

LEERPLAN

NATUURWETENSCHAPPEN

(algemeen vak - lestijd: 2 of 3 uur per week)

Secundair Onderwijs – Eerste graad – A-stroom

ingediend door: Federatie steinerscholen in Vlaanderen vzw
lid van de European Council for Steiner Waldorf Education
p/a Gitschotellei 188
2140 Antwerpen
03/213 23 33
steinerscholen@telenet.be

datum: juni 2011

Inhoud

1	Beginsituatie	2
1.1	Opgedane ervaringen in het BaO.....	2
1.2	Leeftijdsschets eerste graad	2
2	Doelstellingen	4
2.1	Algemene doelstellingen	4
2.2	Leerplandoelstellingen.....	7
3	Leerinhouden	9
3.1	Voedings-en gezondheidsleer.....	9
3.2	Menskunde.....	10
3.3	De samenhang tussen de vier natuurrijken	11
3.4	Fenomenologische studie van het vuur	12
3.5	Fenomenologische benadering van zouten, zuren en basen	13
3.6	Fenomenologische studie van zetmeel	14
3.7	Fenomenologische studie van suiker.....	14
3.8	Fenomenologische studie van eiwitten.....	15
3.9	Fenomenologische studie van vetten en oliën	15
4	Minimale materiële vereisten.....	16
5	Methodologische wenken	17
5.1	Het pedagogische handelen	17
5.2	Algemene wenken voor natuurwetenschappen	18
5.3	specifieke wenken bij de niet levende natuur.....	19
6	Evaluatie	21
7	Bibliografie	21

1 Beginsituatie

1.1 OPGEDANE ERVARINGEN IN HET BAO

In de vierde klas krijgen leerlingen uit de scholen van de Federatie steinerscholen op een beeldende wijze inhoud uit de menskunde en de dierkunde. In de menskunde maken de leerlingen kennis met de menselijke gestalte in zijn driedigheid: hoofd, romp, ledematen. Daarop verder bouwend typeert men de karakteristieke functie van hoofd, romp en ledematen. In de dierkunde krijgen ze de beschrijving van dieren in hun samenhang met de menselijke gestalte. Daarop volgen beschrijvingen van diersoorten uitgaande van hun omgeving en levensvoorwaarden.

In de vijfde klas benaderen de leerlingen de planten vanuit het kunstzinnig karakteriserende. Hierbij komen de verschillende ontwikkelingsstadia van de planten aan bod: paddenstoelen, zwammen, algen mossen, varens, naaktzadigen, eenzaadlobbigen, tweezaadlobbigen; de samenhang van de plant (wortel, stengel-blad en bloem-vrucht) met de mens (zenuw-zintuigstelsel, ritmisch systeem en stofwisselings-ledematensysteem); de samenhang van de plant met de vier elementen (aarde, lucht, water en warmte).

In de zesde klas komen speelse experimenten met de volgende inhoud aan bod: geluid, licht, warmte, elektriciteit en magnetisme. Ook dit gebeurt op een kunstzinnig karakteriserende manier waarbij het waarnemen voorop staat. Echte theoretische kennis is hier nog niet aan de orde.

Uiteraard kunnen ook leerlingen instromen in de eerste graad SO van een steinerschool die deze ervaringen niet op deze manier hebben opgedaan. Het bovenstaande geeft alleen aan dat er een doorlopende pedagogische lijn is van de leerplannen uit de basisschool naar de eerste graad van het secundair onderwijs.

De leerlingen die het eerste leerjaar van de eerste graad in de A-stroom aanvatten doen dit als regel op basis van het getuigschrift basisonderwijs. Daarom gelden de eindtermen van het basisonderwijs als uitgangspunt voor dit leerplan.

In de eerste graad moet de leraar voldoende aandacht besteden aan het heterogene karakter van de klasgroep. Dat vergt een individualiserende aanpak en een *interne differentiatie*: niet alle leerlingen moeten precies hetzelfde bereiken. Uiteraard is er wel een minimum vereist om met kans op welslagen naar de tweede graad te kunnen gaan. Het leerplan voorziet in dit minimum en laat de uitbreidingsleerstof voor het grootste deel over aan de individuele leerkracht die in overleg met zijn collega's uit de tweede en derde graad hieraan invulling kan geven.

1.2 LEEFTIJDSSCHETS EERSTE GRAAD

Om op te voeden en te onderwijzen is inzicht nodig in de wetmatigheden die een rol spelen bij de ontwikkeling van het kind tot volwassene. Hieronder volgen enkele karakterisering van de leeftijdsfase 12-14 jaar.

Omhullend samenwerken

De leerlingen van de eerste graad zijn nog erg ontvankelijk voor de autoriteit van de volwassene. Zij kijken vol interesse naar de mensen en dingen uit hun omgeving en nemen er nog veel van op: ongefilterd en vol vertrouwen. Zij maken deel uit van een wijsheidsvol geheel: dé klasgroep, het gezin, dé sportploeg, de afdeling of tak in de jeugdbeweging e.d.

Impulsief enthousiasme

Deze leerlingen zijn nieuwsgierig naar het nieuwe in de buitenwereld. Zij hebben voldoende aan een vonkje om volledig te ontvlammen. Zij kennen daarin geen maat. Hun enthousiasme gaat vaak gepaard met veel rumoer, gejuich, en chaotische toestanden.

Ruwe bolster – gave pit

De twaalf-veertienjarige kan grof uithalen naar zijn ouders of andere opvoeders maar doet dit in regel vanuit het onbewuste vertrouwen dat zij hem hiervoor niet zullen laten vallen. De innerlijke veranderingen van deze leerlingen weerspiegelen zich vaak in uiterlijke opvallendheden zoals speciale kapsels, extravagante kleding of buitensporig gedrag. De kwetsbare binnenwereld wordt afgeschermd door een stekelige harde bolster die slechts buitenkant is.

Kwetsbare binnenwereld

De jongeren op deze leeftijd ontwikkelen zeer sterk hun fysieke krachten. Op gevoelsgebied zijn ze daarentegen erg kwetsbaar. Ze beleven hun zielenroerselen intensief. Het eigen innerlijke ervaren ze als een op zichzelf staande werkelijkheid. Het bewustzijn van de eigen binnenwereld gaat gepaard met een gevoel van eenzaamheid, onzekerheid en angst. Bovendien voelen ze dat vanuit het lichaam heftige krachten, zoals driften en begeerten, op de ziel inwerken. Dit houdt hen sterk bezig.

Verbeeldingskracht

In de eerste graad werken we in de steinerscholen nog sterk op de verbeeldingskracht. Dit is een onmisbare voorwaarde om het inlevingsvermogen en het levendig denken te ontwikkelen. De nadruk ligt op een verfijnde beschrijving van de beelden die gevoelsmatig verinnerlijkt worden aan de hand van klanken, woorden, vormen of gedachten. De ‘waarom’-vragen komen later actief aan de orde. De pedagoog gaat in op de vragen die de leerlingen van deze leeftijd stelt. In deze leeftijdsfase moet de leerling nog leren om zelfstandig de verbinding te leggen tussen waarnemen en denken. Daarbij kan de leraar geleidelijk aan overgaan tot het aanbrenge van theorieën of wetmatigheden. Wordt het oordeel op deze leeftijd te sterk gestimuleerd dan leidt dit gemakkelijk tot het vormen van vooroordelen.

Ankerpunten voor het eerste leerjaar

Leerlingen van het eerste leerjaar van de eerste graad voelen dat hun binnenwereld niet overeenstemt met de waarneembare buitenwereld. Ze willen dan ook nieuwe dingen leren kennen, grenzen verleggen. Ze kunnen dit nog niet op eigen kracht. Daarvoor hebben zij

ankerpunten nodig: de pedagoog, de groep, de al verworven kennis en vaardigheden e.d. De leerling heeft op deze leeftijd veiligheid en geborgenheid nodig zodat hij vanuit zijn vertrouwde omgeving de nodige stappen durft te zetten in de onbekende buitenwereld.

Afstand nemen bij het tweede leerjaar

In het tweede leerjaar wint de leerling heel wat aan zekerheid en durft zelfs enig risico nemen om op het onbekende doel af te gaan. Moed slaat weleens om in overmoed. De afscheiding tussen binnen- en buitenwereld voltrekt zich duidelijk: de leerling laat op deze leeftijd geregeld horen dat hij er anders over denkt of dat hij de zaak vast en zeker anders zou aanpakken. Met de groeiende kritiek op de omgeving neemt het eigengevoel toe. Ook het rechtvaardigheidsgevoel groeit. Daarmee zet de leerling de eerste stappen op de weg tot het ontwikkelen van een eigen waardepatroon. Dit proces vindt plaats in de sfeer van het 'zich geborgen voelen'. In deze zoektocht maakt de jongere nog vele fouten en niets is voor hem zo erg als daarop 'genomen' te worden.

2 Doelstellingen

2.1 ALGEMENE DOELSTELLINGEN

De doelstellingen sluiten aan bij de Europese aanbevelingen in verband met de ontwikkeling van wetenschappelijke geletterdheid bij de burger. Deze aanbevelingen richten zich op het bereiken van kerncompetenties op het eind van de initiële opleiding. In de eerste graad leggen we hiervoor de fundamenten zodat de leerlingen deze kerncompetenties kunnen bereiken op het eind van de schoolloopbaan.

De Federatie Steinerscholen Vlaanderen huldigt een ontwikkelingsgerichte pedagogie. Leerlingen hebben een benadering van de werkelijkheid nodig die aansluit bij hun wijze van begrijpen. Geleidelijk aan kunnen ze meer en meer abstracties aan. Dit heeft voor gevolg dat men het niveau van abstractie aanpast aan de leeftijd. Verregaande abstracties kunnen aangereikt worden in de tweede en derde graad, als de leerlingen daar meer aan toe zijn. De consecutieve leer- en ontwikkelingslijn in het geheel van de steinerpedagogie is in dit kader van essentieel belang.

2.1.1 De benadering van de natuurwetenschappen

De natuurwetenschappen kunnen we vanuit minstens twee standpunten benaderen:

Het fenomenologische standpunt: hierbij primeren ontologisch de verschijnselen. Deeltjes, atomen en moleculen voert men in als concepten die het mogelijk maken bepaalde groepen van verschijnselen samen te vatten en rationeel te verbinden. Een model blijft hierbij steeds een model. Men verwisselt het niet met de werkelijkheid zelf. In de fenomenologische wetenschapsbenadering past men de begrippen aan de werkelijkheid aan. Daarbij is het nodig in het onderzoek een fase in te bouwen waarin de fenomenen spreken en de begrippen achterwege worden gelaten.

Het materialistische standpunt: hierbij primeren ontologisch de deeltjes. De macroscopische verschijnselen beschouwt men als een interactie tussen een groot aantal deeltjes. Het verloop van de verschijnselen acht men volledig verklaarbaar vanuit de wetten die in de theorie de interactie tussen de deeltjes beheersen. Hierdoor reduceert het materialistische model de fenomenen tot materiële objecten. Het heeft daarbij de neiging een model op de werkelijkheid te projecteren. Hierdoor spreken de zuivere fenomenen niet meer voor zich.

Beide uitgangspunten leiden tot een verschillende pedagogische aanpak.

In de steinerscholen vormt de Goetheanistische fenomenologie de basis voor de natuurwetenschappen. Er zijn vier stappen te onderscheiden in deze methode. Ten eerste gaat de onderzoeker het fenomeen zo zuiver mogelijk waarnemen. Waarnemingsoordelen brengt hij zo zuiver mogelijk onder woorden en vooroordelen (in de vorm van reeds verworven gezichtspunten) houdt hij terug. Hij schoolt zijn exacte waarneming. Ten tweede ontwerpt de onderzoeker proefopstellingen waarin men de voorwaarden waaronder het fenomeen zich voordoet, duidelijker kan onderscheiden. Hij probeert zich met fantasie in te leven in het verschijnsel. Ten derde: hij probeert het fenomeen te duiden. In deze fase is het van belang ideeën terug te houden, zodat de “gebarentaal” van het verschijnsel gaat spreken. Ten vierde: hij probeert de karakteristiek te duiden.

Om in de lessen deze vier stappen te kunnen zetten, is het van belang dat:

- de leraar bij de leerlingen zoveel mogelijk zintuigen tracht in te schakelen. Hierbij is het nodig dat er vertrouwen ontstaat in de zintuigen. De zintuigen vormen een onuitputtelijke bron;
- de leerlingen vertrouwen krijgen in de mogelijke objectivering van de gevoelens.

Dat maakt enerzijds de waarnemingen levendiger en genuanceerder, anderzijds geeft dat het denken meer kracht; de liefde voor het object neemt daardoor sterk toe.

2.1.2 Specifiek voor de levende natuur

Voor de inhouden die gerelateerd zijn aan de biologie is het voor de leerling van de eerste graad, onder meer omwille van de geslachtsrijping, van bijzonder belang de verantwoordelijkheid van de mens te behandelen. De verantwoordelijkheid die de mens heeft zowel tegenover zichzelf (voedings- en gezondheidsleer) als tegenover de medemens (waarbij de verschillen tussen de geslachten een wezenlijke rol spelen) en de buitenwereld. Dit laatste voor zover de leerkracht de wetten van deze buitenwereld kan spiegelen in de bouw van het skelet en de werking van spieren, gewrichten en het strottenhoofd.

Op deze leeftijd beginnen existentiële vragen een belangrijke rol te spelen in het innerlijk leven van de jongeren. Daarom vermijden we in onze pedagogie op deze leeftijd al het vastgelegde, gedefinieerde (bijvoorbeeld de mens is: “een naakte aap”, “wat hij eet”, “een product van zijn opvoeding”, “de slaaf van zijn genen” enz). De mens kenmerkt zich juist doordat hij nooit is, maar steeds in wording is. Een van de belangrijkste doelstellingen van het biologie-onderwijs is dat de jongeren kunnen meebeleven hoe het beeld van de mens zich geleidelijk vormt. Tevens wordt de leerlingen een maatschappelijke en morele opvoeding aangeboden die aansluit bij de filosofische achtergronden van de steinerpedagogie.

In het eerste leerjaar van de eerste graad behandelen we in de steinerscholen de voedings- en gezondheidsleer. Beide vertonen een sterke samenhang met de omgeving van de mens, waaruit hij zijn voeding betreft (niet alleen de materiële). Deze omgeving beïnvloedt de gezondheid (of ziekte) van de mens op de meest uiteenlopende wijzen. De relatie met de vier natuurrijken en de opbouw van de plant komen hierbij aan bod.

Net vóór of in de beginfase van de geslachtsrijpheid kunnen de jongeren nog worden aangesproken op hun voedings- en gezondheidsinstinct. Na de puberteit moet de mens met zijn verstand uitmaken wat goed is voor zijn voeding en zijn gezondheid, omdat zijn instinct niet meer op dezelfde wijze werkt.

Het is daarom van groot belang op deze leeftijd een evenwichtige voedings- en gezondheidsleer aan te bieden. Een belangrijk element hierbij is de totaalbenadering van de mens bij de voedingsprocessen: het ademhalingsstelsel, het spijsverterings- en uitscheidingsstelsel, het bloedstelsel.

Met dit thema zijn trouwens een groot aantal leerinhouden en doelstellingen uit het vak natuurwetenschappen verbonden.

In het tweede leerjaar van de eerste graad behandelen we in de steinerscholen de mens zelf. Aansluitend bij de levensfase van de jongeren besteden we voldoende aandacht aan de seksuele opvoeding. Hierbij plaatsen we de 'technische kant' steeds in een ruimer, menswaardig kader. Dit wil zeggen dat we het verantwoordelijkheidsaspect steeds mee belichten. Naast de aspecten verantwoordelijkheid, liefde en lust, leeft bij de leerling de dieperliggende vraag naar de oorsprong van de mens: 'waar kom ik vandaan?' Door de mens als fysisch-levend, psychisch (bezield) én geestelijk wezen te beschouwen en de mannelijke en vrouwelijke principes niet tot het fysische te beperken, kan men seksualiteit in een sfeer van eerbied behandelen. In een sfeer van vertrouwen kan de leerkracht aftasten hoe hij deze materie met zijn klas bespreekt.

Van groot belang is de studie van het menselijk skelet, het meest dode in het levende lichaam van de mens. De ervaring van de eigen doodskrachten – waaraan we ons mens-zijn even veel te danken hebben als aan de voortplantingskrachten – is van uitzonderlijk belang op deze leeftijd. Het komt ook in andere vakken aan bod. Men kan hierbij gaan tot de wetten uit de mechanica, optiek en akoestiek die we ook bij de mens terugvinden. Opdat de jongeren niet de indruk zouden krijgen dat we al het menselijke fysisch kunnen verklaren, behandelt de leerkracht bij alle leerinhouden tegelijk het sociale aspect en de medemenselijkheid.

2.2 LEERPLANDOELSTELLINGEN

2.2.1 Levende natuur

De leerlingen kunnen

- 1 bij een bloemplant de functies van de wortel, de stengel, het blad en de bloem aangeven; ET 1
- 2 bij de mens de bouw, de werking en de onderlinge samenhang van het spijsverteringsstelsel, het ademhalingsstelsel, het bloed, de bloedsomloop en het uitscheidingsstelsel beschrijven; ET 2
- 3 het belang van stofwisseling beschrijven voor de instandhouding van het menselijk lichaam; ET 3
- 4 bij de mens de delen van het voortplantingsstelsel benoemen, beschrijven hoe de voortplanting verloopt, manieren aangeven om de voortplanting te regelen en om seksueel overdraagbare aandoeningen te voorkomen; ET 4
- 5 de opbouw van het skelet, de gewrichten, de spieren en de werking van het bewegingsapparaat beschrijven; ET 5
- 6 de specificiteit van de verschillende voedingsstoffen beschrijven aan de hand van een experiment; ET 6
- 7 uit waarnemingen afleiden dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht en met stoffen uit de bodem en de lucht; ET 7
- 8 met concrete voorbeelden aangeven dat organismen op verschillende manieren aangepast zijn aan hun omgeving; ET 8
- 9 in een concreet voorbeeld van een biotoop aantonen dat organismen een levensgemeenschap vormen waarin voedselrelaties voorkomen; ET 9
- 10 in concrete voorbeelden aantonen dat de omgeving het voorkomen van levende wezens beïnvloedt en omgekeerd; ET 10
- 11 in een concreet voorbeeld aantonen dat de mens natuur en milieu beïnvloedt en dat hierdoor ecologische evenwichten kunnen gewijzigd worden; ET 11
- 12 het belang van biodiversiteit, de schaarste aan grondstoffen en aan fossiele energiebronnen verbinden met een op duurzaamheid gerichte levensstijl. ET 27

2.2.2 Niet-levende natuur

De leerlingen kunnen:

- 13 waarneembare stofomzettingen met concrete voorbeelden uit de niet-levende natuur illustreren; ET 12
- 14 het onderscheid aangeven tussen zouten, zuren en basen; ET 13
- 15 de belangrijkste eigenschappen van zouten, zuren en basen verwoorden; ET 14
- 16 het belang van indicatoren verwoorden; ET 15
- 17 de werking van enkele indicatorstoffen beschrijven; ET 16
- 18 het exact waarnemen onderscheiden van alleen maar kijken; ET 17
- 19 de zware gevolgen van een onoordeelkundig gebruik van stoffen (bij experimenten) inzien; ET 18
- 20 uitgevoerde experimenten nauwkeurig in herinnering brengen met de bedoeling de juiste volgorde van de handelingen en waarnemingen weer te geven; ET 20
- 21 een onderzoekende houding aannemen; ET 21
- 22 door om te gaan met wetenschappelijke hulpmiddelen, zoals de microscoop; ET 23
- 23 door waarnemingsgegevens te ordenen en onderling te vergelijken; ET 24
- 24 door onder begeleiding van de leerkracht algemeen geldende wetmatigheden af te leiden uit de gedane waarnemingen. ET 25

2.2.3 Attitudes

De leerlingen kunnen:

- 25 de samenhang tussen de uiterlijk waarneembare eigenschappen van een stof en de werking ervan op het menselijk organisme aanvoelen; ET (*)19
- 26 een onderzoekende houding aannemen: door hun oordeel uit te stellen en zich in eerste instantie te laten leiden door de optredende fenomenen; ET (*)22
- 27 milieubewust omgaan met producten en materialen. ET (*)26

3 Leerinhouden

3.1 VOEDINGS-EN GEZONDHEIDSLEER

3.1.1 Voedingsleer

- de relatie tussen de voeding en de vier natuurrijken
- de structurele opbouw van de plant
- de werking van de plantendelen op de mens: het verband tussen wortel en hoofd, bladstengel en romp, bloem en ledematen. Waarnemen van plantendelen door middel van de microscoop
- de voedingsstoffen: eiwitten, vetten, koolhydraten, zouten:
 - voorkomen in de verschillende voedingsmiddelen;
 - functie in het menselijk lichaam;
 - ziekten bij gebrek of overdaad aan deze voedingsstoffen
- vitamines
- uitbreidingen:
 - de voedingsstoffen: soorten vetten, zetmeel, suiker, cellulose;
 - de werking van voedingsmiddelen zoals specerijen en kruiden, fruit, granen, aardappelen, zuivel, vlees, vis;
 - vitamines zoals bijvoorbeeld historiek, ontdekking, voorkomen, soorten, functie, ziekten die optreden bij een tekort aan vitamines;
 - natuurlijke en kunstmatige vitamines;
 - kunstmatige toevoegingen aan het voedsel;
 - voedsel voor de zintuigen: psychische en geestelijke 'voeding';
 - het bereiden en het bewaren van voedsel;
 - landbouwmethodes;
 - reguliere landbouw: uitgangspunten, technieken en gevolgen;
 - biologische landbouw: uitgangspunten, technieken en gevolgen;
 - biologisch-dynamische landbouw: uitgangspunten, technieken en gevolgen.

3.1.2 Gezondheidsleer

- het ademhalingsstelsel:
 - beschrijving en werking van de ademhalingsorganen;
- het spijsverterings- en uitscheidingsstelsel:
 - beschrijving en werking van de spijsverteringsorganen;
 - verbanden met het bloemgebied van de planten;
 - belang van een gezonde spijsvertering;
 - het uitscheidingsstelsel;
 - beschrijving van het stofwisselingssysteem;
 - functie van het speeksel en de smaak.
- de bloedsomloop:

- beschrijving en werking van hart en bloedvaten;
- belang van een gezonde bewegingshygiëne;
- uitbreiding:
 - het spijsverterings- en uitscheidingsstelsel: ziekten en aandoeningen die met de stofwisseling en de spijsverteringsorganen samenhangen;
 - de bloedsomloop: ziekten en aandoeningen die met de bloedsomloop samenhangen.
 - het ademhalingsstelsel: ziekten en aandoeningen die met de luchtkwaliteit en de ademhalingsorganen samenhangen.
 - mond- en tandhygiëne
 - de werking van genots- en verslavingsmiddelen (naar lichaam en geest) zoals koffie, Chinese thee, cacao, alcohol, tabak;
 - geneeskrachtige kruiden: kamille, brandnetel, arnica, Johanneskruid, paardebloem, smalle weegbree, vingerhoedskruid, wolfskers enz.
 - kleding:
 - de zin van kleding;
 - materialen: natuurlijke materialen, half-synthetische materialen, synthetische materialen.

3.2 MENSKUNDE

3.2.1 Het bewegingsapparaat

- het skelet:
 - bouw van de beenderen en studie van hun samenhang. Onder andere:
 - de polariteit tussen ledematen en schedel;
 - de metamorfose van de wervels.
 - functie
 - werking: onder andere de statische en mechanische studie van arm en been
- de gewrichten:
 - de delen van het gewricht
 - de soorten gewrichten
 - de belangrijkste gewrichtsaandoeningen
- het spierstelsel:
 - bouw
 - werking
 - samenhang met het skelet
 - de soorten spieren: skeletspieren, onwillekeurige spieren, mimische spieren
 - beschrijving van enkele spieren: bijv. deltapier, biceps, triceps enz.
 - de bijzondere betekenis van het hart;
 - onderscheid tussen reflex- en wilsbewegingen.
- uitbreiding: verhoudingen in het menselijk lichaam: de gulden snede

3.2.2 Voortplanting en seksualiteit

- de mens als fysisch-levend, psychisch en geestelijk wezen;
- het voortplantingsstelsel:
 - bouw en werking van de voortplantingsorganen van man en vrouw;
 - de belangrijkste fasen van de bevruchting tot de geboorte;
 - hygiëne.
- het mannelijke en het vrouwelijke in ruimere zin
 - liefde, seksualiteitsbeleving en verantwoordelijkheid;
 - voorbehoedsmiddelen en bescherming tegen SOA's

3.3 DE SAMENHANG TUSSEN DE VIER NATUURRIJKEN

- waarnemen dat het licht, de lucht en de bodem de groei van de plant beïnvloeden;
 - aantonen aan de hand van waarnemingen;
 - noodzaak bebossing;
 - betekenis van bio-energie en biodiesel.

Nb: de reactievergelijking van de fotosynthese komt pas in de tweede graad aan bod.

- de aanpassing van een organisme aan zijn omgeving;
 - aantonen aan de hand van waarnemingen. Enkele voorbeelden:
 - de invloed van de bodem op de plant;
 - het overleven van bloemplanten in de winter;
 - de plant past zich aan bij droogte;
- voorbeelden van een biotoop – een levensgemeenschap – de voedselrelaties: bespreking, uitvoeren van onderzoek;
 - het begrip biotoop bespreken en illustreren. Gegevens ordenen en onderling vergelijken;
 - algemeen geldende wetmatigheden afleiden uit waarnemingen;
 - een eenvoudige voedselkringloop opstellen;
 - voedselrelaties bespreken. Eventueel aan de hand van een veldonderzoek;
 - uitbreiding: voedselpiramides.
- de invloed van de omgeving op het voorkomen van levende wezens en vice versa.
 - abiotische factoren versus biotische factoren;
 - voorbeelden.
- voorbeelden van de invloed van de mens op omgeving en natuur;
 - positieve voorbeelden: natuurbescherming, beheer, ecoproducten.
 - negatieve voorbeelden: vernieling, luchtverontreiniging, afvalberg.
- Het belang van biodiversiteit, de schaarste aan grondstoffen en aan fossiele energiebronnen verbinden met een op duurzaamheid gerichte levensstijl.

3.4 FENOMENOLOGISCHE STUDIE VAN HET VUUR

3.4.1 De verbranding van een reeks stoffen en materialen uitvoeren:

- plantenmateriaal (bloem, blad, stengel, wortel);
- dierlijk materiaal (zoals vlees, wol, zijde);
- fossiele stoffen (zoals steenkool, aardolie);
- synthetisch materiaal (zoals plastic, isomo, schuimrubber).

3.4.2 De training van de waarneming.

De leerlingen letten op:

- de vlam: kleur, richting, vorm enz.;
- de rook: kleur, richting, geur enz.;
- de asse: hoeveelheid, vorm enz.;
- enz.

3.4.3 De lucht

Men heeft de keuze tussen:

- Enkele experimenten als kennismaking met
 - vuurstof of levenslucht ('zuurstof');
 - doodslucht ('stikstof');
 - bijvoorbeeld aan de hand van: stolpproeven, roesten van metaal, de ontdekking van zuurstof door Joseph Priestley.
- Studie van de kaarsvlam

3.4.4 Vuur

Men heeft de keuze tussen:

- de verbranding van zwavel, koolstof en fosfor
 - de specifieke verbranding;
 - de waarneming en beschrijving;
 - de ontbrandingstemperatuur: het gevaar bij deze experimenten;
 - het verband van deze drie stoffen met aarde en kosmos;
 - waarneming en beschrijving van dit verband;
 - de fabricatie van lucifers, als toepassing van deze drie stoffen
- het vuur als luchtcirculatieproces
 - luchtstromingen bij vuur;
 - schoorsteenprincipe;
 - ontwikkeling en werking van verschillende soorten verwarming;
 - werking van de bunsenbrander.

3.5 FENOMENOLOGISCHE BENADERING VAN ZOUTEN, ZUREN EN BASEN

3.5.1 Kalksteen als meest voorkomend zout op aarde

- voorkomen (in onder andere kalkgrotten en in schelpen);
- verbranding: in kalkoven, met behulp van inwerking door een zuur;
- waarneming en beschrijving;
- het ontstaan van koolzuurgas en gebrande kalk uit kalksteen;
- van zout naar zuur en base: specifieke kwaliteiten;
- het onderscheid tussen gebrande en gebluste kalk;
- toepassingen: kalkcement, kalkmelk, kalkwater.

3.5.2 Zoutvorming uit zuren en basen

- neutralisatieproces
- het waarnemen van omzettingen als voorbereiding op de te behandelen theorie in de tweede graad (chemische reacties)';

3.5.3 Indicatoren

- voorbeelden van indicatorstoffen en hun specifieke werking;
- onderzoek van enkele dagelijks gebruikte stoffen met behulp van indicatoren: opdeling in zuren, basen en neutrale stoffen;
- uitbreiding: zuren en basen in de plantenwereld, in het menselijk lichaam, in schoonmaakproducten.

3.5.4 Uitbreiding: 'leerlingenlabo'

Het maken van indicatorstrookjes

- het aanmaken van indicatorvloeistof zoals rodekoolsap, uiensap, rodebessensap;
- het bevochtigen van tot strookjes gesneden filtreerpapier met de indicatorvloeistof;
- het beproeven van stoffen zoals zeepwater, limonade, ammoniak, speeksel.

Het maken van Runge-vloeibeelden

De leerlingen maken Runge-vloeibeelden. Bij deze techniek druppelen ze op vloeipapier verschillende zoutoplossingen op elkaar. De chemische reactie vormt een typisch beeldpatroon.

3.6 FENOMENOLOGISCHE STUDIE VAN ZETMEEL

- mogelijk uitgangspunt: de zeven granen: rijst, haver, gierst, gerst, rogge, tarwe en maïs;
- het wezen van graan: bloei, voorkomen, werking;
- het doen ontkiemen van graansoorten: kiemomstandigheden;
- met een indicator de aanwezigheid van zetmeel aantonen;
- het proces van korrel tot meel en bloem;
- de verwantschap van zetmeel met vuur, aarde, lucht en water aan de hand van experimenten in verband met brandbaarheid en oplosbaarheid;
- waarneming en beschrijving van deze verwantschap;
- zetmeel in de plant, in het dier en bij de mens;

uitbreiding: voorbeelden van ambachtelijke en industriële processen met granen als grondstof:

- broodbereiding;
- graanpellerij en -pletterij;
- pofproducten;
- deegwaren;
- behangerslijm;
- bereiding van bier of jenever;
- eventueel een bedrijfsbezoek.

3.7 FENOMENOLOGISCHE STUDIE VAN SUIKER

- de geschiedenis van de ontwikkeling van suiker;
- soorten suiker;
- de aanwezigheid van suiker aantonen met Fehling's reagens;
- de omzetting van zetmeel in suiker:
 - met speeksel (individueel);
 - met zuren (industrieel).
- de verwantschap van suiker met vuur, aarde, lucht en water aan de hand van experimenten in verband met brandbaarheid en oplosbaarheid;
- waarneming en beschrijving van deze verwantschap;
- suiker in de plant en bij mens en dier;

uitbreiding:

- suiker als genotsmiddel;
- effect van suiker op het gebit;
- bloedsuiker en diabetes;
- productie van suiker uit bieten;
- eventueel een bedrijfsbezoek.

3.8 FENOMENOLOGISCHE STUDIE VAN EIWITTEN

- eiwitten in planten, dieren, mensen;
- de aanwezigheid van eiwitten aantonen met indicatoren;
- de verwantschap van eiwitten met vuur, aarde, lucht en water aan de hand van ... experimenten in verband met brandbaarheid en oplosbaarheid;
- waarneming en beschrijving van deze verwantschap;

uitbreiding:

- kaas- en yoghurtbereiding;
- wereldvoedselproblematiek.

3.9 FENOMENOLOGISCHE STUDIE VAN VETTEN EN OLIËN

- het proces van plant tot olie (soja, maïs, aardnoot, ...);
- de verwantschap van vetten en oliën met vuur, aarde, lucht en water aan de hand van experimenten i.v.m. brandbaarheid en oplosbaarheid;
- vetten bij planten, dieren en mensen;
- waarneming en beschrijving van deze verwantschap;

uitbreiding:

- zeepbereiding;
- margarine en boter;
- aardolie.

4 Minimale materiële vereisten

- schematische afbeeldingen van de verschillende orgaanstelsels en het skelet. Dit kunnen zowel papieren als elektronische versies zijn;
- organisch materiaal uit de planten- en dierenwereld;
- bodemstalen zoals leem, zand en klei;
- een menselijk skelet;
- enkele microscopen;
- producten en voedingsingrediënten die nodig zijn als illustratie bij de lessen;
- producten en voedingsingrediënten als gebruikselementen bij kooksessies, proeven, experimenten, fenomenologische studies;
- wettelijke etikettering van chemicaliën;
- afsluitbare kasten waarin de leerkracht de gevaarlijke producten veilig kan opbergen;
- reageerbuizen, maatbekers, maatcilinders, petrischalen;
- thermometers;
- verwarmingstoestel: bunsenbrander of elektrisch verwarmingstoestel;
- PC met de nodige software;
- beamer en projectiescherm;
- wetenschapslokaal met experimenteertafels en voorzieningen voor water-, elektriciteits- en gasaansluitingen. Dit wetenschapslokaal dient te beantwoorden aan de voorziene veiligheidsvoorschriften. Hiertoe behoren de technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk, van het Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming (ARAB) en van het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI). De leerkrachten communiceren hierover met de veiligheidsadviseur van de school;
- afzuigkast;
- voorziening voor correct afvalbeheer;
- EHBO-set;
- brandbeveiliging.

5 Methodologische wenken

5.1 HET PEDAGOGISCHE HANDELEN

Grensbelevingen

Omdat de leerlingen balanceren op de grens tussen zichzelf en de buitenwereld en in beide richtingen geconfronteerd worden met onbekende ervaringen, is het van groot belang ze te sterken in hun zelfvertrouwen. Dit kunnen we doen door de aangeboden inhoud te verbinden met grensbelevingen. Aan de ene kant grenzen deze belevingen aan vertrouwde materie waardoor ze houvast bieden. Aan de andere zijde grenst onbekend terrein. Dit vraagt om verkenning. De liefde voor het procesmatige ('vallen en opstaan') moet daarbij de noodzakelijke ruimte krijgen.

Eerbiedskrachten door bewondering

Niet de hoeveelheid parate kennis die we de leerling in de lessen aanbieden is bepalend voor het oproepen van de noodzakelijke eerbiedskrachten. Wél richtinggevend hierbij is de mate waarin de pedagoog bewondering afdwingt voor de geheimen van de natuur. Naast het vertellen van biografieën draagt vooral de levensechtheid van de pedagoog die dagelijks met de leerlingen werkt hiertoe bij.

Levendige beeldenwereld

Voor het kind van deze leeftijd is de wereld nog niet helemaal verteerbaar. De pedagoog kan uit zijn eigen innerlijke wereld beelden putten om de leerling daar mee te helpen. De juiste weg is die van de pedagoog als kunstenaar: hij brengt de inhouden zó levend aan dat het kind deze kan opnemen in zijn denkbeeldenwereld. Het kind hunkert naar ware ervaringen en belevingen op zielengebied, en die hebben alles te maken met de waarachtigheid van de pedagoog.

Omhulling van de pedagoog

De twaalf-veertienjarige kan zijn gevoelens zoals verdriet, vreugde, hartstocht en begeerte nog niet vrij en bewust hanteren. Daarom verzorgen goede pedagogen in de eerste plaats het levensgevoel en de levenskrachten van de kinderen. Zij zorgen voor een warme sfeer die vertrouwen geeft en omhult. Op die leeftijd hebben deze jongeren nood aan een ouder, een leraar of een leider die gezag uitstraalt vanuit zijn onberispelijke autoriteit. Kille machtsuitoefening, cynisme of een verzuurde houding zijn uit den boze.

Zelfstandigheid geen zelfwerkzaamheid

Het is belangrijk dat de leerlingen stilaan hun werk zelfstandig leren plannen en uitvoeren. Dit gebeurt best vanuit het enthousiasme dat tijdens het lesgebeuren tot stand kwam.

5.2 ALGEMENE WENKEN VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

Het vak Natuurwetenschappen wordt, afhankelijk van het aantal lessen op jaarbasis, in de vorm van één of meerdere ochtendperiodes gegeven. Tijdens een ochtendperiode krijgen de leerlingen dit vak elke ochtend de eerste twee lessen van de dag aangeboden. Dit gedurende drie weken.

Aangezien de leerstof zeer dicht aansluit bij de leefwereld en de belangstelling van de kinderen, is een grote participatie van de leerlingen bij het lesgebeuren aanbevolen. Klasgesprekken, gezamenlijke proefnemingen, pedagogische uitstappen en kooklessen behoren tot de mogelijkheden. Het leergesprek zal de meest gebruikte methode zijn.

Het waarnemingstekenen is een wezenlijk onderdeel van de lessen. Bij dit laatste zijn onderdelen van het skelet een mogelijk onderwerp.

De leerkracht benadert de onderwerpen zoveel mogelijk vanuit de concrete, dagelijkse werkelijkheid.

De manier waarop de leerkracht de leerstof behandelt, laat bij de leerlingen onuitgesproken indrukken na. Deze zijn van het grootste belang voor hun latere manier van denken en zijn. Daarom biedt de leerkracht de leerstof wereldomvattend en mensomvattend aan.

De leerlingen moeten de leerstof zowel naar zijn praktische consequenties in het dagelijkse leven als naar zijn filosofische visie over materie (en leven) een plaats kunnen geven. Daarvoor moeten ze de opbouw van de materie denkend leren doorzien zodat de wereld van de stoffen meer grijpbaar wordt.

Anderzijds zal het magistrale bouwwerk van de materie verwondering wekken voor wat men 'schepping' kan noemen. Het is een duidelijk doel om via het denken te komen tot waardering voor de wereld en het leven.

In de wetenschap komt een geïntegreerde wisselwerking met de omringende wereld tot stand door het ontwikkelen van kwantitatieve denkprocessen die leiden tot het leggen van causale verbanden. Als het kwalitatieve denken onvoldoende aanknopingspunten biedt, ervaren jongeren de wetenschappelijke begrippen en modellen als wereldvreemd en natuur-onwezenlijk. Om tot een menselijke kern in het natuurwetenschappelijk denken te komen, moet we bij de jongeren eerst de waarneming oefenen en vormen.

Daarom is het onderwijs in de natuurwetenschappen in de eerste graad in essentie fenomenologisch. De zintuiglijke waarnemingen kan een affectieve relatie tot de fenomenen opwekken. Deze relatie kan later de cognitieve verwerking bevorderen.

De leerkracht zoekt naar samenhang van begrippen op basis van zorgvuldig waarnemen. Een voorbeeld hiervan is de verwantschap van bepaalde fenomenen met de vier elementen uit de Oudheid. Men beoogt daarbij niet de voorbereiding op vakwetenschappelijke begrippen, maar een aanschouwelijke ordening van de belevenissen. Daarbij gaat het niet om afsluitende conclusies, maar om stimuli tot het doorvorsen van en denken over nieuwe fenomenen. De gedachten staan niet aan het begin maar aan het open einde van de onderzoeksweg. Doordat de

leerstof aldus geen strenge, afgebakende grenzen in het denken trekt, kunnen de leerlingen hun bewustzijn emanciperen en als individu actiever een leerproces voeren dat tot echte kennis leidt. Niet alleen van de natuurwetenschappelijke verschijnselen, maar ook van de plaats van de mens als waarnemer en denker.

De technologische, causaal doorgevoerde beschouwingwijze van enkele toepassingen vervolledigt deze werkwijze.

5.3 SPECIFIEKE WENKEN BIJ DE NIET LEVENDE NATUUR

Alvorens men bij het behandelen van een nieuw onderwerp aan het experimenteren slaat, richt men de blik eerst op de herkomst van de stoffen waarmee men werkt. Zo wendt men de blik naar de winningsprocessen die de mens aan het werk tonen. Men ziet hierdoor de wereld niet als louter opgebouwd uit in zichzelf rustende stoffen. Op die manier ontstaat er een innerlijke verhouding tot de voorwerpen die men meeneemt naar het labo.

In de steinerpedagogie bestaan er uitgesproken ideeën over de natuurkunde- en chemielessen. In de praktijk komt dat tot uiting in de manier waarop men de proeven in de periodelessen uitvoert. Er zijn drie fasen te onderscheiden:

- **De waarneming:** door middel van proeven nemen de leerlingen het verschijnsel waar. De leerling trekt nog geen conclusies. Voorlopig tellen alleen de waargenomen verschijnselen en de gevoelens die deze oproepen.
- **De voorstelling:** de leerling maakt zichzelf een voorstelling van wat hij waarnam. De leraar kan bijvoorbeeld de proef recapituleren door de leerlingen hun herinneringen te laten vertellen of hij kan ze thuis een proefverslag laten maken. Het is van belang dat de leerlingen zich een eigen voorstelling leren vormen van het waargenomen verschijnsel. Het gaat erom dat de waarneming bewust wordt. Dit is een proces dat de leraar kan bevorderen door de leerlingen de verschijnselen te laten tekenen. Het tekenen van de proeven versterkt hun innerlijke beeld en doet een appèl aan het bewustzijn. Het tekenen brengt ook de belevingswaarde tot uitdrukking. Het biedt de mogelijkheid tot een kunstzinnige expressie. "Met de ervaring van de proef en de voorstelling die men zich ervan gevormd heeft, gaan de leerlingen de nacht in. Tijdens de slaap vindt de verwerking van deze ervaringen plaats, zodat de leerlingen de volgende ochtend de les in komen met duidelijke beelden van het verschijnsel in het hoofd."¹
- **Begripsvorming:** de leraar probeert de volgende ochtend de leerlingen tot begrip en inzicht te laten komen. Hij gaat hiervoor begripsmatig of beschouwend op het fenomeen in. Na het voorlezen van een proefverslag kan de leraar met de klas in gesprek gaan. Hij stelt concrete vragen. Hierdoor herkennen de leerlingen een ordening. De klas formuleert welke kenmerken zich aftekenen.

¹ Van Gils, J., Veenman, K., Schukking, P., Natuurkunde, Vrij Pedagogisch Centrum, Driebergen, 1994.

Met deze stappen tracht de leraar de leerlingen steeds diepgaander te verbinden met het fenomeen. Het is onderwijs dat gericht is op hoofd, hart en handen. Een goede proef spreekt immers niet alleen het denken aan. Ze wekt enthousiasme op en de drang om de proef te herhalen onder enigszins gewijzigde omstandigheden.

Bij het uitvoeren van de proeven is het aangewezen een ritme in te bouwen:

- eerste dag
 - waarnemen van de proeven;
 - als huistaak maken de leerlingen een beschrijving van de proef.
- tweede dag:
 - vanuit een klasgesprek vullen de leerlingen de waarnemingen aan;
 - trekken van besluiten;
 - andere informatie wordt verteld.
- derde dag: leggen van verbanden tussen de verschillende gegevens:
 - wat valt op?
 - wat is gelijkaardig?
 - wat is tegengesteld?
 - samen met de leerlingen wordt een synthesesetekst opgesteld die de proef karakteriseert

Men kan de leerlingen vragen een proef in een tekening te karakteriseren. Er doen zich verschillende mogelijkheden voor:

- illustratie van een karakteristieke proef;
- illustratie van een karakteristieke toepassing;
- figuur waarin verschillende gegevens verwerkt zijn;
- abstracte, figuratieve weergave

Hierbij worden andere vaardigheden dan de strikt intellectuele aangesproken: kunstzinnigheid in vorm- en kleurgebruik, enz.

Tot slot kan men door middel van een causale beschouwingswijze onderzoeken hoe de mens zijn kennis van fenomenen en eigenschappen van stoffen toepast in de techniek.

6 Evaluatie

De evaluatie is een onderdeel van het onderwijsgebeuren. Het is geen doel op zich.

De leerkracht neemt de volgende elementen mee in de evaluatie:

- toetsen. Dit kan gaan om een toets op het einde van de periode, één wekelijkse toets of een toets per leerstofonderdeel;
- verwerking van de nota's;
- zorg aan schrift en tekeningen;
- vaardigheden bij het uitvoeren van proeven;
- de actieve deelname aan en betrokkenheid op de les zullen deel uitmaken van de evaluatie.

De evaluatie geeft de leerkracht zicht op zijn didactisch en, ruimer, pedagogisch handelen. Hierdoor kan hij zijn aanpak bijsturen. Zowel tijdens de periode als bij latere opdrachten kan dit tot positieve resultaten leiden. Dit optimaliseert het leerproces en maakt de evaluatie meer tot een leermoment dan een beoordelingsmoment.

De leerlingen krijgen een woordelijke beoordeling die het kwalitatieve karakter van de evaluatie benadrukt.

De leerkracht evalueert zowel het proces als het product. De klemtoon ligt daarbij op het proces. Bij het evalueren besteedt de leerkracht aandacht aan:

- cognitieve vaardigheden (kennen, begrijpen, inzien, toepassen);
- attitudes (doorzettingsvermogen, efficiëntie, ordelijk werken, sociale gerichtheid enz.);
- psychomotorische vaardigheden (bij de proeven: nadoen, oog-hand-coördinatie, juistheid, ritme, snelheid van uitvoering, nauwkeurigheid, beheersingsniveau)

De leerkracht moet er zich bewust van zijn dat attitudes toetsen niet altijd even vanzelfsprekend is. Het raakt immers aan de identiteit van de lerende.

7 Bibliografie

Een inspirerend overzicht met lesmateriaal, referentiewerken, boeken over de steinerpedagogie, nuttige weblinks en dergelijke vindt u op de website van de Federatie steinerscholen: www.steinerscholen.be. Voor inloggegevens kan men zich wenden tot de directie of de pedagogisch gevolmachtigden.