten hebben bloemvormen, die functioneel zijn voor de bestuiving door insekten.

5/6.rel.9 Voorwerpen zijn zichtbaar, omdat ze het licht van een lichtbron (zon, lamp) weerkaatsen.

7/8. Bovenbouw (10-12 jaar) Het hoofdaccent voor deze periode is:

* ***In de natuur is sprake van een samenspel van elkaar onderling beïnvloedende factoren en systemen. Hiervoor gelden bepaalde wetmatigheden en principes die veelal kwantificeerbaar zijn.***

Toelichting

Trefwoorden voor deze periode zijn: samenhang en systeem. In hun leefwereld gaan de leerlingen hun grenzen verleggen. Ze krijgen meer belangstelling voor verderaf gelegen verschijnselen en situaties. Ze ontdekken de wereld als een geheel en er komt meer aandacht voor grotere verbanden. Bijvoorbeeld: levende organismen zijn niet alleen wat betreft voedsel afhankelijk van elkaar in een gemeenschap, ze beïnvloeden elkaar ook op andere manieren (bescherming, territorium, parasietisme, broedzorg).
Bovendien spelen ook zgn. abiotische factoren een rol (licht, vochtigheid, warmte). Dit is samen te vatten met het begrip ecosysteem.

Aansluitend op de eigen ervaring kunnen nu meer abstracte eigenschappen en verklarende begrippen worden geïntroduceerd (zie voorbeelden hiervoor). Daarbij komt, dat kinderen met hun verhoogde rekenkundige en wiskundige vaardigheden ook kwantitatieve verbanden tussen verschijnselen kunnen ontdekken en hanteren.

Kwaliteiten

7/8.*var.1* Landschappen zijn opgebouwd uit landschapselementen.

7/8.*var.2* Er bestaan verschillende soorten levensgemeenschappen, ieder met een eigen specifieke planten- en dierenwereld, bijvoorbeeld bos, strand, sloot, wei.

7/8.*var.3* Gemiddelde weersverschijnselen verschillen van plaats tot plaats, niet alleen op grote afstand (klimaatverschillen) maar ook op kleine afstand van elkaar (microklimaat).

7/8.*var.4* Materialen en stoffen zijn herkenbaar aan een groep van eigenschappen. Naast uiterlijke kenmerken kunnen materialen verschillen in dichtheid, geleiding van warmte en electriciteit.

7/8.*var.5* Diersoorten kunnen zich vaak handhaven door gespecialiseerde organen.

7/8.*var.6* Tussen verschijnselen kunnen vaste verbanden bestaan, bijvoorbeeld:
- de veerkracht (van veren of elastiek) neemt toe bij uitrekken
- zeepvliezen nemen een zo klein mogelijk oppervlak in.

7/8.*var.7* Een electrische schakeling bestaat altijd uit minstens één gesloten stroomkring, maar vaak zijn er meer kringen aan te wijzen.

7/8.*ver.1* In de loop van de tijd verandert elke omgeving met of zonder ingrijpen van mensen.

7/8.*ver.2* Over zeer lange tijd kunnen organismen veranderen in bouw en eigenschappen.

7/8.*rel.1* Electrische stroom heeft magnetische effecten.

7/8.*rel.2* Licht verspreidt zich langs rechte lijnen (te zien aan spiegels en schaduwen), maar de richting wordt gebroken bij doorgang door bijvoorbeeld glas (lenzen) en water.

7/8.*rel.3* Door toevoeren of onttrekken van warmte kunnen eigenschappen veranderen (smelten/stollen, condenseren/verdampen, koken, uitzetten/inkrimpen, verbranden).

7/8.*rel.4* Door de hefboomwerking ontstaat een grote kracht uit een kleine kracht. Bij veel werktuigen wordt dit principe toegepast.

7/8.*rel.5* Hemelverschijnselen als de schijngestalten van de maan en het verschil in daglengte per seizoen hebben te maken met de bewegingen van aarde, zon en maan t.o.v. elkaar.

7/8.*rel.6* Mensen en dieren blijven in leven en weten zich te handhaven dankzij een aantal essentiële levensprocessen, o.a. ademhaling, spijsvertering, voortplanting, beweging.

7/8.*rel.7* Planten, dieren en mensen hebben een vorm en leefwijze, die past bij hun omgeving.

7/8.*rel.8* Planten, dieren en mensen in een levensgemeenschap zijn afhankelijk van elkaar o.a. via voedselketens. Aan bepaalde sporen kun je dat zien (braakballen, knaagsporen).

7/8.*rel.9* Weers- en seizoensverschijnselen, zoals temperatuur, wind, luchtdruk, daglengte hangen onderling samen en hebben invloed op levende organismen en het landschap.

7/8.*rel.10* activiteiten van mensen en dieren veroorzaken afval, dat afhankelijk van het soort afval, op verschillende manieren verwerkt kan worden.

7/8.*rel.11* Lichaamsdelen hebben vormen, waardoor ze geschikt zijn voor bepaalde taken.

7/8.*rel.12* Dieren en mensen hebben zintuigen, die ze voor hun overleven nodig hebben.

7/8.*rel.13* Voor lichaamsbewegingen zijn minstens 2 spieren nodig, die tegen elkaar in samenwerken.

7/8.*rel.14* Een constructie wordt stevig door het toepassen van bouwprincipes, o.a. driehoek en profiel.

7/8.*rel.15* Planten kunnen zich op diverse manieren voortplanten (sporen, zaden, plantedelen).

3.2 De vaardigheden

Er is meer dan inhoud alleen. Door aktieve verkenningen en onderzoekingen leren kinderen ook praktische en intellectuele vaardigheden, zoals:

- Goed waarnemen en meten
- Een proefje kunnen opzetten en uitvoeren en daarbij goed omgaan met hulpmiddelen en gereedschappen (kompas, vuur, instrumenten)
- Gegevens overzichtelijk kunnen opschrijven, grafieken kunnen maken en daaruit conclusies trekken

Hiermee is duidelijk, dat wij de betreffende vaardigheden kunnen indelen in drie categorieën:

code:	categorie:
wrm.	waarnemen en meten
exp.	experimenteren
vrw.	verwerken en conclusies trekken

We gaan nu voor elke "bouw" na aan welke vaardigheden binnen elke categorie gewerkt kan worden, uitgaande van een hoofdaccent per bouw.

1/2. Kleuters (4-6 jaar)

Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Met alle zintuigen allerlei eigenschappen vaststellen vergelijken en benoemen.***

Toelichting:

Waarnemingen van kleuters betreffen opvallende kenmerken en onderdelen van voorwerpen en organismen. Ze zullen verschillen en veranderingen eerder opmerken dan overeenkomsten.
Door classificeren (dingen met een zelfde eigenschap bij elkaar leggen) krijgen kleuters meer oog voor overeenkomsten. Het accent ligt daarbij op het konsequent classificeren op één criterium, want soms gaan ze spontaan over op een ander criterium.
Meten doen kleuters door rechtstreeks voorwerpen met elkaar te vergelijken. Ze kunnen zien of het ene voorwerp langer is dan het andere en ze kunnen voorwerpen op volgorde van lengte leggen (zgn seriëren). Daarna kunnen ze leren de lengte van elk voorwerp met één vast voorwerp (bijv. paperclip of luciferdoosje) te vergelijken en net zoveel paperclips erlangs leggen als het voorwerp groot is. De paperclip is dan een "meeteenheid" geworden.
Op dezelfde manier kun je ook gewichten meten met een balans met de paperclip als meeteenheid. Voor kleuters is het voorlopig voldoende voorwerpen twee aan twee met elkaar te vergelijken op een balans en te zien welke de zwaarste is. Misschien kunnen sommigen drie of vier voorwerpen op die manier seriëren naar gewicht.
Experimenten van kleuters hebben het karakter van een vrije exploratie van eigenschappen met behulp van alle zintuigen. Dergelijke explorations lijken op associatieve "gesprekken": via handelingen (oppakken, omdraaien, openmaken etc) stelt de kleuter vragen aan het voorwerp; de reacties van het voorwerp daarop zijn a.h.w. de antwoorden. Al doende springen de kleuters

van de ene associatie naar de andere. Dit wisselend karakter wordt nog eens versterkt door momenten van spel, tussen de verkenningen door. In de fantasie van de kleuter krijgt het voorwerp dan een bijzondere betekenis: het doosje wordt een fototoestel of een boot, de magneet met spijkers eraan wordt een "bommenschieter".
Kenmerkend voor kleuters is ook, dat ze graag iets maken (bouwen, construeren) met de aangeboden materialen. Ze zijn er op uit een bepaald effect of resultaat te bereiken. Ze zijn niet zozeer bezig met het bewust onderzoeken van eigenschappen of verschijnselen, maar meer met een uitkomst of produkt.
Veel kleuters zullen verslag doen van hun ervaringen of resultaten door het gewoon voor te doen of te laten zien. Vooral tijdens hun verkenningen zullen ze ervaringen ook spontaan verwoorden, soms in zichzelf en soms tegen een klasgenoot of leerkracht. Ze bedenken daarbij vaak eigen termen en benamingen en dat is voor de taalontwikkeling heel belangrijk.
Tekenen doen kleuters ook graag, zij het met hun nog beperkte tekenvaardigheid. In hun tekeningen speelt hun fantasie vaak een grotere rol dan de waargenomen werkelijkheid. We moeten aan tekeningen dus niet te hoge eisen stellen als objectieve verslaggeving; als persoonlijke verwerking is tekenen al belangrijk genoeg.
De wijze waarop kleuters waargenomen gebeurtenissen uitleggen of verklaren is meestal "vermenselijkt". Ze praten dan over levend en niet-levend materiaal alsof dat ook een wil, een gevoel, een gedachte heeft. De wolk schuift voor de zon omdat ie mij wil plagen. Gebeurtenissen hebben dan ook niet een oorzaak, maar meer een bedoeling (finalisme), en om die bedoeling te realiseren hebben dingen en organismen menselijke eigenschappen, zoals de kleuter die zelf ook heeft. Uiteraard kunnen er tegenstrijdigheden bij dergelijke redeneringen optreden, maar dat is voor de kleuter geen probleem.

Kwaliteiten

1/2.wrm.1 Opvallende kenmerken en onderdelen onderscheiden bij organismen en voorwerpen.

1/2.wrm.2 Classificeren op één kenmerk.

1/2.wrm.3 Door vergelijken en ordenen overeenkomsten en verschillen vaststellen.

1/2.wrm.4 Duidelijke veranderingen vaststellen.

1/2.wrm.5 Op lengte seriëren en lengte meten met eigen eenheden

1/2.wrm.6 Voorwerpen op gewicht vergelijken met een balans

1/2.exp.1 Via een vrije en gerichte exploratie met alle zintuigen eigenschappen verkennen.

1/2.exp.2 Iets maken of bouwen met eenvoudige materialen.

1/2.vrw.1 Met eigen woorden eigenschappen beschrijven of op een andere manier weergeven.

3/4. Onderbouw (6-8 jaar)

Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Gericht zoeken naar en ordenen van eigenschappen en kenmerken, die van invloed kunnen zijn op een gebeurtenis of verschijnsel.***

Toelichting

In de onderbouw zullen de kinderen steeds meer oog krijgen voor kleinere veranderingen en minder opvallende verschillen tussen voorwerpen en organismen. Daarbij kunnen hulpmiddelen zoals de loupe worden gebruikt. Er is meer aandacht voor herhalingen (regelmaat in de tijd) en patronen (regelmaat in de ruimte), bijvoorbeeld de beweging van de zon langs de hemel of het patroon van stenen in een muur. Classificeren op overeenkomstige kenmerken kan nu ook op meerdere eigenschappen, maar dan wel na elkaar. Rond deze leeftijd breekt het inzicht door in het zgn. behoud van lengte en aantal. Dat wil zeggen: ze zien in, dat het totaal aantal voorwerpen van een verzameling niet verandert, als je de voorwerpen verdeelt over kleinere groepjes of het geheel dichter bij elkaar legt. Evenzo zien ze in dat de totale lengte van een voorwerp, bijvoorbeeld een rietje, niet verandert, als je hem in stukjes knipt.
Dit inzicht is belangrijk voor het meten. Ze kunnen nu met één lineaal van 30 cm een voorwerp van bijv. 75 cm opmeten door afpassen. Ze zien nu in, dat die meting in gedeeltes hetzelfde resultaat geeft als een meting met een lange lineaal of meetlint in één keer. Verder zullen ze daarbij vertrouwd kunnen raken met de officiële eenheid (cm).
Bij gewichtmetingen lukt dat nog niet, omdat het inzicht in het behoud van gewicht meestal later komt. Uit hun dagelijks leven zullen kinderen termen als "kilo" of "pond" wel oppikken, maar dat wil nog niet zeggen, dat die begrippen echt gevuld zijn.
Geleidelijk aan wordt in deze periode het aandeel van fantasie en spel kleiner en de bewuste aandacht voor de feitelijke situatie groter. De experimenten van de kinderen zijn dan meer gericht op de omstandigheden, waaronder iets gebeurt of verandert. Bijvoorbeeld: wat gebeurt er als ik het bootje zwaarder maak? Wat gebeurt er als ik de boon op zijn kop in de grond stop? Dit soort vragen stimuleert de kinderen bewust na te gaan wat het effect is van handelingen of omstandigheden. In toenemende mate zullen kinderen zich ervan bewust

worden, dat daarbij de volgorde van handelen vaak van belang is.
Kenmerkend voor deze kinderen is ook, dat ze bepaalde handelingen graag herhalen. Ze kunnen eindeloos bezig zijn met dingen te laten drijven of zinken, of beesten op te pakken en te bekijken. Ze doen dat niet om de wetenschappelijke betrouwbaarheid van hun waarnemingen te vergroten! Het lijkt meer op een soort dadendrang, gericht op een verdieping van de ervaring. Het is in elk geval een uiting van een bepaalde behoefte, die zoveel mogelijk de ruimte moet krijgen.
Met het toenemen van de schrijfvaardigheid kunnen de kinderen in de onderbouw in korte bewoordingen gegevens vastleggen. Een voorgestructureerd invulblad is daarbij een goed hulpmiddel.
Op een globale manier kunnen waarnemingen ook in tekening worden weergegeven, zoals de vorm van een bodemdiertje of de doorsnede van een appel.
Mondelinge weergave van waarnemingen en ontdekkingen blijft natuurlijk belangrijk. In de onderbouw staan de kinderen daarbij steeds meer open voor de juiste termen en benamingen.
Je zou kunnen zeggen, dat in deze periode een overgang plaats vindt van een magisch-mythisch naar een meer realistisch wereldbeeld. Steeds minder zullen kinderen hun verklaringen zoeken in menselijke eigenschappen van dingen of organismen. Steeds meer en vooral bij overzichtelijke situaties met niet-levend materiaal zullen ze de feitelijke omstandigheden proberen aan te wijzen, waaronder gebeurtenissen optreden, in de vorm van een "als-dan"-redenering. Bijvoorbeeld: "Als iets van ijzer is, dan plakt het aan de magneet","Als je de stenen recht boven elkaar stapelt, dan wordt de muur minder stevig".
Soms bedenken ze omstandigheden, die er niet echt toe doen: "Als het water diep genoeg is, kan de boot blijven drijven". Ze denken blijkbaar dat alleen een grote hoeveelheid water in staat is zo'n zware boot boven te houden. Voor hun gevoel is veel water sterk. Veel verschijnselen worden op die manier met de begrippen "sterk" en "kracht" verklaard.
Hoewel ze dan formeel "onjuist" kunnen redeneren, is dit toch een vorm van vooruitgang van een magische naar een realistische zienswijze en dat moet positief gewaardeerd worden.

Kwaliteiten

3/4.wrm.1 Classificeren op meer dan één kenmerk, na elkaar.

3/4.wrm.2 Een loep hanteren.

3/4.wrm.3 Patronen en herhalingen herkennen.

3/4.wrm.4 Kleine verschillen en veranderingen over langere tijd vaststellen.

3/4.wrm.5 Lengte meten in cm.

3/4.wrm.6 Voorwerpen seriëren op gewicht.

3/4.exp.1 Bewust iets veranderen aan een situatie om te zien welk effect dat heeft.

3/4.exp.2 Een gerichte werkvolgorde aanhouden.

3/4.vrw.1 Als-dan relaties formuleren.

3/4.vrw.2 Juiste termen voor eigenschappen en onderdelen gebruiken.

3/4.vrw.3 Gegevens weergeven en teruglezen in pictogrammen.

3/4.vrw.4 Waarnemingen globaal in tekening weergeven.

5/6.Middenbouw (8-10 jaar). Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***2 situaties of gebeurtenissen eerlijk vergelijken en letten op relevante kenmerken; verschillen meten en overzichtelijk weergeven.***

Toelichting

In de middenbouw kunnen kinderen meer bewust kiezen voor bepaalde aspecten, waar ze bij hun waarneming op zullen letten. Ze zullen bijvoorbeeld inzien, dat je bladeren kunt herkennen aan de vorm, bladrand, nervatuur e.d. en dat een toevallig gaatje of bobbeltje er in dat verband niet toe doet.
Bij het classificeren kunnen kinderen zelf criteria bedenken en gelijktijdig toepassen. Hoe beter ze de systematiek daarachter begrijpen, hoe meer ze ook determineersleutels kunnen hanteren, waarmee voorwerpen of organismen op naam kunnen worden gebracht.
In deze periode groeit het inzicht in het behoud van gewicht en volume:
- de totale hoeveelheid klei wordt niet minder als je het geheel in stukjes verdeelt of plat slaat
- als je water overgiet van een breed glas in een smal hoog glas, verandert er niks aan het totale volume.

Het materiaal moet daarbij wel zichtbaar blijven (dus niet bij oplossen bijvoorbeeld). Pas als kinderen dit inzicht hebben, is het zinvol gewichten en volumes in officiële eenheden te gaan meten. Ze zien nu in, dat al die afzonderlijke gewichten op de ene schaal van de balans bij evenwicht even zwaar zijn als het te meten voorwerp en dat je de afzonderlijke gewichten mag optellen. Evenzo begrijpen ze nu, dat de afgelezen hoeveelheid water in het hoge maatglas gelijk is aan de oorspronkelijke hoeveelheid in het kopje bijv.
Het aflezen van een duidelijke thermometer zal ook wel lukken, al zullen ze zich niet precies realiseren wat het ding eigenlijk meet. Wel kunnen ze de afgelezen waarden verbinden met hun ervaring: boven de 25 °C is

het buiten lekker zomers, onder de 10 °C wordt het guur.
Het onderzoeken van omstandigheden waaronder iets gebeurt, kan in de middenbouw op twee manieren verfijnd worden.
Allereerst kunnen de kinderen specifieker aangeven, welke aspecten van de situatie (welke factoren) van belang zijn. Bijvoorbeeld: de invloed van licht of temperatuur. Zulke vergelijkende experimenten moeten beperkt blijven tot één factor tegelijk. Daarbij zullen ze nog veel hulp nodig hebben om zo'n vergelijking eerlijk te doen. Dus als ze onderzoeken of een tennisbal op een tegel hoger terugstuit dan op gras, moeten ze de tweede keer de bal van de zelfde hoogte laten vallen als de eerste keer.
De tweede verfijning betreft de toepassing van metingen. Door de toegenomen meetvaardigheid kan het effect van een verandering ook in getallen worden weergegeven. Experimenten kunnen dan wel het karakter krijgen van een wedstrijd: ze willen weten welke plant, welk beest, welke bal heeft gewonnen. Enig gesjoemel met de uitkomsten is dan niet uitgesloten!
De "als-dan"-redenering van kinderen in de middenbouw wordt specifieker. Ze benoemen preciezer de voorwaarden waaronder iets wel of niet gebeurt: een plantje groeit goed als het voldoende licht en water heeft. Ook kunnen ze zo'n redenering omkeren: als iets aan een magneet blijft plakken, zit er blijkbaar ijzer in. Daaruit volgt een begin van vooruitdenken en voorspellen: op basis van een dergelijke regel aangeven, wat je in een concrete situatie mag verwachten.
In de middenbouw kunnen kinderen leren gegevens weer te geven in tabellen en staafdiagrammen en die ook terug lezen. Naar mate de tekenvaardigheid en de ervaring met de loupe toeneemt, kunnen ze waarnemingen met loupe-details natekenen. Kleinere details van bijv. bodemdieren worden dan ook in tekening weergegeven en niet alleen maar de vorm.

Kwaliteiten

5/6.wrm.1 Classificeren op meer dan één kenmerk tegelijk.

5/6.wrm.2 Eenvoudige determineersleutels hanteren.

5/6.wrm.3 Op een objectieve manier verschillen en overeenkomsten aangeven, die relevant zijn voor de situatie.

5/6.wrm.4 Situaties vergelijken met situaties op andere plaatsen en tijdstippen.

5/6.wrm.5 Veranderingen bijhouden over langere tijd.

5/6.wrm.6 Temperatuur, volume, gewicht en tijd meten in officiële eenheden.

5/6.exp.1 Een eenvoudig onderzoek uitvoeren, waarbij één factor veranderd moet worden.

5/6.exp.2 Aangeven, welke omstandigheden gelijk moeten blijven, als je twee gebeurtenissen eerlijk wilt vergelijken.

5/6.vrw.1 Gegevens weergeven en teruglezen in tabellen, staafdiagrammen en thematische kaarten.

5/6.vrw.2 Een voorwerp of organisme natekenen met aandacht voor details, die je met een loupe kunt zien.

5/6.vrw.3 Een als-dan relatie omgekeerd toepassen.

5/6.vrw.4 Bij het opzetten van redeneringen ook denken aan minder direct waarneembare aspecten van de situatie.

7/8. Bovenbouw (10-12 jaar). Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Een vergelijkend experiment systematisch uitvoeren en daarbij verbanden zoeken tussen de uitkomsten***

Toelichting

In de bovenbouw gaan kinderen inzien, dat je op verschillende niveau's kunt classificeren. Er kan een hiërarchie zitten in de keuze van de kenmerken waarop je klassificeert: de eigenschap "kan vliegen" is op meer diersoorten van toepassing dan de eigenschap "heeft een snavel". Daardoor kan de ene klassificatie de andere insluiten. Kinderen kunnen ook meer abstracte termen gebruiken voor de aanduiding van het klassificatiecriterium: "kleur" i.p.v. "of het rood is"; "vorm" i.p.v. "of het vierkant of rond is" etc. Door deze inzichten kunnen determineersleutels met meer succes gehanteerd worden. Ze zullen de opbouw van zo'n sleutel begrijpen, die vanuit een indeling in hoofdgroepen steeds specifieker wordt. Ze kunnen zo'n sleutel ook zelf maken op een niet al te groot aantal voorwerpen.
Het meten zal in de bovenbouw aan kwaliteit kunnen winnen. Kinderen kunnen de noodzaak inzien van een internationaal afgesproken meet-eenheid en begrijpen, dat je een meetinstrument moet ijken.
Verder kunnen kinderen leren samengestelde eigenschappen te meten. Snelheid is samengesteld uit afstand en tijd. Je moet die dus beiden meten om iets over de snelheid te kunnen zeggen. Op dezelfde manier is oppervlakte-meting samengesteld uit twee lengte-metingen. Bij regelmatige vormen is dat makkelijk uitvoerbaar. Bij onregelmatige vormen kun je beter een evengroot stuk ruitjes-papier uitknippen en de hokjes tellen.

Het meten van de dichtheid (vroeger soortelijk gewicht) door het gewicht van een voorwerp te delen door zijn volume, zal voor veel kinderen nog te moeilijk zijn. Maar dat evengrote voorwerpen niet altijd even zwaar hoeven te zijn (of andersom) zien ze nu wel in. Dus enig zicht op de eigenschap dichtheid is er wel.
Tenslotte kunnen we over metingen nog zeggen, dat je soms metingen moet herhalen en de uitkomsten middelen om toeval uit te sluiten en betrouwbaarder resultaten te krijgen. Dat zit hem in drie dingen:

- mogelijke fouten in de meting zelf;
- een zekere toevalligheid in het te meten verschijnsel, bijvoorbeeld de plaats van boterbloemen in een wei;
- individuele verschillen tussen organismen van dezelfde soort (de zgn. biologische variatie).

In de bovenbouw zullen kinderen dat redelijk vinden.
In de bovenbouw kunnen experimentjes langzaamaan betrekking hebben op meerdere factoren, die op een gebeurtenis of verschijnsel van invloed kunnen zijn. Als je wilt weten of een bodemdiertje reageert op vochtigheid en licht, moet je vier situaties maken:
* donker-vochtig
* licht-vochtig
* donker-droog
* licht-droog

en een paar bodemdiertjes daaruit "laten kiezen". Deze systematiek kunnen kinderen in de bovenbouw leren begrijpen, als de situatie en de opdracht tenminste duidelijk is. Een dergelijke systematiek zelf uitdenken gaat wellicht te ver. Ook kunnen ze één factor stapsgewijs variëren: van veel licht via steeds minder licht naar donker, of een bal van een steeds grotere hoogte laten vallen. Verder kunnen ze werken met modellen op schaal. Bepaalde eigenschappen, die je aan je eigen gemaakte brug hebt ontdekt (bijv. van rietjes en spelden) gelden tot op zekere hoogte ook voor echte bruggen.
Kinderen in de bovenbouw kun je vragen vooraf na te denken over de mogelijke uitkomsten van hun proefjes. Het nagesprek over de echte uitkomsten wordt dan ook veel interessanter.
Naast staafdiagrammen kunnen we in deze periode ook gaan werken met lijngrafieken, zolang de gegevens langs de twee assen van de grafiek in de werkelijkheid ook herkenbaar zijn, zoals bijv. bij een grafiek van de groei van een plant.
Ook kunnen de kinderen leren uit zo'n grafiek tussenliggende waarden af te lezen (die dus niet echt gemeten zijn), het zgn inter- of extrapoleren.
De volgende stap is dan het leggen van vergelijkende verbanden tussen de waargenomen verschijnselen, bijv.: hoe warmer het water, des te sneller het zout oplost; hoe hoger de zon, des te korter de schaduw. Uit rijtjes eenvoudige gehele getallen kunnen vaste verhoudingen

afgeleid worden: als een veer bij een belasting van 3, 6 en 9 gram resp. 1, 2 en 3 cm uitrekt, zie je de vaste verhouding van 3:1.
Als op zo'n manier een algemene regel is ontdekt, kunnen de kinderen ook bedenken, wat de consequentie daarvan is in een andere situatie: na de proef met de veer mag je verwachten, dat je bij een andere veer ook een vaste verhouding kunt zien tussen belasting en uitrekking.
Verder kunnen deze kinderen zich realiseren, dat meerdere factoren tegen elkaar in kunnen werken. Een groter stuk hout is weliswaar zwaarder dan een klein stuk, maar heeft ook een groter volume, zodat het toch blijft drijven.
Ze begrijpen nu ook, dat een proefje, waarbij niets gebeurt of verandert, toch als resultaat meetelt, al vinden ze dat nog wel teleurstellend. Het is natuurlijk niet leuk als jouw bakje met tuinkers niet of niet zo mooi opkomt als die van je klasgenoot. Maar toch is dat resultaat heel belangrijk om te kunnen achterhalen welke invloeden daarbij een rol kunnen hebben gespeeld en is dus net zo leerzaam als de andere uitkomsten.

Kwaliteiten:

7/8.*wrm.1*	Classificeren met insluiting van klassen.
7/8.*wrm.2*	Determineersleutels hanteren.
7/8.*wrm.3*	Samengestelde eigenschappen mèten (snelheid, oppervlak).
7/8.*wrm.4*	Toevalligheid bij metingen uitsluiten door metingen te herhalen en te middelen.
7/8.*wrm.5*	Meetinstrumenten op betrouwbaarheid controleren.
7/8.*wrm.6*	Grotere aantallen, hoogtes, afstanden, gewichten en volumes schatten.
7/8.*exp.1*	Een onderzoek uitvoeren, waarbij beurtelings meer dan één factor wordt veranderd.
7/8.*exp.2*	De invloed van een factor onderzoeken, door die in stapjes te laten toe- of afnemen.
7/8.*exp.3*	Voorspellingen doen over mogelijke resultaten van een experiment.
7/8.*vrw.1*	Gegevens weergeven en teruglezen in lijngrafieken.
7/8.*vrw.2*	Uit een reeks gegevens tussen- of verderliggende waarden schatten (inter- en extrapoleren).

7/8.*vrw.3* Vergelijkende verbanden leggen tussen waarnemingen (hoe meer dit, hoe minder dat etc.).

7/8.*vrw.4* Vooruit denken over de gevolgen/toepassingen van een algemene regel.

7/8.*vrw.5* Bij redeneringen ook rekening houden met proefjes en waarnemingen, waarbij er niks veranderde.

3.3 De houdingen

Het bevorderen van bepaalde houdingen is misschien wel de belangrijkste opdracht van het onderwijs, maar meteen ook de moeilijkste. Gevoelens van zorg, verantwoordelijkheid, eerlijkheid etc. laten zich niet met een eenvoudige didaktiek aanpraten. Het vraagt om de juiste sfeer van werken en het juiste voorbeeld van de volwassenen. Daarnaast zit er in elke houding wel een kenniselement: je kan je pas bezorgd maken over de veiligheid van anderen, als je weet dat een bepaalde handeling gevaarlijk kan zijn. Zonder moralistisch te worden zullen we dus ook bij natuuronderwijs de kinderen door de juiste sfeer, het goede voorbeeld en de juiste informatie in staat moeten stellen zich belangrijke houdingen eigen te maken.
Houdingen bij natuuronderwijs kunnen we indelen in de volgende categorieën:

code:	categorie
nat.	de levende en niet-levende natuur zelf.
han.	het hanteren en bestuderen van de levende natuur.
sam.	de belangen van anderen en de samenleving.

Voor elk van deze drie categorieën formuleren we hieronder voor elke bouw een aantal kwaliteiten, uitgaande van een hoofdaccent en voorafgegaan door enige toelichting.

1/2. Kleuters (4-6 jaar)

Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Nieuwsgierigheid voor materialen en organismen, evenals belangstelling/respect voor andermans activiteiten en materialen.***

Toelichting

De nog egocentrische instelling van kleuters is natuurlijk bekend. Bij natuuronderwijs zie je dan ook, dat kleuters graag voor zichzelf werken. Ze willen zelf bezig zijn met materialen en organismen, maar willen wel hun ontdekkingen aan elkaar laten zien of vertellen. Ontdekkingen van anderen doen ze dan zelf

weer opnieuw. Een eerste overwinning van het egocentrisme kan de leerkracht stimuleren, door kleuters te leren om de beurt met aangeboden materialen te werken, maar vaak is dat nog erg moeilijk.
De grote nieuwsgierigheid van kleuters is ook zo'n bekend punt en voor natuuronderwijs is dat een goed begin. Elke nieuw aangeboden materiaal heeft onmiddelijk de belangstelling. De leerkracht zal de kinderen moeten helpen even geduld te hebben tot ze aan de beurt zijn en daarna de belangstelling even vast te houden. Wijzen op nieuwe aspecten of mogelijkheden is daarbij een goed hulpmiddel. Maar vooral is het de kunst ervoor te zorgen, dat de kinderen de situatie fantastisch spannend en ontroerend vinden.

Kwaliteiten

1/2.nat.1 Waardering voor mooie dingen en organismen.

1/2.han.1 Voorzichtigheid bij het omgaan met materialen en organismen.

1/2.sam.1 Belangstelling voor de activiteiten van anderen.

3/4. Onderbouw (6-8 jaar): Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Zorg voor materialen en organismen en bereidheid tot het gezamenlijk ondernemen van activiteiten***

Toelichting

Ook in de onderbouw werken kinderen nog graag voor zichzelf. Wel zal het steeds beter lukken samen materiaal te verdelen en elkaar te helpen. Ze staan meer open voor ontdekkingen van anderen en vergelijken die met hun eigen ervaringen.
Hun nieuwsgierigheid krijgt meer het karakter van weetgierigheid. Bij de opbouw van een meer realistisch wereldbeeld hebben de kinderen steeds meer behoefte aan feitelijke informatie. Vandaar het belang van een aktieve vorm van natuuronderwijs, waarmee deze weetgierige grondhouding levend gehouden kan worden.

Kwaliteiten

3/4.nat.1 Respect voor de waarde van het individuele leven.

3/4.nat.2 Zorg t.a.v. het opruimen van materialen en de verzorging van organismen.

3/4.han.1 Plezier in het werken met concreet materiaal.

3/4.han.2 Volharding om langere tijd en herhaald waar te nemen.

3/4.sam.1 Coöperatieve opstelling bij het verdelen van of beurtelings werken met materialen.

5/6. Middenbouw (8-10 jaar) Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Zorgvuldigheid bij de uitvoering van experimentele activiteiten en belangstelling voor het redeneren daarover***

Toelichting

Bij het nadenken over resultaten zullen kinderen in deze periode ook de resultaten van anderen kunnen betrekken. De samenwerking kan dus aan kwaliteit winnen, doordat ze vragen naar de bevindingen van anderen.
Er treedt ook meer discussie op: ze zullen eigen ideeën willen ontwikkelen en verdedigen.
De weetgierigheid is nog steeds groot en krijgt door de toegenomen leesvaardigheid nieuwe stimulansen. Ze staan open voor aanvullende informatie uit boeken ed., omdat ze meer nieuwsgierig zijn naar inzichten dan naar pure feiten.
Bij het omgaan met levend en niet-levend materiaal kan een groter beroep worden gedaan op de eigen verantwoordelijkheid van de kinderen en een gevoel van zorg en verantwoordelijkheid gestimuleerd worden.

Kwaliteiten

5/6.nat.1 Waardering voor de grote verscheidenheid aan levensvormen en de vele ingenieuze oplossingen voor levensfuncties.

5/6.han.1 Gevoel voor de noodzaak van informatiecontrôle.

5/6.han.2 Zelfstandigheid bij het beheer en verzorging van materialen en organismen.

5/6.han.3 Initiatief tot het ontwikkelen en verdedigen van eigen ideeën.

5/6.omg.4 Nieuwsgierigheid naar de juiste termen en nadere informatie.

5/6.sam.1 Bereidheid gebruik te maken van de gegevens of resultaten van anderen.

7/8. Bovenbouw (10-12 jaar) Hoofdaccent voor deze periode is:

* ***Bereidheid systematisch, eerlijk en met volharding te werken en taken te verdelen; aandacht voor voor- en nadelen van technologische toepassingen***

Toelichting

In de bovenbouw kunnen kinderen samenwerken door taken te verdelen. Als een groepje onderzoekt op welke voedingsbodem het beste schimmel groeit en een ander groepje bij welke temperatuur, kunnen ze van elkaars resultaten leren. Ze hoeven dan niet allemaal precies dezelfde ervaring op te doen. Binnen een groepje heb je wel kans, dat het altijd dezelfde is die het proefje uitvoert en anderen alleen maar laat opschrijven. Taakverdeling mag dus niet leiden tot eenzijdigheid. Ze zullen moeten leren verantwoordelijk te zijn voor elkaar.
Doorzettingsvermogen, om bij een mislukte poging met een andere aanpak een nieuwe te wagen mag ook best gestimuleerd worden. De directe weetgierigheid van jongere kinderen zijn ze een beetje kwijt. Ze houden het al gauw voor gezien en iets herhalen voor de zekerheid bijv. hoeft dan niet zo nodig.
In de discussie zullen kinderen in de bovenbouw meer openstaan voor ideeën van anderen en dit in hun eigen oordeelsvorming betrekken.
Dat oordeel betreft ook de problemen in onze samenleving, waarover de kinderen via de media steeds meer te horen krijgen (techniek en milieu). Zonder te moraliseren en zonder kinderen te belasten met problemen van grote mensen is het goed hun zorg op deze punten serieus te nemen en levend te houden

Kwaliteiten

7/8.*nat*.*1* Waardering voor de regelmaat en wetmatigheid in de natuur.

7/8.*han*.*1* Volharding om na een mislukking of omwille van een grotere betrouwbaarheid proeven te herhalen of te verbeteren.

7/8.*han*.*2* Gevoel voor logisch redeneren en voorspellen.

7/8.*han*.*3* Belangstelling voor het verwerken en beoordelen van ideeën van anderen.

7/8.*sam*.*1* Bereidheid tot samenwerken door taken te verdelen.

7/8.*sam*.*2* Verantwoordelijkheid voor klasgenoten (veiligheid).

7/8.*sam*.*3* Objectieve opstelling bij het afwegen van voor- en nadelen van technologische ontwikkelingen.

Noten bij hoofdstuk 3.

1. Klimas (1970) noemt 5 zaken, die centraal moeten staan bij milieu-educatie:

1. gevoel van verwondering;
2. ecologische kijk op de omgeving;
3. bewustzijn van de diversiteit aan dingen;
4. idee van onderlinge relaties tussen de dingen;
5. besef van verandering.

Deze punten gelden evengoed het natuuronderwijs. Voor punt 1 verwijzen we naar par. 3.3 en de punten 2 en 4 hangen o.i. sterk samen. Door het woord "diversiteit" te vervangen door "variatie" ontstaat de driedeling, die in par. 3.1 wordt aangehouden.

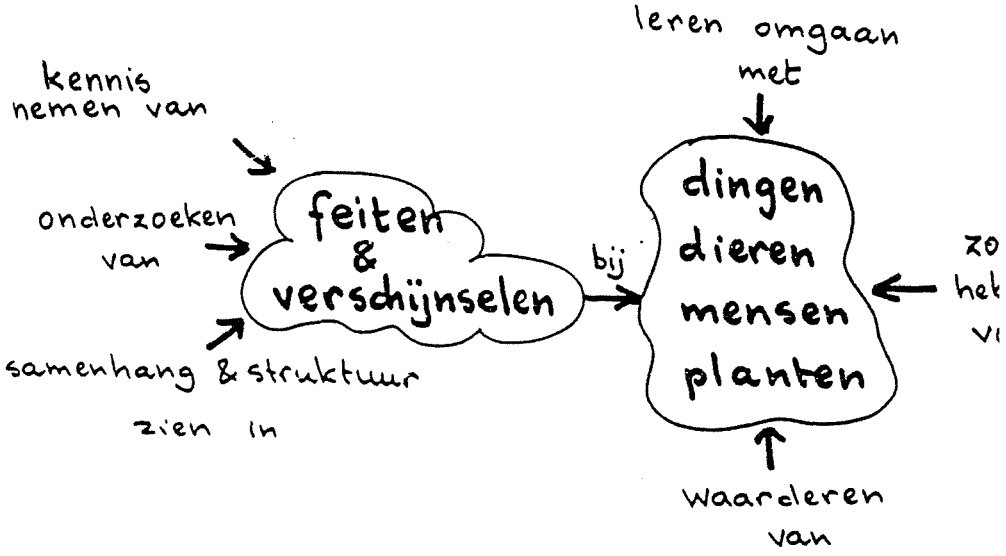
HOOFDSTUK 4: DE INHOUD VAN NATUURONDERWIJS

In dit hoofdstuk, dat gaat over de inhoud van natuuronderwijs gaan we eerst in op de motieven die een rol spelen bij het bepalen en ordenen van die inhoud (paragraaf 4.1). Dit mondt uit in een voorstel de leerstof te ordenen in 7 aandachtsgebieden. Vervolgens wordt dit inhoud nader toegelicht door ieder van de aandachtsgebieden afzonderlijk te bespreken in paragraaf 4.2.

4.1 Aandachtsgebieden bij natuuronderwijs

4.1.1 Inleiding

Eigenlijk kun je natuuronderwijs beschouwen als een logisch vervolg op "kennis der natuur" zoals dat jarenlang gegeven is op de lagere school. Maar er zijn belangrijke verschillen. Bij "kennis der natuur" lag de nadruk sterk op het kenniselement en het ging vooral over biologie. Dat hier nu verandering in gebracht is valt duidelijk af te lezen uit het al eerder getoonde schema van paragraaf 2.1.



Typering van natuuronderwijs

We zien hierin heel ruw waarover het natuuronderwijs gaat en wat voor soort activiteiten er aan de orde kunnen komen. In ieder geval laat het schema duidelijk zien dat kennisnemen maar één van de aspecten van natuuronderwijs is en dat naast de levende organismen ook de dingen aandacht verdienen. Dit strookt heel duidelijk met wat er in de Wet op het basisonderwijs staat. In artikel 10 wordt daar bij de kennisgebieden gesproken van: de natuur, waaronder de biologie. Dit betekent dat naast biologie ook aandacht besteed dient te worden aan onderwerpen die verband houden met scheikunde, natuurkunde, natuurkundige aardrijkskunde en dergelijke.

Het begrip natuur moet dus breed opgevat worden. Met natuur wordt niet de "groene" natuur bedoeld. Het gaat over de hele ons omringende materiële werkelijkheid, dus de levende en de levenloze natuur, waartoe ook allerlei zaken behoren die met techniek te maken hebben.

4.1.2 Keuze van inhoud

Vanzelfsprekend kan de hele natuur niet volledig bij natuuronderwijs aan bod komen. Daarvoor ontbreekt alleen al de tijd. We zullen dus een keuze moeten maken. Bij deze keuze zullen we ons moeten laten leiden door wat er in de wet staat, de aanbevelingen van de innovatiecommissie basisonderwijs en de reeds eerder genoemde doelen (uit hoofdstuk 3) en uitgangspunten (uit hoofdstuk 2) van het project NOB. Dit betekent onder meer het volgende:

1. De leerstof wordt niet gekozen uit de theorie van afzonderlijke vakken: de direkte omgeving is bron voor leerstof;
2. De leerstof moet de mogelijkheid bieden dat leerlingen zelf actief bezig kunnen zijn;
3. De leerstof moet passen bij de leerlingen, dat wil zeggen aansluiten bij het niveau en de leef- en belevingswereld van het kind;
4. De leerstof moet de mogelijkheid bieden aandacht te schenken aan zorg en verantwoordelijkheid voor jezelf, je medemens en je omgeving;
5. De leerstof moet leiden tot meer greep op de materiële werkelijkheid. De leerstof moet dus laten zien dat ons bestaan bepaald wordt door krachten en verschijnselen in de natuur en hoe we ons hiertegen beschermen (bijv. kleding, behuizing) of er gebruik van maken (bijv. technische toepassingen, voedsel verbouwen).

Met deze vijf punten is rekening gehouden bij het programmavoorstel dat staat in hoofdstuk 5. We zien daar bijvoorbeeld steeds een opsomming van aan de dagelijkse leefwereld ontleende onderwerpen waarbij leerling- activiteiten veel nadruk krijgen en vakwetenschappelijke theorieën sterk op de achtergrond staan.
Maar dat is niet het enige. In de volgende paragraaf zal blijken dat ook de ordeningen van de inhoud voor een deel te maken heeft met de vijf genoemde keuzecriteria voor leerstof.

4.1.3 Ordening van de inhoud

Rekening houdend met wat in de vorige paragraaf staat kunnen we nu een lijst van gewenste leerinhouden opschrijven. Dat wordt dan een erg lange en saaie opsomming. Daarom is het nodig op één of andere manier vooraf een ordening aan te brengen. Dit kan op verschillende manieren. Daar gaan we nu verder op in.

Laten we eerst nog eens kijken naar het eerder gegeven schema. We zien dat natuuronderwijs gaat over objecten,

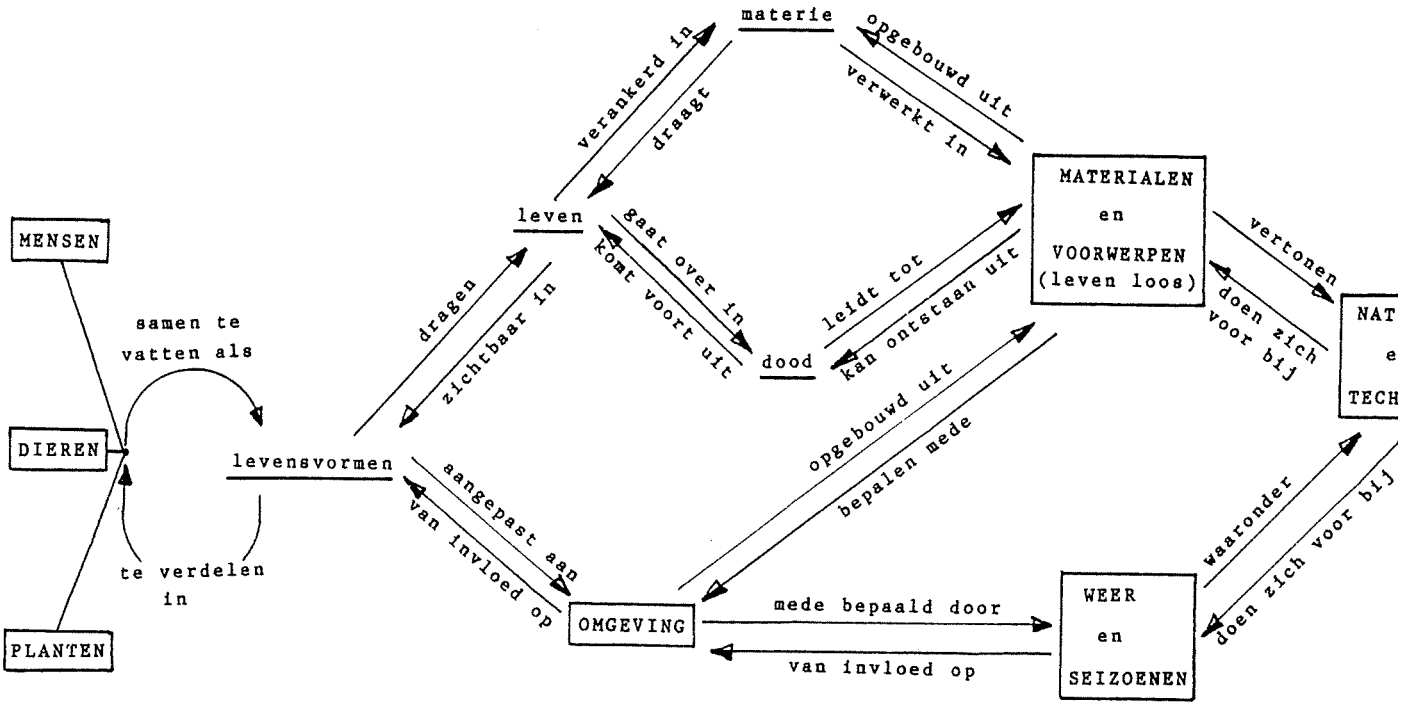
namelijk: dingen, dieren, mensen en planten. We zouden dus een leerstofindeling kunnen maken die hier van uitgaat. Maar dat zou wat te beperkt zijn want het schema laat meer zien.
Door kennis te nemen van feiten en verschijnselen kunnen we het één en ander leren over deze objecten. Ook kunnen we letten op samenhangen en structuren in deze feiten en verschijnselen. Bijvoorbeeld: voor regen zijn wolken nodig, roofdieren hebben een ander gebit dan knaagdieren, enz. Dit leidt tot inzicht in samenhangen, begrippen, principes en wetmatigheden (zie par. 3.1.).
Tenslotte leren we al bezig zijnde met het onderzoeken, verzorgen en omgaan hiermee allerlei vaardigheden en houdingen.
Daar is reeds het nodige over gezegd in paragraaf 3.2. en 3.3. Al met al kun je de inhoud van natuuronderwijs typeren door op te sommen over welke objecten, feiten, verschijnselen, inzichten, vaardigheden en houdingen het gaat. De leerstof omvat dus hele uiteenlopende zaken. Het zou mooi zijn als je de leerstof vanuit één systeem consistent kon indelen, bijvoorbeeld alleen feiten, of verschijnselen, of inzichten, enz.
Bij zo'n indeling mag je een onderwerp als vogels (objecten) bijvoorbeeld niet in één adem noemen met zoiets als zwaartekracht (verschijnsel).
Om aan dit bezwaar tegemoet te komen zijn in binnen- en buitenland bij allerlei projecten talloze pogingen ondernomen om te komen tot een consistente indeling van de leerstof. Dit lukt tot op zekere hoogte, mits je je beperkt tot grote overkoepelende begrippen zoals materie, relaties, verandering, ruimte, tijd, energie, leven, structuur, kans, verscheidenheid. Het grote bezwaar van al deze indelingen is dat ze een kunstmatige geconstrueerd karakter hebben. Ze sluiten niet aan bij de reeële onderwijspraktijk. Er is sprake van typisch vakwetenschappelijke begrippen waar leerkrachten en leerlingen zich slecht in kunnen vinden. Een indeling naar alleen objecten lijkt dan zinvoller, maar dit lukt niet omdat je er een begrip als groei of een verschijnsel als beweging slecht mee kunt typeren.
Het is dus ondoenlijk de leerstofindeling vanuit één ordeningsprincipe te maken, omdat dit leidt tot een onbruikbaar theoretisch overzicht. Je kunt dus beter een indeling maken die in de lespraktijk goed voldoet en waarbij bovendien rekening gehouden wordt met de vijf eerder genoemde kriteria voor leerstofkeuze. Zo moet bijvoorbeeld de werkelijkheid en de leefwereld van de leerlingen goed herkenbaar zijn.
Binnen het project NOB heeft één en ander geleid tot een verdeling in de volgende zeven aandachtsgebieden.

- eigen lichaam;
- dieren;
- planten;
- materialen en voorwerpen (de dingen naar hun aard);

- verschijnselen uit natuur en techniek;
- weer en seizoen;
- omgeving;

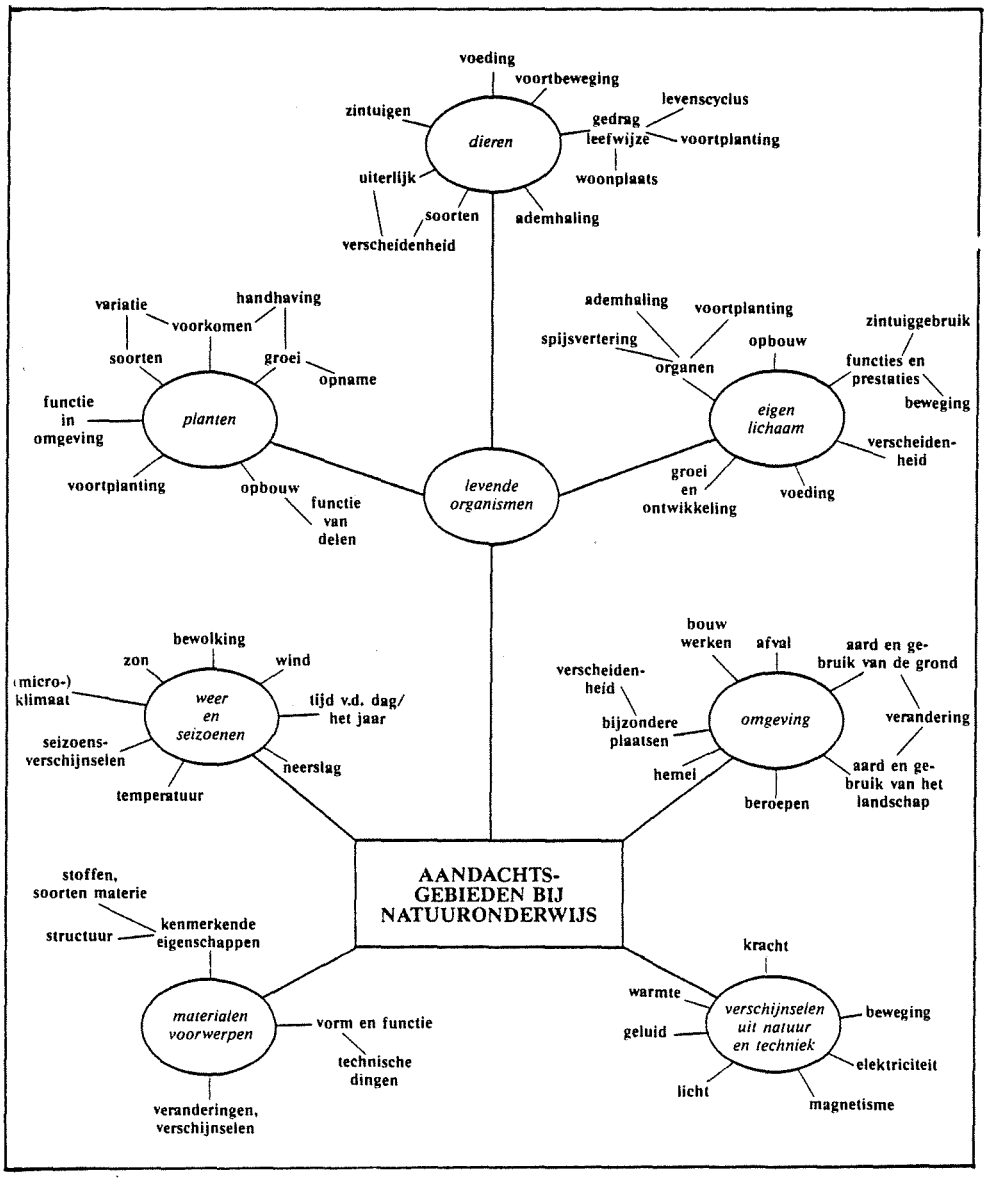
In deze indeling is de oorspronkelijke verdeling in dingen, dieren, mensen en planten nog steeds zichtbaar, maar we zien ook feiten en verschijnselen. De indeling laat het natuuronderwijs in haar volle breedte zien. Het is niet alleen maar biologie. Andere natuurwetenschappen als natuurkunde, sterrenkunde en fysische geografie zijn herkenbaar, maar niet als aparte vakken. Bij een aandachtsgebied als "weer en seizoenen" en "omgeving" zijn er juist goede mogelijkheden de leerstof uit de verschillende natuurwetenschappen in samenhang aan te bieden.
Door het ontbreken van vage overkoepelende begrippen als energie of verscheidenheid verschaft deze indeling duidelijkheid over het soort onderwijs waar het hier om gaat. Het is niet moeilijk je hier leerstof bij voor te stellen die past bij de werkelijkheid en het dagelijks leven van leerlingen. Ieder aandachtsgebied omvat in principe ongeveer evenveel leerstof en om een goede variatie in natuuronderwijs te garanderen moet ieder gebied regelmatig aan de orde komen.
Inderdaad hebben ervaringen met proefscholen binnen het project NOB uitgewezen dat het mogelijk is zo goed tot een een evenwichtig stuk natuuronderwijs te komen.
Overigens zijn er ook voorbeelden van succesvolle buitenlandse science projekten die eveneens kiezen voor een soortgelijke indeling in aandachtsgebieden(1).
Het is niet zó dat ieder aandachtsgebied apart staat. Het blijft goed mogelijk het natuuronderwijs in samenhang te doen verlopen. Veel onderwerpen zullen immers in meer dan één aandachtsgebied aan de orde komen. Denk bijvoorbeeld maar aan vogels. Dit zijn levende organismen, die ongetwijfeld thuis horen in het aandachtsgebied dieren. Maar als je praat over vogeltrek of het met elkaar omgaan van vogels als ze gaan nestelen dan komt het aandachtsgebied omgeving meer naar voren en bij het vliegen kun je weer verbanden leggen naar "natuur en techniek".

Kortom: de diverse aandachtsgebieden zijn wel te onderscheiden, maar niet te scheiden.
Iets van die samenhang blijkt ook uit het volgende schema.



4.1.4 Uitwerking van de aandachtsgebieden

In paragraaf 4.2. wordt ieder van de aandachtsgebieden nader uitgewerkt. Vooruitlopend daarop is het goed alvast iets over ieder aandachtsgebied te zeggen en aan te geven wat zoal de belangrijkste feiten, begrippen en verschijnselen zijn waar het hierbij om gaat. Het volgende schema (zie volgende blz.), opgezet op grond van praktijkervaringen met scholen laat dit zien.



Eigen lichaam

Kinderen voelen zich sterk betrokken bij het functioneren van hun eigen lichaam. Die aandacht wordt nog eens versterkt doordat kinderen, door groei en onwikkeling allerlei lichamelijke veranderingen doormaken. In dit opzicht betekent het kiezen voor een aandachtsgebied eigen lichaam dat goed tegemoet wordt gekomen aan het criterium dat de leerstof bij natuuronderwijs moet aansluiten bij de leef- en belevingswereld van de kinderen. In principe zou het mogelijk zijn het eigen lichaam onder te brengen bij levende organismen maar dan is het denkbaar dat het eigen lichaam tijdens de lessen natuuronderwijs wordt "vergeten". Bovendien leert de ervaring dat het eigen lichaam tijdens de lessen natuuronderwijs in het algemeen op een wat andere manier aan bod komt. Kinderen zijn nu eenmaal bij hun eigen lijf op een wat andere manier betrokken dan bij dieren. Dit blijkt ook uit de verschillende omschrijvingen in het schema rondom het eigen lichaam en dieren.
Bij het eigen lichaam zien we wat meer de aspekten die verband houden met het functioneren en veranderen van

het lichaam: zintuiggebruik, groei en ontwikkeling, functies en prestaties, wat zit er in je lijf (organen). Bovendien is ook het "zorgen" voor het eigen lijf van groot belang. Hier ligt een duidelijke relatie met het leergebied bevordering van gezond gedrag. Vanzelfsprekend is er ook een relatie mogelijk met de lessen lichamelijke oefening.

Dieren

Via het aandachtsgebied dieren maken de kinderen kennis met een aantal essentiële zaken die verband houden met deze levensvormen. Ze hebben voedsel en een plek om te leven nodig. Voor het bemachtigen van voedsel moeten ze zich gewoonlijk kunnen voortbewegen en dat kan op allerlei manieren. Communiceren doen ze met zintuigen en het in stand houden van de soort gebeurt dankzij de voortplanting. Niet iedere diersoort doet dit op dezelfde manier en zo is er verschil in gedrag en leefwijze.
Vanzelfsprekend komen al deze aspekten niet in één samenhangend geheel aan de orde. Dat zou voor de basisschool te ver voeren. Maar het is wel nuttig en leerzaam iets te laten zien van de variatie in de levende natuur en het belang daarvan voor mens en dier.

Planten

Voor planten geldt iets soortgelijks als voor dieren zij het dat planten als levend organisme wat "eenvoudiger" zijn dan dieren en ook door kinderen anders bekeken worden dan dieren. Het heeft geen zin over de zintuigen van planten te spreken, maar zaken als opbouw, groei en met name de functie als voedsel verdienen binnen het natuuronderwijs op de basisschool een duidelijke plaats. De term functie mag in dit verband overigens breed worden opgevat. Planten zijn niet alleen bruikbaar als voedsel, maar bijvoorbeeld ook als recreatieobject (bos), woonplaats (voor allerlei dieren) of constructiemateriaal (riet, hout, e.d.).

Materialen en voorwerpen

We gaan dagelijks om met allerlei materialen en voorwerpen. Door kennis te nemen van de eigenschappen, veranderingen, vormen en functies daarin zijn we beter in staat van al die materialen en voorwerpen gebruik te maken. Bijvoorbeeld met behulp van technische dingen als een weegschaal, of een magneet. Zo leer je meer greep krijgen op je materiële werkelijkheid.

Verschijnselen uit natuur en techniek

Bij dit aandachtsgebied gaat het om een aantal verschijnselen die op één of andere manier met energie te maken hebben: kracht en beweging, electriciteit en magnetisme, licht en geluid, warmte.
Toch vermijden we hier liever de term energie omdat het abstracte begrip energie voor basisschoolkinderen veel te ver gaat. Het is veel nuttiger aandacht te schenken aan de genoemde verschijnselen zelf en de toepassingen daarvan. Kinderen komen er veelvuldig mee in aanraking bij hun spel en het omgaan met allerlei speelgoed. Dit aandachtsgebied sluit dus zeer goed aan bij de leef- en

belevingswereld van de kinderen. Daarnaast is hier duidelijk sprake van een stuk techniek waarmee kinderen meer greep krijgen op hun materiële werkelijkheid.

Weer en seizoenen

Het weer en de seizoenen zijn van grote invloed op ons bestaan. Voor kinderen zijn vooral zon, wind, neerslag en temperatuur van belang. Ook de dierenwereld wordt daardoor beïnvloedt en zeker als we kijken naar het effect van deze weersverschijnselen op een wat langere termijn.
Vanzelfsprekend hebben seizoensverschijnselen veel te maken met het vak aardrijkskunde.

Omgeving

Het aandachtsgebied omgeving neemt in het rijtje een enigszins bijzondere plaats in. Toch heeft de onderwijspraktijk uitgewezen dat dit ogenschijnlijk merkwaardig aandoende aandachtsgebied binnen natuuronderwijs een aantal zeer wezenlijke onderwerpen in zich herbergt zoals hemelverschijnselen en aard en gebruik van het landschap en de grond. Hier zijn goede mogelijkheden het onderwijs in samenhang aan te bieden. Dit geldt voor het natuuronderwijs zelf: als je uitgaat van het omgevingsperspektief hangt alles met alles samen. Maar er is meer. Er liggen vanzelfsprekend ook duidelijke relaties met andere vakken zoals aardrijkskunde (ook via "bijzondere plaatsen") en milieu-educatie (ook via "afval"): zorg en verantwoordelijkheid voor je omgeving.

Tenslotte

Het schema met de aandachtsgebieden laat ruwweg zien wat de inhoud van natuuronderwijs dient te zijn, maar een nadere invulling voor de klassepraktijk ontbreekt nog.
Welnu in hoofdstuk 5 wordt hiervoor een programmavoorstel gedaan in de vorm van een opsomming van geschikte (nuttig en haalbaar) activiteiten per aandachtsgebied. Dit doen we daar niet per groep (klas) maar per bouw: kleuter-, onder-, midden-, en bovenbouw.

4.2 Typering van de aandachtsgebieden

In deze paragraaf wordt elk van de hiervoor aangeduidde aandachtsgebieden nader getypeerd. Steeds wordt daarbij besproken:
- wat de belangrijkste doelen zijn voor dat aandachtsgebied;
- om welke inhouden het gaat;
- hoe kinderen daar op hun manier over kunnen denken;
- welke verbindingen er zijn met andere aandachtsgebieden.

4.2.1 Het aandachtsgebied "Wijzelf".

Het gaat bij dit aandachtsgebied om het eigen lichaam als voorwerp van onderzoek. Het gaat hier ook om de manier waarop dit lichaam in elkaar zit en de

eigenschappen die het heeft. Deze eigenschappen vormen de basis van de levensfuncties en het gedrag dat ons lichaam vertoont.
Het essentiële inzicht is dat ons lichaam kenmerken en eigenschappen heeft die het onder allerlei omstandigheden doeltreffend kunnen laten funktioneren.
Kinderen moeten daartoe:

1. *kunnen vaststellen welke kenmerken hun lichaam heeft en daarna onderscheid tussen mensen kunnen aanbrengen;(variaties)*

2. *kunnen vaststellen dat sommige kenmerken gedurende groei of als gevolg van omstandigheden kunnen veranderen. Dat andere eigenschappen vrijwel onveranderlijk zijn;(veranderingen)*

3. *kunnen duidelijk maken hoe eigenschappen funktioneel zijn voor het leven het individu en het voortbestaan van de soort.(relaties)*

Deze inzichten kunnen ontstaan op basis van vele waarnemingen en metingen aan het eigen lichaam. Op vaardigheden uit deze categorieën wordt bij dit aandachtsgebied een speciaal beroep gedaan. Dat geldt bijvoorbeeld minder voor experimenteren. Je stuit al gauw op principiële grenzen, als je wilt onderzoeken hoe het menselijke lichaam in bepaalde omstandigheden reageert! Daartegenover staat, dat je er gemakkelijk toe komt de waarnemingen van alle leerlingen met elkaar te vergelijken en daarvoor moet je ze overzichtelijk weergeven (verwerken in tabellen en grafieken).Bij dit aandachtsgebied spelen de verhoudingen uit alle categorieën van par.3.3. wel een rol. Speciaal geldt hier

- dat waardering voor de bouw en functies van het lichaam kan leiden tot een houding van zorg en daarmee tot gezond gedrag;
- dat waargenomen verschillen tussen mensen aanleiding moeten zijn om tot wederzijdse acceptatie en respect te komen.

1. Kenmerken, overeenkomsten, verschillen

Het hoofdbegrip is hier de verscheidenheid van mensen. Deze kunnen we vaststellen door te kijken naar hun kenmerken en eigenschappen. Kinderen kunnen lichaamskenmerken onderscheiden en herkennen als grootte, huidskleur, haar- en oogkleur, grootte en vorm van lichaamsdelen en organen.
Zeker bij jongere kinderen zijn juist deze, van buiten gemakkelijk waarneembare, kenmerken voor de hand liggend. Deze kenmerken hebben, om door kinderen onderling redelijk eenduidig te worden gehanteerd, maar een kleine toelichting nodig.

Voor wat oudere kinderen kan ook aandacht worden geschonken aan de inwendige bouw. De waarnemingen worden dan gedaan door het van buiten af opmerken van effecten van inwendige organen. Het hart kun je localiseren door te luisteren of te voelen. Hetzelfde geldt voor de longen, de ingewanden en het skelet. Het gaat erom dat kinderen meer weten van hun eigen lichaam en betekenis kunnen toekennen aan de verschijnselen die waar te nemen zijn. Hiertoe behoort ook de aard van de directe organen en de verschillen in prestaties van organen bij verschillende kinderen.

Het zien van variaties is een vaardigheid die kinderen kunnen trainen. Vele kenmerken lenen zich tot meting in kwalitatieve en kwantitatieve zin. Het ontdekken van verschillen kan leiden tot een acceptatie van en waardering voor de mogelijkheden van jezelf en anderen.

2. Groei en ontwikkeling

Ons lichaam vernieuwd zich voortdurend. Oude lichaamscellen sterven af en er komen nieuwe voor in de maak. Je kunt dat merken aan de groei van nagels en haren. Je merkt dat ook aan het herstel van kleine wondjes, puistjes of plekjes. Een beschadigde huid wordt vervangen, bijvoorbeeld onder een blaar of na zonnebrand. Dat soort veranderingen komen steeds terug. Er zijn ook eenmalige blijvende veranderingen, die vooral bij kinderen nogal spectaculair zijn. Hun lichaam neemt toe in lengte en gewicht. Dat is logisch, want kinderen kunnen niet volwaasen geboren worden. Ondertussen vinden er allerlei aanpassingen plaats. Hun hoofd, dat het minste kan groeien, wordt naar verhouding kleiner, armen en benen naar verhouding juist langer. Als de onderkaak groot genoeg is voor een volwassen gebit begint het wisselen, dat tot in de puberteit duurt. Dan vinden er ook inwendige veranderingen plaats onder invloed van hormonen waardoor de uiterlijke verschillen tussen jongens en meisjes sterker worden. Maar ook later gaat het ouder worden gepaard met allerlei blijvende veranderingen, die soms aan de buitenkant waarneembaar zijn
Verandering is pas door kinderen op te merken als zij eigenschappen kunnen waarnemen en onthouden of vastleggen. Op een later tijdstip kan een nieuwe waarneming vergeleken worden met een vorige. Het verschil is dan de verandering. Voor jongere kinderen is groei al goed waarneembaar. Ze kunnen constateren dat hun schoentjes steeds te klein worden. Of ze zich realiseren dat hun voeten steeds groter zullen worden is voor de allerjongsten echter de vraag.
Wat oudere kinderen kunnen zien dat als je lange tijd (te) veel eet dat je dan dik wordt.
Door vanaf de kleutertijd regelmatig, bijv. om het half jaar de lichaamslengte te meten, hebben kinderen al spoedig een idee over hun lengtevermeerdering.
Verandering is vrijwel altijd iets wat tijd kost. Het begrip verandering wordt voor kinderen dan ook pas hanteerbaar als zij tevens een gevoel voor tijd hebben ontwikkeld.

Kinderen kunnen veranderingen zien in relatie met tijd. Grote kinderen zijn ouder dan kleine. Volwassen mensen zijn oud èn groot. Baby's zijn niet oud en klein. Mensen veranderen wel, maar kinderen passen dit begrip maar beperkt toe. Geen kind dat er aan denkt volgend jaar nieuwe schoenen nodig te hebben. Naar het verleden toe kunnen kinderen m.b.v. bijv. foto's beter nagaan hoe zij veranderd zijn.
Het wisselen van het gebit is weliswaar een langdurig proces maar kinderen van een jaar of zes constateren het wèl.

Kinderen kunnen, door steeds weer verschillen na verloop van tijd waar te nemen vaardig worden in het zien er van in andere situaties. Bovendien worden ze handig in meettechnieken.
Verandering, die voor hen zelf soms vervelend is, accepteren als een natuurlijke gang van zaken, is een houding die ook bevorderd wordt.

3. Functies

De eigenschappen van het lichaam zijn meer dan de som van de eigenschappen van de samenstellende delen. Bij de vorm van een orgaan denken we ook aan de manier waarop het in elkaar zit. Deze vorm heeft vaak een duidelijk zichtbare relatie met het functioneren. Ledematen bestaan uit stevige botten die kunnen draaien ten opzichte van elkaar. Daardoor kun je ze opvouwen en korter maken of strekken tot hun grootste lengte. Met je arm kun je zo iets naar je toe halen of weg duwen. Met je benen kun je lopen, elk been kun je achtereenvolgens buigen, strekken en naar voren zwaaien. Het verkennen van je lichaamsprestaties leert de kinderen de relatie tussen het uitoefenen van een kracht op een voorwerp en de krachtsinspanning. Het geeft inzicht in de grenzen van ons kunnen.
Zintuigen zitten in speciaal daarvoor aanwezige organen. Een zintuig als bijvoorbeeld het oog dat licht moet kunnen waarnemen moet in ieder geval ergens lichtdoorlatend zijn. Het oor moet geluidstrillingen opvangen en daarom is het buitenoor als een trechter gebouwd zodat de trillingen uit de lucht gemakkelijk worden verzameld aan het trommelvlies doorgegeven worden.
De relatie tussen inspanning en voedselbehoefte lijkt wat minder direct omdat er allerlei bewerkingen van het voedsel moeten plaatsvinden voordat je het effect merkt. Toch weten kinderen al snel het verband te leggen tussen een stevig inspanning en wat later een hongergevoel. Vooral bij kinderen in de groei kunnen ze zelf merken dat je zonder eten gauw geen fut meer hebt.
De relatie tussen de vorm van tanden en kiezen en de manier waarop je ermee bijten of kauwen kan komt duidelijk naar voren als kinderen bijvoorbeeld tijdens het wisselen van hun snijtanden proberen een hap van bijvoorbeeld een broodje te nemen.

Een andere belangrijke relatie waarin kinderen inzicht moeten krijgen is de uitoefening van de fundamentele levensfuncties door verschillende organen of combinaties daarvan.
Kinderen moeten weten:

- Dat er een spijsvertering in de ingewanden plaatsvindt en nodig is voor ons leven.
- Dat we moeten ademhalen met onze longen.
- Dat onze huid ons moet beschermen tegen afkoeling (vochtverlies).
- Dat ons lichaam onbruikbare stoffen uit de voeding in zich opneemt en afvalstoffen via uitscheiding verwijdert.
- Dat met allerlei zintuigen de wereld om ons heen moet worden waargenomen, juist omdat er gevaar kan dreigen. Kijk eerst links voor je de straat oversteekt en halverwege rechts. Als je op de fiets en walkman op hebt, hoor je niets meer aankomen.Onze neus kan ruiken of iets lekker is of vies. In het laatste geval is het vaak ook niet zo gezond voor ons.
- Dat mensen, net als planten en dieren, voor nakomelingen moeten zorgen, en dat wij daar bepaalde organen voor hebben. In die zorg voor nakomelingen zitten ook sociale aspecten: de relatie vader-moeder-kind.

Ook moeten kinderen de relaties ervaren dat lichaamsfuncties door verschillende organen tegelijk kunnen worden uitgeoefend. Je kunt een fiets zién en horen aankomen. Kinderen moeten ontdekken dat het tijdelijk uitschakelen van één waarnemingszintuig bijv. bij blindemannetjespelen, het andere zintuig steeds gevoeliger blijkt te worden en dus hogere prestaties gaat leveren.

Het zien van verbanden is een vaardigheid die geleidelijk bij kinderen kan toenemen. Door de jongste kinderen zijn directe oorzaak-gevolg combinaties al goed te onderscheiden. Toch is het soms moeilijk onderscheid te maken tussen het beleefde en de werkelijkheid.
Een kleuter doet de ogen dicht en zegt het is donker. Sommigen menen dan dat de kleuter ook denkt dat zijn omgeving in duisternis is gehuld.
Wat oudere kinderen zullen beter kunnen nagaan hoe er een verband kan zijn tussen de winnaar van het hardlopen en zijn lange benen.

Over de wijze waarop het lichaam functioneert (vooral inwendig) ontwikkelen kinderen zo hun eigen ideeën, die nogal kunnen afwijken van de officieel biologische inzichten. Soms is maar weinig verschil tussen 7-, 12-, en 17-, jarigen in de manier waarop zij zich de ontwikkeling van de foetus in de baarmoeder voorstellen. Ook onderwerpen als spijsvertering en

verbranding zijn vaak aanleiding voor misverstand. Vergeleken met onderwerpen uit de levende natuur is er uit onderzoek niet zoveel bekend over de eigen voorstellingen van kinderen over hun eigen lichaam. Daarom is het extra hard nodig eerst goed naar kinderen te luisteren, als dit soort onderwerpen aanbod komen.

Relaties met andere vakken en aandachtsgebieden

Aan het eigen lichaam kan van alles door kinderen gemeten worden en relaties tussen bijvoorbeeld handomtrek en voetlengte kunnen worden geconstateerd. De maateenheden en de verwerking in grafieken die je daarvoor nodig hebt, komen ook bij rekenen/wiskunde aan de orde. Eén van onze levensfuncties is spijsvertering. De soorten voedsel en de meest geschikte (gezondste) combinaties daarvan zoals de schijf van vier dit aangeeft, passen goed binnen het leergebied Gezondheidseducatie. Maar ook t.a.v. de hygiëne ligt de relatie voor de hand.
Mechanische principes, die berusten op kracht en arm (materialen en voorwerpen), kunnen getoetst worden door een gewicht te tillen met een al dan niet gestrekte arm. Isolatie is een voorbeeld uit het aandachtsgebied verschijnselen uit Natuur en Techniek waar kinderen d.m.v. een wollen trui kunnen ervaren dat dan de afkoeling minder wordt.Ook bij de werking van zintuigen, (geluid, licht, warmte) spelen onderwerpen uit dit aandachtsgebied mee.
De relatie met dieren zit in het vergelijken van het eigen lichaam met dat van zoogdieren, zoals dat in de bovenbouw aan de orde komt. Planten en hun samenstelling komen in dit aandachtsgebied voor in de vorm van leveranciers van voedsel, vitaminen, etc.

4.2.2 Het aandachtsgebied Dieren

Dieren onderscheiden zich door hun vorm duidelijk van planten. Maar ook de levenswijze is door de beweeglijkheid en het voorkomen van zintuigen/zenuwstelsel en een spijsverteringsstelsel heel anders dan bij planten.
Maar er zijn ook een aantal overeenkomstige levenskenmerken bij planten en dieren.

Dit aandachtsgebied zal vooral een beroep doen op vaardigheden t.a.v. het waarnemen en de verwerking daarvan. Experimenten met dieren zijn vanuit ethisch oogpunt al gauw moeilijk uitvoerbaar. Het gaat hier meer om het waarnemen van de grote verscheidenheid en de systematisering daarvan, (classificeren, determineersleutels hanteren). Bij de verwerking spelen schematische overzichten en zo precies mogelijke tekeningen een belangrijke rol. Specifieke vaardigheden betreffen het verzorgen van en omgaan met dieren.Je moet dan handig worden in het maken en onderhouden van een geschikte behuizing en in het verantwoord oppakken

en hanteren van dieren. Dat is ook van belang voor een houding van zorg en verantwoordelijkheid t.o.v. het dier. Tevens is dan de bereidheid tot taakverdelen en samenwerken aan de orde. Naast deze vaardigheden en houdingen ontwikkelen kinderen bij dit aandachtsgebied de volgende inzichten:

a. *Dieren nemen voedsel op door planten of andere dieren op te eten (relatie).*
b. *De vorm van dieren vertoont een grote verscheidenheid. Specifieke mogelijkheden zijn er t.g.v. zintuigen, zenuwen en voortbeweging. Er zijn zeer gespecialiseerde organen (variatie).*
c. *Dieren houden zich op overeenkomstige, maar ook op andere wijze in stand dan planten. Ook dieren groeien, planten zich voort, hebben stofwisseling (verandering).*
d. *Dieren hebben relaties met andere organismen w.b. voedsel, samenleving, en ze vertonen gedrag t.o.v. elkaar: er is communicatie mogelijk (relatie).*
e. *Dieren hebben een specifieke rol in kringlopen (relatie).*

Op elk punt gaan we hierna in.

a. Dieren nemen voedsel op door planten of andere dieren op te eten

Dieren kunnen aktief op zoek gaan naar plantenvoedsel of andere dieren vangen om ze op te eten.
Daar is een breed en adequaat skala van mogelijkheden voor aanwezig. Eenmaal bemachtigd, komt voedsel via de mond in een spijverteringsstelsel en via allerlei bewerkingen wordt voedsel voor allerlei doeleinden benut. Er is voortdurend aanvulling van voedsel nodig, ook al is het mogelijk om tijdelijk reserves op te slaan.

b. De vorm van dieren vertoont een grote verscheidenheid

Men kan zonder verdere beschouwing over functies en werking naar de vorm van dieren kijken. Mensen hebben de miljoenen soorten dieren na eeuwenlange bestudering in groepen ingedeeld op grond van kenmerkende eigenschappen. Grote diergroepen zijn: zoogdieren, vogels, reptielen, amfibieën, vissen. Al deze groepen hebben botten. En dan zijn er enorm omvangrijke groepen die geen botten hebben en meestal ook kleiner zijn zoals wormen en dieren met gelede poten. Bij die laatste groep horen b.v. kevers waarvan er wel 600.000 soorten zijn. De grote groepen zijn weer in kleinere groepen op te delen. Daarbij is "soort" vanuit het oogpunt van de verscheidenheid een centraal begrip. Dieren in een soort (b.v. de wolf) hebben essentiële vormkenmerken gemeen en ook de eigenschap dat de individuen die bij de betreffende soort horen met elkaar kunnen paren en jongen krijgen. Daarbij is het extra ingewikkeld dat er ook binnen een soort een zekere variatie voorkomt. Bij de veredeling van huisdieren is juist van die variatie gebruik gemaakt.

Bij de lessen over diersoorten, moeten we erop bedacht zijn, dat kinderen onder dieren eerder de "hogere" dieren rekenen zoals de gewervelde dieren.

c. Dieren houden zich in stand: groei, stofwisseling, voortplanting

Voor de instandhouding van dieren worden gespecialiseerde organen gebruikt. Alle functies van dieren (stofwisseling, bloedsomloop, uitscheiding, e.d.) worden door hersenen (met zenuwen) en klieren (met hormonen) gereguleerd. Bij de hogere dieren gaat dit gepaard met een zeker bewustzijn.
Zeker de hogere dieren, zoals zoogdieren hebben over het algemeen meer mogelijkheden om flexibel om te gaan met de levensomstandigheden. Ze zijn in staat om ideale situaties op te zoeken of zelfs te creëren. We kennen aan dieren een grotere zelfbeschikking toe dan aan planten.
Een brandnetel groeit op verstoorde nitraatrijke bodem, die plant zoekt een dergelijke omgeving niet aktief. Hiervoor geldt weer de regel: het leven is overal, het milieu selekteert. Bij een pissebed kun je wel spreken van enig zoekgedrag m.b.t. vocht en schaduw. Een hond zoekt nog aktiever en met nog meer inzet van verstandelijke vermogens zijn prooi. Een mens is zelfs nog meer in staat de natuur naar zijn hand te zetten.
Dieren groeien: ze nemen in omvang toe en er ontstaan gespecialiseerde organen. Die groei kan in fasen gebeuren met opzienbarende veranderingen zoals bij insekten, maar kan ook met een constant grondpatroon gebeuren zoals bij zoogdieren. Jonge zoogdieren lijken in grote lijnen op volwassen dieren. Bij insekten is dat niet zo. In het pop- of larve-stadium is het uiterlijk heel anders dan in het volwassen stadium. En ook andere diersoorten kennen een levenscyclus met duidelijk verschillende stadia (kikkers bijvoorbeeld)
De stofwisseling vindt in het lichaam plaats met gebruikmaking van stoffen (voedsel) wat door andere organismen (planten en of andere dieren) gemaakt is. Ook de zuurstof die door planten is (vrij)gemaakt, speelt hierbij een erg belangrijke rol. Kinderen zullen nog niet begrijpen wat zuurstof precies in de cellen doet. Maar dat dieren ook moeten ademen is nog wel te begrijpen. Voor de uitwisseling van gassen zoals zuurstof hebben dieren gewoon hun huid ter beschikking, zoals bij wormen, of "gespecialiseerde huid", zoals kieuwen bij o.a. vissen en longen bij zoogdieren.
Zintuigen ontvangen allerlei signalen, b.v. over voedsel. De hersenen verwerken deze informatie en coördineren ze. De coördinatie en de regulatie blijven vanwege de ingewikkeldheid grotendeels buiten beschouwing tijdens de basisschool.
Via voortplanting blijft een soort bestaan, individuen van dieren gaan dood. (Er zijn ook kolonievormende dieren zoals kwallen en koralen, waarbij de individuen niet op zichzelf leven; de dood heeft daar een andere betekenis). Daarbij nemen jonge dieren erfelijke eigenschappen min of meer over van de ouders.
Ongeveer de helft van de kinderen tussen 7 en 13 jaar denken dat tijdens het leven verworven eigenschappen zoals lam worden door een ongeluk (hond) of vingers

verliezen op jeugdige leeftijd (mens) erfelijk zijn. In deze opvatting is in de leeftijd van 7 tot 13 jaar amper een ontwikkeling te zien.

d. Dieren hebben relaties met andere organismen

Dieren eten andere organismen. Dieren leven op een plek met andere dieren en planten samen. Ze gebruiken allerlei materiaal om er iets van te maken, b.v. gras voor een nest. Dieren zijn aan een gebied gebonden: aan zee komen anderen dieren voor dan in een bos. De voortplanting van dieren vindt dikwijls in een samenlevingsverband plaats. Soms leven dieren een tijd als eenling, maar bijna altijd kun je een aantal individuen rekenen tot een populatie, omdat ze toch in een of ander verband met elkaar voorkomen, b.v. als een kolonie of als een zwerm.
De mens schept speciale levensgemeenschappen, b.v. een wei, waar bepaalde dieren leven of voorkomen.
Huisdieren hebben met mensen een intensief contact en ze zijn dikwijls sterk afhankelijk geworden van mensen.

e. Dieren hebben een speciale rol in kringlopen

Van centrale betekenis is de kringloop van voedingsstoffen: bodem-lucht-plant-dier.
De ontbrekende schakel wordt gevormd door de kleine bacteriën die stof mineraliseren. Dat gebeurt in een mest- en composthoop en ook in de bodem. Levende dieren moeten eten en ze hebben lucht en water nodig.
Elk van die stoffen zit in kringlopen opgenomen. Dieren geven via mest een deel van voedingselementen terug aan de bodem. Ook het kringloopbegrip is in wezen moeilijk voor kinderen vanwege de moeilijke schakel van de bacteriën. De werking van bacteriën is wel merkbaar, o.a. aan het effect in een mest- en composthoop en aan het temperatuurverloop daar.

Relaties met andere aandachtsgebieden

Uit het voorafgaande is al iets van de relaties met andere aandachtsgebieden gebleken. In bouw en functioneren vertoont het menselijke lichaam veel overeenkomsten met dat van bepaalde diersoorten. Verder zijn er ook sociale en voedselrelaties tussen menselijk en dierlijk leven (huisdieren voor productie en gezelschap). De afhankelijkheid van dieren van planten is ook al genoemd. De gebondenheid van bepaalde diersoorten aan een bepaald gebied komt terug bij het aandachtsgebied Omgeving en veel dieren reageren op een bepaalde manier op weer en seizoenen. Tenslotte vertonen bijzondere lichaamsdelen van dieren relaties tussen vorm en functie (slakkehuis, vleugels, vogelsnavels) waarover ook bij het aandachtsgebied materialen en voorwerpen wordt gesproken.

4.2.3 Het aandachtsgebied Planten

Het gaat bij planten om de specifieke mogelijkheid van planten om stoffen op te nemen uit bodem en lucht en daar zelf voedsel (voor eigen gebruik) van te maken. Dit essentiële inzicht werkt door naar de specifiek plantaardige vorm en de relatie met andere organismen. Immers: planten staan in de bodem en alle leven is afhankelijk van plantaardig leven.

Net als bij dieren wordt bij dit aandachtsgebied ook een groot beroep gedaan op het waarnemen van de verscheidenheid en de systematische verwerking daarvan (determineren). Maar meer dan bij dieren zijn bij planten ook bepaalde experimenten mogelijk over groei en ontwikkeling. Daarbij moeten kinderen zich bekwamen in het volgen van de langzame veranderingen door regelmatig nauwkeurig waar te nemen en waarnemingen vast te leggen. Doorzettingsvermogen en geduld zijn houdingen die daarbij horen. Daarnaast kan waardering ontstaan voor de grote verscheidenheid aan mooie vormen in het plantaardige leven. Dit alles moet leiden tot inzicht in de volgende aspecten:

a. *Mogelijkheden van planten om zelf uit stoffen in bodem en lucht voedsel te maken (verandering).*
b. *De verscheidene vormen van de planten maakt dit op allerlei manieren mogelijk (variatie).*
c. *Planten kunnen zich op allerlei manieren handhaven, ze leven, groeien en maken een ontwikkeling door (verandering).*
d. *Planten komen in specifieke samenhang met elkaar en met andere organismen op verscheidene plaatsen voor (relatie).*
e. *Planten hebben een primaire functie in de kringloop van stof en voedsel (relatie).*

Op elk punt gaan we hierna in:

a. Voedsel maken

Planten zijn in de bodem met wortels verankerd. Ze nemen daarmee stoffen uit de bodem op. Die stoffen nemen ze in opgeloste vorm op. Uit de lucht nemen ze bestanddelen m.b.v. bladeren op. De wisselwerking met het milieu, m.n. met de bodem is voor planten veel direkter van aard dan bij dieren. Je kunt planten minder gemakkelijk verplaatsen van de bodem dan dieren. Planten maken uit de opgenomen stoffen zelf nieuwe en ingewikkelder stoffen voor eigen opbouw of gebruiken zelfgemaakte stoffen als voedsel. Dus het hout, de vruchten, de bladeren, de wortels, de bloemen aan een boom worden op eigen kracht gemaakt en een plant leeft van eigengemaakt voedsel. Dit essentiële begrip ontgaat de meeste kinderen, ze zien het essentiële van het begrip "voedsel" niet vanzelf in. In ons spraakgebruik noemen we pokon of mest plantenvoeding. Maar planten voeden zich zonder spijsverteringsstelsel met zelfgemaakte stoffen zoals zetmeel, dikwijls opgeslagen in b.v. wortel of stengeldeel. Planten krijgen in het spraakgebruik voedsel uit de bodem. In die opvatting worden voedingselementen zoals fosfor en stikstof, die de plant in oplossing uit de bodem opneemt, gelijk gesteld met stoffen die dieren en de mens in zich opnemen. De overeenkomst die met het woord voeding wordt aangegeven berust dan op het opnemen van stoffen. Kinderen moeten leren wat het kenmerkende van planten is w.b. de voeding. Het geheim van de plantenvoeding komt het duidelijkst en op direkt waarneembare wijze aan het licht bij het verschijnsel van het ontkiemen.

Dan kan men waarnemen, dat een plantje dat pas uit een zaadje, bol of iets dergelijks komt, een tijdje leeft op het opgeslagen reservevoedsel. Als er wortels en bladeren zijn kan een plant die in het licht staat al gauw zelf aan de voedselvoorziening voldoen.
Zonder te letten op de verscheidenheid van plantenvormen is het voor kinderen van belang om in te zien dat planten zonder zintuigen, zenuwen e.d. stoffen opnemen uit de omgeving. Daarvoor hebben ze speciale organen (delen).
Ze zijn in de bodem verankerd met wortels en boven de grond zijn stengel, blad en bij bloemplanten bloemen aanwezig. Verder zijn er nog allerlei aanhangsels die eigen functies hebben. Een plant kan zich wel verplaatsen, dat kan via zaadverspreiding in een volgende generatie of via uitlopers. Toch is het op één plaats staan heel karakteristiek voor planten.
Planten nemen water en opgeloste stoffen op, maar ze raken ook water kwijt, ze hebben een open transportsysteem. Het vervoermiddel water komt in de plant en gaat er ook weer uit via verdamping in de bladeren. Er zijn onnoemelijk veel vormen planten met veel verschillen in wortel, blad, stengel en andere delen, weliswaar met overeenkomstige functies. Over die veelvormigheid (variatie) gaat het hierna.

b. Veelvormigheid

Er is een rijke verscheidenheid aan vormen in het plantenrijk. Er komen grote en kleine planten voor. De grootste organismen in de levende natuur komen voor bij planten: sommige bomen kunnen enorm groot worden.
Planten zijn meestal groen. Er komen planten met bloemen voor met een bonte variatie aan kleur. Er zijn dunne en dikke bladeren van allerhande maat en vorm. Stengels kunnen houtig (bomen en struiken) of kruidachtig zijn. En ook plantendelen die onder de grond zitten nemen diverse vormen aan.
Mensen hebben in de loop van eeuwenlang speurwerk indelingen gemaakt om praktische redenen: greep te krijgen op die veelvormigheid. Grote plantengroepen zijn o.a. paddestoelen (w.o. ook de schimmels) wieren, mossen, varens en bloemplanten. Al die groepen zijn weer onderverdeeld in families met honderdduizenden soorten, b.v. de aardappel. Een aardappel hoort tot de familie van de nachtschaden, die weer met heel veel andere families horen bij de bloemplanten. In de spreektaal gebruiken we het woord "soort" in allerlei betekenissen, b.v. een aardappelsoort "bintje", we bedoelen dan eigenlijk een ras. We gebruiken ook "soort" als een verzameling van iets zoals we ook soorten metalen hebben. Het biologische begrip "soort" duidt zowel op de overeenkomst tussen individuen als op verwantschap w.b. erfelijkheid en voortplanting. Dat houdt dan o.a. in dat individuen van een soort zich slechts met individuen van dezelfde soort kunnen voortplanten. De nakomelingen (nieuwe planten) lijken dan op de oorspronkelijke planten, er is echter best veel variatie binnen de soortgrenzen mogelijk.
De kenmerkende eigenschappen van een groep planten,

(b.v. een soort zoals de aardappel) vormen een complex van kenmerken: b.v. bladvorm, beharing, bloemvorm en vrucht. De complexiteit wordt vergroot doordat er, zoals al gezegd, binnen de groep (zoals een soort) variatie optreedt. Met name de bladvorm-kenmerken vertonen nogal eens verschillen. En ook veranderen kenmerken gedurende het leven van een plant. Jonge blaadjes bijvoorbeeld hebben nogal eens een andere vorm, afmeting of beharing.
Bovendien is een individu van een plantensoort in staat om zich aktief aan veranderende omstandigheden zoals het voorkomen van water aan te passen, zonder dat er iets aan de erfelijke hoedanigheid verandert. Een paardebloemplant kan zo allerlei vormen aannemen: de bladvorm, de bladgrootte en de lengte van de wortel kunnen door het verschil in standplaats en beschikbaarheid van water variëren. Ditzelfde geldt ook voor bomen aan zee, onderhevig aan voortdurende wind.
Binnen een populatie, d.i. een aantal individuen van een soort, die in een bepaald gebied bijeen groeien is die variatie van kenmerken van individuen van een soort het beste zichtbaar. Zeer grote vormverschillen komen bij sommige soorten voor die zich wel met zaad maar zonder bevruchting voortplanten, b.v. bij paardebloemen en bij bramen. Bij de paardebloem komt de moerasvorm, de droge kalkgrondvorm en de cultuurgraslandvorm voor.
Deze rijke verscheidenheid is dus te wijten aan erfelijke factoren in combinatie met de genoemde voortplantingswijze en in combinatie met standplaatsfactoren.

c. Planten handhaven zich en ze maken een ontwikkeling door:

Planten zijn voortdurend aan het veranderen. Die veranderingen zijn gebonden aan nauwe grenzen waarbinnen het leven mogelijk is. Bij een te sterke overschrijding van hun tolerantiegrenzen komt er een definitief einde aan hun bestaan als levend wezen. Al eerder is gesteld dat een specifieke mogelijkheid die alleen planten hebben is het vermogen om met hulp van wortels en bladeren stoffen uit de bodem en lucht op te nemen. Ze staan bij de opname van stoffen (b.v. water) en de afgifte van stofwisselingsprodukten (b.v. zetmeel en zuurstof) in direkt contact met het milieu.
Die stoffen kunnen omgezet worden tot "voedsel", wat weer gebruikt kan worden. Planten kunnen dat voedsel (bijvoorbeeld zetmeel) in speciale organen opslaan voor later gebruik. Dieren en ook de mens benutten die reserves.
De voedselrijkdom (hoeveelheid stikstof(-verbindingen) en opneembaar fosfaat) in de bodem bepalen sterk het voorkomen en de samenstelling van de vegetatie. Ook het voorkomen van kalk in de bodem speelt een belangrijke rol bij het leven van planten.
Water wordt, behalve bij waterplanten, voornamelijk door de wortels opgenomen en via bladeren afgestaan. Via dit transportmiddel water kunnen allerlei stoffen in de plant vervoerd worden. Planten hebben allerlei

aanpassingen nodig om verdamping te regelen: de grootte van bladeren, de vorm en dikte ervan; beharing en waslagen. Koolzuurgas in de lucht vormt de koolstofbron voor landplanten en drijvende waterplanten. Andere waterplanten zijn daarvoor aangewezenop het koolzuur, dat in water is opgelost of in de bodem voorkomt.
De afwisseling in seizoenen in onze omgeving vergt van de planten een aantal aanpassingen. Tijdens vorst kan geen water opgenomen worden, delen kunnen bevriezen. In de winter is er minder licht. De groei staat dan stil. Dit houdt lang niet altijd in dat individuen blijven bestaan, maar in het voorjaar komt de plantenrijkdom weer uitbundig tot ontplooiing. Er zijn allerlei succesvolle manieren om te overwinteren. Veel bomen bijvoorbeeld verliezen hun bladeren. Houtige stengels van bomen en struiken kunnen elk jaar weer verdergaan met groei, waar ze vorig jaar waren gebleven. Knoppen aan bomen en struiken worden in de herfst aangelegd; deze overwinteren en ontluiken in het voorjaar.
Kruidige planten hebben andere oplossingen: voortbestaan onder de grond als bol, knol, stengel, wortel(stok). Eenjarige planten blijven over in de vorm van zaden. Er zijn zeer veel oplossingen van planten bekend om aan veranderende omstandigheden het hoofd te bieden.
De meest opvallende veranderingen treden op bij het ontstaan van nieuwe levende planten. Het voortplanten gebeurt zoals bij de gehele levende natuur door samenvoeging van de plant. Dit gebeurt via bestuiving en bevruchting. Daarna ontstaan zaden. Ook kunnen stengeldelen, worteldelen zich afsplitsen en zo het voortbestaan van platensoorten realiseren; denk bijvoorbeeld aan knol, bol, wortelstok, uitloper. Bij wieren, mossen, varens, en andere zgn. lagere plantengroepen gaat de voortplanting via sporen, evenals bij de schimmels (w.o. paddestoelen).
Het zaad heeft als verspreidings- en voorplantingsmiddel een voordeel boven de sporen, doordat het zaad reservevoedsel bevat dat door de moederplant is gemaakt. Ook bollen en knollen hebben dat voordeel.
De groei van nieuwe planten gaat gepaard met dikwijls opzienbarende veranderingen in vorm en afmeting. Er ontstaan tijdens de groei gespecialiseerde delen. Groei bij planten vindt plaats op speciale plaatsen. De groei die het langer worden veroorzaakt vindt op andere plekken plaats dan de groei die het dikker worden tot resultaat heeft. Een knop, een bol en een knol zijn ook op te vatten als specifieke groeipunten.
Sommige delen sterven af in de loop van het leven en ook zijn er grote veranderingen in relatie tot de wisselende seizoenen: bladval, knopvorming, ontluiken. En soms sterft in de winter het bovengrondse deel af, bij strenge vorst, kan er nog veel meer. Zelfs de totale plant teniet gaan.

Planten maken een levenscyclus door, waarbij er eigenlijk twee generaties voorkomen bij zaadplanten (bloemplanten): de zaadgeneratie, die loskomt van de plantgeneratie. Het zaad is op te vatten als een plantje in notedop.

Veel kinderen denken lange tijd dat leven spontaan ontstaat. Ze stellen zich dikwijls (ook op 12-jarige leeftijd) voor dat in de winter veel leven, bijvoorbeeld een boom, dood is en in het voorjaar komt deze dan opnieuw tot leven.
Bij groei stellen kinderen zich vooral het groter worden voor. Op zich is dit een essentiële eigenschap, kinderen denken minder aan de volumetoename.
De problemen van coördinatie en regeling bij de groei blijven veelal buiten hun denkwijze. De erfelijke basis van de groei is ook moeilijk begrijpbaar voor kinderen.

d. Planten leven in een samenhang met andere planten

Planten komen vooral op aarde voor. Ze groeien echter niet op willekeurige plaatsen. In duinen groeien duinplanten en in een bos komen bosplanten voor.
Planten hebben niet alleen relaties met de omgeving (bodem, water, lucht), maar ook met elkaar en met dieren.
In een bepaald gebied, bijvoorbeeld een bos komt spontane plantengroei voor. In vergelijking met een keurig onderhouden stadsparkje, ziet het er in de natuur chaotisch uit. Toch is het zo dat de levende natuur aanstuurt op rust en orde. En dat gebeurt o.a. door samenwerking. Die samenwerking in de plantenwereld is niet zozeer gelegen in het samen aan een doel werken, maar meer tegelijk invloed uitoefenen. Daar hoort bijvoorbeeld ook bij het elkaar letterlijk wegduwen, licht wegvangen, schaduw geven. Er is altijd sprake van concurrentie tussen individuen en tussen groepen planten van eenzelfde soort. Juist door deze mechanismen treedt verscheidenheid in plantengroei op. Schakel je concurrentie uit, zoals in land- en tuinbouw, dan ontstaat juist het tegenovergestelde: saaiheid, monocultuur.
Als een plaats grote "onrust" vertoont, bijvoorbeeld doordat er heel veel gelopen wordt, dan is er geen kruid tegen gewassen, er groeit geen soort.
Braakliggende terreintjes, waar veel verstoring is (geweest) vormen een gunstige voorwaarde voor bepaalde plantesoorten: ze nemen een voor hen gunstige concurrentiepositie in.
Een heel bijzondere relatie is die tussen de soort "mens" en planten. Mensen maken een geoptimaliseerd gebruik van planten. Ze beïnvloeden en regelen aan planten in land- en tuinbouw van alles: voortplanting, mest geven, grondbewerking en concurrentie uitschakelen. Ze veranderen het natuurlijke landschap en de directe woonomgeving naar eigen voordeel.
Inzicht in genoemde verschijnselen vereist van kinderen dat ze afstand kunnen nemen tot de natuur en tot

zichzelf. Dat is voor basisschoolkinderen erg moeilijk (ook voor anderen). Met name het onderscheid tussen het belang van een individu en van soort is moeilijk te vatten. Voor een individu gelden andere grenzen voor zelfhandhaving dan voor de soort. Dat is een moeilijk inzicht.

e. Planten hebben een primaire functie in kringlopen

Planten zijn vanwege de mogelijkheid om zelf stoffen uit bodem en lucht te maken de basis van de hele voedselketen. Veel dieren zijn direct afhankelijk van plantaardig leven (planteneters, bladluis, koe, vlinder). Andere dieren leven weer van de planteneters en zijn indirect afhankelijk van planten. De onderlinge relaties tussen planten hebben betrekking op concurrentie om voedingsstoffen, plaats en licht. Planten hebben een specifieke mogelijkheid om ingrijpende (invloeden) zoals vraat, maaien, afplukken en bevriezen te overleven: ze groeien in veel gevallen gewoon door.
Als we met een natuurlijke plantengemeenschap te maken hebben die niet door de mens ergens voor gebruikt wordt, en die we in stand willen houden, dan moet die niet bemest worden. Daarmee zou namelijk een evenwicht verstoord worden. In de cyclus van groeien, bloeien en afsterven gaat een bepaalde hoeveelheid voedingsstoffen rond, die in evenwicht is. Alles wat er groeit en bloeit, ontleedt na afsterven weer en daarmee komen de voedingsstoffen weer vrij voor een volgende generatie van dezelfde plantensoorten. Aanvoer van voedingsstoffen van buitenaf (mest of kunstmest) zal de plantensoorten de gemeenschap die de grootste behoefte aan voedingsstoffen hebben, het meest bevorderen. Deze gaan daarmee overheersen, gaan andere soorten verdringen en dit maakt zo het plantenbestand eenzijdiger.
Cultuurgewassen worden gezaaid en geplant om mens en dier van voedsel (of ander materiaal) te voorzien. Deze worden geoogst en daarmee worden de geoogste plantendelen met de stoffen daarin van het land afgevoerd. Het is de bedoeling dat er daarna weer een goede opbrengst komt en daarvoor moeten de voedingsstoffen teruggebracht worden en dat noemen we bemesten. Met stalmest worden altijd alle mineralen die erin zitten tegelijk gegeven. Met kunstmest is het mogelijk alleen dat element te geven dat op dat moment voor die planten nodig is.
De functie van een plant in de voedingsketen is het omzetten van minerale verbindingen (voedingselementen) in ingewikkelder verbindingen zoals zetmeel en andere stoffen, die de plant ook zelf nodig heeft en die ook door andere organismen gebruikt kunnen worden.

Deze cyclus is moeilijk begrijpbaar, omdat de essentie zit in de kleine stoffen. Je kunt wel mest en kunstmest zien, maar je ziet daarmee het wezenlijke niet. De zichtbare vorm van mest geeft je geen informatie over

de werking en de functie ervan.
Bovendien zijn de processen ook van energetische aard en daarover zijn de voorstellingen van kinderen nog beperkt en in de kringloop van stoffen spelen de minutieuze bacterieën, die je ook al niet gemakkelijk kunt zien een essentiële rol. Al deze verschijnselen m.b.t. kringloop zijn slechts oppervlakkig en het niveau van effecten (verschijnselen) enigszins te begrijpen voor kinderen.

Relaties met andere aandachtsgebieden

De betekenis van plantaardig leven voor dieren is al uitgebreid aan de orde geweest. Deze betekenis strekt zich uit tot in het leven van mensen. Daarbij komen dan nog allerlei andere betekenissen van planten: bloemen in huis, plantsoenen, recreatie, boom klimmen. Binnen het aandachtsgebied Omgeving is aandacht voor het voorkomen van planten op bepaalde plaatsen en de vorm van landschappen, die sterk door het voorkomen van plantaardig leven wordt bepaald. Verder zijn bij planten veel seizoensgebonden verschijnselen te herkennen en reageren sommigen op veranderingen in het weer. De vorm en functie van bepaalde plantendelen vertonen vaak een samenhang, die je ook in de niet-levende natuur kunt terugvinden (bijvoorbeeld stevigheid van stengels, zie materialen en voorwerp). Relaties met verschijnselen uit natuur en techniek liggen niet zo voor de hand.

4.2.4 Het aandachtsgebied Materialen en Voorwerpen

Het gaat bij dit aandachtsgebied om de voorwerpen en de materialen waarvan ze gemaakt zijn. Deze voorwerpen en materialen vertonen kenmerkende eigenschappen, die onder bepaalde omstandigheden kunnen veranderen, en op grond daarvan zijn die materialen en voorwerpen geschikt voor een bepaalde toepassing of functie. Dat is het essentiële inzicht voor dit aandachtsgebied, dat weer teruggevoerd kan worden op de begrippen "variatie", "verandering" en "relatie" (zie hoofdstuk 3.). Daarnaast zullen de kinderen ook bepaalde vaardigheden en houdingen ontwikkelen, vooral als ze deze inzichten verwerven door zelf met materialen en voorwerpen bezig te zijn. Voor dit aandachtsgebied geldt speciaal, dat kinderen materialen kunnen manipuleren en situaties kunnen beïnvloeden. Bij levende organismen en bij grote situaties buiten ben je daarin veel meer beperkt. Daarom zijn de activiteiten binnen dit aandachtsgebied bij uitstek geschikt voor het oefenen van vaardigheden als
- experimenten eerlijk uitvoeren;
- resultaten van proeven verwerken tot conclusies;
- meten en wegen.

Daar horen ook houdingen bij zoals nieuwsgierigheid, zorgvuldigheid, doorzettingsvermogen, eerlijkheid.

Als doelen voor dit aandachtsgebied kunnen we nu omschrijven:

1.: eigenschappen kunnen vaststellen van materialen en voorwerpen en op grond daarvan onderscheidingen aanbrengen ("variatie", "waarnemen").

2.: kunnen aangeven onder welke omstandigheden eigenschappen kunnen veranderen ("verandering", "experimenteren").

3.: kunnen aangeven hoe bepaalde eigenschappen van materialen en voorwerpen (zoals vorm) samenhangen met hun toepassingen of functie, bijvoorbeeld bij het opvangen en overbrengen van krachten ("relatie", "verwerken").

Op elk punt gaan we hieronder kort in.

1. Kenmerkende eigenschappen

Alle materie doet zich voor in de vorm van voorwerpen, van heel groot tot heel klein, van eenvoudig tot ingewikkeld samengesteld. Dat geldt ook voor gassen: je kunt de dampkring beschouwen als een (groot, ingewikkeld) gasvormig voorwerp. Alle voorwerpen hebben eigenschappen, op grond waarvan we ze kunnen onderscheiden en herkennen. Zo zijn er eigenschappen, die afhangen van het materiaal waarvan een voorwerp is gemaakt. Voorbeelden zijn: kleur, geur, smaak, hardheid, oplosbaarheid, elasticiteit, etc. Dit soort eigenschappen gelden voor alle voorwerpen, die van hetzelfde materiaal zijn gemaakt.
Maar er zijn ook eigenschappen, die niet bij het materiaal, maar bij het voorwerp zelf horen. Voorwerpen hebben een vorm, geven een klank, vertonen symmetrie, hebben inhoud en lengte. Dit soort eigenschappen kun je niet toekennen aan materialen zoals ijzer of hout in het algemeen.
Verder kunnen eigenschappen verschillen naar de mate, waarin ze direct met de zintuigen vastgesteld kunnen worden. De kleur, de smaak en de klank kun je direct met je zintuigen waarnemen. Of materiaal electriciteit geleidt, kun je niet rechtstreeks vaststellen, daar moet je eerst iets voor doen. Er zijn dus eigenschappen, die zich pas openbaren in speciale omstandigheden, bijvoorbeeld in wisselwerking met ander materiaal. Je kunt pas over de oplosbaarheid of mengbaarheid van een bepaalde stof spreken, als je die stof ergens in laat oplossen of ergens mee mengt. Je kunt dat niet meteen aan de stof zelf zien.
Eigenschappen kunnen ook verschillen in meetbaarheid. Vaststellen hoeveel kleur, smaak of glans een voorwerp heeft, is niet zo gemakkelijk. Bij lengte en gewicht kan dat beter, dat zijn meetbare eigenschappen. Deze tweedeling is soms discutabel. Het hangt er bijvoorbeeld maar vanaf of je toevallig bekend bent met een bepaalde meettechniek.

Met veel eigenschappen hebben kinderen alledaagse ervaring opgedaan, maar voor een precies inzicht is vaak nog veel ontwikkeling nodig. Jonge kinderen moeten

bijvoorbeeld gaandeweg leren, dat bepaalde eigenschappen niet worden aangetast bij bepaalde veranderingen. Ze kunnen bijvoorbeeld denken, dat je meer klei krijgt, als je een bonk in stukjes verdeelt. Of ze denken dat één rijstkorreltje geen gewicht heeft, maar een hele zak vol wél. Ligt een appel naast een ei, dan weegt ie volgens kinderen méér, dan wanneer diezelfde appel naast een meloen ligt.
Koude harde klei is voor kinderen zwaarder dan een warm zacht stuk. Gewicht is voor kinderen niet alleen een eigenschap, maar ook een mogelijkheid tot aktie: een slee op ijs weegt minder dan op straat, een auto bovenaan de helling weegt meer dan beneden.
Op dezelfde manier moeten kinderen leren dat het totale oppervlak van een verknipt stuk papier gelijk is gebleven of dat het volume niet verandert als je water van een breed glas overgiet in een hoog smal glas.
Volume en gewicht van een voorwerp bepalen de dichtheid (vroeger: soortelijk gewicht), maar voor kinderen is dat een diffuus geheel van zwaarte. Dat blijkt bijvoorbeeld uit de manier waarop ze kunnen redeneren over drijven en zinken. Het voorwerp drijft dan, omdat het juist zwaar is, want dan is het sterk genoeg om boven te blijven. Maar het kan ook zijn, dat een boot drijft, omdat ie daarvoor is gemaakt of omdat de mensen dat willen!
Onder invloed van veel ervaringen met allerlei voorwerpen en materialen zullen kinderen dit soort inzicht langzaamaan vervangen door produktievere ideeën.

2. Veranderingen

Materie is onderhevig aan veranderingen, die onder bepaalde omstandigheden optreden. Dat is dan te zien aan veranderende eigenschappen: verkleuren, verroesten, verbuigen, bevriezen etc.
Mogelijke oorzaken voor dergelijke veranderingen zijn:
<u>De inwerking van</u>:

<u>licht</u>, bijvoorbeeld het verschieten van gordijnen of het vergelen van papier

<u>warmte</u>, bijvoorbeeld het drogen en hard worden van aardewerk, het hard worden van een ei, het sneller oplossen van suiker. Ook de overgang tussen de vaste, vloeibare en gas-vorm van een stof heeft met het opnemen of afstaan van warmte te maken. Deze processen van smelten/stollen, verdampen/condenseren en de rol van warmte daarbij worden verder behandeld bij het aandachtsgebied Verschijnselen uit Natuur en Techniek. Voor dit aandachtsgebied is het voldoende vast te stellen dat stoffen in vaste, vloeibare of gasvorm kunnen voorkomen. Dat geldt ook voor uitzetting door warmte.

<u>andere stoffen</u>. Gips verandert na menging met water van een licht poeder in een hard blok. Lucht en vocht veroorzaken ijzerroest. De korrels zout "verdwijnen" zo op het oog, bij het oplossen in water. Zuur op een kalkhoudende steen geeft een bruisend effect. In al deze voorbeelden worden de veranderingen veroorzaakt, doordat de materialen op elkaar inwerken.

Onder deze categorie rekenen we ook het magnetisch maken van een stuk ijzer met een vaste magneet. Hoewel deze verandering eigenlijk van een wat andere orde is, mogen we voor de basisschool toch zeggen, dat het stuk ijzer andere eigenschappen heeft gekregen onder invloed van ander materiaal.
Een kracht of een stoot kan de oorzaak zijn van een verandering van vorm, zoals bij de uitrekking van een elastiekje, de doorbuiging van een staafje of een deuk in een blik.

Vaak werken deze invloeden samen. Suiker bijvoorbeeld lost op (wisselwerking tussen suiker en water) en dat gaat in warm water beter (invloed van warmte).

Veel van dit soort eigenschappen zijn voor kinderen vanzelfsprekend. Suiker lost op, omdat dat bij suiker hoort en daarmee basta! De moderne wetenschap leidt de verklaring van bepaalde eigenschappen en veranderingen af uit de opvatting, dat alle materie is opgebouwd uit elementaire deeltjes, die voortdurend in beweging zijn en waartussen een vrije (echt lege!) ruimte zit. In die opvatting mengen suikerdeeltjes zich bij het oplossen met de waterdeeltjes en daardoor wordt de suiker onzichtbaar. Deze opvatting kunnen kinderen zich maar moeilijk voorstellen en we moeten daar op de basisschool dan ook niet naar streven. Om zoiets te kunnen begrijpen, moet je kunnen redeneren met voorstellingen, met modellen, met eigenschappen, die je niet rechtstreeks kunt waarnemen. Zo'n theorie kan dus beter bewaard blijven voor het voortgezet onderwijs en daar is het al moeilijk genoeg.
De manier waarop kinderen redeneren over eigenschappen en veranderingen ontwikkelt zich als volgt:

a. materie is ongedeeld en is niet per sé blijvend.
In deze opvatting is materiaal één samenhangend geheel. Onder bepaalde omstandigheden kan het helemaal verdwijnen of uit het niets ontstaan. Als een stof oplost of verdampt is het gewoon verdwenen, net als bij verbranding. Bij condenseren wordt water blijkbaar ter plekke gevormd.
Chemische verandering worden niet begrepen als een vorming van nieuwe stoffen, maar als een verandering van eigenschappen van de op zich onveranderde stof. Die verandering is niet omkeerbaar: je kunt niet terug.

b. materie is ongedeeld en is blijvend.
In deze opvatting wordt ingezien, dat materiaal niet zomaar kan verdwijnen of ontstaan. Oplossen en verdampen worden dan begrepen als een verdunning van de stof, die ook weer kan worden omgekeerd. Bij verbranding zijn afval en asresten dan ook onvermijdelijk. Een chemische verandering kan ook omgekeerd worden, maar het gaat daarbij nog steeds niet om een nieuwe stof.

c. materie is ongedeeld, maar kan ook verdeeld worden.
Als kinderen zo denken, accepteren ze het idee van de kleine deeltjes wel voor bepaalde verschijnselen maar niet altijd. Als een stof oplost vindt er een verdeling plaats in kleine deeltjes, die er eerst niet waren. Verdampen wil zeggen, dat de stof in kleine druppels wordt verdeeld, die zich bij condenseren weer aaneen voegen. Een chemische verandering is het gevolg van een menging en verdeling van op zich onveranderde stoffen.

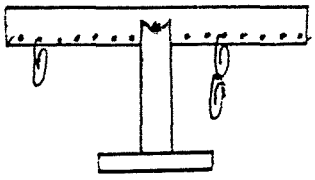
Zoals gezegd, past de formele deeltjestheorie niet in de basisschool. Via bovenstaande opvattingen kunnen kinderen wel tot een dergelijk inzicht komen.
Ervaringen op de basisschool met
- oplossen van suiker en zout;
- kijken naar stenen in een muur;
- zeven van zand;
- inkt druppelen in water;
- etc.etc.

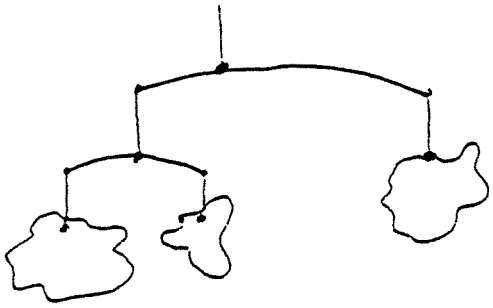
leggen de basis voor een beter begrip later.

3. Functie en toepassing

Mensen maken voorwerpen met een bepaalde bedoeling. Materiaal en vorm zijn zo gekozen, dat het voorwerp het beste aan die bedoeling beantwoordt. Natuurlijk spelen ook andere faktoren een rol, zoals de fabricage-kosten, de bewerkingsmogelijkheden van het materiaal en esthetische overwegingen.

Maar in het algemeen is er een relatie tussen het gebruikte materiaal, de vorm en de functie van voorwerpen. Het tandwiel heeft zo'n vorm gekregen, dat hij geschikt is voor zijn functie: het overbrengen en eventueel versnellen of vertragen van een draaiende beweging. Het tandwiel moet dan wel van het juiste materiaal zijn gemaakt: een tandwiel van plasticine zou niet voldoen.
De vorm van een balans maakt hem geschikt voor zijn functie: het vergelijken van krachten aan beide zijden van de arm. Door iets aan die vorm te veranderen, krijg je een nieuwe functie. Door de ene arm langer te maken dan de andere, kun je een kleine kracht met een grote kracht in evenwicht brengen. Met dit hefboom-principe kun je dus kracht winnen. Je kunt dat zichtbaar maken met een zgn "rekenbalans", waarbij je gewichtjes op verschillende afstanden van het draaipunt kunt ophangen. Ook bij het maken van een mobiel wordt het hefboomprincipe haast vanzelf toegepast.





Veel voorwerpen zijn erop gemaakt: deurklink, nijptang, schaar, kruiwagen, koevoet. Al deze voorwerpen hebben een vorm, waardoor een vergroting van de toegepaste kracht wordt bereikt. Het hefboom principe is ook van toepassing als een klein tandwiel een grotere aandrijft. Het grotere wiel draait dan wel langzamer, maar dat kost minder moeite.
Bovenstaande voorbeelden betreffen de overbrenging en vergroting van krachten. Een andere functie is het opvangen van krachten (stevigheid). Ook voor dat doel krijgen voorwerpen een bepaalde vorm. Ribbels in blikken of koffiebekers helpen indeuken voorkomen. Balken met een T-, U- of H-profiel zijn beter in staat doorbuiging op te vangen dan een strook. Constructies moeten zo zijn, dat trek- en duwkrachten goed opgevangen worden. Om die reden zie je vaak driehoekige contructies toegepast: een driehoek kan niet "wrikken", een rechthoek wel. Dergelijke principes zijn te herkennen in hekken, gebouwen (dakspanten), bouwsteigers, hijskranen, bruggen, torens, auto's, fietsen, etc. etc.
Hiermee kom je weer in het grensgebied met Verschijnselen uit Natuur en Techniek, waarvan een onderdeel ook over krachten gaat. Maar ook liggen er op dit punt relaties met de aandachtsgebieden Dieren en Planten. Want bij organismen kun je ook veel vorm/functie-relaties ontdekken met betrekking tot stevigheid, beweging, bescherming ed.

Relaties met andere aandachtsgebieden

Het aandachtsgebied Materialen en Voorwerpen vertoont veel relaties met het aandachtsgebied Verschijnselen uit Natuur en Techniek, zelfs zoveel, dat het onderscheid soms wat vaag wordt. Bij het aandachtsgebied Materialen en Voorwerpen staan de dingen zoals ze zijn voorop. Bij verschijnselen uit Natuur en Techniek gaat het meer om verschijnselen, die niet zozeer aan een bepaald materiaal zijn gebonden, zoals electriciteit en licht. Dergelijke verschijnselen doen zich voor aan allerlei soorten van materialen en voorwerpen en kunnen als verschijnsel het onderwerp van

studie zijn. Zodra we dat willen, begeven we ons op het aandachtsgebied Verschijnselen uit Natuur en Techniek. Maar, zoals gezegd, het onderscheid is soms discutabel en dan moet je gewoon een keuze maken.
Ook met alle andere aandachtsgebieden zijn verbindingen te leggen. Onderscheidingen maken en kenmerkende eigenschappen vaststellen doe je ook bij levende organismen (Planten en Dieren). Daarbij spelen je zintuigen een belangrijke rol (Eigen Lichaam). Bij organismen treden voortdurend veranderingen op en hierboven bespraken we al dat hun bouw veel relaties vertoont tussen vorm en functie (Planten en Dieren). Ook aan gebouwen, bruggen en andere constructies in de buurt zijn dergelijke relaties te herkennen (Omgeving)

4.2.5 Het aandachtsgebied verschijnselen uit Natuur en **Techniek**

Inleiding

Het kopje natuur en techniek fungeert als verzamelnaam voor een aantal verschijnselen uit de natuur, die een grote rol spelen in ons dagelijks leven.
Het gaat om:
- krachten en beweging;
- geluid;
- warmte;
- licht;
- magnetisme;
- electriciteit.

Hoewel deze verschijnselen van grote betekenis zijn voor onze samenleving zijn ze niet zo eenvoudig begrijpbaar. Electriciteit, krachten, licht, geluid kun je niet met je handen vastpakken en in veel gevallen kun je het niet eens zien en alleen maar de uitwerking van het verschijnsel konstateren. Dat maakt zoiets als electriteit of zwaartekracht ook een beetje geheimzinnig. Kleine kinderen zitten daar overigens meestal niet mee. Er is zoveel onverklaarbaars en moois in de wereld te beleven dat ze van alles klakkeloos aanvaarden en daar zo hun eigen ideeën over hebben. Deze ideeën stemmen niet altijd overeen met wat er in werkelijkheid gebeurt. Het zou onjuist zijn te proberen die ideeën direct om te vormen en overal de "juiste" verklaring voor te geven. Dat zou ook niet lukken omdat de basis om deze zaken te begrijpen ligt in het ervaringen opdoen en onderzoeken van toepassingsmogelijkheden.
Overigens zit onze dagelijkse leefwereld barstensvol met allerlei natuurwetenschappelijke toepassingen, die we lang niet allemaal hoeven te begrijpen, maar waar we wel mee moeten leren om te gaan. De suggestie voor het aandachtsgebied "natuur en techniek" is dus dat kinderen in spontane omgang met "spullen" en bijbehorende verschijnselen proberen meer greep op dat verschijnsel te krijgen.

Het is dus de bedoeling dat kinderen:

1. *Kennis opdoen over de genoemde verschijnselen en de verscheidenheid daarin in situaties uit het dagelijks leven ("variatie", "verandering").*
2. *In situaties waarbij sprake is van deze verschijnselen regels en principes ontdekken en herkennen ("relaties", "experimenteren"), bijv.:*
   - *regelmaat in de heen-en-weer gaande slinger;*
   - *samenhang: tussen de vorm van voorwerpen en de bijbehorende schaduw;*
   - *wisselwerking: beïnvloeding van een kompasje door een magneet en omgekeerd;*
   - *oorzaak-gevolg relatie: als je ijs verwarmt gaat het smelten.*
3. *Van de verschijnselen in bepaalde situaties (veilig) leren gebruik maken ("omgaan" met de natuur), bijv.:*
   - *flessenspel - als muziekinstrument - maken*
   - *lampje laten branden in een stroomkring.*

In feite gaat het in dit aandachtsgebied vooral om de studie van een aantal verschijnselen uit de levenloze natuur. Als verbindend principe zou je het begrip energie kunnen gebruiken. Immers bij omzettingen van de ene energievorm in de andere is altijd sprake van verschijnselen als licht, warmte, geluid, beweging, electriciteit of magnetisme. Toch vermijden we liever het gebruik van de term energie. Allereerst is het begrip energie te abstract en bovendien gaat het ons niet om omzettingen zoals die van warmte in licht e.d. De bedoeling is vooral dat leerlingen iets leren over de verschijnselen zelf en toepassingen daarvan. In dit laatste zit een technisch aspekt.
Om aan te geven welke onderwerpen horen bij het aandachtsgebied "natuur en techniek" is het minder handig uit te gaan van de zojuist genoemde doelen

- kennis opdoen
- regels en principes ontdekken
- er gebruik van maken (toepassingen)

Deze zijn wat te algemeen om alle eerder genoemde verschijnselen tegelijkertijd duidelijk te kunnen beschrijven. Daarom nemen we ieder verschijnsel apart en noemen we achtereenvolgens de begrippen, principes en toepassingen die voor de basisschool van belang zijn.

Kracht

In het basisonderwijs is het voldoende als we kijken naar de gevolgen, die krachten kunnen hebben. Ook kunnen we enkele soorten van krachten onderscheiden.

- Een steen valt door de zwaartekracht.
- Met onze spieren (spierkracht) kunnen we de steen weer optillen.
- Bewegende lucht heeft windkracht en ontstaat door luchtdrukverschillen.
- De magneet die een spijker aantrekt heeft magneetkracht.

Soms houden krachten elkaar in evenwicht, zoals bij een balans.

In het dagelijks leven wordt het woord kracht meestal in verband gebracht met "iets kunnen". Dat kan bijvoorbeeld door iets te laten bewegen: duwkracht, trekkracht, enz.
Wie veel spierkracht heeft is sterk en kan veel presteren. We denken aan "daadkracht". Een probleem is dat het woord kracht in deze betekenis niet helemaal overeenstemt met wat de wetenschappers eronder verstaan, maar dat is geen bezwaar. In het onderwijs kunnen we toch heel veel interessante en leerzame proeven doen, waarbij krachten -vaak ongemerkt- een rol spelen. Bij jonge kinderen zal het accent vooral liggen op het opdoen van ervaringen met bewegende voorwerpen: wippen, glijden, rollen, rijden, enz.
Bij de wat oudere kinderen kan geleidelijk aan wat meer aangestuurd worden op het ontdekken van enkele regels en principes, bij balansen, slingers, magneten, botsproeven, e.d.
Kinderen zullen daarbij op hun eigen manier, op hun eigen niveau en in hun eigen taal verklaringen proberen te zoeken voor wat ze ervaren. Het is zeker dat ze daarbij ook gebruik maken van woorden als kracht, sterk of energie.

Hoe je hierop kunt inspelen als leerkracht valt niet in een pasklaar recept aan te geven. Wel is het goed op de hoogte te zijn van wat kinderen zoal denken over krachten.

Hier volgen enige voorbeelden:
Sterke mensen hebben veel "kracht" in hun spieren en kunnen die kracht ergens op overbrengen, bijv. op een bal, die wordt weggegooid of weggeslagen.
Als je met een knuppel slaat tegen een bal dan gaat er "kracht" over op de bal. Hoe zwaarder de bal en des te groter de snelheid van de bal des te meer kracht was er nodig. Die kracht zit nu in de bal en zolang die bal beweegt zit er nog kracht in, anders zou de bal direkt stoppen. Evenzo is het met fietsen. Als je fietst geef je "kracht" aan de fiets. Als je stopt met trappen blijft de fiets nog doorrijden, doordat er nu kracht in zit.
In deze betekenis doet "kracht" denken aan iets dat je in hoeveelheden kan afpassen en waarbij er sprake moet zijn van beweging. Als je een auto probeert weg te duwen en dit lukt niet dan is er geen "kracht" genoeg. Als je een bal omhoog gooit zal de bal langzamer gaan bewegen en op het hoogste punt stoppen. Dan is deze kracht "op".
In deze voorbeelden komt de kracht steeds uit een krachtbron, bijv. je spieren, maar ook een automotor of een bom, want die kan met grote kracht ontploffen.
Kracht hoort in deze opvatting bij voorwerpen of dingen, die gemakkelijk iets kunnen bewerkstelligen. De kracht "woont" erin, iemand die sterk is heeft veel kracht "in zich". Het woord kracht wordt ook wel gebruikt in de betekenis van "stevig". Een sterke brug

of dikke boekenplank kan veel zware dingen torsen. Er is een grote "draagkracht". Ook kennen we "lijmkracht" van sterke lijmsoorten.
Een heel bijzondere kracht is zwaartekracht. Overigens is dit woord typisch iets voor natuurwetenschappers. Vanuit zichzelf zullen kinderen er nooit mee komen, omdat kinderen het verschijnsel "vallen" zo vanzelfsprekend vinden dat ze helemaal geen behoefte hebben aan een verklarend begrip als zwaartekracht. Iets wat niet "gedragen" wordt door iets eronder valt gewoon. Vallen is het teruggaan van alle dingen naar de natuurlijke plaats waar het thuishoort. In die opvatting is voor het vallen ook geen kracht nodig. Je hoeft immers niets te doen. Alles valt vanzelf, omdat alles terug wil naar de aarde.
Wat betreft de valsnelheid is er een hardnekkig misverstand. Eeuwenlang dacht men dat zware voorwerpen sneller vallen dan lichte voorwerpen en de meeste mensen zonder natuurwetenschappelijke scholing -dus ook kinderen- denken nog steeds dat dit zo is. Maar de waarheid is anders. Alleen de vorm (stroomlijn) is van belang, in verband met de luchtweerstand. Alle voorwerpen vallen in principe even snel, zolang de luchtweerstand er niet toe doet.
Een grote baksteen valt dus net zo snel als een klein steentje. Kinderen zullen hier anders over denken. Ze verwachten dat de baksteen het snelste valt.
Je kunt vliegen in de lucht en varen op zee (water). Voor het bewegen op land zijn er vele mogelijkheden: rollen, glijden, rijden, lopen. Van de omstandigheden en vormgeving van het bewegende ding hangt het meestal af hoe de beweging verloopt. Knikkers rollen, sleeën glijden en auto's rijden. Sommige bewegingen doen zich één keer voor waarna het direkt afgelopen is; een vallende steen. Andere bewegingen kunnen steeds maar doorgaan in de tijd met een bepaalde regelmaat: heen-en-weer schommelen, wippen of slingeren.

De richting van een beweging kan verschillend zijn. Soms is er een rechte lijn, zoals met de vallende steen. Maar er zijn ook andere mogelijkheden. Een tennisbal in de lucht gaat met een boog, een fietswiel maakt een draaiende beweging en een opgeblazen luchtballon, die losgelaten wordt maakt allerlei capriolen.
Door botsingen kan een bewegend voorwerp, bijv. een schijf op de sjoelbak, van richting veranderen. Een beweging kan snel of langzaam zijn. Je kunt dit meten door te letten op de afstand die wordt afgelegd in een bepaalde tijd.

Een bewegend voorwerp, bijv. een auto of een fiets, ondervindt steeds wrijving van de lucht, het wegdek, enz. waardoor het wordt afgeremd.
Deze wrijvingsweerstand kun je verkleinen door uit te gaan van een handige vorm (stroomlijn) en/of gladde oppervlakken. Een slee glijdt beter op ijs dan op de straatstenen.

Geluid

Geluid is een uitermate ondoorgrondelijk verschijnsel. Wat het is, hoe het ontstaat en hoe je het kunt horen is een moeilijke zaak. Als we geluid horen beweegt er iets: er trilt iets. De manier van trillen hangt samen met de hoogte van het geluid. We spreken van toonhoogte. Hoe langzamer de trilling, des te lager het geluid. Wat we met ons oor horen als geluid is steeds trillende lucht. De trilling kan op allerlei manieren ontstaan en doorgegeven zijn. Een metalen fietsbel kun je bijvoorbeeld door aanslaan in trilling brengen. De rinkelende bel brengt vervolgens lucht in trilling. Deze trilling bereikt ons oor waar we dit als geluid waarnemen.
We kennen allerlei geluiden. Naast hoog en laag kennen we hard en zacht, zuivere tonen, en menggeluiden. Geluiden met dezelfde toonhoogte kunnen toch verschillend klinken. Dit verschil in klank zit hem er in dat geluiden eigenlijk nooit bestaan uit één en dezelfde trilling. Er zijn bijna altijd kleine extra trillingen aanwezig die zo de klank (of "timbre") van het geluid beïnvloeden. Bij veel muziekinstrumenten kun je door je manier van bespelen te veranderen het bijmengen van die extra trillingen beïnvloeden en zo de klank wijzigen, terwijl de toonhoogte dan dus hetzelfde blijft. Vaak spreekt men over klanken als men aangenaam klinkende geluiden bedoelt. Maar voor een fysicus hoeft dat niet. Al die verschillen in klank, sterkte en hoogte van een geluid hangen af van diverse faktoren:

- de afmetingen van de geluidsbron: hoe groter de afmetingen des te lager is meestal de toon;
- de vorm van de geluidsbron: langgerekt, klokvormig, plat, hol, massief e.d.;
- de aard van het materiaal: lucht, metaal, steen, hout, ...;
- de wijze van bespelen: tikken, strijken, blazen, rammelen.

Hier liggen vele onderzoeksmogelijkheden voor de kinderen op school.
Voor kinderen is het geluid vooral datgene wat er is als het "niet stil" is en dat je het kunt horen met je oren.

Sommige kinderen denken dat geluid alleen door de lucht kan gaan. Onder water zou dus geen geluid zijn. Dat is niet juist. Geluid kan ook doorgegeven worden door iets anders dan lucht.
Als je je oor tegen de radiator houdt en dan tegen de verwarmingsbuis tikt hoor je dat duidelijk. Geluid kun je ook tegenhouden, bijv. met een geluidsscherm langs de snelweg.

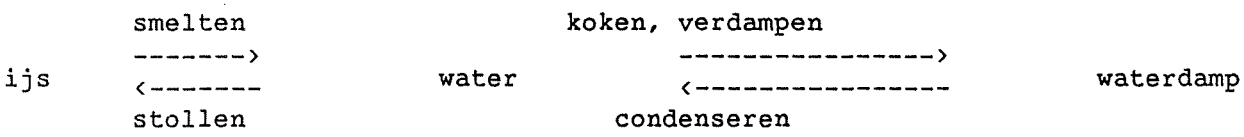
Warmte

Warmte en koude kunnen we waarnemen met onze huid. De warmte kan worden geleverd door één of andere warmtebron, zoals de zon, een gaskachel of een electrische gloeispiraal. Als we warmte toevoeren

merken we dat het warmer wordt. Dit kunnen we meten met een thermometer.
De thermometer wordt daarom wel gezien als een soort meetlat voor warmte. Hoge temperatuur d.w.z. lange streep op de warmtemeetlat (thermometer) betekent dat het warm is. En evenzo een korte streep dat het koud is. Er wordt vaak een koppeling gelegd met uiterlijke waarnemingen (sneeuw, vuur, etc.). Maar toch schuilt daar ook een gevaar in. Warmte is niet hetzelfde als temperatuur. De temperatuur geeft de warmte<u>toestand</u> aan. De temperatuur zegt niets over de warmte<u>hoeveelheid</u>. Een gloeiende spijker heeft een veel hogere temperatuur dan een heet bad. Maar denkend aan hoeveelheden warmte stelt de gloeiende spijker -vergeleken met het bad- niets voor. Want die spijker kun je met een gasvlam in een minuut heel heet maken, maar met diezelfde gasvlam duurt het wel een kwartier voor een liter water kookt.
Er kunnen dan ook problemen ontstaan als je de thermometer gaat zien als een ding waarmee je hoeveelheden warmte meet. Een mooi voorbeeld is de volgende foute voorspelling: als je 1 liter water van 20°C bij 1 liter water van 20°C doet, dan wordt het 40°C. Een andere foute bewering, die in dezelfde lijn ligt is: een grote ijsklomp van -10°C. is kouder dan een kleine ijsklomp van -10°C. De temperatuur geeft een situatie aan en het blijft in onze voorbeelden even warm of koud. Temperaturen mag je niet zomaar optellen en aftrekken.
Ter verklaring van het begrip temperatuur hanteren kinderen vaak het volgende niet geheel juiste model. In ieder voorwerp zit warmte en koude. De hoeveelheid warmte en koude bepalen hoe heet het voorwerp is. De temperatuur wordt dan gezien als een gemiddelde van de warmte en koude in het voorwerp. Dit gemiddelde - d.w.z. de temperatuur - verandert als er meer warmte (of koude) bijkomt of afgaat. Dat deze redenering niet klopt blijkt uit het eerde genoemde voorbeeld van het hete bad en de gloeiende spijker. De spijker heeft een hogere temperatuur, maar de warmte-inhoud is niets vergeleken met het bad.
Vaak probeert men temperatuursveranderingen als volgt te verklaren. Warm en koud zijn twee tegengestelde en vergelijkbare zaken. Er zijn apparaten die warmte leveren, maar evenzo apparaten die koude leveren, bijvoorbeeld ijskast. Er bestaat dus een warmtestroom en een koudestroom. Bij een koekepan op het gasfornuis kan de warmte zich verplaatsen van de onderkant van de pan naar de steel. De warmte wordt doorgegeven als hittepakketjes. De begrippen warmte en kou krijgen zó materiële eigenschappen. "De kou viel op me" of "houd de warmte binnen". Je denkt dan in hoeveelheden warmte en koude. Je kunt op die manier warmte en koude ook gescheiden houden door goed te isoleren. Wie zijn huis isoleert houdt de kou buiten en de warmte binnen. In deze opvatting kunnen warmte en koude elkaar opheffen als op een balans.
Warmte is een vorm van energie, die gebruikt kan

worden, bijvoorbeeld: in een automotor ontstaat warmte door verbranding van benzine en met die vrijkomende warmte kun je de motor laten draaien.
Voor die verbranding is naast benzine -als brandstof- ook lucht en één of andere ontsteking -in dit geval een vonk- nodig.
Warmte kan allerlei effecten veroorzaken. Als je iets verwarmt zet het uit. Dit principe wordt toegepast in thermometers. Als het warmer wordt zet de gekleurde vloeistof in het glazen bolletje uit waardoor de vloeistofkolom in het thermometerbuisje stijgt. Als je veel warmte toevoert kan een voorwerp niet alleen uitzetten maar ook gaan gloeien, zodat het dan licht uitzendt. Daardoor geeft een electrisch verwarmd metalen draadje in een gloeilamp licht.

Een heel bijzonder verschijnsel dat met warmte samenhangt is het optreden van fase-overgangen. Door warmte toe te voeren kan ijs smelten tot water dat vervolgens kan gaan verdampen en koken.
Omgekeerd kan waterdamp door het onttrekken van warmte gaan condenseren tot water dat op haar beurt weer kan stollen. In schema



We krijgen beslagen ramen als waterdamp in de lucht door afkoeling condenseert tot fijne druppeltjes op het raam. Bij nog sterkere afkoeling van waterdamp krijg je sneeuw of hagel.
Overigens blijven dit soort fase-overgangen niet alleen beperkt tot water, we kennen ook het door warmtetoevoer verdampen van benzine en het smelten en weer stollen van boter of kaarsvet. In principe kunnen alle stoffen dit. Het stollen van water heeft in het dagelijks leven een aparte naam gekregen: bevriezen.

Over koken en smelten bestaan interessante opvattingen bij kinderen. Bijvoorbeeld: ijs en suiker smelten omdat er luchtbellen in zitten; of in water zit lucht (denk aan de vissen); die lucht komt eruit bij verwarmen en daarom gaat het koken; of kaarsvet smelt makkelijker dan ijs omdat het zacht is.
Kinderen spreken vaak over het smelten -in plaats van het oplossen- van suiker in hete thee. De gedachtengang is begrijpelijk. De suikerklont lijkt te smelten als een klontje ijs. Toch is dit niet het geval. De suiker lost in koud water op, net als zout. Je kunt suiker ook laten smelten - net als ijs - maar dan moet je het verwarmen tot meer dan 180°C (en dan krijg je caramel).

Al met al zal het niet eenvoudig zijn kinderen in korte tijd enig gevoel te geven voor begrippen als warmte,

koude, temperatuur, smelten, enz. Dit moet dan ook langzaam groeien via allerlei experimenten waarbij met deze begrippen ervaringen worden opgedaan.
Kleuters ervaren vooral zintuiglijk de begrippen warm en koud. Je voelt dat je het warm of koud hebt. Daar zit ook beleving in. Hier liggen relaties met het weer; Wat is het warm in de zon.
Ik vind de wind koud.
Kinderen ontdekken dat het warm of koud zijn samengaat met allerlei ervaringsfeiten, zon, vuur, vlam, gloeien, ijs, sneeuw, ... Er ontwikkelt zich dan een idee over hoe je iets warm/koud kunt maken, en de effecten, die na verloop van tijd op kunnen treden als gevolg van die warmte of koude. Bijvoorbeel: als de kachel brandt wordt het warmer. Hierin zit een tijdsaspect en bovendien begrip voor het verschijnsel: als... dan (oorzaak/gevolg-relatie).
Voor kleuters is dit een goede benadering maar bij oudere kinderen zal er behoefte ontstaan warm en koud op een meer kwantitatieve manier te vergelijken. Hoeveel warmer is het vandaag dan gisteren? Hoe groot is het verschil? Dan is de tijd rijp om de thermometer te introduceren. Overigens is de ouderwetse koortsthermometer een erg verwarrend instrument. Na gebruik sla je de thermometer af. Doordat veel kinderen alleen met de koortsthermometer bewuste ervaringen hebben zullen ze verwachten dat andere thermometers ook afgeslagen moeten worden.

Licht

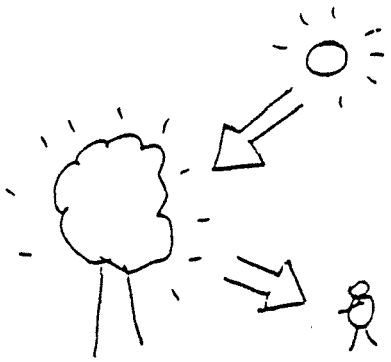
Licht en warmte hebben met elkaar te maken.
Als iets heet is of verhit wordt, kan het licht uitzenden. Voorbeelden zijn de zon, de brandende kaars (gloeiend gas) of de elektrische lamp (gloeiend metaaldraadje).
Zonder lichtbron is het volkomen donker en kunnen we ook niets zien. Met onze eigen ogen zijn we goed in staat verschillen in lichtsterkte op te merken. Onze oogpupil past zich hierop aan. Bij fel licht is de pupil kleiner dan bij zwak licht.
Licht kun je opvatten als een pakket lichtstralen, die zich in een rechte lijn van de bron verwijderen. Dit kun je goed laten zien door het licht te laten vallen op "ondoorzichtige" voorwerpen. Het licht wordt dan niet doorgelaten. Achter het voorwerp is het donker(der) wat we kunnen waarnemen als een schaduw. Door de lichtbron of het voorwerp te bewegen kun je de schaduw laten veranderen. Overigens kunnen lichtstralen met bepaalde hulpmiddelen, zoals spiegels en lenzen van richting worden veranderd. Uit de beeldvorming met een spiegel blijkt dat het licht dan rechtlijnig weerkaatst wordt. Bij lenzen verloopt de beeldvorming ingewikkelder. De lichtstralen worden door het glas van de lens "geknakt". Dit verschijnsel is ook waar te nemen als het licht vanuit lucht in water komt of omgekeerd. Als je kijkt naar een lepeltje in een glas water dan lijkt dit "gebroken".
Dankzij de bijzondere vorm van de lens kun je het licht

op een speciale manier breken waardoor je vergrootte of verkleinde afbeeldingen kunt maken. Met een brandglas maak je van de zon één puntje.

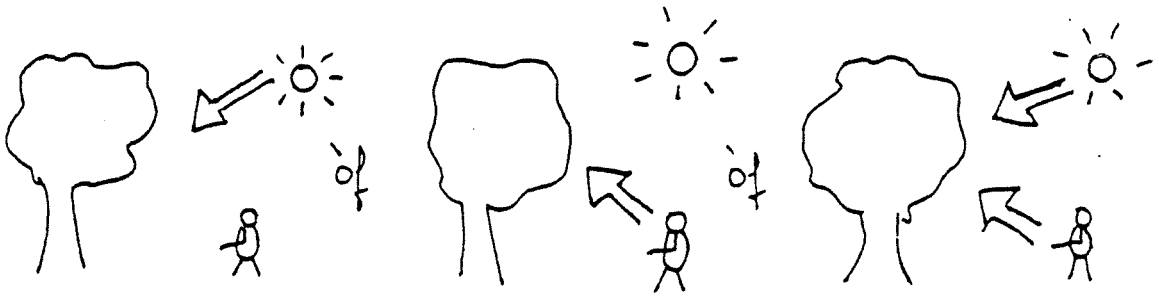
Heel jonge kinderen nemen vaak aan dat voorwerpen er alleen zijn als je ze kunt zien. Als er geen licht is kun je niets zien en dan is er dus ook niets. Pas als het licht er is is het voorwerp er ook weer. Dit geldt dan alleen voor voorwerpen op afstand, want de pop in bed kun je in het donker toch voelen en ruiken. Het woord licht wordt in onze taal overigens in verschillende betekenissen gebruikt. Bijvoorbeeld:
licht als bron: het licht van de zon, een lamp, een kaars.
Licht als toestand: het is licht (overdag), het licht is uit.

Jonge kinderen gebruiken in eerste instantie vooral de laatste betekenis en maken zich ook geen zorgen over het proces dat plaatsvindt als ze iets zien. Ze zien gewoon "omdat het licht is". Al spoedig wordt duidelijk dat je voorwerpen alleen kunt zien als er licht op valt. Licht is dan een voorwaarde voor het kunnen zien. Ze zeggen dan: we zien voorwerpen omdat het licht ze "helder" maakt. Een ander veel voorkomend idee is, dat we dingen zien omdat er licht uit onze ogen op valt. Dit heeft ook te maken met ons taalgebruik. We gebruiken steeds actieve woorden in verband met het zien.
Bijvoorbeeld: we kijken, we nemen waar, we bekijken, we observeren, we zien dwars door het glas heen, enz. Dit wekt de indruk dat onze ogen boodschappen uitzenden. De werkelijkheid is andersom. We zien een voorwerp doordat er licht vandaan gaat en in onze ogen komt. Dat licht wordt dan geleverd door een lichtbron. Bijvoorbeeld: vanaf de zon gaan er lichtstralen alle kanten op. Een deel daarvan valt op een boom die de stralen terugkaatst, weer een deel daarvan komt in ons oog waardoor we uiteindelijk de boom zien.

Dit gebeurt:



Maar kinderen denken er vaak zó over:



Een extra probleem hierbij is dat kinderen licht niet opvatten als een bundel lichtstralen. Je ziet immers geen stralen. Grappig is dat de stralen vaak wel worden getekend, maar dan als een bundel pijlen. Dat wil zeggen: hier-en-daar een straal, maar niet overal.
Dat licht teruggekaatst kan worden door voorwerpen, kun je laten zien met een spiegel. Maar het ontstaan van spiegelbeelden vormt een apart probleem. Kleuters hebben hier interessante ideeën over, bijvoorbeeld: spiegelbeelden heeft iedereen en ze zijn er altijd, alleen de spiegel maakt ze zichtbaar of het spiegelbeeld ligt niet "achter" de spiegel maar gewoon "op" de spiegel zelf.
Licht en kleur hebben veel met elkaar te maken. Het verschijnsel kleur spreekt vooral kleuters aan. Spelenderwijs valt er bij het kleurmengen ook een hoop aan te ontdekken: geel + blauw geeft groen, etc. Door hun vele verf- en kleuractiviteiten denken kleuters wel dat alles voorzien is van een kleurlaagje net als verf. Wit wordt gezien als één hele zuivere kleur, heel puur. Er zit niets anders bij of ook wel: wit is kleurloos. De waarheid is juist dat wit een mengsel is van alle kleuren.
Kinderen en volwassenen menen gewoonlijk dat ieder voorwerp een eigen vaste kleur heeft, die onveranderlijk is. Dat is niet zo. De kleur van het opvallende licht bepaalt mede welke kleur het voorwerp zal vertonen. Denk maar aan de onnatuurlijke kleuren die 's-avonds te zien zijn bij het gele licht van natriumlampen. In rood licht zijn bladeren van bomen niet groen meer en in de schemering verdwijnen kleuren om plaats te maken voor alleen grijstinten. Dit heeft te maken met de werking van ons oog. Overigens wordt het begrip kleur gebruikt op 2 manieren. Voor de kleur van dingen en voor de kleur voor licht, bijvoorbeeld een geel kuiken en geel zonlicht. Kleur is dus een eigenschap van een voorwerp of van licht.

Electriciteit

Er wordt in het dagelijks leven op allerlei manieren gebruik gemaakt van de eigenschappen van electrische stroom en daarom is het zeker nuttig kinderen op de basisschool iets mee te geven van eenvoudige verschijnselen, begrippen en principes, die te maken hebben met electriciteit.
Daarbij gaat het niet om het zoeken van verklaringen. Bedenk dat in de vorige eeuw electriciteit al op ruime

schaal werd toegepast, terwijl men toen nog nauwelijks wist wat er eigenlijk gebeurde.
Het lopen van electrische stroom wordt vaak in verband gebracht met stromend water. De stroomsterkte wordt vergeleken met de snelheid, waarmee het water in de rivier stroomt. De spanning is in deze vergelijking het verval van de rivier. Toch klopt dit niet want meestal gaat het electriciteitstransport niet zoals een rivier. In het dagelijks leven is er immers gewoonlijk sprake van een gesloten stroomkring. Als de stroom slechts in één richting loopt door de stroomkring, spreken we van gelijkstroom. Bekende gelijkstroombronnen zijn de batterij en de accu. Maar stroom kan ook steeds van richting omkeren en dan spreken we van wisselstroom. Hierbij zijn we er stilzwijgend vanuit gegaan dat de electriciteit steeds door een draad gaat. Dit hoeft in feite niet. Het enige wat nodig is, is een bron, die de electriciteit levert, en materiaal waar de electriciteit zich in kan voortbewegen. Voorbeelden van goede stroomgeleiders zijn metalen. Maar electriciteit kan ook door de lucht gaan (hoewel minder goed) zoals bij het inslaan van bliksem. Er loopt dan een korte stroomstoot tussen luchtmassa's en de aarde of tussen luchtmassa's onderling. De uitwerking van de electriciteit hangt onder andere af van de spanning (uitgedrukt in volts) van de stroombron. Des te hoger de spaning, des te krachtiger is de uitwerking van de electrische stroom. Bij blikseminslag is de spanning heel hoog. De spanning van het lichtnet 220 Volt is gevaarlijk voor ons. Als we er mee in aanraking komen en we maken genoeg kontakt met de aarde gaat er stroom door ons lichaam waardoor ons hart kan gaan stilstaan. Een batterij van 4,5 Volt heeft hiervoor een veel te lage spanning.
Veel mensen vergelijken de stroomkring wel met de gesloten bloedomloop in het lichaam of met een c.v. installatie. Dit klopt niet helemaal, maar het benadert het stroomkringprincipe redelijk.

stroomkring	bloedsomloop	centrale verwarming
draadjes	aderen	buizen
electrische stroom	stromen van bloed	stromen van water
batterij	hart	kachel en pomp
brandende lamp	ledematen, die warm bloed krijgen	radiatoren
batterij uitgeput	versleten hart	kachel/pomp uit

Uit deze vergelijking mag ook duidelijk worden, dat je ook op de weerstand in de draden (aderen, buizen) moet letten. Een wijde buis biedt minder weerstand aan het doorstromende water. Met dezelfde waterdruk stroomt per seconde door een wijde buis meer water, dan door een dunne. Dat geldt ook voor electriciteit. Daar wordt de weerstand niet alleen door de dikte van de draad, maar ook door het soort materiaal bepaald. Daarom zal met dezelfde batterij door het ene lampje meer electrische stroom gaan, dan door het andere. Als de ene pool van

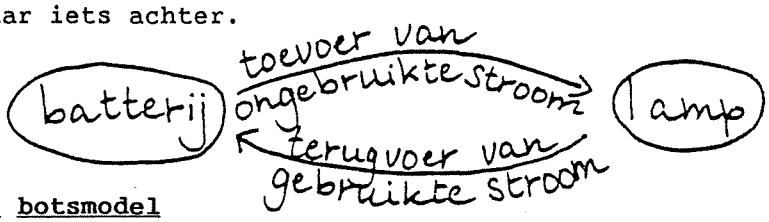
een stroombron rechtstreeks met een draad wordt verbonden met de andere pool, is de weerstand veel te klein en spreken we van kortsluiting. Een batterij is dan heel gauw leeg, bij het lichtnet kan er dan een gevaarlijke hitteontwikkeling optreden.

Er bestaan nogal wat misvattingen over het proces dat in de stroomkring plaatsvindt.
Zie hier enkele voorbeelden:

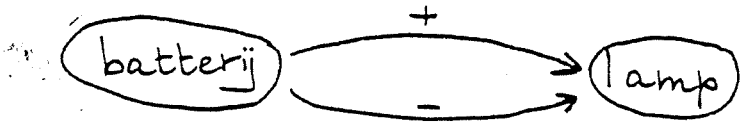
1. geven-nemen-model
De lamp verbruikt de stroom, die de batterij aanlevert.



2. aftapmodel
De stroom brengt iets van bron naar verbruiker en laat daar iets achter.



3. botsmodel
Twee stroomsoorten - plus en min - komen samen in de verbruiker en reageren daar als een soort chemische reactie waarbij energie vrijkomt.



Dit soort opvattingen kom je tegen als je kinderen voorspelopdrachten laat maken. Dat wil zeggen: bij tekeningetjes met allerlei stroomschema's en lampjes moeten leerlingen aangeven of de lamp gaat branden. Een schakelaar geeft hierbij vaak aanleiding tot de volgende misvatting. Als je de schakelaar omdraait - op uit - gaat de electrische stroom zich voor de schakelaar ophopen net als een file auto's voor een geopende brug (file-model). Dit idee wordt ook veroorzaakt door het feit dat de meeste kinderen niet weten hoe een schakelaar er van binnen uit ziet. Je komt dan allicht op het idee dat er in de schakelaar iets zit als een slagboom die de stroom kan tegenhouden.Ze denken dan ook vaak, dat een lampje "vóór" de schakelaar (op uit) wel brandt en het lampje er "achter" niet.
In het dagelijks leven gebruikt men het woord (electrische) stroom vaak in de betekenis van electrische energie: hoeveel stroom heb je verbruikt? Eigenlijk is dat niet juist. Het zal duidelijk zijn dat het een hachelijke zaak is te proberen leerlingen

duidelijk te maken wat electrische stroom precies is. Wel is het nuttig leerlingen in kennis te stellen met verschijnselen die in verband staan met electriciteit. Daar is zelfs allerlei leuk onderzoek bij mogelijk; welke materiaal geleidt de electriciteit wel/niet?; bij welke schakeling brandt de lamp wel/niet? enz.
Het principe van de stroomkring kan eveneens ontdekt worden. Daar komt dan wel wat redeneren en handvaardigheid bij kijken. Daarom zijn deze activiteiten alleen geschikt voor leerlingen in de bovenbouw.

Magnetisme

De verschijnselen magnetisme en electriciteit hebben met elkaar te maken. Met een bewegende magneet kun je electrische stroom opwekken en omgekeerd kun je een electromagneet maken door electrische stroom door draadwindingen te sturen. Magneten oefenen een aantrekkingskracht uit op voorwerpen van ijzer of nikkel. Deze kracht is merkbaar als je probeert de magneet "los" te halen. Dit wordt op allerlei manieren toegepast, bijvoorbeeld in magneetsluitingen en in speelgoed.
Een magneet werkt op afstand. De magneetkracht is ook merkbaar door de lucht of door papier heen, enz.
Hoe sterker de magneet des te groter is de aantrekkingskracht. Magneten hebben óók invloed op elkaar. Er kan sprake zijn van afstoting of van aantrekking. Het hangt er vanaf hoe je de magneten ten opzichte van elkaar houdt. In dit verband spreken we wel van polen van de magneet. De aarde -zelf ook een magneet- heeft een noord- en een zuidpool. Dezelfde polen, bijv. N-N of Z-Z stoten elkaar af en verschillende polen, dus N-Z trekken elkaar aan en op deze wisselwerking berust het kompas. Dit is een vrij draaiende magneet die zich richt naar het magneetveld van de aarde en ook elektromotoren maken van dit principe van afstoting en aantrekking van magneetpolen gebruik.
Kinderen ervaren magneten als bijzondere voorwerpen met een geheimzinige kleefkracht. In feite weten de meeste kinderen al heel gauw dat er niet echt sprake van lijm is, maar meestal ontbreekt het hen aan de juiste woorden om goed te kunnen beschrijven wat ze zien en bedoelen.
Het werken met magneten zal in de basisschool in eerste instantie vooral beperkt blijven tot het doen van ontdekkingen in de onderbouw. Daarbij hoort ook het onderling aantrekken en/of afstoten van magneten.

Relaties met andere vakken en aandachtsgebieden

Er zijn veel raakvlakken met het aandachtsgebied "materialen en voorwerpen". Hier en daar is er zelfs een duidelijke overlap. Een voorbeeld: als je onderzoekt hoeveel spijkers aan een magneet kunnen blijven hangen houd je je bezig met het verschijnsel magnetisme maar ondertussen verken je dan ook de eigenschappen van een magneet en dat is een voorwerp. Iets dergelijks geldt ook voor spiegels, lenzen, balansen, bewegend speelgoed, thermometers, e.d.

In ieder geval gaat het in dit aandachtsgebied natuur en techniek vooral om de verschijnselen zelf en niet zozeer om de daarbij gebruikte materialen.
Verschijnselen als warm, koud, vast, vloeibaar en gasvorming hebben niet alleen te maken met het aandachtsgebied voorwerpen en materialen, maar ook met het weer en de seizoenen. Denk maar aan het smelten van sneeuw, wolkenvorming door condensatie van waterdamp, bevriezen van sloten, regen en sneeuw, en wind veroorzaakt door luchtdrukverschillen.
Het waarnemen van natuurverschijnselen doen we steeds met onze zintuigen. Geluid kunnen we horen, warmte kunnen we voelen, licht en kleur kunnen we zien. Hier ligt een duidelijk verband met activiteiten en onderwerpen die passen bij 'wijzelf'. Vanzelfsprekend is het belangrijk op een veilige manier om te gaan en gebruik te maken van natuurverschijnselen.
Electriciteit kan gevaarlijk zijn. We moeten ons goed kleden tegen koude en regen. Bij dit soort zaken is er sprake van een relatie met gezondheidseducatie. Iets dergelijks geldt voor het uitvoeren van bewegingen en bewegingsonderwijs. De aard van onze gewrichten, en de ligging van ons zwaartepunt zijn technische aspekten die bepalen wat voor soort bewegingen ons lichaam al of niet kan uitvoeren. Tenslotte heeft muzikale vorming alles te maken met geluid. Als je tijdens de lessen muziek werkt met het Orff-instrumentarium maak je heel duidelijk gebruik van verworvenheden en principes uit het aandachtsgebied natuur en techniek.

4.2.6 Het aandachtsgebied Weer en Seizoenen

Bij dit aandachtsgebied gaat het om allerlei verschijnselen die te maken hebben met het weer en de seizoenen.
Er wordt daarbij ook veel aandacht besteed aan het maken en hanteren van weerinstrumenten en het weergeven van meetresultaten.

Seizoenen worden gekenmerkt door specifieke weersverschijnselen. Deze weersverschijnselen hebben invloed op levende organismen, maar ook op dood materiaal. Bij dit aandachtsgebied gaat het om eenvoudige verbanden tussen de verschillende weersaspecten en om de manieren waarop allerlei weersverschijnselen gemeten kunnen worden. Ook hier komen de verschillende categoriën t.a.v. inzichten, vaardigheden en houdingen uit hoofdstuk 3 weer terug.
Het is de bedoeling dat de kinderen:

1. *kunnen aangeven wat de belangrijkste seizoensverschijnselen zijn en hoe die o.a. zichtbaar zijn bij mensen, dieren, planten en dingen (variatie, verandering);*
2. *de meest voorkomende weersverschijnselen kunnen benoemen (variatie), nader omschrijven en waar mogelijk verbanden aangeven (relatie);*

3. *eenvoudige weersinstrumenten kunnen maken en hanteren en de meetresultaten kunnen weergeven in interpreteren (meten, verwerken);*
4. *weerwaarnemingen en -metingen gezamenlijk uitvoeren en de resultaten met elkaar bespreken (omgaan en studie, samenleven).*

Drie begrippen vallen op:
De inhoud van dit aandachtsgebied kon rondom deze drie begrippen omschreven worden:
- weersverschijnselen en de relaties ertussen
- seizoensverschijnselen (regelmaat in de tijd)
- (micro) klimaat (regelmaat op een bepaalde plaats)

Weersverschijnselen

Het weer is een samenspel tussen een aantal elementen, die we weerselementen of weersverschijnselen noemen. Deze verschijnselen spelen zich af in de dampkring van onze aarde. Het weer is de toestand van deze dampkring (atmosfeer) op een bepaald moment en op een bepaalde plaats; vandaar de grote verschillen.
Als we de gegevens over een langere tijd gaan middelen leiden de weersverschijnselen tot seizoensverschijnselen en als we de gegevens van een heel specifieke plaats (bijvoorbeeld de beschutte plek achter een muur) gaan middelen dan leiden deze tot microklimaten. Bij het aandachtsgebied Omgeving wordt hier verder op ingegaan. De weersverschijnselen die in dit aandachtsgebied aan de orde komen zijn: zon, wind, neerslag, bewolking, luchtdruk, temperatuur.
Weersverschijnselen, zoals temperatuur, bewolking, wind en neerslag staan met elkaar in verband. De kans op regen is het grootst bij een bewolkte lucht; harde wind drijft regenwolken weg en dat verkleint de kans weer, etc.
Om deze begrippen enigszins te vullen geven we van de afzonderlijk verschijnselen een korte karakteristiek(2).

Zon en temperatuur

Het weer speelt zich af in de onderste 15 km van de dampkring, maar de zon is de energiebron, die alle weersverschijnselen mogelijk maakt. De zonnestraling, die het aardoppervlak bereikt levert licht en warmte. De intensiteit van dit licht en deze warmte is afhankelijk van de zonnestand en van de aard van het oppervlak. Het landoppervlak wordt sneller opgewarmd dan de zee.
Dit brengt ons op het tweede weersverschijnsel: de temperatuur.
De temperatuur zegt iets over de warmtetoestand van de lucht. In deze luchttemperatuur treedt globaal gezien een dagelijks verloop op; het minimum ligt vlak voor zonsopgang en het maximum om ca. 14.00 uur.
Het jaarlijkse verloop in de temperatuur is merkbaar in het wisselen der seizoenen.

Wind en luchtdruk

De luchtdruk geeft de druk van de atmosfeer op het aardoppervlak en wordt gemeten in millibar of millimeter kwikdruk (1 millibar = ¾ mm kwikdruk, dus 750 mm kwikdruk komt overeen met 1000 millibar).
De lucht wordt niet altijd en overal op dezelfde manier verwarmd. Temperatuurverschillen doen luchtdrukverschillen ontstaan en daardoor komt de lucht in beweging: er is wind. De wind wordt gekarakteriseerd door zijn richting en zijn snelheid/kracht.
De windrichting is de richting van waaruit de wind waait, en niet de richting waarheen hij waait, zoals veel kinderen menen. Deze verwarring komt vooral naar voren bij het gebruik van een windvaan naast een windwijzer.
De eerste waait mee in de richting waarheen de wind waait, en bij een windwijzer gaat de pijl zo staan, dat hij wijst in de richting van waaruit de wind waait.

De afspraak is nu eenmaal dat de wind genoemd wordt naar de richting van waaruit hij waait. Kinderen noemen bij de bepaling van de richting ook vaak een voorwerp als richtinggevend instrument: de wind kwam van het winkelcentrum of de wind kwam van de vlaggemast.

De windkracht wordt in 12 gradaties weegegeven (schaal van Beaufort), bijv. zwakke wind, matige wind, krachtige wind, etc.

Windkracht en windsnelheid (schaal van Beaufort)

Windkracht	Windsnelheid	Benaming	Kenmerken
0	0-0,2	Windstilte	Rook stijgt recht omhoog
1	0,3-1,5	Zeer zwakke wind	Windwijzer beweegt niet; rook wel
2	1,6-3,3		Men voelt de wind; bladeren ritselen
3	3,4-5,4	Matige wind	Vlaggen waaien uit
4	5,5-7,9		Stof en papieren dwarrelen op
5	8,0-10,7	Vrij krachtige wind	Dunne bebladerde takken zwaaien heen en weer
6	10,8-13,8	Krachtige wind	Paraplu's zijn bijna niet te houden
7	13,9-17,1	Harde wind	Bomen bewegen zich; lopen gaat moeilijk
8	17,2-20,7	Stormachtig	Boomtakken breken af; lopen bijna onmogelijk
9	20,8-24,4	Storm	Dakpannen, televisie-antennes worden afgeruk
10	24,5-28,4	Zware storm	Zware beschadigingen; bomen ontwortelen
11	28,5-32,6	Zeer zware storm	Zware verwoestingen
12	hoger dan 32,6	Orkaan	Stormrampen

Over het ontstaan van de wind wordt ook nogal verschillend gedacht:

* als wij onze handen bewegen ontstaat er wind
* God laat de wind blazen

* als de bomen bewegen blaast de wind
* vliegtuigen en auto's maken dat er wind is
* de wind is de kracht, die de lucht meeneemt

Bewolking

De zon verwarmt het aardoppervlak en de aangrenzende luchtlagen. Door deze verwarming zet de lucht uit en wordt lichter dan de bovenliggende luchtlagen. De onderste opgewarmde en dus lichtere luchtbel baant zich een weg naar boven. De zwaardere lucht zakt naar beneden en wordt op haar beurt verwarmd. De stijgende lucht bevat een hoeveelheid waterdamp, die aanvankelijk onzichtbaar is.
Aan het begin van het stijgen is deze lucht onverzadigd, dat wil zeggen dat ze nog meer waterdamp kan opnemen.
De stijgende lucht koelt ongeveer $1^{o}C$ per 100 meter af. Koele lucht kan minder waterdamp bevatten dan warme lucht; er komt dus een moment dat deze stijgende lucht verzadigd is.
Als deze lucht dan nog hoger stijgt gaat de waterdamp condenseren. Er ontstaan dan miljarden waterdruppeltjes die een doorsnede hebben van 1/100 tot 1/200 mm en dus erg licht zijn.
Om een idee te hebben van de grootte van deze druppels is het leuk te weten dat een stuk wolk van 400 m^3 net voldoende water bevat om één drinkglas te vullen.
De waterdruppeltjes vallen dan ook maar heel langzaam naar beneden en worden telkens weer door opstijgende lucht mee naar boven genomen. Wolken worden dus gevormd door condensatie van waterdamp. Deze waterdamp komt uit de wereldzeeën, uit de meren, uit de bodem en uit de planten die daarop groeien.
Als de condensatie op grote hoogte inzet (hoger dan 5 km) dan ontstaan geen waterdruppels meer maar ijskristallen.
Wolken zijn te verdelen naar de vorm (stapelwolk, vederwolk, schapewolk) en naar de hoogte (bijv. beneden de 2 km of boven de 6 km).

Veel kinderen denken dat wolken zijn gemaakt van een soort steen, waar je gewoon over kunt lopen. Deze harde stenen veroorzaken dan ook af en toe de donder en de bliksem, als ze (net als vuurstenen) tegen elkaar botsen.

<u>De Wolkenboom</u>
Er was eens een jongetje en dat wilde zo graag in de wolken zijn, want daar had hij veel van gehoord.
Hij ging naar zijn vader en vroeg: "hoe ziet de wereld er uit, als je in de wolken bent?"
"Alles is daar wit", antwoordde de vader "en het is er muisstil".
Dit beviel het jongetje. Hij klom naar de

zolder en keek uit het raam. Maar hij was nog steeds niet hoog genoeg. Ver boven zijn hoofd dreven de witte wolken door de blauwe hemel en hij kon er niet bij.
"Ik zal een boom planten", dacht het jongetje "en die noem ik de wolkenboom. En als hij groot genoeg is dan klim ik in zijn takken en stap zo op de wolken".

(Uit: Godfried Bomans, Sprookjesboek, Agon/Elsevier, Amsterdam 1965)

Neerslag

Eigenlijk is neerslag een verzamelnaam voor verschillende verschijnselen, zoals hagel, regen, sneeuw.
In de wolken bij een onweer komen sterke stijg- en valwinden voor en ook ijsdeeltjes die door deze stijg- en valwinden heen en weer worden geslingerd. Op den duur zijn deze stenen zo zwaar dat ze op het aardoppervlak vallen. Door afkoeling van de lucht condenseert de erin aanwezige waterdamp. Als de waterdruppels zwaar genoeg zijn vallen deze in de vorm van regen op de aarde. Als de onderkoelde waterdruppeltjes bevriezen ontstaat sneeuw; er vormen zich ijskristallen. Bij het nulpunt klonteren deze kristallen samen tot sneeuwvlokken.
De neerslag blijft niet liggen op de plaats waar ze is neergekomen. Rivieren brengen het regenwater en de gesmolten sneeuw terug naar zee, waar de kringloop herhaald wordt.
Voor de basisschool is het kringlopenverhaal misschien al te abstract, maar er zijn aanknopingspunten: nagaan hoe wolken ontstaan en waaruit ze zijn samengesteld en wat hun rol is in verband met neerslag en temperatuur.

Metingen

De hierboven beschreven weersverschijnselen kunnen bijna allemaal gemeten worden. Dit meten gebeurt met weerinstrumenten. Het werken van deze instrumenten en het weegeven van de meetresultaten spelen in dit aandachtsgebied een grote rol.

De instrumenten waar het in dit aandachtsgebied om gaat zijn: thermometer, regenmeter, windsnelheidsmeter, windwijzer, schaduwstok en barometer.
We kunnen hier niet alle genoemde instrumenten bespreken.
Voor de onderwijspraktijk is het aantrekkelijk de meetinstrumenten zelf te maken. Op verschillende plaatsen (o.a. in de Grabbelton) zijn daarvan beschrijvingen te vinden.

Bij de thermometers kan zich het probleem voordoen van het niet goed kunnen aflezen. Leerkrachten moeten extra

aandacht besteden aan deze "vaardigheid".
Als naast deze zelfgemaakte instrumenten ook nog "professionele" apparatuur gebruikt wordt, dan wordt het ijkingsprobleem interessant.

Bij het bepalen van de windkracht kan met ook gebruik maken van een "determineersleutel".
De meetresultaten worden weergegeven in symbolen en tabellen, die vaak op weerkaarten worden ingetekend.
Het weerbericht speelt bij dit alles een belangrijke rol.
In veel lessen zal ook aandacht besteed worden aan de activiteiten van het K.N.M.I.

Seizoensverschijnselen

Het weer is minder veranderlijk dan we vaak denken; weliswaar kan het per dag en zelfs per uur wisselen, maar gezien over een langere periode zit er toch een regelmaat in de weersverschijnselen.
Van oudsher heeft de mens deze regelmaat ontdekt en neergelegd in uitdrukkingen en weerspreuken, zoals: "maart roert zijn staart" en "april doet wat hij wil".
Verschillende perioden van het jaar hebben speciale namen gekregen, omdat zich dan bijzondere weersverschijnselen voordoen.
Als er tussen 19 juli en 18 augustus veel warme dagen voorkomen zal menigeen weten te vertellen dat dit zo is, omdat we dan midden in de "hondsdagen" zitten.
De "ijsheiligen" (12-15 mei) waarschuwen ons voor het gevaar van nachtvorst, in een periode waarin we die eigenlijk niet meer verwachten.
De weertypen volgen elkaar niet zomaar op; er is een zekere regelmaat in te ontdekken. Aan dit ritme hebben we de namen der jaargetijden verbonden. De veranderingen worden zichtbaar in de bijbehorende seizoensverschijnselen.
Het is de moeite waard de kinderen iets van deze seizoensverschijnselen te laten ervaren en begrijpen. Dit kan uitstekend via activiteiten waarbij gekeken wordt naar de invloed van het weer op levende organismen.
Kinderen kunnen de seizoenen in verband brengen met enkele verschijnselen in de natuur, zoals vogeltrek, winterslaap, vruchtvorming en bladval.
De mens zoekt bescherming en beschutting tegen weersinvloeden in zijn huis en door zich op een speciale manier te kleden. In de zomer draagt hij luchtiger kleding dan in de winter en als het regent wil hij kleren aan die geen water doorlaten.
Sommige mensen voelen aan hun lichaam wanneer er veranderingen in het weer op komst zijn. De barometerfunctie van "eksterogen" is hiervan een mooi voorbeeld.

Ook dieren passen zich aan als de weersomstandigheden veranderen. Veel dieren wisselen in winter en zomer van vacht: winter/zomervacht/rui.
Vogels die hier niet kunnen overwinteren trekken naar warmere streken: vogeltrek. Andere dieren graven zich in het najaar in en overwinteren op die manier: winterslaap.
Onder afnemende lichtintensiteit laten bomen hun bladeren vallen: bladval.
In het voorjaar komen planten tot bloei en in de zomer en direct daarna komt de vruchtvorming tot stand.
Naast deze verschijnselen die zichtbaar zijn bij het wisselen van de seizoenen zijn er ook verschijnselen in de dierenwereld die met weersomslagen te maken hebben.
Bij het naderen van onweer gaan de bijen massaal naar hun korven terug; zwaluwen vangen bij warme en droge lucht insekten op grotere hoogten, dan bij koude en vochtige lucht.

(micro) klimaat

De term "klimaat" kennen we voornamelijk uit de aardrijkskunde. In deze wetenschap verstaat men daaronder:

"De gemiddelde toestand van het weer in een gebied, bekeken over een lange reeks van jaren" (tenminste 30 jaar)
Zo spreken we over een "zeeklimaat", een "sub-tropisch klimaat", etc. Voor natuuronderwijsactiviteiten zijn deze begrippen eigenlijk wat te grof. Allereerst blijft het onderzoeksgebied bij natuuronderwijs vaak beperkt tot de directe schoolomgeving; bij klimaten betreft het grote gebieden.
Vervolgens is er de tijdsfactor; natuuronderwijsactiviteiten, dus ook weerwaarnemingen, gebeuren in korte perioden, verspreid over de verschillende groepen van de basisschool en willen alleen "verbanden" op heel korte termijn duidelijk maken. Met het woord klimaat kunnen we binnen natuuronderwijs dan ook niet zo goed uit de voeten.
Van veel meer belang is het woord "Microklimaat". We moeten daarbij niet denken aan een soort meteorologische variant op het hoofdbegrip klimaat. We kunnen dit begrip het best duidelijk maken aan de hand van enkele voorbeelden:

- Pissebedden verstoppen zich bij voorkeur onder stenen; het milieu is er donker, vochtig en niet al te warm.
- onder struiken is de temperatuur anders dan op het open veld.
- de westkant van muren en bomen is over het algemeen vochtiger dan de oostkant, i.v.m. de regen die er door de westenwind tegenaan wordt geblazen.
  Dit verschil in vochtigheid is te zien aan de algengroei op bast en muur.

In bovenstaande gevallen spreken we van "microklimaten".

De hierboven beschreven weers- en seizoensverschijnselen spelen in deze microklimaten een belangrijke rol.
Op de verschillende plekken is de invloed van de wind anders, de zon dringt niet overal even ver door en de vochtigheid varieert van plek tot plek. Deze invloeden zijn zo sterk dat deze plekken daardoor vaak een andere begroeiing vertonen en dat er grote verschillen bestaan in het voorkomen van bijvoorbeeld bodemorganismen. activiteiten binnen dit aandachtsgebied willen kinderen gevoelig maken voor dit soort subtiele verschillen.

Relaties met andere aandachtsgebieden

Met bijna alle andere aandachtsgebieden zijn relaties te leggen vanuit het aandachtsgebied Weer en Seizoenen. We noemen enkele voorbeelden:
Het weer is van grote invloed op alle levende organismen.
De mens beschermt zich bijvoorbeeld d.m.v. kleding tegen weersverschijnselen (Wijzelf)
Deze aanpassing zien we ook bij planten en dieren. Denk maar aan vruchtvorming en bladval of vogeltrek en winterslaap (Planten en Dieren).
Alle weersverschijnselen zijn per definitie "Verschijnselen uit de natuur". Hier ligt dus een grote overlap met dit aandachtsgebied. Speciaal geldt dit voor de thema's kracht en beweging, warmte en licht.
Materialen en voorwerpen staan bloot aan allerlei weersverschijnselen: hout gaat rotten, ijzer gaat roesten. Constructies moeten windstoten kunnen opvangen. Eigenschappen als verdampen en condenseren, die aan bepaalde materialen zijn ontdekt, spelen bij weersverschijnselen een belangrijke rol.
Ook de relatie met het aandachtsgebied Omgeving spreekt vanzelf: het weer is uiteraard altijd een buitengebeuren. De waarnemingen zullen gedaan moeten worden in de buurt van de school.

4.2.7 Het aandachtsgebied Omgeving

Op het eerste gezicht is dit aandachtsgebied een wat vreemde eend in de bijt. Vandaar dat we hier (in tegenstelling tot andere aandachtsgebieden) wat langer stilstaan bij de verantwoording van dit gebied. We doen dat aan de hand van een drietal principes. Deze beschrijving is een aanvulling op de informatie uit par. 4.1.
Men kan terecht de vraag stellen of allerlei omgevingsaspecten al niet aan de orde komen bij de andere aandachtsgebieden. Men kan zelfs nog verder gaan door te beweren dat dit aandachtsgebied niet tot natuuronderwijs behoort, maar tot de Sociale Wereldoriëntatie. In dat leergebied zal men "omgeving" interpreteren als ruimtelijke dimensie, naast die van de tijd.
Als wij binnen natuuronderwijs aandacht vragen voor de omgeving, dan gaat het ons niet om een

territoriumgevecht met sociale wereldoriëntatie, integendeel. De mogelijke samenhang tussen de twee leergebieden kan juist in het aandachtsgebied omgeving duidelijk worden. In par. 2.3. (de plaats van natuuronderwijs in de hele school) is nader ingegaan op deze afgrenzingsproblematiek.

Drie omgevingsprincipes

In het aandachtsgebied omgeving komen de overige aandachtsgebieden terug, maar dan weer in onderling verband. We noemen dit het ecologische principe.
De omgeving wordt naast dit principe nog door twee andere principes gekarakteriseerd, nl. het handelingsprincipe en het contrastprincipe.
Elk van deze principes lichten we kort toe.

Het ecologische principe

Het begrip omgeving is vrij vaag. Dit begrip kan al iets helderder worden door een tweetal dimensies te onderscheiden. We kunnen spreken over de "mathematische ruimte" tegenover de "beleefde ruimte"(3).
Een vergelijking doet zich voor met de tijd. Hier kunnen we spreken over de objectieve klokketijd naast de beleefde tijd.Hoe lang kan een vervelende vergadering niet duren en hoe kort een vakantie.

In het aandachtsgebied omgeving gaat het om een samenspel tussen de mathematische en de beleefde ruimte, waarbij opgemerkt moet worden dat de mathematische ruimte in het leergebied Sociale Wereldoriëntatie meer systematisch wordt uitgewerkt. In dit leergebied zal bijvoorbeeld veel aandacht besteed worden aan het maken van kaarten, terwijl deze bij natuuronderwijs meer als hulpmiddelen gebruikt zullen worden.
De beleefde ruimte heeft een totaalkarakter.We kunnen een vergelijking met de muziek maken. Bij een muziekstuk gaat het niet om de verschillende toonhoogtes, maar om de melodie.
De ruimte om ons heen is niet opgebouwd uit losse elementen, zoals planten, dieren, stenen, bruggen en plantsoenen, maar verschijnt allereerst als een soort optelsom van heel veel losse onderdelen die allemaal weer met elkaar te maken hebben.
Dit relatie principe is voor natuuronderwijs van heel veel belang. Het is juist dit totaalkarakter dat bij de aandachtsgebieden Planten, Dieren en Materialen en Voorwerpen vrij gemakkelijk over het hoofd gezien kan worden. Bij genoemde gebieden kan men zich veroorloven diep in te gaan op de afzonderlijke dingen, zoals bruggen en pissebedden.
Door regelmatig het aandachtsgebied Omgeving bij die afzonderlijk activiteiten te betrekken, krijgt men als vanzelf dit totaalkarakter in het oog. We kunnen dit laatste ook als volgt formuleren: het aandachtsgebied Omgeving geeft aan de andere gebieden een ecologische dimensie.

Het handelingsprincipe

De beleefde ruimte kan op twee manieren nader worden gekarakteriseerd. We kunnen spreken van de "gestemde ruimte" en van de "handelingsruimte"(4).
De gestemde ruimte heeft te maken met de stemming, de atmosfeer.
Woorden als kleur, licht, geluid, geur, vorm en grootte spelen hier een grote rol. Het zijn de woorden die binnen natuuronderwijs het woord "beleven" nader vullen.
Wij spraken al eerder over het totaalkarakter van de beleefde ruimte: wij zijn als het ware het middelpunt in die ruimte.De omgeving beïnvloedt onze stemming en omgekeerd kleuren wij onze omgeving door onze gevoelens. Je zult maar eens met hevige kiespijn door een overigens prachtig heidelandschap fietsen.
De handelingsruimte heeft te maken met activiteiten die in de ruimte ondernomen worden. Je kunt zeggen dat mensen in de ruimte per definitie aktief zijn; ze verplaatsen zich van het ene punt naar het andere, ze doen er aan sport, werken in hun tuin, wassen hun auto, staan even te praten met de buurman, of wachten bij de bushalte op de bus.

Voor kinderen geldt dit nog in heviger mate; zij zijn vooral ook spelend in de ruimte bezig.Lichamelijkheid speelt hierbij een grote rol; omgeving daagt uit en stelt grenzen. De grenzen liggen ook in de lichamelijkheid; iemand in een rolstoel beleeft klimbomen heel anders dan de watervlugge meisjes en jongens die in een recordtijd boven in de paal zitten.
Voor natuuronderwijs ligt hier een verband met het aandachtsgebied Wijzelf. In de handelingsruimte gaat het vooral om de aanwezige dingen. Bollnow spreekt in dit verband over "grijpbaarheid van de dingen" (5).

De handelingsruimte is de ruimte waarin we dagelijks bezig zijn. Hier gaan kinderen om met de dingen, worden spullen gepakt, betast, uit elkaar gehaald. De dingen in de omgeving lokken ook activiteiten uit, zonder dat we ons daar altijd van bewust zijn. Het is juist dit handelend bezig zijn dat van vitaal belang is voor natuuronderwijs.
De omgeving biedt "van nature" een grote hoeveelheid dingen, waarop kinderen spontaan reageren. Het is de kunst van de onderwijsgevende van dit spontaan reageren op de dingen onderwijs te maken.

Het contrastprincipe

We zien nog een derde belangrijke reden om bij natuuronderwijs het aandachtsgebied Omgeving op te nemen.
Verkenningen in de omgeving leveren een soort karakteristiek van die omgeving op: onze omgeving ziet er zus en zo uit.
Vanuit deze verkenningen wordt de vraag interessant hoe 't er ergens anders uit ziet.Maar het omgekeerde is ook

van belang: kinderen komen met elders opgedane ervaringen weer terug in de vertrouwde omgeving. Vergelijkingen worden mogelijk: overeenkomsten en contrasten maken de eigen omgeving duidelijker. Natuuronderwijs krijgt door het aandachtsgebied Omgeving de mogelijkheid verder te kijken dan de eigen school. In allerlei voornamelijk milieu-educatieve activiteiten kan dit aspect nader worden uitgewerkt. Het gaat bij omgeving niet alleen om overeenkomsten en contrasten tussen "hier" en "daar", maar ook om contrasten in de tijd; wat verandert er in onze omgeving en hoe gaat de toekomst eruit zien?
De drie genoemde principes kunnen bij de andere aandachtsgebieden natuurlijk ook aan de orde komen, maar kunnen, zoals gezegd ook gemakkelijk over het hoofd worden gezien.

Vandaar de expliciete aandacht voor "omgeving" in het leergebied Natuuronderwijs.
De bedoeling van de onderwijsactiviteiten binnen dit aandachtsgebied is dat de kinderen:

1. *kunnen aangeven op welke manieren de verscheidenheid aan dingen in de omgeving zichtbaar wordt ("variatie"),*
2. *kunnen aangeven welke veranderingen in de omgeving zich voordoen en welke rol de mensen daarbij spelen ("verandering"),*
3. *kunnen vaststellen welke relaties er bestaan tussen de verschillende componenten in de omgeving ("relatie"),*

We zien ook hier weer het verband met de termen uit hoofdstuk 3.

Het mag duidelijk zijn, dat vaardigheden in de categorie "experimenteren" bij dit aandachtsgebied niet zo gauw aan bod zullen komen. Daarvoor zijn de onderwerpen van studie veel te omvangrijk. Wel zijn er enkele vaardigheden op het terrein van het waarnemen, die bij dit aandachtsgebied van speciaal belang zijn. Het waarnemen van grote gehelen vraagt aparte oefening vergeleken met het waarnemen van details. Je moet de relevante aspecten weten te kiezen, waar je op wilt letten. Door de grote afstand tussen twee verschillende situaties of door het grote tijdsverschil kun je vergelijkingen niet direct maken en wordt aan het vastleggen van waarnemingen grotere eisen gesteld. Het is dan ook zaak bij dit soort activiteiten tot samenwerking met anderen te komen en taken te verdelen. Op houdingen die daarmee te maken hebben wordt bij dit aandachtsgebied een speciaal beroep gedaan.

De inhoud van dit aandachtsgebied

Stel dat iemand zo objectief mogelijk alles in zijn directe omgeving wil registreren. Hij heeft dan op het eerste gezicht te maken met een chaotisch aandoende hoeveelheid dingen. Hij ziet huizen in allerlei

afmetingen en stijlen en verschillende soorten bestrating. Automobilisten, fietsers en voetgangers bewegen zich over deze straten. Langs de straten staan vaak bomen en lantaarnpalen en in het plantsoen groeien gras en andere planten. In de lucht vliegen vogels en vliegtuigen en de hele ruimte is met geluiden gevuld. Zo'n opsomming is nooit compleet; we weten allemaal dat er meer te zien is, naarmate je je meer concentreert. Dan valt ook ineens de poes op, die in de vensterbank zit en de wapperende was aan de lijn.
Het afval op de grond is een herinnering aan mensen die hier waren.
Het geheel is toch minder chaotisch dan op het eerste gezicht lijkt. Eigenlijk hebben alle dingen een vaste plaats; ze zijn er niet zomaar.
De waarnemingen zijn dan ook te systematiseren.
Onderwijsactiviteiten in de omgeving starten vaak met een inventarisatie-opdracht, die zoveel mogelijk betrekking heeft op de totale omgeving.
Wij kunnen over de beleefde ruimte hier weinig zeggen. We moeten denken aan het beeld van spelende kinderen, wandelende mensen in het park, het bekende geroezemoes van spelende en zwemmende mensen in het zwembad, etc.
We kunnen nu al opmerken dat het voor de school niet gemakkelijk zal zijn onderwijsactiviteiten te koppelen aan deze beleefde ruimte.

> *"Omdat een huis verbouwd wordt, liggen er twee grote hopen zand voor de deur. Het heeft net geregend, hier en daar liggen nog wat plassen. Een buitenkansje voor de omwonende kinderen, binnen een kwartier zijn er vier druk bezig. Twee meisjes, ongeveer acht, graven een tunnel, elk van een kant; eerst stort het in, maar later lukt het en diep onder het zand ontmoeten hun vingers elkaar. Een wat jonger kind heeft een schepje en wat vormpjes, op een schoon stuk stoep verschijnen allerlei taartjes. Van onder een stuk plastic haalt ze drooggebleven, fijnkorrelig zand te voorschijn, "saus" noemt ze het, daarmee bepoedert ze haar taartjes. Het vierde kind is een jongen, ook een jaar of acht, die autowegen in het zand aanlegt en er zijn autootjes overheen laat rijden. Met stokje maakt hij viaducten en onder een zacht vrroemm, vrroemm komt daar zijn kiepauto aan, op weg om een nieuwe lading zand te halen."*
>
> (Uit Bleeker, H. en K. Mulderij; Pedagogiek op je knieën,
> Meppel, 1985)

Verscheidenheid in de omgeving

Hoe wordt de verscheidenheid in de omgeving nu zichtbaar?
Allereerst in allerlei levende organismen: mensen, planten en dieren, maar ook in allerlei zaken, die door mensen zijn gemaakt, zoals huizen, straten, verkeersborden en bruggen.

De verscheidenheid in de omgeving wordt vooral ook zichtbaar in landschapstypen, op grond van landschapselementen.
Wij interpreteren landschap hier heel ruim; het schoolplein, het plantsoen en de plek waar klimtoestellen zijn opgesteld noemen we landschapselementen.
Deze elementen vertonen allerlei strukturen en patronen en kunnen worden weergegeven op kaarten.
De landschapstypen kunnen ruwweg verdeeld worden in twee soorten:
het stedelijk gebied, met gebouwen, woonwijken, winkelcentrum, etc. en het buitengebied, met verschillende kavelgroottes en met allerlei vormen van afgrenzingen.

Veranderingen in de omgeving

De omgeving is geen totaliteit van in rust zijnde elementen. Voortdurend treden veranderingen op; dieren worden geboren, spelen een bepaalde rol in een biotoop en sterven af; weersverschijnselen, als temperatuur en neerslag beïnvloeden de begroeiing. En wat te denken van menselijke activiteiten in de omgeving? Zij leggen wegen aan, kappen bossen en ontwerpen uitbreidingsplannen bij hun steden. Elke omgeving is onderhevig aan deze veranderingen.
Twee aspecten zijn van belang; de veranderingen verlopen in de tijd en in de ruimte. Echt zichtbaar worden veranderingen bijvoorbeeld in de stand van zon en maan. Tijd heeft met vroeger, nu en de toekomst te maken.
Hoe is het landschap om ons heen ontstaan; wat vertellen stenen, of een bodemprofiel ons bijvoorbeeld over deze ontstaansgeschiedenis?
Welke plannen maken mensen met hun omgeving? Ze leggen deze plannen vast in bestemmingsplannen.
Bestemmingsplannen zeggen iets over de toekomstplannen m.b.t. de omgeving.
De planologie levert voor deze bestemmingsplannen de nodige instrumenten.
Veranderingen zijn niet alleen zichtbaar in de tijd, maar ook in de ruimte. In de inleiding spraken we over het contrastprincipe. Veranderingen worden ook zichtbaar door de omgeving hier regelmatig te vergelijken met omgevingen elders.
De veranderingen in de omgeving worden voornamelijk door twee ontwikkelingen veroorzaakt:

- Natuurlijke ontwikkelingen. Deze ontwikkelingen komen tot stand onder invloed van organismen en het weer en het klimaat. Bij de aandachtsgebieden Planten, Dieren en Weer en Seizoenen worden deze begrippen nader uitgewerkt.
- Menselijke activiteiten. Deze activiteiten zijn zichtbaar in het grondgebruik en ook in allerlei bedrijven waar mensen werken. Aan afval kan men ook vaak menselijke activiteiten herkennen.

relaties in de omgeving

De omgeving is niet alleen opgebouwd uit een groot aantal zaken, die een min of meer vaste plaats hebben; die zaken hebben ook allemaal weer op de een of andere manier met elkaar te maken.
We kunnen als het ware een soort netwerk over de omgeving leggen, waarin allerlei relaties zichtbaar worden. Zo hebben bodemgesteldheid en begroeiing met elkaar te maken. Op zandgrond groeien andere gewassen dan op kleigrond. Windrichtingen spelen een belangrijke rol.
De regenzijde van een muurtje vertoont een andere mosvegetatie dan de droge zijde. De aard van de bodem bepaalt ook in grote mate wat mensen met die grond kunnen doen.
Wij kunnen zeggen dat de omgeving een geheel van relaties is. Zaken die met elkaar te maken hebben vormen een systeem. Voorbeelden van systemen zijn biotopen, zoals het weiland, de sloot en het bos, maar ook het heelal is als een groot systeem op te vatten.

Relaties met andere aandachtsgebieden

Eigenlijk komen alle aandachtsgebieden in hun samenhang aan de orde bij Omgeving.
Het ecologische aspect komt zeker aan de orde bij Planten en Dieren en bij Weer en Seizoenen. Het lichamelijke aspect (Wijzelf) komt op de voorgrond als het gaat om de beleving van de ruimte (zintuiggebruik en de prestaties van het lichaam).
Als bij gebouwen en bruggen wordt nagegaan hoe ze zijn gebouwd en welke patronen erin te herkennen zijn, dan wordt eigenlijk de stap gezet naar Materialen en Voorwerpen.
In de "beleefde ruimte" spelen woorden als licht, kleur en geluid een belangrijke rol.
Als we binnen natuuronderwijs iets met deze verschijnselen gaan doen hebben we te maken met het aandachtsgebied Verschijnselen in de Natuur.
In de onderwijspraktijk zullen de overgangen tussen de verschillende aandachtsgebieden vaak ongemerkt verlopen.

Noten bij hoofdstuk 4.

1. In het Primary Science Project van Queensland (Australië) onderscheidt men bijvoorbeeld: life energy matter earth space. In Longmans Science world spreekt men van: The world around us, movement and energy, structures and forces, magnets and electricity, light and sound, change properties of materials, weather, living/non living, food chains, living together, life cycles, people.

2. Voor de inhoudelijke informatie werd gebruik gemaakt van: Günther D. Roth; Elseviers Gids van het weer, Amsterdam 1978.

3. Deze onderscheiding is te vinden bij : Bleeker, H. en K. Mulderij:
   Pedagogiek op je knieën: Boom, Meppel 1985.
   De gebruikte vergelijkingen met de "tijd" en met een "muziekstuk" nemen we hieruit over.

4. Ook deze onderscheiding is ontleend aan: Bleeker en Mulderij.

5. Geciteerd in Bleeker en Mulderij

.HOOFDSTUK 5: PROGRAMMAVOORSTEL

Inleiding

Hierachter volgt een programmavoorstel dat recht wil doen aan al het voorafgaande. Het is opgebouwd in periodes van 2 jaar, overeenkomstig de indeling van hoofdstuk 3. Op één bladzijde staan voor alle aandachtsgebieden

- *een overzicht van activiteiten in korte aanduidingen;*
- *voor elke aktiviteit een tijdsschatting in klokuren;*
- *een verwijzing via codes naar de doelen uit hoofdstuk 3.;*

Het zal duidelijk zijn, dat met de korte aanduidingen alleen de bedoelde onderwijssituaties onvoldoende zijn beschreven. Ze moeten zeker in samenhang met de aangeven doelen worden gelezen. Daarbij moet ook bedacht worden, dat hier alleen naar de belangrijkste doelen wordt verwezen, naar de mening van de projectgroep althans. Het is vaak mogelijk ook andere kwaliteiten daarbij te betrekken en daar zelfs meer nadruk op te leggen.
In het projecttijdschrift "De Grabbelton" en in de publikatie "Natuuronderwijs in lessen" zijn van vele activiteiten uitwerkingen op lesniveau beschreven. Ook kan men te rade gaan bij publikaties van anderen, zoals methoden en uitgaven van schoolbiologische diensten.
Bij verdere uitwerking kan blijken, dat sommige activiteiten meer dan één les beslaan. Verder moet nog bekeken worden hoe per leerjaar en per seizoen de verdeling uitvalt. Daarbij zijn aanpassingen mogelijk aan persoonlijke voorkeuren en mogelijkheden van individuele leerkrachten, vast te leggen in het schoolwerkplan van de school.
Een voorstel daarvoor doet de projectgroep in de publikatie "Natuuronderwijs in schooldocumenten" in de vorm van een lessenplan voor elk leerjaar.

Bij de tijdschatting zijn we ervan uitgegaan, dat in de onderbouw gemiddeld één uur per week en in de bovenbouw anderhalf uur per week aan natuuronderwijs wordt besteed. Dat komt neer op 40 resp 60 klokuren per jaar. Bij optelling van de aangegeven tijden blijkt, dat deze totaal tijd niet bij elke periode helemaal wordt benut. De verdeling is nu als volgt:

aandachtsgebied	kleuters	onderbouw	middenbouw	bovenbouw	totaal
wijzelf	13	13	18	17	61
planten	12	12	16	15	55
dieren	10	12	16	20	58
materialen/voorw.	15	15	16	19	65
natuur/techniek	9	7	16	13	45
weer en seizoenen	7	8	15	16	46
omgeving	6	10	16	20	52
totaal	72	77	113	120	382

De praktijk zal moeten uitwijzen welke varianten op dit schema ontstaan.

GROEP 1/2

NUMMER	ACTIVITEIT	AANTAL KLOKUREN	INZICHT	KWALITEITEN: VAARDIGHEDEN	HOUDING
WIJZELF					
1/2.WIJ.1	- Verkennen van de uitwendige vorm en bouw van het eigen lichaam; lichaamsdelen onderscheiden en benoemen.	3	var.1	wrm.1/vrw.1	nat.1
1/2.WIJ.2	- De bouw van je gebit bekijken (tanden en kiezen) en nagaan hoe je kauwt en slikt (zie Planten 2).	1	var.1	wrm.1/vrw.1	nat.1
1/2.WIJ.3	- Uiterlijke verschillen en overeenkomsten vaststellen tussen klasgenoten, o.a. naar lengte, sexe, haar- en oogkleur etc.	3	var.1	wrm.3/wrm.5	sam.1
1/2.WIJ.4	- Nagaan wat je zintuigen kunnen door allerlei onderscheidingen te maken.	4	var.2	exp.1	nat.1
1/2.WIJ.5	- Onderscheidingen maken tussen de grote fasen in het verloop van een mensenleven: zwangerschap, jeugd, volwassen, ouderdom.	2	ver.1/ver.3	wrm.4	-
PLANTEN					
1/2.PLA.1	- Planten in de klas en buiten verzorgen: zaaien, stekken, tuinieren.	3	ver.2/rel.1	wrm.4	han.1
1/2.PLA.2	- Vruchten en zaden (o.a. fruit) vergelijken: vorm, kleur, smaak (kan aansluiten bij Wijzelf 2.).	2	var.2/var.5	wrm.2/exp.1	nat.1
1/2.PLA.3	- Volgen hoe uit een zaad een plant komt (tuinkers, boon).	2	ver.2	wrm.4	nat.1
1/2.PLA.4	- Bloemen plukken en in een vaas schikken; stukjes maken.	2	var.4	exp.2	nat.1
1/2.PLA.5	- Verschillende planten en hun onderdelen bekijken, waaronder groentes.	3	var.4/var.5	wrm.3	nat.1
DIEREN					
1/2.DIE.1	- Bodemdieren zoeken, bekijken en vergelijken op uiterlijk.	2	var.3	wrm.1/vrw.1	han.1
1/2.DIE.2	- Hoofdgroepen van diersoorten onderscheiden, lettend op uiterlijk, op voedsel en op gedrag, o.a. voortbeweging, nakomelingen.	4	var.3/ver.3	wrm.1	nat.1
1/2.DIE.3	- Kennismaken en omgaan met (huis)dieren op de kinderboerderij; dieren op school helpen verzorgen.	4	rel.1	vrw.1	han.1
MATERIALEN EN VOORWERPEN					
1/2.M/V.1	- Stoffen en voorwerpen onderscheiden + benoemen, op grond van direct waarneembare eigenschappen: vorm, kleur, smaak, geur, lengte, klank en gewicht.	6	var.2 + 6	wrm.2/ wrm. 5+6/ exp.1	han.1
1/2.M/V.2	- Spelen aan de watertafel: gieten, drijven, zinken, varen.	3	var.6/rel.2	exp.1	sam.1
1/2.M/V.3	- Etenswaren bereiden: koekjes, jam, broodje.	2	ver.4	wrm.4+6	sam.1
1/2.M/V.4	- Spelen met spiegels: jezelf kijken (zie Wijzelf 1.), achter je kijken, figuren verdubbelen, kaleidoscoop kijken.	2	var.6	exp.1 vrw.1	nat.1
1/2.M/V.5	- Iets bouwen met constructiespeelgoed: torens, huizen.	2	rel.2	exp.2	sam.1
VERSCHIJNSELEN UIT NATUUR EN TECHNIEK					
1/2.N/T.1	- Ervaringen opdoen met voorwerpen die bewegen: rollen, vallen, vliegen, rijden, wippen, glijden.	4	rel.2	wrm.3/exp.2	han.1
1/2.N/T.2	- Geluiden maken en onderscheiden, o.a. met muziekinstrumentjes en schudkokers: hoog-laag, hard-zacht, langzaam-snel.	3	var.8	wrm.3/vrw.1	nat.1
1/2.N/T.3	- Plekken opzoeken, die licht-donker, warm-koud zijn (zie ook Weer 1.).	2	var.7	wrm.4	-
WEER EN SEIZOENEN					
1/2.W/S.1	- Een aantal dagen de veranderingen in het weer volgen, zoals wind, regen, vorst/dooi (warmte), bewolking, hagel, zon.	4	var.9/ver.4	wrm.4/vrw.1	-
1/2.W/S.2	- Buiten zoeken naar effecten van wind, regen en zon.	3	var.9	wrm.3	nat.1
OMGEVING					
1/2.OMG.1	- Enkele verschillende soorten grond nader verkennen.	2	var.2	exp.1	han.1
1/2.OMG.2	- In de omgeving heel verschillende plekken opzoeken en vergelijken: bos, tuin, straat, speelplein, park.	4	var.10	wrm.3	nat.1

GROEP 3/4

NUMMER	ACTIVITEIT	AANTAL KLOKUREN	INZICHT	KWALITEITEN: VAARDIGHEDEN	HOUDING
WIJZELF					
3/4.WIJ.1	- Enkele inwendige lichaamsdelen onderscheiden, die van buitenaf merkbaar zijn (hart, longen, botten, maag, spieren, aders, e.d.).	3	var.2	vrw.2	-
3/4.WIJ.2	- Door omtrekken en door afdrukken maken de bouw van je lichaam verkennen.	3	var.1	vrw.4	-
3/4.WIJ.3	- Je eigen groei bijhouden m.b.v lengtestroken en vergelijken.	2	ver.1	wrm.4+5	han.2
3/4.WIJ.4	- Aantal en plaats van tanden en kiezen in het gebit vaststellen en het wisselen daarvan volgen.	2	ver.1	vrw.2/wrm.4	han.2
3/4.WIJ.5	- Soorten voedsel onderscheiden, o.a. naar herkomst.	3	rel.5	wrm.1	han.1
PLANTEN					
3/4.PLA.1	- Verschillende onderdelen van allerlei planten bekijken en vergelijken (knop, bloem, blad, wortel, stengel).	4	var.3+8	vrw.2+4 wrm.2	nat.1
3/4.PLA.2	- Groei en ontwikkeling volgen van ontkiemende zaden en gepote bollen.	4	rel.6/ver.1	wrm.4	nat.2/ nat.1
3/4.PLA.3	- Bloemzaden en vruchten van verschillende planten bekijken en het uiterlijk in verband brengen met de verspreiding.	2	var.8/rel.8	vrw.1	han.1
3/4.PLA.4	- In de omgeving kijken, waar (spontaan) plantjes groeien: tussen tegels, op open plekjes, onder/naast struiken etc.	2	rel.6	wrm.3/vrw.1	nat.1
DIEREN					
3/4.DIE.1	- Uiterlijke kenmerken van dieren vergelijken met die van jezelf.	2	var.1	vrw.2	-
3/4.DIE.2	- Voor verschillende hoofdgroepen van dieren nagaan, wat ze eten en waar ze wonen (vogels, vissen, bodemdieren, huisdieren).	4	var.4/ rel.5+7	wrm.1	nat.1
3/4.DIE.3	Constateren, dat het leven van bepaalde diersoorten volgens duidelijke stadia verloopt.	3	ver.1	wrm.3	nat.2
3/4.DIE.4	- Eenvoudige verzorgingstaken uitvoeren, bijv. vogels voeren.	3	rel.5+7	exp.2	nat.2
MATERIALEN EN VOORWERPEN					
3/4.M/V.1	- Onderscheidingen maken bij stoffen en voorwerpen door mengen, oplossen, drijven, meten van lengte, wegen.	6	var.7	wrm.1+5+6/ exp.1	han.1
3/4.M/V.2	- Nagaan aan welke effecten je kunt vaststellen, dat er lucht is.	1	var.7/rel.1	exp.1/vrw.1	han.1
3/4.M/V.3	- Spelend en experimenterend eigenschappen van zeepbellen verkennen.	3	var.7	wrm.3/exp.1	nat.2/ sam.1
3/4.M/V.4	- Een bouwwerk maken met een functie, bijv. een brug.	3	rel.2	exp.2	sam.1
3/4.M/V.5	- Bij gebruiksvoorwerpen nagaan, hoe hun vorm samenhangt met hun gebruik of toepassing (lepel, spiegel, schaar, etc.).	2	rel.8	vrw.1	han.1
VERSCHIJNSELEN VAN NATUUR EN TECHNIEK					
3/4.N/T.1	- Nagaan hoe voorwerpen bewegen als gevolg van duwen, trekken, vallen, mede gelet op de vorm.	3	rel.1/rel.8	exp.1/vrw.1	han.1
3/4.N/T.2	- Schaduwen van voorwerpen vergelijken en laten veranderen in vorm en grootte.	2	rel.3	wrm.3/vrw.1	han.1
3/4.N/T.3	- Werking van magneten onderzoeken op verschillend materiaal.	2	var.7	exp.1	nat.2
WEER EN SEIZOENEN					
3/4.W/S.1	- Nagaan welke weersverschijnselen samenhangen met een bepaald seizoen.	2	var.5	wrm.4	han.2
3/4.W/S.2	- Hoeveelheid bewolking vaststellen en verbinden met de kans op regen.	2	rel.4	vrw.4	han.2
3/4.W/S.3	- Vaststellen uit welke richting de wind waait.	2	var.5	vrw.3	sam.1
3/4.W/S.4	- Weersituatie weergeven met eenvoudige symbolen (zon, wind, neerslag, temperatuur).	2	rel.4/var.5	vrw.1+3	han.2
OMGEVING					
3/4.OMG.1	- Dode en levenloze materialen uit de omgeving (bijv. stenen) verzamelen, vergelijken en ordenen.	3	var.6+7	wrm.1+2	han.1
3/4.OMG.2	- Kenmerken van bijzondere plaatsen vaststellen.	3	var.6	vrw.4	-
3/4.OMG.3	- Gebouwen en bouwwerken in de buurt bekijken en vergelijken, patronen herkennen, o.a. in de bestrating en muren.	4	rel.2+8	wrm.3	han.2

NUMMER	ACTIVITEIT	AANTAL KLOKUREN	KWALITEITEN: INZICHT	VAARDIGHEID	HOUDING
WIJZELF					
5/6.WIJ.1	- Plaats en naam van inwendige lichaamsdelen achterhalen.	2	var.7	vrw.4	han.4
5/6.WIJ.2	- Bouw van een skelet aan een model bekijken en navoelen bij jezelf, vergeleken met je bewegingsmogelijkheden.	3	rel.1	wrm.3/vrw.4	han.4
5/6.WIJ.3	- De weg van het voedsel nagaan.	1	ver.2	-	nat.1
5/6.WIJ.4	- Presentaties van je zintuigen meten en vergelijken.	5	var.9	exp.2/vrw.1	sam.1
5/6.WIJ.5	- Lichaamsverrichtingen meten en vergelijken met anderen (hartslag, ademhaling, spierkracht, snelheid, ledematen).	6	var.9	wrm.6/exp.2	sam.1/ han.1
5/6.WIJ.6	- Nagaan hoe een foetus zich ontwikkelt.	1	ver.1	-	han.4
PLANTEN					
5/6.PLA.1	- Van verschillende plantensoorten de unieke eigenschappen vaststellen (speciale wortels, bloemen, zaden e.d.) en bepalen bij welke hoofdgroep elk behoort (grassen, composieten e.d.).	4	var.2+4	wrm.1+2	nat.1
5/6.PLA.2	- Op verschillende plaatsen kijken welke planten daar voorkomen.	3	var.3	wrm.3	nat.1
5/6.PLA.3	- De groei en ontwikkeling volgen van zelfgekweekte planten en van planten en bomen buiten in de verschillende seizoenen.	4	ver.1+5	wrm.5	han.2
5/6.PLA.4	- Kijken naar bloemen, die door insekten worden bezocht.	2	rel.6	wrm.3	nat.1
5/6.PLA.5	- In voor- en najaar rond bomen zoeken naar afgevallen zaden en bladeren.	3	var.4/ver.5	wrm.4	nat.1
DIEREN					
5/6.DIE.1	- Op verschillende plekken nagaan, welke (bodem-)dieren daar voorkomen en welke sporen zij achterlaten.	4	var.3+4	wrm.3	nat.1
5/6.DIE.2	- M.b.v. eenvoudige determineersleutels dieren onderscheiden (bodemdieren, vogels).	4	var.2	wrm.2/vrw.2	han.4 han.1
5/6.DIE.3	- Van enkele diersoorten de levenscyclus volgen (kikker, kip, vlinder, meeltor).	4	ver.1/var.1	wrm.5	han.2
5/6.DIE.4	- Gedurende verschillende seizoenen dieren kijken.	4	ver.5	vrw.1	han.4
MATERIALEN EN VOORWERPEN					
5/6.M/V.1	- Bootjes maken en onderzoeken, hoeveel lading ze kunnen dragen.	2	rel.4	exp.2	han.3
5/6.M/V.2	- Veranderingsprocessen volgen en de omstandigheden bepalen waaronder ze optreden (gipsharding, smelten/verdampen, roesten).	7	ver.4/var.5	exp.1/vrw.3	sam.1/ han.1
5/6.M/V.3	- Met spiegels symmetrische figuren onderzoeken.	2	var.8	exp.1	han.2
5/6.M/V.4	- Kristallen bekijken van bijv. keukenzout, suiker, fixeerzout, aluin, mineralen.	2	var.5+8	vrw.2	han.4
5/6.M/V.5	- Constructies maken en testen op stevigheid (brug, toren).	3	rel.4	exp.2	han.3
VERSCHIJNSELEN UIT NATUUR EN TECHNIEK					
5/6.N/T.1	- Nagaan op wat voor manieren de beweging van een slinger, karretje of stuiterbal kan worden beïnvloed.	4	rel.5	exp.1/vrw.1	sam.1/ han.3
5/6.N/T.2	- Geluiden maken en veranderen met verschillende instrumenten en voorwerpen van allerlei materiaal en formaat.	4	rel.3	wrm.1/exp.1	han.4
5/6.N/T.3	- Temperaturen vergelijken met een thermometer.	2	ver.4	wrm.6	sam.1
5/6.N/T.4	- Bij schaduwen en spiegels nagaan, hoe de stralengang van het licht loopt.	3	rel.4+9	vrw.3	han.3
5/6.N/T.5	- Eenvoudige schakelingen maken met lampjes en batterijen.	3	rel.2	vrw.3	han.3
WEER EN SEIZOENEN					
5/6.W/S.1	- De seizoenen in verband brengen met enkele verschijnselen in de natuur, zoals vogeltrek, winterslaap, bladval, vruchtvorming.	3	ver.5	wrm.5	-
5/6.W/S.2	- Met eenvoudige instrumenten gedurende enige tijd weermetingen doen: hoeveelheid neerslag, windkracht en -richting, temperatuur.	6	ver.3	wrm.5+6	han.2
5/6.W/S.3	- Vormen van wolken onderscheiden.	2	ver.3	wrm.4	han.4
5/6.W/S.4	- Resultaten van weerwaarnemingen overzichtelijk vastleggen en vergelijken met het weerbericht.	4	ver.3	vrw.1	han.1/ sam.1
OMGEVING					
5/6.OMG.1	- Op diverse plaatsen grondmonsters nemen en vergelijken op kleur, korrelgrootte, samenhang, vochtigheid e.d.	2	var.3+6	wrm.1/vrw.2	han.4
5/6.OMG.2	- Van een bijzondere plaats nagaan, welke organismen er voorkomen (zie ook Dieren-1 en Planten-2) (wei, sloot, braak terrein).	4	var.3	wrm.4	nat.1
5/6.OMG.3	- Afval verzamelen en sorteren.	2	var.10	wrm.1	-
5/6.OMG.4	- Kenmerkende dingen in de buurt inventariseren (bomen, gebouwen, bruggen, speelplekken e.d.) en op kaart weergeven.	4	var.3	vrw.1/wrm.4	sam.1
5/6.OMG.5	- Nagaan hoe mensen in de buurt de grond gebruiken.	2	var.6	wrm.3	sam.1
5/6.OMG.6	- Het verloop van de schaduw overdag volgen en in verband brengen met de stand van de zon.	2	ver.6	exp.2/vrw.1	han.3

GROEP 7/8

NUMMER	AKTIVITEIT	AANTAL KLOKUREN	KWALITEITEN: INZICHT	VAARDIGHEDEN	HOUDING
WIJZELF					
7/8.WIJ.1	- Nagaan, waar zoal spieren zitten en welke bewegingen ze mogelijk maken.	2	rel.13	vrw.4	-
7/8.WIJ.2	- Bouw en functioneren van het menselijk lichaam vergelijken met (zoog)dieren.	2	rel.6+12	-	nat.1
7/8.WIJ.3	- Kennis nemen van de werking van diverse zintuigen en hun belang.	4	rel.12	wrm.4	han.1
7/8.WIJ.4	- Lichaamsprestaties meten en verband leggen met andere kenmerken (borstomvang-longvolume, beendikte-spierkracht e.d.).	4	rel.11	wrm.3/vrw.3	han.1
7/8.WIJ.5	- Nagaan welke elementen deel uitmaken van een gezonde voeding.	3	rel.6	-	sam.3
7/8.WIJ.6	- Nagaan welke organen een rol spelen bij sexualiteit en voortplanting.	2	rel.6	-	han.1
PLANTEN					
7/8.PLA.1	- Planten laten groeien onder verschillende omstandigheden (grondsoort, licht).	4	rel.7+15	exp.1+3/ vrw.1+2	han.1/ sam.1
7/8.PLA.2	- Schimmels kweken en letten op de sporevorming.	2	rel.15	exp.1	han.1
7/8.PLA.3	- Nagaan welke plantensoorten zich kunnen handhaven op een bepaalde plaats en onder welke omstandigheden (algen, mossen, grassen, in verband met vocht en licht).	5	var.2/rel.7	vrw.4/wrm.1	han.2
7/8.PLA.4	- Voorbeelden zoeken van de invloed van dieren op planten (vraatsporen, insekten, leven in bomen).	4	var.2/rel.8	wrm.1	sam.1
DIEREN					
7/8.DIE.1	- Van enkele hoofdgroepen van dieren de algemene bouw beschrijven en daarbij vorm-functie relaties aangeven.	3	rel.7+11	wrm.1	nat.1
7/8.DIE.2	- Van enkele hoofdgroepen van dieren nagaan hoe levensprocessen verlopen en via welke gespecialiseerde organen en/of zintuigen.	4	var.5/rel.6+12	-	nat.1
7/8.DIE.3	- Fossielen bekijken en vergelijken en in de tijd plaatsen.	2	ver.2	wrm.2	han.3
7/8.DIE.4	- Aantallen en verspreiding van dieren nagaan in een bepaald gebied bijv. vogels rond de school en wei, slootdieren.	3	var.2/rel.8	wrm.2+6	sam.1
7/8.DIE.5	- Onderzoeken hoe bodemdieren reageren op milieufactoren (licht e.d.).	3	rel.7	exp.1	han.1
7/8.DIE.6	- Nagaan hoe verschillende diersoorten de seizoenen doorkomen.	3	rel.9	-	nat.1
7/8.DIE.7	- Relaties verkennen tussen dieren onderling en mensen (voedsel, vee).	2	rel.8	-	han.3
MATERIALEN EN VOORWERPEN					
7/8.M/V.1	- Stoffen scheiden en onderscheiden.	4	var.4	wrm.1+2/exp.1	han.2
7/8.M/V.2	- Onderzoeken, welke stoffen electriciteit en warmte geleiden.	3	var.4	vrw.4+5	sam.2
7/8.M/V.3	- Voorwerpen in vloeistoffen en vloeistoffen op elkaar laten drijven.	2	var.4	vrw.3+4	han.2
7/8.M/V.4	- Aan veren en elastiek meten hoe de veerkracht verandert door uitrekken.	2	var.6	exp.2/vrw.1	sam.2
7/8.M/V.5	- Eigenschappen van zeepvliezen onderzoeken en daarin regelmaat vinden.	2	var.6	vrw.3	nat.1
7/8.M/V.6	- Toepassing van stevigheidsprincipes bekijken bij menselijke en natuurlijke bouwsels.	3	rel.14	vrw.4	nat.1
7/8.M/V.7	- De hefboomwerking onderzoeken aan mobielen, kijken naar werktuigen.	3	rel.4	exp.2+3	han.1+2
VERSCHIJNSELEN UIT NATUUR EN TECHNIEK					
7/8.N/T.1	- Invloed van warmte bepalen op smelten/stollen, verdampen/ condenseren en op uitzetten/inkrimpen.	3	rel.3	exp.2/vrw.3+4	han.1/ sam.2
7/8.N/T.2	- Verbrandingsverschijnselen bestuderen bij een brandende kaars.	2	rel.3	wrm.4	han.3
7/8.N/T.3	- Verkennen hoe je met een loep (brilleglas) een scherpe afbeelding kunt krijgen van een lichtbron en toepassingen zoeken (fototoestel, diaprojector).	3	rel.2	exp.2	nat.1
7/8.N/T.4	- Met een kompasje en met andere magneten de werking van een zelfgemaakte electromagneet verkennen en toepassingen zoeken (ijzer uit afval bijv.).	2	rel.1/var.4	exp.2+3	han.2
7/8.N/T.5	- Meerdere lampjes tegelijk laten branden op één stroombron en toepassing ervan kunnen herkennen (bibberspel, zaklantaarn, fiets).	3	var.7	wrm.4+5	han.1

WEER EN SEIZOENEN

7/8.W/S.1	- Aan modellen nagaan, hoe het verband is tussen seizoen, stand van de zon en de gemiddelde temperatuur.	3	rel.5+9	vrw.3	nat.1/ han.2
7/8.W/S.2	- Voorbeelden zoeken van reacties van planten en dieren op het weer.	4	rel.9	-	sam.1
7/8.W/S.3	- Uit eigen weermetingen (luchtdruk, temperatuur, neerslag, wind) afleiden hoe deze globaal samenhangen.	5	rel.9	wrm.4+5/ vrw.2+3	han.3/ sam.1
7/8.W/S.4	- Voorbeelden zoeken van microklimaten in de omgeving + kennis nemen van de karakteristieken van grote klimaatgebieden.	4	var.3	wrm.4/vrw.5	han.1

OMGEVING

7/8.OMG.1	- Op bijzondere plaatsen zoeken naar relaties tussen planten, dieren, mensen en milieufactoren (bijv. bodemgesteldheid) (bos, wei, sloot).	4	var.2/rel.8	vrw.5	han.2
7/8.OMG.2	- Nagaan waar welk soort afval ligt en hoe het kan worden verwerkt.	4	rel.10	wrm.6	sam.3
7/8.OMG.3	- Nagaan hoe de omgeving vroeger was en in de toekomst zal zijn.	4	ver.1	vrw.4	sam.3
7/8.OMG.4	- Inventariseren van landschapselementen, met name rond de school en nagaan hoe deze op diverse kaarten zijn weergegeven.	4	var.1	-	sam.1
7/8.OMG.5	- Veranderingen in de stand van de zon en maan volgen en het patroon zoeken.	4	rel.5	exp.3/vrw.4	han.2