



**Vlaams Verbond van het  
Katholiek Secundair Onderwijs**  
Guimardstraat 1 • 1040 BRUSSEL

---

---

**Natuurwetenschappen en ethiek:  
*tegenspraak of samenspraak?***

---

Elewijt  
22 februari 1995

## **Ten geleide**

*Deze brochure bevat de teksten van alle lezingen gehouden op de studiedag Natuurwetenschappen en ethiek – Tegenspraak of samenspraak? die plaatsvond op 22 februari 1995 te Elewijt.*

*Deze studiedag vormt een van de concrete initiatieven in opvolging van het **Actieplan Natuurwetenschappen**, meer bepaald de betrokkenheid van natuurwetenschappen op mens en maatschappij in ethische, metafysische en religieuze zin (§ 3.3 en § 3.4 uit het actieplan).*

*Deze brochure is de derde die in dit verband door het VVKSO gepubliceerd wordt, na **Actieplan Natuurwetenschappen – Vise op en actiepunten voor een actualisering van het natuurwetenschappenonderwijs in het ASO** (maart 1993) en **Didactische infrastructuur voor het onderwijs in de natuurwetenschappen** (mei 1993).*

---

## Inhoud

---

Inhoud	3
1 Verwachtingen en reserves van de leraar wetenschappen	5
2 Ethiek in de praktijk van de professionele wetenschapper	7
3 Een ethisch referentiekader voor de leraar natuurwetenschappen	10
4 Christelijke ethiek in de klaspraktijk	15
5 Wetenschappelijke ethiek in een bedrijfseconomische context: Ethische aspecten van dierproeven voor geneesmiddelenonderzoek	20
6 Workshop Aardrijkskunde	25
7 Workshop Biologie	40
8 Workshop Chemie	47
9 Workshop Fysica	55
10 Aanbevolen lectuur	63



---

# 1 **Verwachtingen en reserves van de leraar wetenschappen** *E. Claeys (VVKSO)*

---

## 1.1 **Is een studiedag over ethiek wel relevant voor mij?**

Als ik straks terug voor mijn grote klas sta, met de overvolle leerplannen die ik moet behandelen, met leerlingen die leven in een cultuur van welstand, consumptie, materiële voorzieningen, genot, MTV-beeld- en geluidscultuur ..., hoe moet ik dan de tijd en de ruimte creëren om dergelijke leerlingen te motiveren voor ethische vraagstukken? Ik ben al blij als de leerling interesse heeft voor de positief wetenschappelijke aspecten.

Trouwens als leraar chemie vind ik dat het ethische vrijwel niet aan bod kan komen in mijn lessen. Dit is helemaal anders in de lessen biologie en godsdienst, daar is het allemaal veel beter in te passen. Leerlingen stellen zich trouwens geen spontane ethische vragen over mijn vakgebied.

## 1.2 **Hoe ga ik om met ethische aspecten in de les natuurwetenschappen?**

Ik beschik eigenlijk niet over de vereiste basis om het ethische stevig te funderen tegenover een kritische klas. Hoe doorbreek ik het verwachtingspatroon van de leerlingen? Waar vind ik de nodige handboeken en lesmodellen en het nodige lesmateriaal?

Als leraar wetenschappen ben ik gewend om te gaan met exacte problematieken die meestal gemakkelijk 'grijpbaar' zijn. In de wetenschap hebben we te maken met problemen die te kwantificeren, voor te stellen en systematisch te analyseren zijn. Bij ethische problemen is dat niet zo: ik begeef me op glad ijs. Het ontbreken van formules en grafieken maakt me onzeker en kwetsbaar als leraar.

Als ik bepaalde ethische standpunten inneem of verdedig heb ik het gevoel dat ik me als leraar teveel bloot moet geven.

## 1.3 **Heeft de wetenschapper wel iets bij te dragen aan ethische discussie?**

Als leraar wetenschappen kan ik een aantal aanvaardbare argumenten geven voor het gebruik van kernenergie maar ik kan er evenveel geven tegen het gebruik van kernenergie. Kan de wetenschappelijk geletterde dan wel een beter antwoord geven dan de wetenschappelijk ongeletterde?

Worden wetenschappers niet al te dikwijls beschouwd als degenen die het kunnen weten? Gaan we door bepaalde ethische standpunten te verdedigen dat beeld juist niet versterken?

Kan de wetenschapper wel verantwoordelijk zijn voor wat er gebeurt met de resultaten van zijn werk? Zijn het niet de politieke, economische en militaire machthebbers die verantwoordelijk zijn voor de verkeerde toepassingen.

## 1.4 En wat met de christelijke inspiratie van de ethiek?

Ga ik voortaan bij het behandelen van bepaalde ethische problemen moeten rekening houden met een rooms-katholieke catechismus van goede en foute antwoorden? Mag er slechts één waar antwoord overblijven?

Moet ik bepaalde rooms-katholieke stellingen (dogma's) blijven verdedigen, ook als die tegen mijn eigen overtuiging ingaan? Wat moet ik antwoorden als leerlingen vragen stellen i.v.m. abortus, euthanasie, voorbehoedsmiddelen, aidsproblematiek...? Kan het voor een leerling soms niet verrijkend zijn dat hij geconfronteerd wordt met verschillende standpunten van verschillende leerkrachten? Is het niet de taak van het onderwijs om het autonoom denken te bevorderen om zo kritische mensen te vormen die opgewassen zijn om in een steeds sneller evoluerende maatschappij te leven?

Maakt het een verschil uit als je het ethische in het natuurwetenschappenonderwijs op secundair niveau behandelt vanuit humanistische of vanuit christelijke invalshoek? Is het ene een deelverzameling van het andere? Zijn er tegenspraken? Zijn dergelijke nuances wel te vatten door onze leerlingen?

## 1.5 Zijn christelijke ethiek en natuurwetenschappen in samenspraak te brengen, of zal er altijd tegenspraak zijn?

Zijn de wetenschappelijke en religieuze benadering van de werkelijkheid niet tegenstrijdig met elkaar? Bestaat er een goede, actuele synthese van beide benaderingen? Is het haalbaar deze op het niveau van de leerlingen te brengen? Hoe ver moet ik gaan in mijn antwoorden? Moet ik delen van antwoorden aanreiken of mag ik het reeds als een succes beschouwen als ik hen gevoelig maak voor de alomtegenwoordige ethische component.

**Hoe bouw ik een referentiekader op waaraan ik ethische problemen kan toetsen, zodat ik ze op een systematische en ethisch-wetenschappelijk verantwoorde manier kan behandelen in de klas, zonder vooraf een jaar ethiek te gaan volgen aan de universiteit?**

**De wetenschapper zoekt oplossingen voor problemen die hem gesteld worden, de ethicus daarentegen stelt eerder vragen over deze oplossingen. Ik hoop als leraar wetenschappen om vandaag niet alleen onbeantwoorde vragen te krijgen, maar als het even kan af en toe ook een oplossing.**

## **2.1 De praktijk van de professionele wetenschapper**

De praktijk van de exacte wetenschapper is divers, zowel wat betreft de aard van het onderzoek als de manier waarop het wordt uitgevoerd. Een ethiek van *de* wetenschapper is daarom moeilijk vast te leggen.

Het is duidelijk dat de keuze van een onderzoeksdomein de wetenschapper met ethische vragen kan confronteren. Dit is evident op het gebied van de medische ethiek, maar ook bij ander toegepast onderzoek. Vermits wetenschap bijna altijd verbonden is met mogelijke toepassingen, is zij vrijwel nooit volledig waarde-vrij. Dit geldt zelfs voor een zo wereldvreemde (?) discipline als de sterrenkunde. Het niet-waardenvrij zijn van de wetenschap is een goede zaak: de wetenschap dient ook waarden aan!

Immers, het peilen naar de fundamentele mechanismen naar de natuur is een fundamenteel menselijke activiteit. Het spanningsveld tussen onderzoek en toepassingen dynamiseert de maatschappij. Een samenleving die zou beslissen niet aan wetenschappelijk onderzoek te doen, stelt in feite ook een (on)ethische daad. Immers, het afbreken van de dialoog met de natuur is in tegenstrijd met de menselijke natuur en komt neer op een keuze voor stagnatie, hetgeen een onethisch standpunt is.

De praktijk van de wetenschapper is ook dat wetenschapsbeoefening een menselijke activiteit is, meestal in teamverband. Het prestige verbonden met ontdekkingen kan aanleiding zijn tot ongepaste individualistische houdingen. De strijd om middelen en aanzien leidt tot een competitie, die in se een element van dynamiek moet zijn, maar die kan ontsporen indien bepaalde ethische beginselen uit het oog verloren worden. Een belangrijk element hierbij is de evaluatie van onderzoek door de wetenschappers zelf en door de samenleving waarin zij leven.

## **2.2 Evaluatie van onderzoek**

Het is evident dat wetenschappelijk onderzoek steeds geëvalueerd moet worden. Deze evidentie ligt trouwens besloten in de wetenschappelijke methode zelf: de wetenschap gaat vooruit door de bevestiging en door de ontkrachting van haar bevindingen. Een goede wetenschapper is ook iemand die zichzelf voortdurend in vraag stelt.

Vandaag is er meer dan ooit te doen om evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek. Het wordt steeds duurder, en de samenleving heeft het recht te weten waarvoor ze betaalt. Deze vragen worden verscherpt in een tijd van niet onuitputtelijke economische middelen. Wetenschappers worden dan ook *bevraagd* van alle kanten, soms tot hun ongenoegen.

Het blijkt bijzonder moeilijk te zijn om de gepaste criteria te vinden om dergelijke evaluaties uit te voeren. Bij gebrek aan beter grijpt men vaak naar kwantitatieve criteria, zoals aantallen publikaties, rechtstreekse toepasbaarheid van het onderzoek. Het gevaar is hier dat kwantiteit eerder dan kwaliteit wordt aangemoedigd, en dat sommige fundamentele vraagstellingen in de kou komen te staan.

Het is geen kleine paradox dat de vraag naar evaluatie nooit zo vaak expliciet werd gesteld als vandaag, maar dat er anderzijds nooit minder consensus was over de doelstellingen zelf. Blijkbaar ontbeert het wetenschappelijke milieu, als spiegel van de maatschappij, een hoger doel of weet het dat niet te verwoorden.

Op dit gebied situeert zich een belangrijke taak van het middelbaar onderwijs, vermits het daar is dat de zinsvragen aangepakt worden. Wetenschappers die hun onderzoek in een breder kader weten te plaatsen, hebben

dat geleerd in hun jeugdijaren. Het is van vitaal belang dat het onderwijs de jongeren *humanior* blijft maken, door hen aan te sporen zich alle facetten van de menselijkheid eigen te maken.

## 2.3 Exacte versus humane wetenschappen

Enigszins verbonden met de *Seinsvergeessenheid* van onze maatschappij is de kloof die soms bestaat binnen het academische milieu — en ook in het middelbare onderwijs — tussen exacte en humane wetenschappen. Het is soms alsof we in twee werelden leven binnen één maatschappij.

Deze kloof is vooral ontstaan uit een onvoldoende kennis van elkaar, in een wereld waarin de kennis zo uitgebreid is geworden dat het nog nauwelijks mogelijk is een totaalbeeld te hebben. Men mag zich hier niet bij neerleggen. Om deze kloof te dichten zijn veel inspanningen nodig van iedereen, maar ze zijn belangrijk.

In die context zou het zinvol zijn dat de leraars humane wetenschappen meer aandacht hebben voor de bijdragen van de exacte wetenschappen tot onze cultuur. Classici zouden aandacht kunnen besteden aan het kader waarin grote figuren als Pythagoras, Archimedes en Hipparchus bijgedragen hebben tot het wetenschappelijke gedachtengoed, wetenschapsgeschiedenis kan meer worden bestudeerd, zoals ook de invloed van de mechanisering van het wereldbeeld op het denken. Leraars wetenschappen kunnen meer aandacht hebben voor de historische ontwikkeling van hun discipline en de invloed ervan op Mens en maatschappij. Misschien is het ook wenselijk dat leraars wetenschappen hun goede leerlingen niet systematisch naar lucratieve toegepaste studierichtingen oriënteren, maar hen ook warm maken voor de beoefening van fundamentele wetenschap.

## 2.4 Een gevallenstudie: de Mens en de Kosmos

In beginsel is geen wetenschap zo waarde vrij als de sterrenkunde: naar de sterren kijken is ethisch neutraal. Anderzijds is het een prachtig voorbeeld van hoe een nutteloze (?) wetenschappelijke discipline mensen kan boeien en hen aanzet tot het stellen van fundamentele vragen, die dan toch waarden oproepen. In de sterrenkunde breekt de rode draad die alle wetenschappen verbindt - *evolutie* - immers helemaal door. De gehele kosmos is in evolutie, en heeft blijkbaar een begin gehad. Onvermijdelijk is dan het mogelijke verband met ontologische vragen, over het Hoe en het Waarom van alle dingen. Het zogenaamd verband tussen de oerknaltheorie en Genesis heeft al veel inkt doen vloeien.

Het ontstaan van de wereld is een wetenschappelijk begrip met een filosofische connotatie. Schepping is een (ander) theologisch begrip: voor Thomas van Aquino was schepping verenigbaar met een oneindig oude kosmos. Integratie tussen oerknaltheorie en Genesis is dan ook vrij gevaarlijk. Een goed kosmoloog hoeft geen gelovige te zijn. Het getuigt misschien ook van weinig geloof theologische inzichten te laten afhangen van wetenschappelijke resultaten.

Anderzijds geeft een ongenueanceerde scheiding der genres ook geen voldoening: de joods-christelijke God is er Eén aan Wie niets vreemd is. Men moet het wetenschappelijke spreken over de dingen en hun interpretatie in termen van levensovertuigingen met elkaar confronteren, en een zekere *consonantie* nastreven. Op deze manier wordt duidelijk hoe de wetenschappelijke inzichten ons taalgebruik beïnvloeden en aanscherpen.

De kosmologie doet ons nadenken over fundamentele begrippen als ruimte en tijd. Het wonder is dat wij, als kleine figuranten in een Groot Geheel, blijkbaar zinvolle uitspraken kunnen doen over dat Geheel. Het is van een logisch standpunt duidelijk dat wij nooit het laatste woord zullen kunnen zeggen: hoe kunnen we immers de werkelijkheid waar wij in zitten, totaal objectiveren? Het is dan des te merkwaardiger dat wij blijkbaar zoveel kunnen zeggen. De Mens moet toch een merkwaardig wezen zijn!

De kosmologie leert ons veel over het wonderlijke van de Mens, als meest geavanceerde exponent van een alomvattende en grootse evolutie. Dit impliceert meteen een grote verantwoordelijkheid van de mens over zijn omgeving, en hierover heeft Genesis wel iets te vertellen.

Uit mijn eigen humaniorastudies, als student in de Grieks-Latijnse, herinner me ik een reactie tegen de zogenaamde pretentie van de wetenschap om alles te verklaren. Misschien is het net omgekeerd: door op kleine schaal met bescheiden uitspraken te beginnen, geraken we erg ver in onze verklaringen. Misschien is het succes van de wetenschap gestoeld op de nederigheid van haar aanpak van de werkelijkheid?

*Mutatis mutandis* kan men vele van deze bedenkingen overplaatsen op andere disciplines. Het is belangrijk jongeren gevoelig te maken voor het wonder van de Natuur, in al haar facetten. Die verwondering over de kleine maar denkende mens in dat grote geheel is sinds altijd de voedingsbodem voor religieuze en ethische reflectie.

---

## Een ethisch referentiekader voor de leraar natuurwetenschappen *Prof. J. De Tavernier – Prof. R. Burggraeve (K.U. Leuven)*

---

Mensen leven in en met de natuur. Daarover is nagedacht sinds mensenheugenis. Iedere mens en elke cultuur heeft wel een idee over de natuur ontwikkeld. Dat mensen ook verantwoordelijk zijn voor de natuur is een meer recente gedachte, hoewel ook niet zonder precedentes in de geschiedenis.

Als gevolg van de manipulatie en de beïnvloeding van de natuur door de mens is er een veel grotere urgentie gegroeid om een adequate ethiek te ontwikkelen die op een verantwoord wijze onze omgang met de fysieke, niet-levende en levende omgeving van mensen regelt. De traditionele ethiek is duidelijk een humane of een antropocentrische ethiek (mensenrechten, rechtvaardigheid, vrede, enz.). Dit behoeft dringend aanvulling.

Bij onze poging tot beschrijving van een ethisch referentiekader voor de leraar natuurwetenschappen gaan we ervan uit dat het harde of sterke antropocentrisme afgedaan heeft. Het is het standpunt van mensen die menen dat de omgang met dieren en natuur een volkomen arbitraire zaak is. Er is dus geen sprake van verantwoordelijkheid en dus ook niet van ethisch besef. Het spreekt voor zich dat het spreken over milieuetiek voor hen nonsens is. Dat standpunt laten we nu terzijde.

Wie wel streeft naar een verantwoorde omgang met het milieu kan dat doen vanuit drie erg verschillende motivaties. Binnen de milieuetiek zijn er drie grote richtingen: er is het sterke pleidooi voor een antropocentrische milieubescherming, sommigen pleiten voor een pathocentrische benadering en tenslotte is er de ecocentrische/biocentrische visie op milieubescherming. In de drie (ethische) opties wordt erg verschillend gedacht over de relatie tussen mens-dier of mens-natuur. Intuïtief vinden we de drie ideeën terug in het somtijds harde maatschappelijke debat over de aanpak van concrete milieuconflicten. Bovendien moet gezegd dat veel mensen wel eens gebruik maken van alle denkpistes, afhankelijk van het concrete milieuprobleem. In een aantal gevallen kan het handelen vanuit deze diverse motivaties overeenstemmen, soms staat men diametraal tegenover elkaar.

### **3.1 Het pleidooi voor een antropocentrische milieubescherming**

Milieukwaliteit is een noodzakelijke maar onvoldoende basis voor kwaliteit van menselijk leven. Vele ogen gaan dezer dagen open; mensen raken overtuigd dat ze wel geen rechtstreekse plichten hebben ten aanzien van ecosystemen, dieren of rivieren, wel dat ze onrechtstreeks toch aan natuurzorg moeten doen vanuit humane overwegingen. De nestvervuiling kent grenzen en daar moet hier en daar paal en perk aan gesteld worden. Dergelijk respect voor de natuur blijft dus 'instrumenteel' (we respecteren de natuur niet omwille van haar intrinsieke waarde, wel omdat er een zekere nutswaarde mee verbonden is; met 'nut' wordt baat of voordeel voor mensen in de brede zin van het woord bedoeld). De natuur of de dieren worden dus niet op zichzelf waardevol geacht, wel ijvert men bijvoorbeeld voor het welzijn van ecosystemen omdat het een middel is om beter tegemoet te komen aan de levenskwaliteit van huidige of toekomstige mensen.

Voorbeelden zijn er bij de vleet: men spreekt over recreatiewaarde wanneer men vanuit het standpunt van het menselijk genieten komt tot vormen van milieubescherming vanuit bijvoorbeeld sportoverwegingen (van mountain biking tot recreatievissen om bevrijd te worden van de stress), educatieve doeleinden (van de karakteropbouw door Outward Bound tot bezoeken aan dierentuinen) of toerisme-activiteiten (van safari's in Kenia tot langlaufen in de Ardennen). Naast recreatiewaarde kan men ook denken aan wetenschappelijke (behoud van bio-diversiteit), esthetische (behoud van belangrijke open ruimten zoals de Westhoek of de bescherming van de Zuidpool) of cultureel-religieuze motieven ter ondersteuning van een humane milieubescherming.

Daarnaast is het duidelijk dat men vanuit deze denkrichting ook zal pleiten voor allerlei vormen van technologische milieubescherming. Door milieutechniek ('environmental engineering') wil men de schadelijke effecten van verontreiniging of aantasting van het milieu bestrijden. Vanuit het aangeleerde techniekoptimisme — ingenieurs of scheikundigen bijvoorbeeld eigen — is men overtuigd dat ecologische problemen met behulp van méér en méér verfijnde techniek kunnen bestreden worden. Men denkt bijvoorbeeld aan beter uitgeruste rookgasinstallaties op schoorstenen van vuilverbrandingsovens of aërobe zuivering van afvalwater, verfijnde vormen van recycling (auto's bijvoorbeeld) of pijnverdovende dierproeven. Techniekoptimisten zijn overtuigd dat de financiële middelen voor meer milieubescherming slechts bereikbaar zijn dankzij voortgaande economische groei. Voorstanders van deze vormen van milieubescherming vinden dat het mogelijk moet zijn om geleidelijk de markteconomie in milieu-ethische zin te corrigeren zonder aan de groeidynamiek te raken.

### **3.2 Het pathocentrisme: het pleidooi voor dierenrechten**

De kern van de klassieke mensen-ethiek wordt gevormd door de gedachte dat enkel mensen personen zijn en daarom inherente waarde bezitten. Het scherpe dualisme tussen menselijk en niet-menselijk leven, dat bij uitstek de christelijke ethiek kenmerkt, wordt recent door heel wat dierethici beschouwd als een vorm van 'specieicism'. Dierethici als Peter Singer en Tom Regan (waarop GAIA, *Global Action in the Interest of Animals*, zich beroept) menen dat mensen ooit zullen inzien dat het menselijk chauvinisme even verwerpelijk is als het racisme vroeger was. Deze vergelijking is geen nieuwe visie want ze is voor het eerst ontwikkeld door J. Bentham. Op het einde van de 18<sup>e</sup> eeuw stelt hij voor om het vermogen om plezier te beleven en pijn te lijden te verheffen tot het criterium voor morele relevantie. Voor Bentham is dit de logische conclusie van een historische evolutie waarbij men moeizaam inziet dat ook slaven mensen zijn maar dat is volgens hem geenszins het eindpunt van de ontwikkeling van de ethiek: "De vraag is niet: kunnen ze denken of kunnen ze praten maar wel kunnen zij lijden?". De conclusie van Bentham is dan ook duidelijk: aangezien dieren kunnen lijden, verdienen ze morele consideratie. Dat houdt in dat het principe 'gij zult niet doden' (of niet-beschadiging, niet-vernietiging, geen onnodig lijden) minstens op alle wezens van toepassing is met een centraal zenuwstelsel.

Wat antwoorden dierethici als de volgende opmerking gemaakt wordt: kent de evolutie geen hiërarchie in levensvormen en is de mens niet het enige 'dier' dat over zichzelf spreekt, dat in staat is om vanuit een bepaalde ruimtelijke en tijdelijke positie de werkelijkheid te overzien, er bewust van te zijn? De mens is toch als enige in staat om zijn biologische beperktheid te overstijgen. Leidt dat niet vanzelfsprekend tot een antropocentrische opstelling?

Het antwoord hierop is deels wetenschappelijk, deels filosofisch. Recentelijk is door wetenschappelijk onderzoek aangetoond dat bepaalde diersoorten ook over eigenschappen beschikken die men tot voor kort exclusief 'menselijk' achtte (een zeker abstractievermogen, geheugencapaciteit, reageervermogen, enz.). Bovendien wordt niet ontkend dat de mens aan de top van de evolutieboom staat, wel wordt ontkend (tegen de eerste visie) dat men daaruit mag besluiten dat mensen in ethisch opzicht moreel relevanter zijn dan niet-mensen. Of anders gezegd, het méér-kunnen van mensen mag niet leiden tot de conclusie dat enkel mensen iets waard zijn. Trouwens, onder mensen is het ook ethisch onaanvaardbaar om secundaire eigenschappen (kleur, dom of slim, sekse, handicap of niet) te beschouwen als moreel relevante factoren. De mens is inderdaad beter in talen en wiskunde maar een aap kan veel beter in bomen klimmen. Is het niet willekeurig om intellectuele vermogens hoger in te schatten dan fysieke? Pathocentristen menen dus dat ook pijngevoelige dieren een recht op leven en bescherming hebben. Daarom is men tegen straatpaardekoersen, dierentuinen en dierproeven en verkiest men vegetarisch te leven.

Het zou een verkeerde conclusie zijn te menen dat pathocentristen dieren evenveel waard achten als mensen. Dat is een te goedkope kritiek aan hun adres, die door mensen gemakkelijk geuit wordt. Het verlenen van een zeker recht op leven sluit volgens de meeste verdedigers van deze visie nog geen gelijke behandeling van alle levensvormen in. Wij zijn morele zorg verschuldigd aan hogere diersoorten maar niet noodzakelijk een even grote zorg als aan menselijke personen. Dat verklaart waarom GAIA uitdrukkelijk kiest voor acties waarin vooral de schending van het dierenwelzijn manifest is en waarin de belangen van mensen eerder futiel

zijn (schapentransport en niet zozeer het slachten, straatpaardekoersen en niet zozeer de paardekoersen, foie gras, manifeste verwaarlozing van dieren, enz.)

### **3.3 De ecocentrische/biocentrische milieubescherming**

Ecocentristen bepleiten een vorm van waardering van de natuur die men omschrijven als het toekennen van zijnswaarde. Niet enkel diersoorten, ook plantensoorten of ecosystemen zijn intrinsiek belangrijk, los van het nut of de baat voor mensen. Dit is de kernidee van het ecocentrisme: zowel aan het menselijk als aan het niet-menselijk leven komt zijnswaarde toe en dus een zeker recht op leven.

Verdedigers van de ecocentrische visie (A. Schweitzer, A. Leopold en zijn *Land Ethics*, A. Naess, P. Taylor) verruimen de idee van Bentham en spreken liefst over 'kwetsbaarheid'. De Nederlandse milieu-ethicus W. Achterberg merkt terecht op dat de klasse van wezens die schade en nadeel kunnen ondergaan veel groter is dan de klasse van wezens die kunnen lijden. P. Taylor meent dat iets inherente kwaliteit bezit wanneer het kan gezien worden als een spontaan en zelf-regulerend centrum van activiteit of leven, dat zijn eigen goed op een eigen wijze poogt te realiseren en een zekere drang vertoont om zich in stand te houden. Dat geldt voor mensen, dieren, planten en ecosystemen, niet voor huizen of auto's. De manier waarop we met stenen of bergen omgaan, doet die niets. Planten gedijen, machines functioneren.

In deze visie verdient elke vorm van leven die over een inherente kwaliteit beschikt, morele zorg. Mensen zijn ethisch verplicht het soort-specifieke goed van dergelijke levensvormen te bevorderen, aldus het ecocentrische gedachtengoed. Planten, dieren en ecosystemen hebben, afhankelijk van hun soort-specifieke bestaanswijze, ook een goed-van-zichzelf, niet hetzelfde goed als dat van mensen maar wel op dezelfde wijze een soort-specifiek goed. Ook hier moet gezegd dat weinig ecocentrisch denkende mensen er moeite zullen mee hebben om te erkennen dat de schade en het nadeel, toegebracht aan mensen, ethisch gesproken veel zwaarder weegt dan de schade en het nadeel die wordt toegebracht aan levensvormen die niet kunnen lijden maar wel een 'eigen-goed-van-zichzelf' hebben, maar het laatste is ook niet onbelangrijk, vindt men.

'Deep ecologists' zoals de Amerikanen G. Sessions en B. Devall bekritisieren scherp elke vorm van mensgericht natuurbeheer (de eerste optie). Voor hen is het een vorm van reformisme omdat men directe verantwoordelijkheid voor het niet-menselijke leven weigert. De aantrekkelijkheid van de diepte-ecologie zit hem in het feit dat men de realiteit holistisch of als een ongebroken eenheid benadert en dat men van meet af aan het welzijn van de mens beschouwt als iets wat in biologisch en psychisch opzicht afhankelijk is van het welzijn van ecosystemen en andere levensvormen.

Het uitgangspunt van een ecocentrische milieubescherming is ecologische inpasbaarheid (bijvoorbeeld teelttechnieken van ecologische land- en tuinbouw). De natuur heeft haar eigen regelmechanismen en herstelvermogen en het menselijk handelen moet zoveel mogelijk in dit regelmechanisme ingepast worden. Dit leidt natuurlijk tot een heel andere milieubenadering. Eén van de centrale aspecten is onder meer de aanpak bij de bron in plaats van het verzachten van de kwalijke gevolgen of preventie (geen betere verwerking van afval, maar minder afval; in plaats van minder milieuvervuilende maar meer auto's pleit men voor minder autoverkeer). Het is duidelijk dat in zo'n maatschappijvisie economische nulgroei of zelfs mingroei acceptabel geacht wordt. Het dilemma welvaart/welzijn duikt hier dus opnieuw op.

### **3.4 Keuze voor gematigd antropocentrisme/gematigd ecocentrisme**

In de discussie over de wortels van het milieuprobleem zijn er drie grote verklaringspogingen geformuleerd: technisch-economische, idealistische en demografische. Het vormt een lezing op zich om dit uit te werken. Alle drie verwijzen ook naar het christendom (vooral het westers christendom) als mede-schuldig aan de milieucrisis. Is het christendom niet de meest antropocentrische en desacraliserende godsdienst ter wereld? Wordt de mens als laatstgeschapene niet gezien als de kroon op het scheppingswerk? En het is toch enkel de mens die de scheppingsopdracht krijgt: onderwerpen van de aarde en heersen over de natuur? Door Griekse

invloeden is dit versterkt: enkel de mens is rationeel en het irrationele is er ten bate van het rationele. Deze dominante waarde-overtuigingen verklaren, althans velen, waarom de interesse in wetenschap en techniek en de rationele geest die daarvoor nodig is, precies in West-Europa zo tot bloei gekomen zijn. Voeg er nog het kapitalisme aan toe en de milieucrisis kan verklaard worden: hoe groter de economische groei hoe meer milieuconsumptie, hoe meer milieuwaarden (bijvoorbeeld propere lucht, geen lawaaihinder, het overleven van een 'species') verdrukt worden omdat het publieke of boven-individuele goederen zijn, waarvoor niemand zich persoonlijk verantwoordelijk voelt. Als de markteconomie wereldwijd verspreid wordt en als de wereldbevolking zo blijft groeien (ook hier staat het christendom ter discussie!) dan zullen de materie- en energie-eisen dermate toenemen dat het uiteindelijk moet leiden tot een ecologische catastrofe op wereldvlak. Met andere woorden, het westers christendom heeft wel gezorgd voor cultuur en welvaart en tot voor kort hebben we dat fel toegejuicht maar de keerzijde van de medaille wordt nu pas duidelijk. T. Lemaire zegt hierover: "menselijke arrogantie, antropocentrisme en een onbarmhartige instrumentalistische en utilitaristische houding ten opzichte van de aarde".

Wat is ons eigen standpunt? Bij de analyse past toch grote voorzichtigheid en veel nuancering. In elk geval is het duidelijk dat het christendom op vandaag de opgave heeft om een nieuwe referentiekader te zoeken dat er volgens ons zo kan uitzien: vanuit de christelijke verhaaltraditie lijkt het verstandig om het relevante verschil tussen menselijk en niet-menselijk leven te handhaven. Wij zien niet in hoe men vanuit de christelijke inspiratie zonder het antropocentrisme een solide onderbouw kan geven aan een hedendaagse milieu-ethiek. Maar ter correctie van het huidige christelijke denken over mens-natuur menen wij dat het verschil niet als absoluut mag gezien worden. We zijn dus gekant tegen een uitgesproken sterk antropocentrisch standpunt. We pleiten voor een gradueel verschil dat rekening houdt met elk soort-specifiek welzijn en menen dat niet elk soort-specifiek welzijn evenveel gewicht in de schaal kan leggen. Dat betekent dat wij een hiërarchie van 'species' hanteren en als moreel relevante factor verrekenen hoeveel bewustzijn, gevoel, perceptievermogen en geheugen een 'species' heeft.

De keuze voor het gematigd antropocentrisme wordt door sommigen evenwel ook gematigd ecocentrisme genoemd. Als men antropocentrisme typeert als een houding waarbij enkel intrinsieke waarde toegekend wordt aan mensen dan is dit o.i. onvoldoende. Ten aanzien van de gangbare ethiek zijn wij duidelijk gewonnen voor een holistische benadering en dat uitdrukkelijk op basis van ons scheppingsgeloof (al het geschapene verdient respect, zelfs de nietigste diertjes die leven van rottende materie, aldus Augustinus). De natuur is voor gelovigen geen verzameling van dode, passieve dingen die van zich uit niets zeggen. Voor ons heeft de natuur ook een verwijzingskarakter en een surplusbetekenis zodat ze onmogelijk te herleiden valt tot haar feitelijkheid of haar nuttigheid. Respect voor de natuur als basisgezindheid kan niet zonder inherente waarde toe te kennen aan elke vorm van leven, doch niet in gelijke mate. Vooral de erkenning van niet-menselijk leven als waardevol (gelovig gezegd: de eigenwaarde van de schepping) lijkt me moeilijk te liggen bij veel christenen — hoe paradoxaal het ook moge klinken —. Voor veel ecologen is het dan weer moeilijk om de eigenwaarde van psychisch beperkt menselijk leven en de (relatieve) meerwaarde van menselijk leven tenvolle te waarderen.

Een dergelijke christelijk gekleurde ecologische ethiek zal geenszins toegeven aan de tendens om de natuur te re-sacraliseren, wel zal de intrinsieke waarde van het niet-menselijk leven erkend worden. Dat betekent dat bijvoorbeeld dieren belangen hebben en dat inzet voor het welzijn van dieren net als inzet voor het welzijn van mensen ethisch gesproken een 'must' is. Dat betekent bijvoorbeeld dat het ethisch toelaatbaar is — tenminste in onze visie — dat belangen van dieren ondergeschikt zijn aan evenredige of meer fundamentele belangen van mensen (proefdieren zijn toegelaten onder strikte voorwaarden). Maar fundamentele belangen van hogere dieren mogen niet opgeofferd worden aan perifere belangen van mensen (straatpaardekoersen, olifanten doden om het ivoor, recreatievissen, vogelvangst, wilde dieren in dierentuinen opsluiten, enz.).

### 3.5 Beknopte en selectieve bibliografie

- ACHTERBERG, W. & ZWEERS, W. (red.), *Milieufilosofie tussen theorie en praktijk*, Utrecht, 1986.  
 ACHTERBERG, W. (red.), *Natuur: uitbuiting of respect? Natuurwaarden in discussie*, Kampen, 1989.  
 ALLABY, M., *Thinking Green. An Anthology of Essential Ecological Writing*, London, 1989.  
 ATTFIELD, R., *The Ethics of Environmental Concern*, New York, 1983.  
 BAIRD CALLICOTT, J., *In Defense of the Land Ethic*, New York, 1989.  
 BARBOUR, I., *Ethics in an Age of Technology*, London, 1992.  
 BLACKSTONE, W. (red.), *Philosophy and Environmental Crisis*, Athene, 1974.  
 BURGGRAEVE, R., *Het eerste scheppingsverhaal geeft te denken over onze verantwoordelijkheid voor het milieu*, in ID., *De bijbel geeft te denken*, Leuven, 1991, p. 43-84.  
 CARRUTHERS, P., *The Animals Issue. Moral Theory in Practice*, Cambridge, 1992.  
 CLARK, S.R., *The Moral Status of Animals*, Oxford, 1984.  
 CLARKE, P.A. & LINZEY, A., *Political Theory and Animal Rights*, London, 1990.  
 DE TAVERNIER, J., *Ecologie en ethiek*, in *Collationes* 23 (1993) 393-418.  
 DEVAL, B. & SESSIONS, G., *Deep Ecology*, Salt Lake City, 1985.  
 EHRENFELD, D., *The Arrogance of Humanism*, New York, 1978.  
 GOODPASTER, K.E. & SAYRE, K.M. (red.), *Ethics and Problems of the Twenty-First Century*, Notre Dame, Ind., 1979.  
 HARDIN, G. & BADEN, J., *Managing the Commons*, San Francisco, 1977.  
 HARGROVE, E., *Foundations of Environmental Ethics*, Englewood Cliffs, N.J., 1989.  
 LEAHY, M.P., *Against Liberation. Putting Animals in Perspective*, London, 1991.  
 MCCLOSKEY, H.J., *Ecological Ethics and Politics*, Totowa, N.J., 1983.  
 NAESS, A., *Ecology, Community and Lifestyle. Outline of a Ecosophy*, Cambridge, 1989.  
 PARTRIDGE, A. (red.), *Responsibilities to Future Generations*, Buffalo, N.Y., 1981.  
 PASSMORE, J., *Man's Responsibility for Nature*, New York, 1974.  
 REGAN, T., *The Case for Animal Rights*, Berkeley, 1983.  
 REGAN, T. (red.), *Earthbound: New Introductory Essays in Environmental Ethics*, New York, 1984.  
 ROLLIN, B., *Animal Rights and Human Morality*, Buffalo, N.Y., 1981.  
 HOLMES ROLSTON, III, *Philosophy Gone Wild*, Buffalo, N.Y., 1986.  
 SCHERER, D. & ATTIG, T. (red.), *Ethics and the Environment*, Englewood Cliffs, N.J., 1983.  
 SHRADER-FRECHETE, K., *Environmental Ethics*, Pacific Grove, Cal., 1981.  
 SINGER, P., *Animal Liberation*, New York, 1975.  
 STONE, C., *Earth and Other Ethics*, New York, 1987.  
 TAYLOR, P., *Respect for Nature*, Princeton, N.J., 1986.  
 VAN DE VEER, D. & PIERCE, C. (red.), *People, Penguins and Plastic Trees*, Belmont, Calif., 1986.  
 VAN HOOGSTRATEN, H.D., *Geld en geest. Over milieu-ethiek*, Baarn, 1993.  
 VERMEERSCH, E., *De ogen van de panda. Een milieufilosofisch essay*, Brugge, 1988.  
 ZWEERS, W. (red.), *Op zoek naar een ecologische cultuur. Milieufilosofie in de jaren negentig*, Baarn, 1991.

De bedoeling van deze studiedag, *Natuurwetenschappen en ethiek: tegenspraak of samenspraak?*, werd reeds duidelijk aangegeven. In de eerste aankondiging van de studiedag in Forum stond het bijzonder raak verwoord: *Vanzelfsprekend is het niet de bedoeling de leraar wetenschappen om te vormen tot een leraar ethiek. Wel zou de leraar alert moeten zijn voor situaties waarbinnen ethische aspecten op een zinvolle wijze behandeld kunnen worden, of deze situaties nu aangedragen werden door het leerplan of door de maatschappelijke actualiteit.*

Met deze studiedag beoogt men dus duidelijk een bewustmaking op gang te brengen. Een sensibilisering voor de ethische dimensie die in het vakmatig bezig-zijn van leraren aardrijkskunde, biologie, chemie en fysica niet zou mogen ontbreken. Waar, in welke ruimere context van de onderwijsact kan men deze ethische sensibeleit, bekommernis en zorg plaatsen?

#### **4.1 Vormend onderwijs**

In het Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs heeft men veel deskundigheid en energie geïnvesteerd om degelijke leerplannen uit te schrijven. Het was een gigantische opdracht die dank zij samenwerking, toewijding en zorg tot een goed einde werd gebracht. Ik verwoord daarvoor gaarne hier mijn oprechte dank.

Toch rees vrij vlug de vraag naar een aantal leerplannen toe, in het bijzonder diegene die men kan vatten onder de term natuurwetenschappen, of daar niet een bijkomende inspanning diende geleverd te worden om de leraren attent te maken op de ethische problematiek waarvoor leerlingen evenzeer gevoelig dienden gemaakt te worden. Immers, sinds jaren wordt terecht gesteld dat onderwijzen niet kan of mag herleid worden tot die wezenlijke dimensie welke de kennisoverdracht of het inzicht bijbrengen is.

Men begrijpe dit niet verkeerd. Ook voor het katholiek onderwijs blijft het onderwijzen, het bieden van ontplooiingskansen voor de intellectuele vermogens en het verhogen van de handelingsbekwaamheid van jongeren de prioritaire opdracht. Maar evenzeer wil en moet katholiek onderwijs algemeen vormend, de totale mens vormend onderwijs zijn. Pas dan biedt het katholiek onderwijs kwalitatief hoogstaand onderwijs aan.

Concreet naar het thema van deze studiedag toe betekent het dat waar inhoudelijk in de leerplannen aardrijkskunde, biologie, chemie en fysica aanzetten gevonden worden om jongeren bewust te maken van ethische vragen of ethische verantwoordelijkheidszin, deze benut zullen worden met het oog op deze totaal menselijke vorming. Men heeft dit de vindplaatsen van het ethische of de realisatieplaatsen van het ethische genoemd.

Uiteraard zal het onvoldoende zijn deze aanknopingspunten uit het leerplan te catalogeren. Modellen van verwerking, van werken met deze vindplaatsen van het ethische dienen evenzeer aangereikt te worden. Er bestaat ook een didactiek van de ethische boodschap.

Vrij vlug werd echter ook vastgesteld dat vindplaatsen voor het ethische registreren en deze aanreiken aan leraren ter verwerking, evenzeer veronderstelt dat leraren op het inhoudelijk-ethisch vlak gedocumenteerd en gevormd zijn. Op deze achtergrond moet de eerste inleiding van de namiddag begrepen worden.

De ruimere context waarbinnen deze studiedag geplaatst moet worden heeft dus alles te maken met de weigering de onderwijsact te laten herleiden tot louter kennisoverdracht. Positief gesteld: het lesgeven ook in de vakken natuurwetenschappen zal de totale vorming van de jongeren behartigen, inclusief de ontplooiing van

de ethische gevoeligheid wat leiden zal tot de vorming van ethisch verantwoordelijk handelende volwassenen.

In het eerste nummer van de jaargang 1994-1995 van *Nova et Vetera* heeft Mevrouw Mia Doornaert, de bekende redactrice diplomatiek bij *De Standaard*, een lezenswaardig artikel geschreven over *Vorming tot waarden en ethisch handelen*. Zij schrijft dit vanuit haar vertrouwd zijn met de grote wereldproblemen en dat maakt dit artikel zo boeiend. Ik citeer graag één passage die bijzonder raak en bij wijze van synthese verwoordt wat ik in het voorgaande toegelicht heb.

*Eén van de taken van het onderwijs is natuurlijk jonge mensen te vormen voor een beroepsactiviteit, om ze toe te laten hun bestaan te verdienen en produktief in de maatschappij actief te zijn.*

*Maar daarmee kan het niet ophouden. Om nihilisme en cynisme tegen te gaan, moet het onderwijs mensen vormen tot ethisch handelen. En ze leren dat godsdienstige en maatschappelijke overtuiging geen supermarkt is, met een vleugje christendom en een snuijfe zen, een slokje milieu en een hapje betogen voor walvis-sen of zeehondjes of ontwapening. Maar dat opvoeding tot volwaardig menszijn en burgerschap inhoudt dat men vanuit het verwerven van kennis tot een coherent waardenkader komt, van waaruit kan worden getoetst of vernieuwing ook vooruitgang vormt.*

*Dat heeft niets te maken met vorming tot onverdraagzaamheid of intellectuele arrogantie. Wie geleerd heeft om zijn overtuigingen te toetsen aan waarden, zal juist openstaan voor andere meningen, zal in staat zijn te luisteren, te argumenteren, en zijn mening te herzien. Wie drijft op vooroordelen, zal niet in staat zijn te luisteren en te argumenteren, uit schrik snel overvleugeld te worden, en zal zijn toevlucht zoeken tot kreten om de andere te overschreeuwen.<sup>(1)</sup>*

## **4.2 De ethische zorg om verantwoordelijkheidszin**

Voor een goed begrip lijkt het nuttig even stil te houden bij het specifieke van de ethische vraagstelling en zorg.

Om historische redenen is het verklaarbaar dat vele mensen, althans in de Westerse wereld, het woord ethiek of moraal spontaan in verband brengen met geboden of verboden. Op deze geschiedenis kan hier niet ingegaan worden. Alleen weze duidelijk gesteld: ethiek zal steeds een dimensie normering omvatten, maar de kern van de ethische vraag ligt niet alleen daar. Het is belangrijk aan te stippen dat ethiek in oorsprong en op continue wijze doorheen de mensengeschiedenis alles te maken heeft met een in de mens diep gewortelde vraag. Inderdaad, de handelende, de denkende en vooral de nadenkende mens stelt steeds opnieuw de vraag naar het goed-zijn van zijn handelen. "Goed" heeft hier een omvattende betekenis. De ethische vraag betreft het goed-zijn van het handelen voor de mens als mens, van de mens-in-zijn-totaliteit, d.w.z. van de mens in al zijn bestaansdimensies. In één woord, de ethische vraag stellen betekent noch min noch meer de vraag stellen of deze of gene handeling mens-waardig is. Hoort zo'n handelen ja dan nee bij het mens-zijn?

De ethische vraagstelling reikt dus verder dan het "goed" zijn van een handeling vanuit de lichamelijke behoeften en noden van de mens, vanuit de invalshoeken nuttigheid of efficaciteit. Dit soort bevraging van het menselijk handelen blijft bijzonder belangrijk, ja onmisbaar voor het menselijk leven en overleven. Het zijn juist de positieve wetenschappen en de toepassing ervan in de techniek die er op fenomenale wijze toe bijgedragen hebben dat op vele deelgebieden van het mensenleven een minderheid van de wereldbevolking het "goed" stelt. Wij denken hier bij wijze van voorbeeld aan de spreiding van de welvaart, van sociale voorzieningen en gezondheidszorgen.

De ethische vraag omvat en overstijgt terzelfdertijd deze belangrijke deelbevragingen van het menselijk handelen welke in de veelheid van de wetenschappelijke disciplines aan bod komen. De woorden "omvat" en

---

<sup>(1)</sup> *Nova et Vetera*, jg. LXXII, 1994-1995, nr. 1-2, blz. 47.

"overstijgt" zijn niet lukraak gekozen om de ethische vraag te karakteriseren. De ethische vraag stellen wil zeggen een totaal-vraag stellen: is dit soort handelen, kan deze ontwikkeling in het menselijk handelen waarlijk goed genoemd worden voor de mens in al zijn dimensies?

Inherent aan deze bevraging is de keuze voor een welbepaalde mensopvatting. Inderdaad, "goed voor de mens als mens" roept vanzelfsprekend de vraag op: wat is de mens, hoe denken wij de mens? In deze fase van denken interfereert de geloofs- of de levensovertuiging. Een geloofs- of een levensovertuiging biedt immers een coherente visie op mens en wereld. De geloofs- of de levensovertuiging heeft steeds te maken met een uiteindelijke diepere zingeving aan alles.

Op deze studiedag gaat de keuze voor een mens- en wereldbeeld uitdrukkelijk naar de bijbelse, d.w.z. de joods-christelijke denktraditie. Het ethisch denkkader voor het vak natuurwetenschappen waar deze studiedag over handelt, wordt bepaald door de christelijke mensopvatting. De mens, ieder mens en alle mensen, wordt op bijbelse grondslag gezien in zijn viervoudige openheid. Anders gesteld, de mens is openheid op zichzelf als nadenkend wezen, openheid op de anderen, openheid op de hem omringende wereld en kosmos, openheid op God. Een menselijke handeling zal dus ethisch goed zijn wanneer deze viervoudige en onderling verbonden openheid geëerbiedigd wordt. De christelijke ethiek kan begrepen worden als de nimmer eindigende poging om het denkkader van waarden en normen aan te reiken waarbinnen de bewust levende mens zijn handelen in globo, maar ook het handelen binnen de positieve wetenschappen ethisch kan evalueren.

Voor alle duidelijkheid dient hier deze bemerking toegevoegd te worden. Het aanwezig-zijn van vele mensen wereldvisies over de wereld doet niets af aan de verplichting om een keuze te maken en een bepaald ethisch denkkader te hanteren. Geen keuze maken betekent immers dat men vastgeraakt is in de onbeslistheid en dat de handelende mens uiteindelijk geen houvast heeft op het ethisch vlak. Kiezen voor één bepaalde mens-opvatting betekent niet dat men zich afschermt en noodzakelijkerwijze vervalt in enggestigheid of onverdraagzaamheid. Op grond van de keuze voor één welbepaald mensbeeld blijft men geroepen om te trachten tezamen met alle ethisch bewogen mensen t.a.v. het steeds evoluerend menselijk handelen het onuitputtelijk ideaal van het mens-waardige in te vullen.

Ook een christelijk-geïnspireerd ethisch denken kan zich niet een monopoliepositie toeëigenen als het er op aan komt het waarlijk goede of het menswaardige te duiden. Ook christenen blijven pelgrims in de zoektocht van de mensheid naar meer menswaardigheid. Zij blijven zich daarbij bewust van de werkelijkheid van de menselijke beperktheid en zwakheid. De menselijke beperktheid gaat terug op de inherente eindigheid van alle leven op aarde, de menselijke zwakheid gaat terug op de gespletenheid van de mens die terzelfdertijd bekwaamheid tot het goede als bekwaamheid tot het kwade is (cfr. *L'homme capacité de pécher*, P. Ricoeur).

De *Christus-referentie* in een christelijke ethiek in het vak natuurwetenschappen zal op de eerste plaats dit basisinzicht omtrent de *condition humaine* aanreiken. Dit bijbels-christelijk realisme zal de wetenschapsbeoefenaar, de leraren natuurwetenschappen en de leerlingen behoeden voor de overrompeling door de menselijke hoogmoed ( $\beta\eta\tau\iota\varsigma$ ) waarbij de verafgoding van de mens en zijn kunnen tot groot onheil kunnen leiden.

Het christelijk geïnspireerd mens- en wereldbeeld kan gesitueerd worden binnen wat genoemd wordt een gematigd antropocentrisme. De mens is inderdaad degene die geroepen is Gods schepping te beheren op grond van toenemend inzicht en doorzicht in de wetmatigheden ervan. Dit inzicht en doorzicht maakt de eerbiediging en de verantwoordelijke zorg mogelijk voor deze aarde en deze kosmos die aan de mens werden toevertrouwd. Dit laatste mag echter niet in de eenzijdig individualistische betekenis van het woord gedacht worden. De aarde en de kosmos zijn er voor alle mensen... Op onze dagen, na een decennia lange eenzijdige bestemming van de verworvenheden van wetenschap en techniek voor een minderheid van de wereldbevolking, beseffen wij hoe onethisch d.w.z. hoe "de mens en de mensheid" onwaardig, hoe onrechtvaardig het menselijk handelen kan zijn.

De Christus-referentie in de ethiek in de vakken aardrijkskunde, biologie, chemie en fysica zal er onder meer in bestaan dat een radicalisering aangebracht wordt op het vlak van de waarden en de normen. Dit kan hier niet in extenso ingevuld worden. Hooguit kan hier een aanzet bij wijze van voorbeeld gegeven worden. Als

het gaat om de bestemming van de goederen der aarde, om de verdeling van de verworvenheden van wetenschap en techniek op het vlak van de gezondheidszorg dan gaat het niet alleen om ieder mens en alle mensen. Op grond van de geloofsbinding aan de persoon van Jezus-Christus en de verwijzing naar Hem, zal ook het *wat gij aan de minsten der mijnen gedaan hebt, hebt gij aan Mij gedaan* (Mt) een gelaat moeten krijgen. Een ander mogelijke radicaliserende ethische duiding kan men naar dit voorbeeld toe vinden in: *Ik was hongerig en gij hebt Mij te eten gegeven* (Mt).

Vertrekkend van de ethische vindplaatsen in de leerplannen natuurwetenschappen zal het aangewezen zijn inhoudelijk een christelijk-ethische achtergronddocumentatie op te stellen en aan te reiken. Het komt mij voor dat daarbij niet alleen positief het *ethisch ideaal* op het vlak van waarden en normen zo verregaand mogelijk moet uitgeschreven worden. Er is mij dunkt blijvend behoefte aan het aanduiden van de onderste grens waar men niet onder kan zonder in de mensonwaardigheid te vallen. Wat dit laatste betreft, kan men recent een spectaculaire ommezwaai registreren t.a.v. bepaalde vormen van onbeperkt manipuleren van menselijke embryo's voor waarlijk dubieuze doeleinden. Op het punt van het oriënterend uitschrijven van de onderste grens van het menselijk handelen kan een constructieve dialoog tussen christelijk ethisch-bewogen wetenschapsmensen en de kerk(en) van grote betekenis zijn.

### **4.3 Suggesties voor een christelijke ethiek in de klaspraktijk**

Het is met schroom dat hier een aantal suggesties voor een christelijke ethiek in de klaspraktijk aangereikt worden. Eens te meer, het is onze overtuiging dat vele leraren natuurwetenschappen dagdagelijks deze sensibiliteit voor de ethische vorming van jongeren doorheen het vakmatig bezig-zijn beleven. Uit ervaring zou hier dus door leraren zelf een en ander aangereikt kunnen worden.

Op de eerste plaats is het waardevol dat leraren natuurwetenschappen zich positief uitspreken over de enorme mogelijkheden welke het positief wetenschappelijk denken en de toepassingen van techniek in zich dragen. De wetenschappelijk onderbouwde technologie biedt inderdaad een enorm instrument van bevrijding van mensen. Het is een ethisch goede zaak wanneer mensen niet in armoede en ontbering voortdurend een *struggle for life* moeten leven. Wetenschap en techniek kunnen de mogelijkheden op een menswaardig leven sterk verhogen.

Anderzijds, zal evenzeer de verabsolutering en de verafgoding van dit soort denken en handelen afgewezen moeten worden. Ook de modellen van de natuurwetenschappen, hoe boeiend en beloftevol ook, blijven mensenwerk. Leraren natuurwetenschappen zullen de kritische zin bij de leerlingen ontwikkelen. De kritische zin wordt bevorderd wanneer duidelijk gemaakt wordt dat het waarheidsgehalte van het natuurwetenschappelijk denken niet verabsoluteerd mag worden. Immers ook dit is historisch-cultureel bepaald en getekend door de reeds vermelde menselijke beperktheid. Iemand zegde in dit verband: dit alles zo maar verabsoluteren zou wellicht het meest on-ethisch zijn. Men moet durven bekennen dat de bedreiging van de verabsolutering nooit ver weg is.

Christelijke ethiek in de klaspraktijk kan er in bestaan dat af en toe de ruimte open gemaakt wordt voor verwondering en bewondering voor de wetmatigheid en de mogelijkheden als gevolg, welke de mens in de hem omringende schepping vindt. Daarenboven zal het inzicht dat van alle bekende levende wezens op aarde alleen de mens bekwaam is om dit te doorgronden, bron zijn van dankbare verwondering. Inderdaad, de werkelijkheid en de wereld op het spoor komen doorheen het wetenschappelijk onderzoek is zichzelf op het spoor komen als mysterie, d.w.z. als nooit totaal rationeel te duiden werkelijkheid. De verwijzing naar het de mens overstijgende, het transcendente, het religieuze kan en zal aldus ondergebracht worden in het pedagogisch model. Bij jongeren de bekwaamheid ontwikkelen en bevorderen om de wetmatigheid in de kosmos als schoonheid te ervaren is evenzeer ethisch. De beleving van het scheppingsgeloof als christen krijgt hier kansen.

Het gaat om christelijke ethiek in de vakken natuurwetenschappen. Positief betekent dit dat de ethische dimensie niet toegevoegd of aangehecht wordt. Waarnemend en ontdekkend is de mens er als persoon bij

betrokken. Dit wil zeggen dat het hele waardebeleven er rechtstreeks aan bod kan komen. Meer in het bijzonder betekent dit dat wetenschap en technologie als resultaat, als handelingsgericht denken nimmer zo maar ethisch-neutrale bezigheden zijn. Het gaat om toepassingen voor het leven van ontelbaar vele mensen, het gaat in toenemende mate om het leven en overleven van de mensheid. In die zin is er niet alleen een micro-ethische van-mens-tot-mens-relatie in het geding, maar ook steeds een macro-ethische. Het is passend hier te herinneren aan wat in de aankondiging van deze studiedag gesteld werd: *Vanzelfsprekend is het niet de bedoeling de leraar wetenschappen om te vormen tot een leraar ethiek. Wel zou de leraar alert moeten zijn voor situaties waarbinnen ethische aspecten op een zinvolle wijze behandeld kunnen worden.*

Onderwijzen blijft steeds iets hebben van het *wonder wijzen* (Prof. Claes). De leraren natuurwetenschappen kunnen dit op een bijzondere wijze doen. Hun vakken bieden daar vele kansen en mogelijkheden toe. Wat zal een leraar zijn? Zal hij een overdrachtkunstenaar of een waardencommunicator zijn? Christelijke ethiek in de natuurwetenschappen wil zeggen dat het een èn — èn denken is. De vorming van jongeren tot ethisch-verantwoordelijk handelen is een werk van lange adem. Het kan goed zijn blijvend daarbij te bedenken dat het ethisch vormen van jongeren niet zo maar het gevolg kan zijn alleen maar van de toepassing van cognitieve methoden als de argumentatie, maar dat de ethische vorming evenzeer gebeurt doorheen het leren aanvoelen van het ethische, het *Wert fühlen* (Max Scheler). Leraren natuurwetenschappen kunnen daarin voor- gaan.

---

## **Wetenschappelijke ethiek in een bedrijfseconomische context – Ethische aspecten van dierproeven voor geneesmiddelenonderzoek**

*H. Van Cauteren • N. Van Passel (Janssen Research Foundation)*

---

### **5.1 Enkele cijfers van diergebruik als nuttige achtergrondinformatie bij de discussie**

---

Het proefdiergebruik in de Europese Unie wordt geschat op 16 miljoen dieren. Meer dan 95 % ervan zijn knaagdieren, vooral ratten en muizen en in mindere mate hamsters en cavia's. Als we het proefdiergebruik vergelijken met de totale dierproductie van 5,2 miljard/jaar in de Unie dan ligt het proefdiergebruik met zijn 0,3 % aandeel betrekkelijk laag. Naast gewervelde dieren worden ook ongewervelde diersoorten zoals mieren, vliegen, spinnen en kevers als proefdier gebruikt.

In de USA worden jaarlijks 16 miljoen honden en katten afkomstig van particulieren geëuthanaseerd, in België schat men het euthanasiecijfer in de dierenasielen op 250 000.

Deze enkele cijfers geven aan dat het gesprek over de ethiek van diergebruik door de mens, zowel in de private sfeer als in de landbouw en in de industrie, belangrijk is voor de maatschappij. De discussie wordt dan ook best zo breed mogelijk gevoerd en het zou fout zijn om zich met harde pro- en contrastpunten toe te spitsen op enkele deelgebieden van diergebruik en zo uit het oog te verliezen dat mensen waar dan ook op ethisch verantwoorde wijze dienen om te gaan met hun omgeving en met wat die omgeving biedt.

### **5.2 Doelstelling en nut van het geneesmiddelenonderzoek**

De doelstelling van farmaceutisch onderzoek is uiteraard het vinden van nieuwe en betere geneesmiddelen. Nieuwe geneesmiddelen zijn nodig voor ziekten die nog niet of slechts onvoldoende kunnen behandeld worden, denken we maar aan multiple-sclerose of aan AIDS, of aan een "eenvoudige" ziekte als griep die nog altijd één van de belangrijkste doodsoorzaken is. Betere geneesmiddelen zijn nodig om bestaande therapieën te verfijnen, om de hoofdactiviteit van de substantie te verbeteren en/of om het risico op bijwerkingen te verkleinen.

De Wereldgezondheidsorganisatie stelt in een rapport dat er voor 2500 ziekten en diagnoses (nog niet geïdentificeerde ziektebeelden) nog geen antwoord werd gevonden in de vorm van een geneesmiddel.

De intrinsieke waarde van het geneesmiddel voor de mens is uitzonderlijk groot. De levensverwachting steeg de laatste decennia met meer dan 30 jaar en het is weer de WGO die geneesmiddelen zoals antibiotica, anaesthetica, vaccins, insuline, bloeddrukverlagers en antikankermiddelen, het krediet geeft van de helft van die toegenomen levensverwachting.

Bovendien nam ook de kwaliteit van het leven sterk toe dank zij het geneesmiddel. Pijn en allerlei soms erg belastende ongemakken kunnen curatief worden behandeld, patiënten kunnen geheel of gedeeltelijk genezen van talrijke specifieke aandoeningen zoals psychosen, epilepsie en suikerziekte om er maar enkelen te noemen.

Ook preventief bewijst het geneesmiddel zijn nut met wellicht als sterkste voorbeeld de quasi totale uitroeiing van polio dank zij inenting met het poliovaccin.

Verder biedt het geneesmiddel ook een aantal socio-economische voordelen zoals minder –, en minder langdurige hospitalisatie en internering, en meer ambulante verzorgingsmogelijkheden, o.a. ook heel belangrijk voor de gezondheidszorg in de Derde Wereld.

Na aanpassing zijn bepaalde geneesmiddelen, in de eerste plaats ontwikkeld voor humaan gebruik, ook nuttig voor de behandeling van aandoeningen bij dieren en voor gebruik op planten en materialen.

Het is nuttig ook hierbij even stil te staan. De levenskwaliteit en zelfs de levensverwachting van zowel gezelschapsdieren als van landbouwdieren is ontegensprekelijk toegenomen met de ontwikkeling van bepaalde geneesmiddelen. De voedselvoorziening van de wereldpopulatie is afhankelijk van gezonde kudden en oogsten. Bedreigde diersoorten worden mede dank zij geneesmiddelen in stand gehouden. Houtbeschermingsmiddelen zoals de producten afgeleid van humane antischimmelproducten leveren een bijdrage aan het behoud van de noodzakelijke groene gordels en wouden.

### **5.3 Ethische overwegingen bij het proefdieronderzoek**

Ethiek kan worden omschreven als de studie van en een bezinning op het ethische. Of, eenvoudiger en duidelijker, op wat de mens in zijn bestaan te doen en te laten heeft. Ethiek gaat dus over het hoe en het waarom van de menselijke gedragingen. Ethiek is geen begrip met absolute inhoud maar wordt bepaald door tal van factoren zoals godsdienst, volksaard, cultuur en de tijd waarin men leeft. Ethiek kan dus inhoudelijk verschillend zijn in éénzelfde tijdsperiode in verschillende culturen maar zal eveneens een evolutie in de tijd kennen binnen éénzelfde cultuur. Fundamenteel in de hele discussie is dat de mens vanuit zichzelf, en getoetst aan de maatschappelijke inzichten bereid is op verantwoorde wijze om te gaan met zijn omgeving, d.w.z. met andere mensen, met de dierenwereld, met de plantenwereld en met alle beschikbare materie. De maatschappij heeft het recht zich te bezinnen over elke handeling die de mens t.o.v. zijn omgeving stelt en verantwoording te vragen zeker wanneer zij, geconfronteerd met veranderde inzichten, twijfels heeft over bepaald menselijk handelen. Wat de relatie mens/dier betreft bezint men zich dan over het houden van dieren zowel als huisdier als voor de consumptie, over dieren als bron van kleding en meubilair en over diergebruik in het wetenschappelijk onderzoek.

Onze huidige westerse samenleving aanvaardt dierproeven niet als iets vanzelfsprekend, dat kan overgelaten worden aan onderzoekers alleen. De samenleving verwacht van de onderzoeker dat hij over het hoe en het waarom van dierexperimenteel onderzoek verantwoording aflegt; hieruit volgt dat dierproeven onderwerp zijn van ethiek en van ethische afweging.

Het belang van de gegevens verkregen uit dierexperimenteel onderzoek moet afgewogen worden tegen het aantal gebruikte dierenlevens en tegen de eventuele pijn en het letsel dat het dier wordt aangedaan.

Lijnrecht tegenover diegenen die dierproeven afwijzen omdat in hun visie de mens het dier niets mag aandoen wat hij ook een ander mens niet zou aandoen, omdat zij dieren gelijkwaardig achten aan mensen, staan diegenen die vinden dat er terzake geen regels en geen ethische afweging nodig zijn, omdat zij de totale vrijheid van onderzoek verdedigen. Tussenin bevindt zich de grootste groep, mensen die van oordeel zijn dat, met name in het geneesmiddelenonderzoek, dierproeven een noodzaak zijn en dat ze onder bepaalde strikte voorwaarden mogen uitgevoerd worden. Hier geldt dan de opvatting dat dierproeven mogen en kunnen omdat het belang van de humane en veterinaire geneeskunde zwaarder weegt dan het belang van het proefdier, maar dat de te nemen proeven vanuit esthetisch standpunt, hoe en waarom, getoetst moeten worden. Dit houdt naast verantwoording van het dierexperimenteel onderzoek ook in dat men zich bezint over zorgvuldige en deskundige behandeling van de betrokken dieren.

Om de maatschappelijke discussie over dit onderwerp serieus en op basis van gelijkwaardigheid te kunnen aangaan dienen de gesprekspartners in dezelfde mate over het onderwerp geïnformeerd te zijn. In brede kring moet men open staan voor informatie die leidt tot een goed gedocumenteerd en volledig beeld van het

waarom en hoe van dierproeven, en wetenschappelijke instellingen die dierproeven uitvoeren, moeten bereid zijn kennis, inzicht en informatie te delen.

## **5.4 Ontdekkings- en ontwikkelingsproces van een nieuw geneesmiddel**

Dit proces duurt lang, is moeilijk en vraagt zeer grote investeringen. Het begint met het zoeken naar verbindingen met mogelijk activiteit met behulp van de computergestuurde kwantitatieve-structuur-activiteitsanalyse. Gevonden verbindingen worden dan door de scheikundigen gemaakt. Of er ook echt biologische activiteit is wordt door de farmacoloog onderzocht met een in-vitro-testbatterij, de zogenaamde in vitro screening. De in-vitro-screening heeft als voordelen, simpel, selectief en specifiek te zijn en elimineert reeds heel wat stoffen. Om een accuratere bepaling van de activiteit te bekomen voor de weerhouden stoffen worden vervolgens in-vivo- of proefdiermodellen ingeschakeld. Dit in-vivo-onderzoek staat reeds model voor de ziekte bij de patiënt en helpt bepaalde interacties van de stof in een organisme te voorspellen. Het is meer complex, een essentiële stap om de brug te maken tussen in vitro en in vivo bij het doeldier of de mens en reikt de gegevens aan op basis waarvan dit in-vivo-onderzoek te verantwoorden valt. Vooral de mogelijke niet-specificiteit en niet-selectiviteit worden ingeschat wat voor het veiligheidsonderzoek van het grootste belang is. Verder veiligheidsonderzoek en de studie van de kinetiek van het geneesmiddel in het lichaam door de toxicoloog en de patholoog leren dan voldoende om te verantwoorden dat het kandidaat-geneesmiddel voor het eerst bij de mens of het doeldier wordt aangewend voor klinisch onderzoek. De eerste deontologische en dus ethische opdracht van het geneesmiddelenonderzoek is nieuwe en betere geneesmiddelen vinden en ontwikkelen voor humaan en diergeneeskundig gebruik, en eventueel voor toepassing in de gewas- en materiaalbescherming. (Ook deze laatsen komen via de consumptie in het menselijk organisme en in het milieu terecht). Als onvoldoende kennis en inzicht in de mogelijkheden en de (huidige) onmogelijkheden van het onderzoek een hypotheek leggen op die deontologische opdracht moet het onderzoek zich tegen deze stroming, alleen al op ethische gronden, verzetten.

Wanneer de studie van het waarom en het hoe van bepaalde menselijke gedragingen resulteert in een grote maatschappelijke consensus zet men vaak de stap naar een juridische vertaling van het gedrag dat als ethisch wordt ervaren. Op dat ogenblik wordt een bepaald ethisch gedrag een juridische verplichting. Terecht oordeelt de maatschappij dat het bepalen van ethisch of onethisch gedrag beter niet aan het individu wordt overgelaten en gaat zij over tot het opstellen, ratificeren en opleggen van de regels. Grondwetten, de Verklaring van de Rechten van de Mens en ook de richtlijnen voor het gebruik van dierproeven zijn het resultaat van een grote maatschappelijke consensus rond wat moet en wat niet mag.

## **5.5 Richtlijnen voor het gebruik van dierproeven**

Zowel nationaal als internationaal bestaan er wetten en richtlijnen voor het gebruik van dierproeven. Naast de wet voor het dierenwelzijn (1986) bepalen vooral de richtlijnen voor goede laboratoriumpraktijken (GLP) de nauwkeurigheid en de kwaliteit van een proef. Gebaseerd op de ethische principes zoals bepaald in de *Verklaring van Helsinki* (1964) en de *International Ethical Guidelines* van de Wereldgezondheidsorganisatie zijn in-vitro- en dierproeven noodzakelijk in het geneesmiddelenonderzoek. Deze principes bepalen dat geneesmiddelen slechts aan mensen mogen worden toegediend, ook in klinisch onderzoek, na weging van de medisch-wetenschappelijk verantwoorde *risk-/benefitbalance* en nadat werkzaamheid en veiligheid voldoende werd ingeschat aan de hand van laboratorium- en dierproeven. Elke proef op mensen wordt op basis van deze criteria geëvalueerd door een ethisch comité en de proefpersoon dient een *informed consent* te geven.

De grootste ethische en juridische verantwoordelijkheid voor het ontwikkelen en het op de markt brengen van een nieuw geneesmiddel is het aantonen met bewijslast van de activiteit en de veiligheid van het nieuwe produkt. Vooral voor de veiligheidsbeoordeling worden in-vitro- en in-vivo-proeven uitgevoerd volgens internationaal geldende regels. De studies worden gradueel en proportioneel met de duur van de blootstelling aan het nieuwe produkt uitgevoerd.

Bijvoorbeeld *mens/doeldier* versus *diermodel* (twee species):

Mens/doeldier	Diermodel
1 dag	2 weken
1 week	1 maand
1 maand	3 maanden
3 maanden	6 maanden

De voorspelbaarheid van mogelijk gevaarlijke bijwerkingen bij mens of doeldier aan de hand van toxiciteitsstudies is voldoende groot door het hanteren van kwantitatieve (dosis-antwoordkurve) en kwalitatieve (aan- of afwezigheid van onaanvaardbare nevenwerkingen) maatstaven. De toxicoloog heeft als opdracht deze inschatting uit te voeren.

Het toxicologisch onderzoek heeft verder ook socio-economische gevolgen. De kennis van zowel mensengemaakte als natuurlijke stoffen, hun eventueel gevaarlijke factoren voor de omgeving en het gezondheidsrisico eraan verbonden neemt toe en leidt tot een beter en meer verantwoord omgaan met die stoffen.

## 5.6 Toekomstvisie

Het belang van het wetenschappelijk onderzoek werd recent nog onderstreept in het *Appél van Heidelberg* (14 april 1992) opgesteld en ondertekend door 62 Nobelprijswinnaars en honderden wetenschappers. In hun boodschap verklaren zij dat onwetendheid en tegenkanting tegen vooruitgang en niet wetenschap, technologie en industrie, een gevaar zijn voor de mens en de planeet. Wetenschap, onderzoek en technologie zijn integendeel essentieel voor de toekomst om de gevaren die de mensheid bedreigen zoals hongersnood, overbevolking en ziekte te overwinnen.

## 5.7 ... ook op dierproeven

In de toekomst valt een verdere verschuiving te verwachten van in-vivo- naar in-vitro-proefmodellen en een verdere toepassing van de 3 "V's": *vervanging, vermindering, verfijning*. De motivatie hiervoor is aanwezig in het geneesmiddelenonderzoek zelf en wel omwille van de 4 "E's", de ethische overwegingen, het economisch aspect, de toenemende effectiviteit van in vitro screening en de evolutie van de wetenschappelijke kennis en inzichten. Vooral het principe van eenheid in diversiteit is hier van belang. Ondanks de aanwezigheid van miljoenen soorten levende wezens is er ook een zekere eenheid aanwezig op anatomisch, metabool, celbiologisch en genetisch vlak. Toegenomen kennis maakt gedeeltelijke generalisatie in de biologie mogelijk en leidde tot de ontwikkeling van een aantal alternatieven voor dierproeven. Enkele voorbeelden:

- Poliovaccin in niercelcultuur: vroeger 4570 makaken/jaar (NL).
- Teratologie door in-vitro-embryocultuur: vroeger 150 ratten, 150 cavia's/RX.
- Harttoxiciteit in hartspiercelcultuur: vroeger 100 ratten/RX.
- Pyrogenen in *Limulus* Amaxebocytan Lysaat: vroeger 20 konijnen/RX.

Naast vervanging moet verder worden gestreefd naar vermindering en verfijning van de nog noodzakelijke dierproeven. De recente harmonisatie van de internationale richtlijnen voor het geneesmiddelenonderzoek voor humane toepassing is hierbij bijvoorbeeld erg belangrijk. Enkele voorbeelden:

- De pyrogeentest: ontwikkeling en validatie van nieuw model in vitro.
- De enkelvoudige overdoseringstudie: geen exacte LD50 meer, geen hond (USA, Japan).
- De herhaalde overdoseringstudie: geen 12 maanden studie meer bij rat (USA, Japan).
- Voorplantingsstudies: geen duplicaatstudies meer, wel driepartijenprotocol.

- Mutagenese studies: eerst in vitro, daarna in vivo.
- Kankerstudies (rat, muis): dosiskeuze door blootstelling, geen te hoge dosis.

## 5.8 Conclusies

Wanneer de maatschappij, bij gebrek aan kennis en inzicht al te grote beperkingen oplegt aan het onderzoek gekoppeld aan een totale miskennis van de onderzoeker als ethische persoonlijkheid, dan staan die maatschappij donkere tijden te wachten. Het spanningsveld tussen volledig vrij onderzoek waarin elke onderzoeker individueel kan bepalen wat kan en wat niet, en de beperkingen opgelegd door de realiteit, een maatschappij die de totale vrijheid niet kan en niet wil accepteren maar eist dat verantwoording wordt afgelegd, is een permanente uitdaging en heeft de laatste decennia geleid tot nieuwe inzichten in en tot alternatieven voor het proefdiergebruik.

## 5.9 Bibliografie

DE VOS, H., *Inleiding tot de ethiek*, 1964.

DE GRAAF, J., BAKKER, R., *De bezinning over goed en kwaad in de geschiedenis van het menselijk denken*, 1957-1964.

**6.1 Ter inleiding**

- De aardrijkskunde spitst zich toe op de studie van het natuurlijk milieu van de aarde en de interrelaties tussen de mens en dit natuurlijk milieu.
- De studie van de relatie tussen de mens en zijn milieu krijgt aandacht doorheen het gehele curriculum. Het bewust maken van de spanningen tussen het ingrijpen van de mens — die de wereld beheert — en de begrensdheid van het natuurlijk systeem moet helpen opvoeden tot een evenwichtige levenshouding, tot een waardig en verantwoordelijk omgaan met het milieu.
- Sociale rechtvaardigheid vraagt een herverdeling van de aardse goederen. Het is een ethische opgave het begrip *naaste* wereldwijd te maken. Het is een typisch christelijke opdracht de lasten van de naaste, hoe ver ook van ons verwijderd, te helpen dragen. De ecologische wanorde toont aan wat de gevolgen zijn van individueel en collectief egoïsme. Dit kan alleen worden opgelost door wereldsolidariteit en internationale samenwerking. Een ecologische bekommernis kan niet anders dan zich uitspreken tegen de huidige vormen van bezitsdrang en misbruik van de aardse goederen.
- De wereld is de mens gegeven niet om die te vernietigen maar om ervan te genieten. Wie leert genieten van de schoonheid van de natuur en deze leert begrijpen zal ook bewogen worden die natuur te eerbiedigen en te bewaren. De bewondering en verwondering om een schepping — die men niet naar zijn hand moet willen zetten — is een logisch gevolg van deze houding.

Het leervak aardrijkskunde is aangewezen om:

- De leerlingen te brengen tot betrokken aandacht voor het landschap, de natuur, het milieu en de hierin levende mens. De geografische excursies die in het leerplan verplicht gesteld worden, zijn daartoe de meest geëigende werkvorm.
- Een genuanceerde achtergrondkennis en attitudes bij te brengen aangaande fundamentele waarden als landschapsbewaring, ruimtelijke ordening, milieuzorg, landschapsbewaring en eerbied voor de andere samenlevingen.
- Een degelijke achtergrondkennis te geven nodig voor het benaderen van de beperkte draagkracht van de aarde met de ethische problemen die voortvloeien uit de ongelijke bevolkingsgroei en -spreiding en de implicaties hiervan op de watervoorziening, de voedselverdeling, de grondstoffenverdeling, de milieu- en de landschapszorg en de landschapsbewaring.
- De leerling langs kritische benadering te brengen tot verantwoordelijkheidszin, wereldsolidariteit en christelijk engagement, kortom tot een antimaterialistische levensstijl. Daartoe beschikt de aardrijkskunde over eigen denkpatronen en werkmethodes.

**6.2 Vindplaatsen in het leerplan****6.2.1 Eerste graad****(LICAP D/1989/0279/028)****6.2.1.1 1<sup>e</sup> leerjaar**

De initiërende leerstof vertrekt vanuit het eigen leefmilieu. De leerlingen leren de diverse aspecten ervan en de invloed van de menselijke activiteit op het leefmilieu waarnemen.

Duidelijke raakpunten met ethiek zijn te vinden bij:

- De leerstof over de gesteenten (blz. 8) waar het gaat over het landbouwkundig nut en het industrieel gebruik ervan, alsmede het vaststellen van de landschappelijke en ecologische gevolgen van de ontginningen.
- De studie van een landbouw-, industrie- en toeristische streek (blz. 10-11) en het aantonen van de relatie tussen activiteit en de gevolgen voor bewoning, bevolking en landschap.
- De synthese (blz. 11), waar problemen aangaande werkgelegenheid, natuurbehoud en recreatiemogelijkheden op een eenvoudige wijze belicht worden.

#### 6.2.1.2 2<sup>e</sup> leerjaar

De leerstof concentreert zich op het Europese leefmilieu, geeft een algemeen kader ervan en zoomt in op problemen van ecologische aard, ruimtelijke planning en nood aan grensoverschrijdende maatregelen.

Duidelijke raakpunten met ethiek zijn te vinden bij:

- De welvaartsverschillen binnen de EU (uit te breiden tot geheel Europa) (blz. 17).
- De inspanningen van de mens in het beheersen en overwinnen van de natuur in het thema *Landwinning in Nederland* (blz. 17), te zien als een concrete realisatie in de strijd om beveiliging en om meer ruimte.
- De activiteiten in het Duitse Ruhrgebied (blz. 18) en het bijbrengen van het inzicht dat ruimtelijke planning een antwoord zoekt voor de problemen van het leefmilieu.
- Het vaststellen van problemen en het suggereren van oplossingen bij de bevolkingsconcentratie in een Europese wereldstad (Parijs of London) (blz. 19).
- De ecologische gevolgen voor de natuur bij de olie- en gaswinning in de Noordzee (blz. 19).
- De impact van het toerisme op het landschap en het ecologisch evenwicht in het Middellandse Zee gebied en de Alpen (blz. 20-21).

#### 6.2.2 Tweede graad

(LICAP D/1991/0279/026)

De tweede graad behandelt, over de twee leerjaren gespreid, themata uit de continenten buiten Europa. De aandacht gaat naar de spreiding en ontwikkelingsgraad van de bevolking, de spreiding en kenmerken van de grote agrarische en industriële regio's en de specifieke landelijke en stedelijke nederzettingvormen. Doorheen deze leerjaren wordt speciale aandacht besteed aan de kennis en de waardering voor de andere leefmilieus, aan de grote wereldproblemen, het gebruik en misbruik van de natuurlijke mogelijkheden en de wereldwijde invloed bij de versterking van het ecologisch systeem.

*Duidelijke raakpunten met ethiek zijn te vinden bij:*

##### 6.2.2.1 Afrika (blz. 7)

- De verschillen in socio-economische kenmerken binnen Afrika en t.o.v. de andere continenten...
- De natuurlijke mogelijkheden voor de traditionele landbouw in tropisch Afrika.
- De problemen uit de wisselwerking klimaat-landbouw-bevolkingsaan-groei in een droog gebied.
- Een agrarisch ontwikkelingsproject als oplossing voor de bevolkingsdruk.
- De wisselwerking tussen de bevolkingsdruk en de actuele agrarische mogelijkheden van de Nijloase.
- De ecologische gevolgen van de moderne waterbeheersing.
- De schaduwzijden van het toerisme.

##### 6.2.2.2 Azië (blz. 8-9)

- De verschillen in socio-economische kenmerken binnen Azië en t.o.v. de andere continenten.
- De omvorming in Israël van een semi-aride ruimte tot een leefbaar milieu.
- De betekenis van de groene revolutie.
- De gevolgen van aardolieontginning voor het geografisch milieu.

### 6.2.2.3 *Latijns-Amerika (blz. 15-16)*

- Het ecologisch evenwicht van het tropisch regenwoud.
- De tegenstellingen als gevolg van de landbouwstructuur en de exportgerichte bedrijven.
- De gevolgen van mijnbouw in een Latijnsamerikaans land.
- De wildgroei en de ruimtelijke wanorde van de Latijnsamerikaanse steden als gevolg van de armoede en de plattelandsvlucht.

### 6.2.2.4 *Angelsaksisch-Amerika (blz. 14)*

- De tegenstellingen als gevolg van de stedelijke groei.

## 6.2.3 **Derde graad**

**(LICAP D/1992/0279/005)**

In de derde graad wordt dieper ingegaan op de processen die leiden tot landschapsvorming en regionale differentiatie. De regionale landschaps- en milieuverschillen over de hele wereld zijn immers het resultaat van natuurlijke processen en kringlopen die door de veelzijdige en gevarieerde bedrijvigheid van de mens beïnvloed en gewijzigd worden. Tegen het einde van de derde graad moet de leerling inzien dat:

- het landschap het resultaat is van samenwerkende — op elkaar inspelende — exogene, endogene en antropogene processen,
- tussen de natuur en de snel evoluerende cultuur spanningen optreden die de draagkracht van de aarde door het onoordeelkundig gebruik van de natuurlijke mogelijkheden aantasten,
- iedere verandering die de samenleving aan het landschap aanbrengt tegen de bestaande samenhang van processen moet worden afgewogen,
- Het doorzien en respecteren van de landschapsvormende wetmatigheden leiden tot een evenwichtige uitbouw van het milieu, waarbij iedereen zijn/haar verantwoordelijkheid opneemt.

*Merk op:* Er is een apart leerplan voor ASO-TSO-KSO, voor de studierichting Menswetenschappen en voor de studierichtingen met de component wetenschappen. Uiteraard verschillen dan ook, in de verschillende leerplannen, het aanbod, de accenten en de benaderingswijze voor de verschillende studierichtingen.

*Duidelijke raakpunten met ethiek zijn te vinden bij de volgende themata (blz. 6-11):*

### 6.2.3.1 *Heelal en aarde en de energiehuishouding van de atmosfeer*

- De evolutie en de grenzen bij het verwerven van kennis over het heelal en de aarde.
- De wetmatigheid van en de onderlinge samenhang tussen de elementen die de warmtebalans en de energiestromen in de aarde en in de atmosfeer bepalen.

### 6.2.3.2 *Opbouw en evolutie van de aarde*

- De wisselwerking tussen de mens en de exogene processen.

### 6.2.3.3 *Bevolking*

- De ruimtelijke variabelen op wereldvlak in verband met welvaart en welzijn.
- Evolutie van en prognoses voor de wereldbevolking in verband met de draagkracht van de aarde.

### 6.2.3.4 *Geomorfologische structuren in België en randgebieden*

- Fysische factoren en de relatie met menselijke activiteiten

### 6.2.3.5 *Het gebruik van de ruimte in eigen regio en in West-Europa*

- De spanning tussen de open en de bebouwde ruimte.
- Ruimtelijke ordening en milieubeleid in eigen regio.
- Nood aan Europese samenwerking in verband met milieubeleid en ruimtelijke ordening.

### 6.2.3.6 *De draagkracht van de aarde*

- De spanningen tussen productie en verbruik (voedsel, energie, grondstoffen zoetwatervoorziening).
- De bedreigingen voor de draagkracht van de aarde (bodemdegradatie, broeikaseffect, zure regen, ontbossing, aantasting van de zoetwatervoorraden).

## 6.3 Eerste voorbeeld: de Rendille in Noord-Kenya – nomadisme

In Noord-Kenya is de neerslaghoeveelheid te onvoorspelbaar en te gering om sedentaire landbouw mogelijk te maken. De Rendille slaagden erin om te overleven in dit extreme milieu.

Met hun kudden (kamelen, geiten en wat koeien) zijn ze voortdurend op zoek naar water en grasgronden. Wanneer een gebied is afgegraasd laden ze hun weinige bezittingen op de kamelen (een werk dat uitsluitend door de vrouwen wordt gedaan) en gaan voor één of meerdere dagen op zoek naar een nieuwe lokatie.

Deze levenswijze zorgde ervoor dat er geen overbegrazing plaats vond en dat de grasgronden voldoende konden recupereren. Kamelen en in mindere mate geiten kunnen langere perioden zonder drinkwater overleven door het water op te slaan in hun lichaam. De mensen, die langer zonder eten kunnen dan de dieren maar minder zonder water, zijn afhankelijk van de kamelen voor melk en bloed. Door het dieet van melk en bloed is er geen noodzaak om te koken en hoeft er ook geen brandhout gesprokkeld te worden. Hun levenswijze is echter grondig aan het wijzigen.

Door de enorme *bevolkingsaan groei* (Kenya heeft het grootste geboortecijfer ter wereld) is er een grote druk ontstaan op het milieu, de groter wordende kudden bedreigen namelijk meer en meer de schaarser wordende vegetatie en de drinkwaterreserves. Aangemoedigd *door de kolonisten* en de droogte van de laatste jaren, gingen de nomaden zich meer en meer vestigen in kleine steden, zoals Korr. Hier is een school, een hospitaaltje, betere behuizing, werk, voedsel en een permanente waterbevoorrading vanuit een bron. Deze bron trekt elke dag honderden dieren vanuit een wijde kring rond Korr aan. De grote toevloed van dieren resulteert in overbegrazing, terwijl het toenemend aantal sedentairen van het stadje de streek volledig ontbost voor brandhout voor de kookvuurtjes. Het resultaat is een toename van de bodemerosie die reeds een woestijngebied met een straal van 150 km. rond de stad deed ontstaan. Door de voedselbevoorrading van Korr vanuit andere gebieden en de handel waarin de Rendille meer en meer bedreven raken, is de behoefte om met de kudden rond te zwerven totaal verloren gegaan. De kinderen genieten onderwijs en zullen later werk zoeken in de steden. Met het sedentair worden van de nomaden is de degradatie van hun leefomgeving onherroepelijk gestart.

## 6.4 Tweede voorbeeld: zwerflandbouw in het Amazone-bekken

Met behulp van stenen bijlen en machetes ontginnen de Amazone-indianen ten behoeve van de eigen voedselvoorziening stukjes van het regenwoud. Meestal laten ze de grootste bomen staan om de jonge gewassen te beschermen tegen de zon en hevige regen, of omdat ze voedselproducten opleveren zoals bananen. De dikste wortels blijven in de grond steken. Na voldoende te zijn gedroogd worden de gevelde bomen en de ondergroei in brand gestoken. Dit heeft het voordeel dat de as als bemesting kan worden gebruikt en het onkruid verwijderd wordt; het nadeel is echter dat heel wat organisch materiaal verloren gaat. De belangrijkste gewassen die geteeld worden zijn maniok, yam, bonen en tabak.

Door de ontbossing wordt de voedingscyclus in de bodem onderbroken en wordt geen humus meer aangemaakt. Het ontbreken van enige vorm van bemesting tast de vruchtbaarheid van de ijzer- en aluminiumhoudende bodems aan. De hevige regenbuien in de namiddag zorgen voor een snelle uitloging van de bodem. Na twee tot maximum vijf jaar zijn de opbrengsten zo sterk gedaald en woekert het onkruid op de akkers dat de stam verplicht is om een ander stuk woud in ontginning te nemen.

Deze vorm van landbouw heeft echter geen grote gevolgen voor het milieu op lange termijn. Door de lange braakperiode (tot 23 jaar) kan de bodem voldoende recupereren.

Deze traditionele levenswijze van de indianen wordt echter bedreigd door de grootschalige ontginning van het regenwoud. Door het bouwen van hydro-elektrische centrales, snelwegen, ranches en het ontginnen van mineralen en houtsoorten worden de indianen meer en meer teruggedrongen in het oerwoud of ondergebracht in reservaten.

Het samenbrengen van de indianen in reservaten en het stichten van nieuwe landbouwbedrijven langs de aangelegde wegen in het regenwoud werkt sedentaire landbouw in de hand en doet de zwerflandbouw verdwijnen. Hierdoor worden de akkers langer dan wenselijk bewerkt en ontstaat erosie, bodemuitputting en wateroverlast.

## **6.5 Derde voorbeeld: landbouw versus natuur in Wuustwezel – Kalmthout**

Ter gelegenheid van een geografische excursie in het landelijk gebied van Wuustwezel- Kalmthout wordt tijdens de voorbereidende fase vanuit de vergelijkende studie inzake het ruimtegebruik vroeger en nu, vastgesteld dat de bestemming en het uitzicht van het landschap herhaaldelijk door het ingrijpen van de mens veranderde. Tijdens de excursie zijn nog talrijke sporen van vroegere landschapsrelicten herkenbaar. Heel duidelijk is hoe de moderne mens vanuit commerciële redenen het landschap voortdurend wijzigt. Speciale aandacht gaat daarbij naar het natuurreservaat *De Maatjes* en de omringende agrarische ruilverkavelingsgebieden.

Het natuurgebied *De Maatjes* bezit naast een ontzaglijke geografisch-landschappelijke waarde ook een grote ecologische waarde als broedplaats van zeldzame vogels. De kern van dit natuurgebied is een beschermd rietmoeras. Dit rietmoeras en enkele aangrenzende weilanden zijn op het gewestplan met R (natuurreservaat) aangeduid. Ten zuiden van dit moeras ligt een nat en kleinschalig weidegebied met rijen knotwilgen, houtwalrestanten en drinkpoelen voor het vee. Dit gebied is op het gewestplan ten dele als N (natuurgebied) aangeduid. De Vlaamse Gemeenschap heeft de meeste gronden hier aangekocht of gepacht van de gemeente Kalmthout. De Dienst Natuurbehoud van AMINAL doet in dit gebied aan *beheerslandbouw*: in samenspraak met veetelers uit de omgeving wordt de veebezettingsgraad per ha laag gehouden en de lage natuurlijke bemesting in het voorjaar gebeurt onder toezicht van AMINAL. Een daarbij aansluitend gebied met oorspronkelijk gelijksoortige kleinschalige landschapselementen, is op het gewestplan als ecologisch waardevol gearceerd, maar ligt nu grotendeels in het ruilverkavelingsgebied. Het N- en het R-gebied zijn op het ontwerp van Groene Hoofdstructuur als natuurkerngebied aangeduid.

*De Maatjes* worden langs alle zijden omringd door ruilverkavelingsgebieden van Wuustwezel en van Kalmthout-Essen. Vanuit natuur-ecologisch standpunt is de voorbije decennia de ruilverkaveling als bedreigend ervaren. De Wuustwezelse ruilverkaveling slokte een deel van het (op het gewestplan aangeduide) N-gebied en als ecologisch waardevol aangeduid landschap op. Door een overeenkomst met de landbouwsector kan men het teveel aan water uit het landbouwgebied pompen naar het natuurgebied; zodat de boeren droge weilanden bekomen en de natuurliefhebbers natte natuurgebieden krijgen. Maar de kwaliteit van dit water is wel een probleem. Overbemesting van weiland en van het groeiend maïsareaal zorgt voor ernstige waterverontreiniging. In het ruilverkavelingsgebied met intensieve veeteelt is er een groot mestoverschot. Alle gemeenten van de Noorderkempen zijn op de MAP-kaarten zwart gekleurd, dat wil zeggen met een mestproductie-overschot waar die productie moet worden afgebouwd.

Eind 1993 kwam het in Wuustwezel tot incidenten tussen natuurbeschermers en landbouwers die zich door het ontwerp van de Groene Hoofdstructuur in hun economisch voortbestaan bedreigd voelden.

Het leerplan aardrijkskunde voorziet in de derde graad in een thema aangaande *Het gebruik van de ruimte in eigen regio...* De kennis en het inzicht in de functie van de open en bebouwde ruimte, de spanningen ertussen, het milieubeleid en de ruimtelijke ordening op regionaal en Europees niveau worden er als doelstellingen vooropgesteld.

Een objectieve analyse van de hierboven geschetste situatie met de ethische beschouwingen aangaande het optreden en de doelen van alle betrokken partijen zijn hier gepast.

## 6.6 Vierde voorbeeld: wereld-milieurapporten

Het leerplan aardrijkskunde van de derde graad geeft als doelstelling onder de titel *De draagkracht van de aarde* ondermeer aan:

*Inzicht verwerven in de beperkte draagkracht van de aarde in verband met voedsel, energie en grondstoffen en een prognose naar de toekomst toe onderzoeken.*

Leerkrachten die dit complexe thema ontwikkelen worden voortdurend geconfronteerd met nieuwe wereldmilieurapporten. Het verband met bovenstaande doelstelling moge blijken uit een kleine opsomming van deze rapporten van de jongste jaren:

- *Het Bruntland Rapport – Onze Aarde Morgen*, 1989.
- WEINER, J., *De Toekomst van onze Planeet – Mens en Milieu over 100 Jaar*, 1990.
- MEADOWS, D., *De Grenzen voorbij*, 1991.
- *Agenda 21 – Rapport van de UNCED Conferentie Rio de Janeiro*, 1992.
- PETRELLA, R., *Grenzen aan de Concurrentie*, Groep van Lissabon, 1994.
- *Leren om te Keren – Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen*, 1994.

Deze rapporten bevatten politiek-maatschappelijke stellingen en afspraken die de burgers in de Westerse landen oproepen tot een ander consumptiepatroon. Agenda 21 van de UNCED sprak met de overheden van 130 landen ondermeer het volgende af: *Landen zouden hun eigen nationale draagkracht moeten kennen. Draagkracht is de maximale bevolkingsgrootte die de aanwezige bronnen aankunnen zonder dat het milieu overbelast wordt. Ze moeten zorgen voor een beleid dat de gevolgen aanpakt van de te verwachten bevolkingsgroei, hierbij gesteund door internationale inspanningen. Bovendien moeten ze maatregelen nemen in verband met geboortenregeling en familieplanning. Ze moeten milieu- en bevolkingsproblemen koppelen aan een globale zienswijze op ontwikkeling...*

Jongeren verwachten van hun leerkrachten aardrijkskunde duiding bij dergelijke teksten. Ethische overwegingen kunnen de leerkrachten helpen bij het uitzetten van een baken voor de jeugdigen die hen zijn toevertrouwd.

Het rapport van de Groep van Lissabon stelt de wereldgemeenschap uitdrukkelijk voor de keuze tussen *egoïsme* enerzijds en *mondiale gemeenschappelijkheden* anderzijds bij het oplossen van de wereld milieuproblematiek en de schrijnende welvaartstegenstellingen tussen Noord en Zuid. In het *vierde contract*, dat Petrella het *Aarde Contract* noemt, wordt een duurzame ontwikkeling maar mogelijk geacht door zich van het *egoïstisch model* af te keren door grenzen op te leggen aan onbeteugelde economische concurrentie. Hier liggen de kansen op een ethische invulling van lessen aardrijkskunde over de draagkrachtproblematiek wel erg voor de hand.

Tijdens de workshop aardrijkskunde worden een aantal benaderingswijzen van de case study van deze wereldmilieurapporten besproken.

## 6.7 Kansen tot waardenopvoeding via ecologische thema's

### 6.7.1 Noodzakelijke accentverschuiving

Leerkrachten aardrijkskunde kunnen een meerwaarde geven aan hun lessen door zich niet te beperken tot louter formele kennisoverdracht. De *accentverschuiving van cognitieve naar affectieve doelstellingen* en de globalisering van de behandeling krijgt maar reële kansen als men een stap verder zet. Daarmee bedoelen we dat een aantal van de hogergenoemde thema's kansen bieden om systematischer aan *bewuste waardenopvoeding* te werken.

### 6.7.2 Uitgaan van een aantal basiservaringen

Een aantal basiservaringen die jonge mensen met ruimtelijke samenlevingsproblemen opdoen, kunnen daartoe makkelijk in een diepgaand klasgesprek aangegrepen worden. Een drietal basiservaringen zijn de volgende: het bestaan van *tegengestelde waarden en belangen*, de spanning tussen medeverantwoordelijkheid en *feitelijke onmacht*, de ergernis over de *ongelijkheid*.

De eerste basiservaring komt bijvoorbeeld bij ruimtelijke ordening en ecologie sterk naar voor. Leerkrachten kunnen de tegengestelde belangen bij het ruimtegebruik, zoals bij het aanleggen van een golfterrein in een groene zone of bij de gevalstudie van *De Maatjes* leren kritisch en genuanceerd te benaderen. Hier liggen de mogelijkheden voor het bijbrengen van een normatieve ingesteldheid tegenover belangentegenstellingen voor de hand.

Met de tweede en derde basiservaring worden de leerlingen veelvuldig geconfronteerd bij de vele thema's over de tweede gevalstudie op het grensgebied van mondiale ecologische en ontwikkelingsproblematiek. De studie van de thema's uit de Wereld-Milieurapporten zijn voorbeelden van scherp aanvoelen bij de leerlingen van feitelijke onmacht tegenover grote structurele problemen. De aardrijkskundige zal die gevoelens van onmacht trachten om te buigen door deeloplossingen kritisch te analyseren en op hun *hoopvolle toekomstperspectieven* te evalueren. Bij de behandeling van de UNCED-conferentie zal de aardrijkskundige de herverdeling van de natuurlijke hulpbronnen ten voordele van de ontwikkeling van de arme landen bepleiten en het Westers verspilzieke ontwikkelingsmodel dienen in vraag te stellen. Het appel op het persoonlijk engagement van de leerlingen kan daarbij niet uitblijven.

### 6.7.3 Via simulatiespel tot engagement en ethische waardenopvoeding

Om het persoonlijk engagement van de leerlingen in goede banen te ventileren is een volgende stap aangewezen. Om die stap te zetten is de werkvorm van het simulatie- en rollenspel aangewezen. Een aantal geografische simulatie-rollen-spellen, vooral in de deelgebiede, *ecologie, ruimtelijke ordening* en *ontwikkeling* zijn ruim bekend. De aanpak uit het simulatiespel *Brussel, speelveld van ruimtelijke beslissingen* (M. Goossens, Vliebergh, 1978) kan ook in het voorbeeld van *De Maatjes* nuttig zijn bij de klassikale verwerking. Bij het simulatiespel over Brussel gaan de leerlingen in groepswerk gefundeerd dienen te discussiëren over stedelijk schoon, economisch rendement, goede bereikbaarheid, sociale aanvaardbaarheid en minimum aan milieuhinder.

In het *Tewerkstellings- en milieuspel* (R. Beddis, 1976; M. Van de Reydt, Vliebergh, 1981) gaan de leerlingen en alternatieve vestigingsplaatsen van nieuwe industriële bedrijven beoordelen op hun pro en contra inzake de gevolgen voor het milieu en voor de tewerkstelling.

In *Dramatische Werkvormen voor de lessen aardrijkskunde* (L. Wevers en J. Heuts, Vliebergh, 1989) spelen de leerlingen gemeenteraadsleden van een kustgemeente met op de agenda van de 'gemeenteraad' problemen van ruimtelijke ordening en milieu.

Tijdens het groepswerk zijn er voor de leraar aardrijkskunde steeds tal van mogelijkheden om in het spel als 'extern deskundige' ethische standpunten in de discussie van de leerlingengroepen in te brengen. Vanuit die

gefundeerde waarden zijn de leerlingen ook beter gewapend om gemotiveerd in hun eigen dagelijks leven, thuis, op school en in de vriendenkring, ecologische verantwoord te handelen.

#### **6.7.4 Multidisciplinaire aanpak**

De leerkracht aardrijkskunde kan ook actief zijn in het ondersteunen van *projectwerk over milieu*. Een aantal geografen vormen op hun school de spil van dergelijke extra-curriculaire mondiale vormingsmomenten. Deze vakkenoverstijgende aanpak biedt de beste garanties voor volwaardige ecologisch-mondiale vorming die leerlingen ook oproept tot engagement en ethische waarden kan overdragen.

In het vijfde jaar van het secundair onderwijs ligt de *samenwerking met de leerkracht godsdienst* ook voor de hand. In de lessen godsdienst wordt het Scheppingsverhaal behandeld. Veel discussies uit de hoger aangehaalde simulatiespelen kunnen in samenspraak met de leerkracht godsdienst in de lessen godsdienst worden voortgezet.

### **6.8 Remmende factoren om tot ethische waardenopvoeding te komen**

#### **6.8.1 Oppervlakkigheid van de media**

Bij de bespreking van bijvoorbeeld de ecologische problemen op wereldvlak moet de aardrijkskundige zich steeds wapenen tegen de oppervlakkige en eenzijdig subjectieve voorkennis die de leerlingen over die thema's reeds opdeden via de op sensatie beluste media. Daarbij is het opvallend hoe oververeenvoudigd, clichématig, sloganesk en soms zelfs eenzijdig ideologisch gekleurd, dergelijke problemen tot oppervlakkige maar vastgeroeste beeldvorming leiden. Het overaanbod van de wereldproblematiek via het televisiemedium leidt bij onze jeugd tot een congestionering. De leraar aardrijkskunde moet dikwijls veel tijd besteden aan het rechtzetten van die oververeenvoudigde beeldvormingen omtrent ecologisch-mondiale problemen. De werkelijkheid is steeds enorm complex en die kan alleen maar door een grote overdracht van objectieve en gestructureerde feiten benaderend overgedragen worden

#### **6.8.2 Gebrekkige wetenschappelijke basis**

Geografen stellen ook vast dat themadagen of projectdagen nog te weinig degelijk multidisciplinair worden voorbereid in voorafgaande lessen. Leerlingen worden meestal losgelaten op interdisciplinair opgesteld werkmateriaal dat hen appelleert tot hoogwaardige affectieve doelstellingen en attitudes, die echter oppervlakkig cognitief ondersteund worden. Daardoor vervallen veel van dergelijke goedbedoelde projecten in fouten die aan de media verweten worden: oppervlakkigheid, slogantaal, massa's overblijvende vragen en gevoelens van onmacht. Al te dikwijls wordt de kar voor de paarden gespannen: door sterk op de gevoelens in te werken, verhoopt men bij leerlingen op gedragsveranderingen, zonder eerst de voorafgaande stappen van kennis naar inzicht en daarna pas van inzicht naar engagement te zetten.

Die deskundige wetenschappelijke kennis en inzichten kunnen de geografen beslist bieden. Gekoppeld aan een stevige christelijke levensvisie en/of getuigenis vormt dit ook de beste garanties tegen de gevaren van eenzijdig ideologisch onderbouwde onderwijsprojecten.

#### **6.8.3 Geografen stellen zich soms te weinig kritisch-geëngageerd op**

Dit standpunt ontslaat de aardrijkskundigen niet van hun opdracht om leerlingen via een kritische houding tegenover diverse problemen op te voeden tot kritische wereldburgers. Veel leerkrachten aardrijkskunde zullen bij het bespreken van geladen thema's over bijvoorbeeld ruimtelijke ordening in de eigen gemeente, nog aarzelen om hun leerlingen kritisch attent te maken op de belangengroepen, politieke besluitvormingsprocessen en alternatieve voorstellen.

Een aantal geografen baseren hun verklaringen van mondiale ecologische problemen en ontwikkelingsproblemen soms te eenzijdig op fysisch determinisme of op fatale sociale evoluties.

Door meer te verwijzen naar oorzaken die het gevolg zijn van menselijk-collectief optreden en weinig ethisch verantwoord handelen van groepen van mensen, kunnen de leerlingen wellicht meer aandacht krijgen voor de omkeerbaarheid van de toestanden.

#### **6.8.4 Willen maar moeilijk kunnen**

Uit het bovenstaande blijkt overduidelijk dat aardrijkskunde veel concrete mogelijkheden tot ethische vorming kan aangrijpen vanuit de ecologische thema's op lokaal en op mondiaal vlak. J. Van Westrhenen reikt in M. Goossens' *Liber Amicorum (Acta Geographica Lovaniensia 33, 1992, blz. 151-165)* een uitgewerkt didactisch model aan voor het expliciet uitwerken van een 'waarden-communicatie' in het curriculum aardrijkskunde. Om een didactische strategie in 7 stappen te bereiken acht hij een viertal lessen met zorgvuldige doordenking en voorbereiding voldoende. Daarbij vergeet Van Westrhenen dat de geograaf in Vlaanderen veelal slechts over 25 lessen per schooljaar beschikt en bijgevolg zijn expliciete aanpak er weinig kansen krijgt.

Om tot een volwaardige waardenoverdracht te komen zijn er te veel concrete beperkingen van één lestijd per week. Een reeds overvol curriculum verhindert de leerkrachten aardrijkskunde om de extra-curriculaire verwachtingen zoals ethische waardenopvoeding ten volle aan te grijpen. Geografen willen wel, maar ze kunnen er met één lestijd per week niet meer van terecht brengen. Toch mag dit geen alibi zijn om bij de pakken neer te zitten: aangezien het waardengerichte element additioneel is aan de leerinhouden kan er in korte tijd toch iets waardevols bereikt worden.

### **6.9 Vijfde voorbeeld: mens en natuur, een dynamische relatie**

#### **6.9.1 De biologische evolutie**

De technologische ontwikkeling is een voortzetting van de biologische evolutie. De groei van het leven op aarde is reeds meer dan drie miljard jaar bezig en heeft een grote verscheidenheid aan vormen en gedragingen voortgebracht. Karakteristiek daarbij is dat het zich ontwikkelende leven een sterk vermogen tot creativiteit en innovatie aan de dag legt. Het leven is altijd bezig te groeien en zijn grenzen te verschuiven. Het hele aardse milieu wordt daardoor onophoudelijk drastisch getransformeerd.

Het verschijnen van de planten op aarde, zo'n twee miljard jaar geleden, heeft de biosfeer drastisch gewijzigd door de introductie van een nieuwe levenswijze. De planten voerden de techniek van de fotosynthese in, waarbij zij de noodzakelijke organische stoffen voor hun voeding zelf produceerden aan de hand van eenvoudige anorganische stoffen uit het milieu. Daardoor kende het leven plots een ongekende groei, maar ook ontzaglijke problemen. De planten produceren bij hun fotosynthese zuurstof als afvalprodukt. Zuurstofgas kwam aanvankelijk in de aardse atmosfeer niet voor en werd er door de planten aan toegevoegd. Door de massale groei van de planten steeg het zuurstofgehalte van de atmosfeer tot meer dan 20 procent. Zuurstof is echter een gevaarlijk produkt, dat in staat is de delicate moleculen van de levende wezens kapot te oxyderen. Door hun onstuimige groei hebben de planten het aanvankelijke leven op aarde zo goed als van het toneel verdreven.

Nadien ontwikkelen zich de dieren die leerden de zuurstof in de lucht in hun voordeel aan te wenden door de oxydatiereactie op een gecontroleerde manier in hun lichaam te laten verlopen. Bij dit proces komt veel energie vrij die de dieren gebruikten voor hun dynamische levenswijze. Zelf waren ze echter niet in staat organische moleculen samen te stellen, en voor hun voeding gebruikten ze de planten (of andere dieren). De aarde werd een jachtterrein.

Uit de dieren is de mens voortgekomen. Zijn verschijning op aarde brengt opnieuw grote veranderingen teweeg. De mens produceert nieuwe materialen, nieuwe structuren en ook nieuwe afvalprodukten. De veranderingen die hierdoor teweeggebracht worden, zijn geen vorm van natuurverwoesting, maar integendeel van de verdere groei van het leven.

### 6.9.2 De mens als cultuurwezen

In de mens neemt het biologische leven een nieuwe vlucht, waarbij nieuwe gedragsvormen ontstaan, zoals een altruïsme op ethische grondslag. De mens verzet zich tot op zekere hoogte tegen de dierlijke aard van zijn lichaam. Hij wil een leven leiden dat niet enkel gehoorzaamt aan de wetmatigheden van de dierlijke natuur, met haar onverbidde wredeheid en meedogenloosheid, of in het beste geval blindheid, maar hij is op zoek naar nieuwe levenswaarden. De dierlijke natuur kent de inspiraties en ambities niet die in de menselijke geest te voorschijn komen. In de ethische, culturele en spirituele ontwikkeling van de mens voltrekt zich de zich voortzettende schepping. De technologie die de mens daarbij ontwikkelt, is slechts het fysische middel waarmee hij zich een dergelijke levenswijze kan veroorloven.

Het proces is nog maar pas begonnen. De mens als cultuurwezen is nog geen tienduizend jaar oud. Sindsdien zijn de ontwikkelingen echter snel gegaan, zoals telkens het geval is wanneer het leven een nieuwe drempel overschrijdt. Als gevolg van het optreden van de mens treden grote ecologische verschuivingen op. Eén van de eerste belangrijke nieuwigheden was de uitvinding van de landbouw en deze veroorzaakte meteen een reeks grootschalige veranderingen in de fauna en flora van deze planeet. Op dit ogenblik ligt de technologische ontwikkeling aan de basis van nieuwe drastische verschuivingen waarvan sommige onrustwekkend zijn.

Hoe gevaarlijk ook, hoeft dat op zichzelf niet te verbazen. Een vernieuwing zou geen vernieuwing zijn als alle gevolgen van meet af aan voorspelbaar waren. De evolutie van het leven is altijd een riskante onderneming geweest — voor het leven zelf — en is dat nu meer dan ooit. Dat kan geen reden zijn om het optreden van de mens te veroordelen, of om hem van natuurverwoesting te beschuldigen. Het moet wel een reden zijn om nauwlettend toe te kijken, en voortdurend ongewenst lopende consequenties op te vangen met corrigerende maatregelen.

Wetenschap, techniek en kapitalisme zijn maar enkele van de mechanismen die de mens voortgebracht heeft om zijn creatief werk mee te verrichten.

Geen enkele daarvan is een doel op zichzelf, geen enkele is perfect, en geen enkele ook is een definitieve keuze. De wetenschap kan een te enge opvatting van de waarheid zijn, de techniek kan het leven te sterk mechaniseren, kapitalisme kan ethische waarden miskennen. Alle drie moeten ze voortdurend aangepast worden en ten dienste gesteld worden van een hoger doel: de humanisering van het leven op aarde.

### 6.9.3 Technologie vandaag en morgen

Technologie en economie moeten het de mens mogelijk maken verder te groeien als ethisch wezen. Zonder technische faciliteiten is het niet mogelijk zieken of gehandicapten te verzorgen, omdat de biologische wetten een dergelijk gedrag meedogenloos zouden afstraffen. De technologie is de prijs die we moeten betalen voor een leefwijze die afwijkt van die van onze dierlijke natuur. Ondertussen is de dierlijke natuur in de mens niet dood en zijn we, gedreven door oude instincten van agressiviteit en machtswellust, nog steeds tot "onmenselijke" gedragingen, zoals oorlog, in staat. De technologie is een hefboom in onze handen die aan deze mensonwaardige ontsporingen extra zware en onaanvaardbare gevolgen verbindt. Daarom maakt de technologie, die op zichzelf noodzakelijk is voor een ethisch gedrag, een dergelijk ethisch gedrag ook meer dan ooit noodzakelijk.

Het lijkt geen twijfel dat de technologie en het humane leven dat zij mogelijk maakt, onbepert kunnen groeien, zoals het eraan voorafgaande leven al een vrijwel onbeperte groei gekend heeft. Maar de groei van de technologie zal niet rechtlijnig voortlopen in het verlengde van wat momenteel aan de gang is. Het zou naïef zijn dat te onderstellen. De groei van het leven is ook niet verlopen volgens het eenvoudig lineair scenario van steeds grotere, of snellere of gulzigere dieren, maar zij heeft zich ontwikkeld volgens een uitwaaierend patroon van kwalitatieve veranderingen. Daaruit is de grenzeloze diversiteit en vindingrijkheid van het leven ontstaan. Met de ontwikkeling die onder impuls van de mens bezig is, kan het niet anders gaan.

Wij kunnen niet weten hoe de technologie er binnen honderd jaar zal uitzien, maar één dag dienen we met zekerheid te weten: dat zij niet zal zijn zoals een "versterkte versie" van de hedendaagse technologie, met

nog méér oliebruik, nog méér plasticafval of nog méér auto's op de wegen. Twee eeuwen geleden had men onmogelijk de elektrificatie van de aarde kunnen voorzien; wij zijn op dezelfde manier niet in staat te voorzien wat zich na ons zal afspelen. Dat moet een reden zijn om niet wanhopig tegen de zich aankondigende, schijnbaar onoplosbare dilemma's aan te kijken. Het spreekt vanzelf dat, als men de huidige ontwikkelingen doortrekt, we in onoplosbare problemen terechtkomen. Maar zo zal de toekomst er niet uitzien. Ongetwijfeld kent de toekomst haar eigen problemen, zwaardere misschien dan die van vandaag, maar het zullen de problemen niet zijn waarover wij nu piekeren.

#### **6.9.4 Besluit**

Ondertussen is het van groot belang dat de aan gang zijnde constructieve ontwikkeling wordt voortgezet. Cultuur en humane waarden moeten zich verspreiden over de aarde, ook als dat gaat ten koste van de voormenselijke natuur. Natuurbehoud is in wezen een on-natuurlijk gedrag. De natuur laat zich niet conserveren. Zij is een levend, dynamisch, altijd veranderend en altijd riskant proces. De mens die de aarde herinricht en zijn eigen waarden koestert en daarvoor plant en dier naar zijn hand zet, is geen wezen dat zich tegen de natuur keert. Hij is de natuur. Hij is de natuur in topvorm.

*Uit: Korrel • Driemaandelijks tijdschrift voor catechese en godsdienstonderricht, 4/1990*

### **6.10 Zesde voorbeeld: Hoe kwetsbaar is onze planeet?**

Velen die zich de vraag hebben gesteld waar de oorzaak ligt van onze actuele ecologische crisis, voelen de neiging een bepaalde mentaliteit, een visie op de relatie tussen mens en natuur, voor deze ontwikkelingen verantwoordelijk te stellen. Deze verklaringspogingen schieten echter tekort als het er op aan komt het ontstaan van deze mentaliteit zelf te verklaren, of om duidelijk te maken waarom die precies op een bepaald moment werkzaam begint te worden.

#### **6.10.1 Het WTK-bestel**

Wie de feiten voor zichzelf laat spreken, kan niet ontkomen aan de vaststelling dat de ontzaglijke ingrepen die de actuele mens in zijn omgeving uitvoert, in de eerste plaats het gevolg zijn van de macht die hij verworven heeft; en hij heeft die macht omdat hij over het middelenarsenaal van de moderne techniek beschikt. Deze techniek zelf zou onmogelijk haar verbazend efficiëntiekarakter hebben verkregen zonder de interactie met de wetenschap. Deze wetenschap en vooral deze techniek hebben de omvang en de verspreiding gekend waarvan we thans getuige zijn, doordat ze zich hebben ontwikkeld binnen een organisatie van de economie die we het kapitalisme noemen. Er kan dus weinig twijfel over bestaan dat de snelle ontwikkelingen binnen de westerse cultuur het gevolg waren van de ontplooiing van drie essentiële componenten ervan: de wetenschap, de techniek en de kapitalistische economie. Het totaalsysteem dat door deze drie factoren is gekenmerkt, noemen we het WTK-bestel. Het kan als een samenhangend geheel worden beschouwd, omdat elke vooruitgang in één van de drie deelsystemen een stimulans betekent voor de andere componenten, zodat we, zeker sinds de 19<sup>e</sup> eeuw, een steeds meer coherente, uniforme ontwikkeling vaststellen.

Het groeiend succes van dit bestel is uiteraard het gevolg van de uitzonderlijke efficiëntie ervan bij de productie van informatie, energie, werktuigen en gebruiksvoorwerpen. Maar de vraag welke menselijke doelen elk van deze ontwikkelingen zou moeten realiseren, werd niet vooraf gesteld: het geheel vormt een autonoom voortdurend systeem en niemand kan garanderen dat aan het eind van het traject een doel wacht dat voor de mens nog zinvol is. Het WTK-bestel is dus gekenmerkt door rationaliteit op het microvlak maar tevens, wegens de afwezigheid van macrodoelen, door irrationaliteit op het macrovlak.

Het belangrijkste, en in deze context meest relevante, aspect van deze irrationaliteit ligt hierin: hoewel dit bestel op structurele gronden een ingebouwde tendens heeft tot onbeperkte uitbreiding (door de dynamiek van de componenten en hun interactie) ontplooit het zich in een wereld die eindig is: vroeg of laat moet het dus tegen de grenzen van die wereld te pletter lopen.

Ons bestel beschikt door zijn intrinsieke kenmerken, door de wijze waarop het zich in de industrielanden heeft ontwikkeld en door zijn wereldwijde verspreiding, over een zo brede waaier van dynamieken dat het om praktische redenen onmogelijk en om ethische redenen onaanvaardbaar lijkt de groei ervan te vertragen of stil te leggen. En toch weten we dat de eindigheid van deze aarde, de beperkte hoeveelheid energie en grondstoffen, de risico's van een stijgend pollutieniveau en de kwetsbaarheid van de ecosystemen, deze stilstand vroeg of laat onvermijdelijk maken.

De tragiek van de situatie wordt duidelijk als we beseffen dat er ook een ethisch-ecologisch dilemma mee verbonden is.

### **6.10.2 Het ethisch-ecologisch dilemma**

Bij een beoordeling van de toestand moeten altijd beide dimensies in rekening worden gebracht: de ecologische en de morele. Zolang het huidige wereldbestel in voege blijft, kan men niet anders dan tussen twee klippen laveren. Hoe groter het gedeelte van de wereldbevolking is dat in welstand leeft, hoe meer het ecosysteem in gevaar is; hoe meer het ecosysteem wordt gevrijwaard, hoe meer dit gepaard gaat met mateloze ellende. Bij een constant blijvende wereldbevolking zou dit dilemma eventueel kunnen worden opgelost door de welstand van de rijke wereld te verminderen en zo een verdelende rechtvaardigheid te realiseren.

We moeten echter ook op het verband wijzen tussen de demografische en de morele aspecten; of als men wil, men moet de bevolkingsexplosie in relatie brengen met een groeiend gelijkheidsbesef. Dit betekent dat we voor de beoordeling van het ecologische impact van een toekomstige bevolking van 10 miljard mensen, van de hypothese moeten vertrekken dat het qua leefgewoonten allemaal 'Amerikanen' of 'Europeanen' zullen zijn. Wie kan hen immers het recht ontzeggen op dezelfde wijze als wij aan de goederen der aarde deel te hebben of van de 'weldaden' van ons agro-industrieel systeem te genieten?

Het tot stand brengen van deze 'veramerikaniseerde' wereld voor 10 miljard mensen impliceert echter minstens 20 maal meer voedsel, energie, grondstoffenverbruik, pollutie, verwoesting van biotopen, dan thans. Niemand neemt aan dat dit zal of zelfs kan worden gerealiseerd. Maar dit betekent dat wij van plan zijn de ecologische catastrofe uit te stellen door het gelijkwaardigheidsbeginsel te verloochenen, door in te stemmen met het voortbestaan en de 'expansie' van onrecht en lijden.

### **6.10.3 Een gesloten kring**

Kortom, de ontsporing van ons wereldsysteem is het gevolg van het ontstaan in het westen van een heel bijzondere interactie van wetenschap, techniek en economie, die heeft geleid tot een samenhangende structuur die we het WTK-bestel hebben genoemd. Dit bestel is gekenmerkt door een autonome tendens tot uitbreiding. Voor zijn functioneren heeft dit systeem behoefte aan grondstoffen en energie en veroorzaakt het pollutie en vernieling van ecosystemen. Alle noodzakelijke voorwaarden die dit functioneren mogelijk maken, zijn gekenmerkt door eindigheid, terwijl de dynamiek zelf geen grenzen kent. Dit bestel heeft zich in de loop van de 20<sup>e</sup> eeuw progressief naar alle delen van de aarde uitgebreid, zodat uitputting van hulpbronnen en destructie van biotopen een universeel karakter hebben gekregen. Tegelijkertijd beïnvloedt dit systeem culturen en individuen op een zo grondige wijze dat mentaliteit, behoeften en gedragswijzen eraan worden aangepast. Via desacralisatie en 'Diesseits'-moraal komen ze enerzijds tot meer gelijkwaardigheidsbesef, anderzijds tot consumptiestreven, tot een gerichtheid op het verwerven van producten die het agro-industriele systeem aanbiedt. De gevolgen van deze impact op de mensen om een groter aandeel van de weldaden van dit bestel te verkrijgen. Zo is de kring gesloten: er is een positieve feedback die de expansietendens verder aanzwengelt, tot men te pletter loopt tegen de onverbiddelijke grenzen van de eindigheid van deze aarde.

#### 6.10.4 Een universeel probleem

De eerste conclusie in verband met beleid is ongetwijfeld dat we hier voor een globaal, universeel probleem staan. Het WTK-bestel laat zich niet opsplitsen in vakjes naargelang van de landen of culturen: het is een zaak van de hele aarde, van de hele mensheid. Het besef moet ook als samenhangend worden onderkend; symptoombehandeling zal niet helpen, alleen een aanpak die de dynamiek van het geheel kan stilleggen, zal resultaten opleveren.

Ieder zinvol lange-termijnbeleid moet derhalve van het postulaat vertrekken dat de centrale doelstelling van wereldomvattende aard is en gericht op de controle van het totaalsysteem.

#### 6.10.5 Expansietendens tegenover een eindige aarde

Als de analyse die we boven schetsen in grote lijnen correct is, dan ligt het wezenlijke euvel in de aanhoudende uitbreidingstendens binnen een eindige aarde. Deze expansie doet zich voor op het vlak van energiegebruik, uitputting van hulpbronnen, stijgende pollutieniveaus en uitroeiing van soorten (zoetwater voor direct menselijk of landbouwgebruik en ook bebouwbare en bewoonbare bodem, worden hier tot de hulpbronnen gerekend).

Men kan zonder moeite aantonen dat deze sectoren de eindigheidskarakteristiek hebben. De zonneënergie is praktisch gezien oneindig in de tijd, maar is voor een gegeven tijdseenheid beperkt tot het vermogen per m<sup>2</sup> en het aantal m<sup>2</sup> waarop men deze energie kan capteren. Fossiele brandstoffen, uranium 235 en zelfs uranium 238, vormen een eindige voorraad. Gecontroleerde fusie zou eventueel over ontzaglijke voorraden beschikken, maar die bestaat momenteel niet.

Wat de hulpbronnen in het algemeen betreft, is de eindigheid van de landoppervlakte en van de zoetwaterhoeveelheid evident en er zijn een hele reeks grondstoffen waarvan de voorraden bij de huidige ontginnings-tempo's binnen enkele honderden jaren (soms zelfs decennia) zouden zijn uitgeput. (Het begrip 'uitputting' is niet in strikte zin op te vatten, maar is zelf afhankelijk van de energietoevoer: hoe armer de ertslagen, hoe meer energie vereist is).

Productie van pollutie betekent eigenlijk het deponeren van stoffen (of warmte) in ruimten waar die niet thuishoren; nauwkeuriger uitgedrukt: waar ze nadeel berokkenen aan de mensen, de andere soorten of de ecosystemen. Alle afvalruimten (lucht, water, bodem) zijn uiteraard eindig in omvang. Warmtepollutie is op grond van thermodynamische wetten onmogelijk te vermijden. De stijging van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de dampkring bij verbranding van fossiele brandstoffen, is om praktische redenen wellicht eveneens onafwendbaar. De meeste andere vormen van verontreiniging kunnen worden vermeden, maar vaak ten koste van aanzienlijke investeringen en energie-inbreng: alleen binnen een kringlooeconomie is zoiets praktisch realiseerbaar.

De uitroeiing van de soorten volgt noodzakelijk op het reduceren van de biotopen (bijvoorbeeld voor landbouwdoeleinden) of de vergiftiging ervan (door pollutie). Men moet ook opmerken dat veel soorten niet lang in beperkte natuurreservaten kunnen blijven bestaan, vanwege het inkrimpen van de genetische diversiteit.

De algemene vaststelling van de onomstootbare zekere eindigheid van onze aarde wat deze vier sectoren betreft, mag niet worden verward met detailbeweringen in sommige werken, over het moment waarop die grens voor een bepaald aspect zal worden bereikt. Onze thesis heeft geen betrekking op de vraag wanneer een catastrofe zich voor zal doen, maar op de principiële relatie tussen eindigheid en uitbreiding. De conclusies in dit verband hangen niet af van het feit of bepaalde extrapolaties al dan niet worden bevestigd.

Ook over de alternatieven kan, wat de basisbeginselen betreft, weinig twijfel bestaan. Wanneer het WTK-bestel op zo'n wijze functioneert dat het eindige reserves opgebruikt, respectievelijk vernietigt, dan is het evident dat de tendens tot zelfvernietiging en consumeren dan is het evident dat de tendens tot zelfvernieti-

ging slechts kan worden ongedaan gemaakt door een type van produceren en consumeren dat met die eindigheidsfactor rekening houdt.

### 6.10.6 'Steady state'-situatie

Ooit moeten we dus een stationaire of 'steady state'-situatie bereiken.

- (a) Hierin wordt alle energie aan zichzelf vernieuwende energiebronnen ontleend: indien de fusie niet wordt gerealiseerd, komt hiervoor alleen zonneënergie in aanmerking.
- (b) Het door de mens gebruikte bodemareaal wordt minstens tot zijn huidige omvang beperkt en de grondstoffen worden door kringlooptechnieken teruggewonnen.
- (c) Men dringt door apparatuur en aangepaste maatschappelijke organisaties het pollutieniveau terug.
- (d) Men brengt een radicale bescherming van alle soorten en ecosystemen tot stand.

Een dergelijke produktiewijze hangt, wat de omvang betreft, volkomen af van de energiehoeveelheid die beschikbaar zal zijn en deze is zelf een functie van de oppervlakte die voor captatie van het zonlicht kan worden voorbehouden. Er is dus een uiterste limiet en daaruit volgt dat zo'n stationaire produktie alleen dan met een leefbare maatschappij compatibel is, als ook het verbruik niet verder toeneemt. Kortom, zowel het aantal consumenten, als het consumptiepeil per individu, moet worden gestabiliseerd.

Momenteel valt het moeilijk te berekenen op welk niveau de wereldbevolking en het verbruik tot stilstand moeten komen, maar de huidige toestand van onze aarde doet ons vermoeden dat vijf miljard zeker teveel is en dat ook het consumptieniveau in de industrielanden te hoog ligt.

### 6.10.7 Centrale thesis

De centrale thesis betreffende het beleid op lange termijn kan nu als volgt worden geformuleerd. Zowel op factische, natuurwetenschappelijk aantoonbare gronden (eindigheidsaspect) als op ethische gronden (Scylla-Charybdis-principe), zijn we tot het besluit gekomen dat een continu expanderend WTK-bestel geen toekomst heeft; het enige alternatief (behalve een opeenvolging van rampen) is een systeem dat stationair functioneert, zoals hierboven beschreven. Hieruit volgt dat, vanuit een lange-termijnvisie, alle beleidsopties die het tot stand brengen van de 'steady state'-maatschappij dreigen uit te stellen of onmogelijk te maken, verwerpelijk zijn, en dat alle beslissingen die dit systeem in zijn geheel of in zijn deelaspecten naderbij brengen, moeten worden toegejuicht.

*Uit: Korrel • Driemaandelijks tijdschrift voor catechese en godsdienstondericht, 4/1990*

## 6.11 Bibliografie

- APOSTEL, L., VANDER VEKEN, J., *Wereldbeelden, van fragmentering naar integratie*, DNB Pelckmans, Kapellen, 1991.
- BODIFEE, G., *Het vreemde van de aarde*, DNB Pelckmans, Kapellen 1986.
- BODIFEE, G., *Mens en natuur, een dynamische relatie*. In Korrel 1990/4, Driemaandelijks Tijdschrift voor Catechese en Onderricht, Goede pers Averbode.
- DUBOS, R., *La Biosphère. Entre l'homme et la nature un équilibre délicat*. Le Courrier de l' Unesco, janvier 1969.
- MACGARVIN, M., *Het Greenpeace Boek De Noordzee*, Greenpeace, 1210 Brussel.
- PEDAGOGISCH BUREAU VAN HET NSKO, *Ecologische vorming*, NSKO, Brussel, april 1984.
- SCHILLING, G., *Oerknal – De jacht op de schepping*, in Filosofie magazine, Utrecht, oktober 1994.
- VAN DER VEKEN, J., *Een kosmos om in te leven*, DNB Pelckmans, Kapellen, 1991.

VERHACK, I., e.a. *Niet op zand gebouwd, waarden, ethiek, geloof*, Patmos, Kapellen 1985.

VERMEERSCH, E., *Hoe kwetsbaar is onze planeet?* in Korrel 1990/4, Driemaandelijks Tijdschrift voor Catechese en Ondericht, Goede pers Averbode.

WILLEMS, L., *Ruimte, Bereidt u voor op het onverwachte* in Knack, Roularta, Roeselare 7 oktober 1992.

Verschillende artikels in:

- *Dimensie 3*, ABOS, Marsveldplein 5, 1050 Brussel
- *Unesco Koerier*, Keesing, 2100 Deurne-Antwerpen

## 7.1 Uitgangspunten

Het vak biologie omvat de studie van structuren en processen bij organismen, met inbegrip van de mens. Biologie houdt zich bezig met de observatie en experimentatie van levensverschijnselen. Vanuit een eigen — beperkende — invalshoek worden vormen en eigenschappen van leven onderzocht. Andere invalshoeken, gehanteerd in andere vakgebieden, zijn dan complementaire benaderingen van de complexe realiteit. Door de rechtstreekse studie van alle levensverschijnselen in de biologie, zijn er onmiddellijk duidelijke en onafwendbare raakpunten met sociale en ethische aspecten.

Methodisch pleiten we voor een eigen vakmatige 'biologische' aanpak van de levensverschijnselen, met openheid naar andere domeinen, zoals ethische en sociale componenten.

In welke mate en hoe deze openheid door de bioloog of de socioloog/ethicus moet ingevuld worden, zal steeds voorwerp zijn van wederzijdse erkenning en afspraak. In elk geval moeten biologische en ethische benaderingen op elkaar afgestemd worden en resulteren in een overkoepelende visie. In het secundair onderwijs, met zijn uitgesproken vakkenopsplitsing, is dit een prioritair probleem.

## 7.2 Raakpunten biologie en ethiek in de ASO-leerplannen biologie

We onderzochten de drie leerplannen biologie:

- Eerste graad: LICAP D/1992/0279/080
- Tweede graad: LICAP D/1991/0279/027
- Derde graad: LICAP D/1992/0279/006

De raakpunten van bepaalde onderwerpen met ethische problematieken werden genoteerd. We konden onderscheid maken tussen onderwerpen waar expliciet gevraagd werd naar ethische invulling en tussen onderwerpen waar eerder impliciet, via bio-sociale problemen, ethische onderbouw verondersteld wordt.

### 7.2.1 **Expliciete raakpunten**

In de leerplannen biologie vinden we een zeer expliciete vraag naar ethische invulling bij de onderwerpen 'Voortplanting' en 'Erfelijkheid', vooral dan betrokken op de mens.

In de eerste graad wordt dit als volgt geformuleerd in een doelstelling (tweede leerjaar):

*Aantonen dat het biologisch gebeuren een deelaspect is van het totale seksuele leven van de mens.*

In de bijhorende methodische wenken wordt uitvoerig ingegaan op de wijze van aanpak en van opvang van de ethische beschouwingen.

In onze commerciële maatschappij, met zijn overvloed aan seksuele prikkels, moeten we onze leerlingen eerbied voor het leven bijbrengen, een bepaalde levensvisie meegeven.

Als leerkracht biologie bestaat onze eerste taak er natuurlijk in de voortplanting, we zouden kunnen zeggen, biologisch-technisch te beschrijven. Als opvoeder echter moeten we dit louter lichamelijke in het groter geheel van de seksuele opvoeding situeren. Onze eigen morele en godsdienstige opvattingen zullen zeer zeker onze lessen beïnvloeden. We moeten terdege beseffen hoe belangrijk onze inbreng kan zijn in de opvoeding van onze leerlingen die op de drempel van het leven staan. Zonder aan sensatie te doen, moeten we een eerlijk antwoord durven geven op de vele vragen die bij onze leerlingen kunnen leven.

Het onderwerp 'Voortplanting bij de mens' komt terug in de derde graad (zesde leerjaar). Ook hier wordt uitdrukkelijk gevraagd de bio-medische problemen te benaderen vanuit een wetenschappelijk en vanuit een ethisch standpunt.

De betreffende doelstelling luidt als volgt:

*Een bio-medisch probleem vanuit wetenschappelijk en ethisch standpunt benaderen, bijvoorbeeld kunstmatige inseminatie, in-vitro-fertilisatie (reageerbuisbaby's, donormoeders, ...), seksueel overdraagbare aandoeningen, ...*

Aansluitend bij deze lessen over de voortplanting volgen lessen over de erfelijkheid bij de mens. Ook hier wordt gewag gemaakt van de ethische dimensie van deze problematiek. Als doelstelling lezen we:

*Een bio-sociaal probleem in verband met eugenetica wetenschappelijk en ethisch benaderen.*

## 7.2.2 Impliciete raakpunten

Vele onderwerpen in de biologie hebben direct te maken met bio-sociale problemen. Men vraagt aan de bioloog de milieu-educatie en de gezondheidseducatie te behartigen en te onderbouwen met wetenschappelijke argumenten.

### 7.2.2.1 Milieu-educatie

In de eerste graad (eerste leerjaar; complementair in het tweede leerjaar) wordt tijdens de verplichte biotoopstudie de invloed van de mens op zijn omgeving beschouwd. In de doelstellingen wordt dit als volgt geformuleerd:

*In de bestudeerde biotoop de invloed van de mens vaststellen en een waardeoordeel hierover uitspreken.*

In de tweede graad (vierde leerjaar) komt de studie van de relatie tussen levende wezens en hun omgeving zelf aan bod. Ook hier wordt uitdrukkelijk aandacht gevraagd voor de invloed van de mens op zijn milieu:

*Uit waarnemingen en vaststellingen afleiden dat de mens vaak een versturende invloed uitoefent op de samenleving van planten en dieren.*

*Hierbij tot het inzicht komen dat er conflicten bestaan tussen natuurbescherming en andere menselijke belangen (o.a. industrieparken, toeristisch uitgebouwde recreatiezones, gespecialiseerde landbouwactiviteiten, ...).*

### 7.2.2.2 Gezondheidseducatie

Bij de studie van de fysiologie van de mens stoot men meteen op problemen van gezondheid en ziekte. In de eerste graad worden dergelijke raakpunten omtrent gezondheid wel gesignaleerd en geduid, maar nog niet als echt studie-onderwerp uitgediept. Er is trouwens nog te weinig vakmatige ondersteuning om de problematiek echt te kunnen doorgronden en om eventuele antwoorden te suggereren.

Vooraf in de derde graad, waar in het eerste leerjaar opnieuw deze onderwerpen omtrent de fysiologie van de mens opduiken, is een aangepaste diepere studie nodig van de bio-sociale problemen. Dit geldt voor de on-

derwerpen 'voeding', 'ademhaling', 'excretie', 'transport' en 'immunitet'. In het leerplan wordt telkens gevraagd een bio-sociaal probleem grondig te behandelen.

Het spreekt voor zich dat hier onderliggende waarden van (goede) gezondheid verondersteld zijn en betrokken worden in de discussies.

## **7.3 Eerste voorbeeld: nieuwe bevruchtingstechnieken**

### **7.3.1 Inleiding**

Situering in het leerplan: *voortplanting bij de mens*

- bevruchting, op natuurlijke wijze, is besproken bij de voortplanting;
- nadien worden nieuwe technieken besproken om de bevruchting en zo ook de kans op zwangerschap te vergroten.

### **7.3.2 Lesverloop**

- beschrijving van de methoden: bijvoorbeeld IVF
  - technisch en biologisch (het is niet de bedoeling erg in detail te treden, wel de voornaamste stappen aan te halen die de leerlingen vanuit de lessen biologie kunnen begrijpen).
- niet-technische aspecten van de methoden:
  - psychische aspecten (vb. betrokkenheid van derden in de intieme relatie tussen mensen, hoe wordt dit ervaren?);
  - sociale dimensie (vb. kans op meerlingzwangerschap en alle gevolgen voor de opvoeding);
  - ethische dimensie (vb. wat met de overtallige embryo's?).
- gesprek met de leerlingen:
  - aan de hand van artikels uit kranten en tijdschriften worden verschillende standpunten bekeken;
  - concreet voor dit thema: twee artikels uit Knack: gesprek met professoren van de VUB (*Wij helpen mensen*); gesprek met professor van de KUL (*De sacraliteit van het leven*).

## **7.4 Tweede voorbeeld: erfelijke ziekten**

### **7.4.1 Inleiding**

Situering in het leerplan: *genetica*

- enkele mechanismen van overerving worden besproken;
- deze worden vooral uitgewerkt met voorbeelden bij de mens.

### **7.4.2 Lesverloop**

bij deze oefeningen komen o.a. de volgende vragen:

- vanaf welk ogenblik in de embryonale ontwikkeling kan men bepaalde genen opsporen? indien een afwijkend gen wordt gevonden, wat dan?
  - discussie rond al dan niet ontbreken van zwangerschap

- kan men laten onderzoeken of men drager is van een bepaald (afwijkend) gen?
  - discussie rond prenuptiaal onderzoek
- indien men een bepaald afwijkend gen draagt, heeft men "het recht" dit gen door te geven aan zijn nakomelingen?
  - discussie rond gedwongen sterilisatie en vrijwillige kinderloosheid
- wanneer vindt "men" een gen "afwijkend"? waar ligt de grens?
  - discussie rond welke afwijkingen getolereerd worden
- persberichten rond isolatie, moord, euthanasie van mensen met afwijkende genen
  - discussie rond solidariteit t.o.v. mensen met afwijkende genen en verantwoordelijkheid vanwege de maatschappij

*Opmerking:*

Deze vragen komen uiteraard niet allemaal binnen 1 lesuur ter sprake, maar wel gedurende de hele lessenreeks genetica.

## **7.5 Derde voorbeeld: AIDS**

### **7.5.1 Situering in leerplan**

Het thema 'AIDS' kan aan bod komen bij volgende leerplanonderdelen:

- 3<sup>e</sup> graad, eerste leerjaar
  - 1 u./w.: Hoe reageert de mens tegen lichaamsvreemde stoffen?  
Bio-sociaal probleem: AIDS
  - 2 u./w.: Hoe gebeurt transport in organismen?  
Bio-sociaal probleem: afstotingsverschijnselen
- 3<sup>e</sup> graad, tweede leerjaar
  - 1/2 u./w.: Voortplanting bij de mens  
Bio-sociaal probleem: seksueel overdraagbare aandoeningen (SOA)

Men kan de voorkeur geven aan behandeling van 'AIDS' in 1<sup>e</sup> leerjaar van de 3<sup>e</sup> graad:

- aansluiting met immuniteit is zeer logisch;
- hoe eerder informatie aan leerlingen verstrekt wordt, hoe beter;
- in het zesde leerjaar zijn er vele aanknopingspunten voor relationele en ethische problemen, bv. anticonceptie, in-vitro-fertilisatie, genetische manipulatie, ...
- in het tweede leerjaar van de derde graad is er reeds te weinig tijd.

### **7.5.2 Aanpak en methode**

- Na een les over de werking van ons immuniteitssysteem, wordt verder behandeld:
  - Hoe vermenigvuldigt een virus zich?
  - Welke cellen kiest het HIV-virus precies uit?
- Een aantal stellingen en vragen worden in kleinere groepen (viertal leerlingen) besproken en bediscussieerd (zie bijlage). De stellingen zijn vrij ruim. Er wordt vooreerst naar kennis gespeeld, maar er kan ook naar meningsvorming gewerkt worden. Zo kan de ethische dimensie, zij het zeer beperkt, aan bod komen. Het lijkt zinnig de AIDS-problematiek, voor zover mogelijk, in zijn gehele context aan te pakken. Uitgaande van wetenschappelijke gegevens en verworven kennis, kan er naar meningsvorming overgegaan

worden. Men moet deze meningsvorming niet onder druk aanbieden. Ook moeten de problemen niet zomaar aangeplakt worden of afgeschoven worden naar de godsdienstleraar.

- Achteraf kan men dan in een soort 'plenum' een aantal stellingen of vragen voor iedereen aan bod laten komen.

### 7.5.3 Andere suggesties

- Bediscussiëren van bruikbaarheid, effectiviteit, ... van bestaande folders over AIDS-preventie: eventueel corrigeren of zelf (her)maken.
- AIDS-posters vergelijken, bediscussiëren, ...
- Cijfergegevens bespreken.
- Documentatie verzamelen en bespreken: kranteknipsels, video-opnamen, ...

### 7.5.4 Groot probleem voor de behandeling: TIJD!

### 7.5.5 Stellingen en vragen omtrent AIDS

- 1 Een seropositief is hetzelfde als een AIDS-patiënt.
- 2 Ik maak me niet druk over AIDS want het komt in België nauwelijks voor.
- 3 Een AIDS-test is pijnlijk en duur.
- 4 AIDS kan overgedragen worden via het kussen, via muggen, via tandenborstels, via scheermesjes, ...
- 5 Om besmet te worden met AIDS-virus kan één enkel seksueel contact voldoende zijn.
- 6 Homoseksuelen behoren tot de risicogroepen voor AIDS.
- 7 Het condoom beschermt 100% tegen AIDS, maar niet tegen mogelijke zwangerschap.
- 8 Een seropositieve moeder geeft het virus door aan haar kind.
- 9 Ik kan aan een persoon zien of hij besmet is met het HIV.
- 10 Een besmetting met het HIV leidt binnen de drie maanden tot AIDS.
- 11 Wat kan gedaan worden om de verspreiding van AIDS te voorkomen?
- 12 Iedereen zou verplicht moeten worden een AIDS-test te ondergaan.
- 13 AIDS-patiënten dienen geïsoleerd te worden.
- 14 Verzekeringsmaatschappijen moeten de toelating krijgen om een HIV-test te eisen. Welke ziekteverzekering? Directies van bedrijven?
- 15 Er is een geneesmiddel AZT dat AIDS kan genezen.
- 16 Veilig vrijen is zich op tijd terugtrekken bij coïtus.
- 17 Als je drugs neemt, ben je gevoeliger voor AIDS.
- 18 Het is onverantwoord dat een meisje, als ze naar een feestje gaat, geen condoom bij zich heeft.
- 19 In een school zou een condoom-automaat moeten hangen.
- 20 Je kan geen AIDS krijgen als je trouw blijft aan één partner.
- 21 Een jongen die een condoom op zak heeft, is uit op een avontuurtje.
- 22 Wie seropositief wordt door een bloedtransfusie, heeft recht op schadevergoeding.

Gr.	Lj.	Les-tijden	Studie-object	Benaderingswijze	Leerinhoud: Basis (Uitbreiding)	Raakpunten biologie-Ethiek (E: expliciet / I: impliciet)
1	1	2	Zaadplant Gewerveld dier en mens	Uitwendig en inwendig Macro- en microscopisch Eerder kwalitatief	1 Welke planten en dieren leven in een biotoop? 2 Hoe zijn zaadplanten en gewervelde dieren gestructureerd? Hoe zijn ze aangepast aan hun levenswijze? 3 Hoe voeden gewervelde dieren en zaadplanten zich?	Ad 1. Beïnvloeding door de mens van milieu (I)
	2	1 (+1)			(Welke planten en dieren leven in een biotoop?) 1 Hoe planten organismen zich voort? 2 Hoe gebeurt de ademhaling en de uitscheiding bij mens en zoogdier? (Bij gewervelde dieren en zaadplanten?) 3 Hoe gebeurt het transport bij mens en zoogdier? (Bij gewervelde dieren en zaadplanten?)	Ad () (Id. als boven) Ad 1. Biologisch gebeuren van de menselijke voortplanting is deelaspect van het totale seksuele leven (E)
1	1	1			1 Hoe verkrijgen organismen informatie over hun omgeving? 2 Hoe reageren organismen op prikkels uit hun omgeving? 3 Hoe gebeurt coördinatie van reacties op prikkels?	
2	2	0 of 1	Alle organismen		1 (Hoe worden organismen geclassificeerd?) 2 (Hoe leven planten en dieren in hun biotoop?)	Ad 2. Beïnvloeding door de mens van het samenleven met plant en dier (I)

Gr.	Lj.	Les-tijden	Studie-object	Benaderingswijze	Leerinhoud: Basis (Uitbreiding)	Raakpunten biologie-Ethiek (E: expliciet / I: impliciet)
3	1	1 of 2	Organisme als INDIVIDU	Elektronenmicroscopisch Fysico-chemisch	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Waaruit bestaan organismen?</li> <li>2 Hoe gebeuren uitwisselingen tussen organismen en hun milieu: voeding-ademhaling-excretie?</li> <li>3 Hoe gebeurt transport in organismen?</li> <li>4 Hoe worden opgenomen bestanddelen in de cellen verwerkt?)</li> </ol>	Ad 2. en 3. Bio-sociale problemen bij voeding, ademhaling, excretie, transport en immuniteit (I)
	2	1 of 2	Organismen binnen de SOORT	Kwalitatief- kwantitatief	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Hoe planten organismen zich voort?</li> <li>2 Hoe wordt de erfelijke aanleg van organismen van generatie op generatie doorgegeven?</li> <li>3 Hoe zijn de verschillende soorten ontstaan en geëvolueerd?</li> </ol>	Ad 1. Bio-sociale problemen in verband met voortplanting bij de mens (E)

## 8.1 Vindplaatsen in het leerplan

### 8.1.1 **Expliciete vermeldingen in de leerplanteksten**

#### 8.1.1.1 2<sup>e</sup> graad (LICAP D/1991/0279/028)

Blz. 4: *De intrinsieke opvoedingswaarde van de chemie:*

...Wat opvoeding ook moge inhouden, ze houdt steeds verband met de ontwikkeling van het menselijk brein op de diverse terreinen van het bewustzijn. Deze bewustwording speelt zich af op minstens zes vormen van begrijpen:

- inzicht verwerven in symbolische taal;
- leren verwerken van en inzicht verwerven in empirisch verzameld feitenmateriaal;
- leren begrijpen, ontdekken en ontwarren van relaties tussen grootheden, feiten en gebeurtenissen;
- verwerven van gevoel voor esthetiek en creativiteit;
- *kritisch inzicht verwerven in morele en religieuze grondslagen van de menselijke gedragingen;*
- gevoel ontwikkelen voor bezinning over het verleden en vooruitziendheid voor de toekomst.

Binnen elk van deze domeinen van bewustwording kan chemie een belangrijke bijdrage leveren. In het kader van de schoolchemie zal dit vooral van exemplarische aard zijn. De bijdrage van chemie wordt echter essentieel en overstijgt het exemplarische, waar het gaat om "het leren verwerken van en inzicht verwerven in empirisch verzameld feitenmateriaal over de levenloze materie".

Hier eert de chemie een vormingsaspect dat door geen enkel vak in dezelfde mate kan aangeboden worden, en de omgang met de levenloze stoffen behoort tot het alledaagse leven van elke mens. *Het is via de kennis van de levenloze stof dat het mogelijk wordt het unieke verschijnsel van het leven op aarde beter te begrijpen en te beveiligen voor vernietiging...*

...Ook de relatie tussen opvoeding en maatschappelijk leven levert een bijkomende ernstige reden voor opname van chemie in het opvoedingsproces. *Immers, adequaat moreel en sociaal gedrag vereist een empirische feitenbasis waartoe chemie via haar toepassingen vele voorbeelden kan leveren van historische, morele of esthetische aard. Chemie-opvoeding reikt veel verder dat louter technische chemie-training.*

#### 8.1.1.2 3<sup>e</sup> graad (LICAP D/1992/0279/007)

Blz. 4-5: *Algemene doelstellingen:*

...Het is de wetenschappelijke discipline bij uitstek langswaar de leerlingen, de toekomstige burgers, leren omgaan met stoffen in al hun verscheidenheid en toestanden van voorkomen, en inzicht leren verwerven in zowel *nuttige als gevaarlijke toepassingen* ervan.

...De leerlingen moeten grondig geoefend worden in het *kritisch leren analyseren en gebruiken* van dit feitenmateriaal.

...Het chemisch evenwichtsmodel is een verklarend model van corpusculaire en mathematische aard dat hoge cognitieve vaardigheden onderstelt. De toepassing ervan op concrete stoffensystemen in relatie tot de eraan gekoppelde energetische en structurele veranderingen moet aan de leerlingen *een nieuwe en verrijkende visie bieden op het natuurgebeuren en op de ganse problematiek van bewaring van het leefmilieu en de noodzaak tot zorgzame omgang met grondstoffen en afgewerkte producten op aarde.*

Blz. 16: *Leerinhouden (leerdoelen):*

Illustreer van de rol van de chemie in de alledaagse leefwereld aan de hand van onderwerpen volgens keuze uit:

- de toegepaste chemie,  
en/of
- het actualiteitsgebeuren,  
en/of
- de cultuurhistorische rol van de chemie.

*Onderscheid leren maken tussen de chemie als natuurwetenschap en gebruik en/of misbruik van de chemische kennis in allerlei toepassingen.*

Toepassingen van de chemie op een objectieve wijze leren evalueren.

De chemie op een correcte wijze leren in verband brengen met berichtgeving in de media.

De rol van de chemie in de cultuurhistorische en sociaal-economische ontwikkeling van de mensheid illustreren.

Blz. 29: *Methodologische wenken bij de keuzethema's:*

Benodigdheden: voor de uitwerking van de keuzethema's moeten de leraren beschikken over een uitgebreide documentatie:

- Over chemische toepassingen in de alledaagse leefwereld.
- Over samenstelling en eigenschappen van een representatieve verzameling van courante handels- en gebruiksproducten.
- Over de aard en de vestigingsplaatsen van de chemische industrie in België en de basisgrondstoffen en procédés die er verbruikt en toegepast worden. Dergelijke documentatie kan best uitgebouwd worden in samenwerking met de leraren voor het vak aardrijkskunde.
- Over de rol van de chemie in diverse domeinen van het leefmilieubeheer. Dergelijke documentatie kan best aangelegd worden in samenwerking met de leraren voor biologie en aardrijkskunde.
- Over de cultuurhistorische rol van de chemie. Dit onderstelt, naast een behoorlijke kennis van de geschiedenis van de chemie, een praktisch bruikbare documentatie over leven en werk van belangrijke natuurwetenschappers en chronologische overzichtschema's en tijdlijnen betreffende de ontwikkeling van de chemische concepten en denkpatronen als onderdeel van de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen doorheen de eeuwen. Dergelijke documentatie kan best uitgebouwd worden in samenwerking met de leraren voor geschiedenis, fysica, biologie, aardrijkskunde.
- Over de berichtgeving in de nieuwsmedia waarbij chemische verschijnselen of toepassingen van de chemie in de actualiteit komen. Dit onderstelt een systematisch bijhouden en een kritische benadering van berichtgeving in kranten en populaire tijdschriften en nieuwsberichten via radio en televisie. Het aanleggen van een schooldocumentatiemap met dergelijke kranteknipsels is ten zeerste aan te raden. Deze documentatie moet, in nog ruimere mate, ook aangewend worden in het kader van het leerplan chemie voor de studierichtingen met minimale wetenschappelijke vormingscomponent.

**Experimenten**

- Experimenten uitgevoerd in het kader van de keuzethema's zullen er vooral op gericht zijn toepassingen van de chemie of actualiteitsthema's, of belangrijke mijlpalen uit de geschiedenis van de chemie te illustreren.

## Wenken

- De keuzethema's zijn bedoeld om de leraar toe te laten op een zeer soepele en creatieve wijze in te spelen op actualiteitsgegevens uit de nieuwsmedia. Dit betekent dat ze door de leraar op gelijk welk ogenblik in het jaarplan mogen ingeschakeld worden.
- De keuzethema's mogen ook aangewend worden om bepaalde leerinhouden te verduidelijken, te verdiepen en te illustreren, op voorwaarde dat er een duidelijk cultuurhistorisch of toegepast aspect van de betreffende leerinhoud in verwerkt wordt. De keuzethema's mogen dus niet misbruikt worden om de hoeveelheid "theoretische leerinhouden" te vermeerderen.
- Voor de eerste keer wordt binnen een leerplan voor chemie in het ASO een aparte plaats toegekend aan de cultuurhistorische rol van de chemie, d.w.z. aan de geschiedenis van de chemie en haar impact op de cultuur. Dit mag niet beperkt worden tot een encyclopedische opsomming van historisch belangrijke personen, feiten, ontdekkingen en jaartallen. *Als wetenschap is de chemie niet alleen een verworvenheid maar een blijvend dynamisch verschijnsel. Door de chemie grijpt de mens de werkelijkheid aan. Hierdoor is de chemie ook een belangrijke factor van het veelomvattende inventieve en creatieve menselijke ingrijpen in de natuur, dat men cultuur noemt. De ontwikkeling van de cultuur is het verhaal van een met vallen en opstaan gepaard gaande met het bewust zoeken van de mens en van zijn denken, handelen en realiseren daaromtrent.*
- In enkele themata kan men de samenhang tussen de historische veranderingen binnen de chemie analyseren en verhelderen. Geschikt daartoe zijn bijvoorbeeld themata zoals:
  - de zoektocht naar het *Periodiek Systeem van de Chemische Elementen*;
  - de ontwikkeling en verfijning van de atoommodellen;
  - de bepaling van de atoommassa's;
  - de begripsvorming rond concepten zoals molecuul, elektrolyt, zuren en basen, verbranding, ...

Hieruit zou moeten blijken dat het wetenschappelijk bevragen van de werkelijkheid steeds blijft ontglippen aan het net van de ideeën waarin de onderzoeker ze poogt te vangen. Steeds vraagt het aanpassing, verfijning en soms moet men helemaal opnieuw beginnen.

- In tegenstelling tot het leerplan chemie voor de studierichtingen met een minimale wetenschappelijke vormingscomponent, waar de alledaagse toepassingen van de chemie het uitgangspunt en zwaartepunt moeten zijn voor de chemielessen, zal de verwijzing naar allerlei toepassingen van de chemie in dit leerplan eerder op illustratieve wijze moeten geïntegreerd worden in de normale ontwikkeling van de voorziene leerinhouden. In het kader van de keuzethema's is het eerder de bedoeling bepaalde toepassingsgebieden eens grondiger toe te lichten en te illustreren en *de leerlingen tevens bewuster te maken van de grote impact van de chemie op bepaalde industriële ontwikkelingen en de enorme sociale en economische gevolgen die ermee kunnen gepaard gaan.*

Geschikte themata zijn bijvoorbeeld:

- chemie en landbouw;
- chemie en voedsel;
- chemie en ruimteonderzoek;
- chemie en hygiëne;
- chemie en geneeskunde;
- de ontwikkeling van de staalindustrie in Wallonië;
- het ontstaan van de chemische industrie in het Duitse Ruhrgebied;
- zoutwinningen in Europa;
- ...

### 8.1.2 Impliciete aanknopingsmogelijkheden

*Voorafgaande bemerking:*

We beperken ons hier tot de hoofdrubrieken van het leerplan voor de derde graad – chemie major, omdat de leerinhouden van de tweede graad chemie en van de derde graad – chemie minor hier in feite ook impliciet inzitten, ingevolge de concentrische opbouw van het leerplan. Er wordt wel op gewezen dat in de derde graad chemie-minor (niet-natuurwetenschappelijke studierichtingen) er merkkelijk meer tijdsruimte en vakinhoudelijke aanknopingspunten zijn dan in de chemie-major. M.a.w. de ethische aanknopingspunten uit de chemie-major zijn a priori en op rustiger wijze bespreekbaar dan in de chemie-major.

#### 1 GRONDIGER STUDIE VAN HET STRUCTUURMODEL VAN DE MATERIE 25 u

1.1	Atoommodellen ter verklaring van de bouw der atomen	8 u
1.2	Het ontstaan van moleculen en roosters door intra- en intermoleculaire krachten	13 u
1.3	Practicum	4 u

Ethische aspecten?

- *Problemen i.v.m. ontstaan en herkomst van heelal en mensheid (cfr. fysica, biologie,...)*
- *De grenzen van de wetenschap worden voortdurend verplaatst: problematiek van voortdurende modelverfijning*
- *Problemen i.v.m. eventuele twijfel over fysische realiteitswaarde van elementaire deeltjes en atoommodellen*
- ...

#### 2 GRONDIGER STUDIE VAN HET VERLOOP VAN CHEMISCHE PROCESSEN 21 u

2.1	Materie-aspecten van chemische reacties	6 u
2.2	Energetische aspecten van chemische reacties	6 u
2.3	Snelheid en mechanismen van chemische reacties	5 u
2.4	Practicum	4 u

Ethische aspecten?

- *De mens is in staat stofomzettingen te beheersen, te beïnvloeden, te sturen voor nuttig en/of schadelijk gebruik van stoffen.*
- *De mens is in staat "natuurvreemde stoffen" te produceren. Kan dit ongebreideld doorgaan of enkel binnen bepaalde "ethische grenzen"?*
- *Elke stofomzetting is gebonden aan universele massa- en energiewetten. Bij een chemische reactie "verdwijnen" geen atomen. Dit is het grondprobleem van afvalbergen, milieubezoddeling. Zijn er ethische normen die gehanteerd kunnen/moeten worden bij het uitwerken van industriële processen en bij de problematiek van afvalproductie en verwerking?*

#### 3 KEUZETHEMA'S 4 u

- |     |   |
|-----|---|
| 3.1 | De toegepaste chemie<br>en/of           |
| 3.2 | Het actualiteitsgebeuren<br>en/of       |
| 3.3 | De cultuurhistorische rol van de chemie |

Ethische aspecten?

- Ruime aanknopingsmogelijkheden (zie expliciete vermeldingen), in functie van gekozen thema's en deel-thema's.

**4 GRONDIGER STUDIE VAN ORGANISCHE STOFFEN****22 u**

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 4.1 | Belangrijke reactiesoorten in de organische chemie   | 8 u |
| 4.2 | Beperkte kennismaking met de structuur en de eigenschappen van enkele polyfunctionele en macromoleculaire organische verbindingklassen | 6 u |
| 4.3 | Grondstoffen en syntheseswegen voor de bereiding van organische stoffen  | 4 u |
| 4.4 | Practicum  | 4 u |

Ethische aspecten?

Zie punt 2: verloop van chemische processen

**5 GRONDIGER STUDIE VAN HOMOGENE CHEMISCHE EVENWICHTEN EN HUN TOEPASSINGEN****24 u**

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 5.1 | De betekenis en de bepaling van evenwichtsconstanten en evenwichtsconcentraties | 3 u |
| 5.2 | Studie van zuur-base evenwichten in waterig milieu                              | 9 u |
| 5.3 | Studie van oxydatie-reductie-evenwichten en elektrochemische toepassingen       | 8 u |
| 5.4 | Practicum   | 4 u |

Ethische aspecten?

- Het wetenschappelijk gegeven dat er tussen stoffen in de levende en levenloze natuur dynamische evenwichten bestaan die nog volop in "evolutie" zijn en die door natuurfenomenen (b.v. druk, temperatuur, straling, stoffenconcentraties,...) beïnvloed worden, roept ethische vragen op in hoever de mens hierop kan/mag/moet ingrijpen? Enerzijds is er het enorme "aanpassingsvermogen" van stoffen-evenwichten aan veranderende omgevingsfactoren, anderzijds is de milieuproblematiek grotendeels het gevolg van evenwichtsverstoringen in micromilieus, waarop de natuur niet snel genoeg meer kan reageren, zonder blijvende schade toe te brengen aan de bewoners.

**6 KEUZETHEMA'S****4 u**

- |     |   |
|-----|---|
| 6.1 | De toegepaste chemie<br>en/of           |
| 6.2 | Het actualiteitsgebeuren<br>en/of       |
| 6.3 | De cultuurhistorische rol van de chemie |

Ethische aspecten?

Zie 3

## 7 GRONDIGER STUDIE VAN DE CHEMISCHE ANALYSE EN SYNTHESE VAN STOFFEN 25 u

7.1	Studie van heterogene evenwichten	4 u
7.2	Studie van bereidingswijzen en eigenschappen van anorganische en organische stoffen	6 u
7.3	Kennismaking met enkele belangrijke technieken en werkwijzen voor de chemische analyse van stoffenmengsels en/of zuivere stoffen	5 u
7.4	Practicum	10 u

### Ethische aspecten?

- Zie 2 en 5.
- I.v.m. met de problematiek van chemische analyse (7.3) kunnen vragen gesteld worden betreffende:
  - de criteria voor het vastleggen van allerlei analytische normen (b.v. veiligheidsnormen voor het leef- en werkmilieu versus economische en tewerkstellingsnormen;
  - de betrouwbaarheid van machinale routine-analyses;
  - de controlerol van de mens in de meer en meer geautomatiseerde chemische analyse-en productieprocessen;
  - de problematiek van in vivo en in vitro kwaliteitsonderzoek (cfr. biologie, geneeskunde: testen op levende wezens).

## 8.2 Getuigenissen van concrete verwerkingen

### 8.2.1 Motivatie en algemene methodiek

Chemie is in onze ontwikkelde en snel evoluerende samenleving niet meer weg te denken. De kwaliteit van ons leven en werken is ervan afhankelijk. Denken we maar aan de ontwikkeling, productie en gebruik van geneesmiddelen, de productie, bereiding en conservering van voedingsmiddelen, het gebruik van cosmetica, reinigings-, ontsmettings- en beschermingsmiddelen, het zoeken naar nieuwe materialen voor kleding, constructies, energiedoeleinden, de impact van deze chemische activiteiten op het leefmilieu,...

Door de toenemende complexiteit van onze maatschappij ontwikkelen zich spanningsvelden tussen chemische en andere factoren die de samenleving beïnvloeden: vooral ecologische (milieuvervuiling, broeikas-effect,...) en economische (verhouding kosten/baten, tewerkstelling, ecotaksen,...).

Nemen de chemici in het algemeen en de chemieleraar in het bijzonder hun rol ernstig dan kunnen ze zich niet afzijdig houden van de ethische vragen inherent aan deze ontwikkelingen. Als leraar chemie helpen we leerlingen bij het verwerven van wetenschappelijk gefundeerde vakinzichten. Als leraar opvoeder trachten we een bijdrage te leveren tot het verwerven van ethisch gemotiveerde vakinzichten, en deze waarden consequent en zichtbaar voor te leven.

In deze taakomschrijving schuilt tevens het verloop van een haalbaar didactisch proces. Na aanbreng van de zuiver chemische vakinhouden, gestructureerd en met de nodige diepgang, komen de toepassingen in het dagelijks leven met eventueel contextmateriaal aan bod. Natuurwetenschappelijk gefundeerde ethische reflecties in een breder kader: ecologisch, economisch, sociologisch, politiek,... sluiten het leergesprek af, maar niet de beleving en toepassing van deze waarden waar mogelijk binnen klas/schoolverband.

De aanbreng van wetenschappelijk gefundeerde inzichten is essentieel opdat de leerling kan evalueren hoe ver de grensverlegging door de menselijke creativiteit reeds gebeurde, toelaatbaar is en aanvaardbaar blijft. Als denkpiste voor de grensafbakening bij ethische reflecties kan Plato als voorbeeld aangereikt worden: "Voor een goed handelen is een juist bewustzijn van het goede zowel onmisbare voorwaarde als voldoende waarborg". Voor dat *juist bewustzijn van het goede* reikt een christelijk geïnspireerde levensopvatting normen aan: naastenliefde in de brede betekenis.

### 8.2.2 Concrete aanknopingspunten

Essentieel is de chemie de studie van stoffen en de omzetting van stoffen, gebonden aan massa- en energie-wetten. De ontginning en gebruik van grondstoffen, de verwerking ervan tot natuurvreemde basisproducten en de inherente afvalproductie maken van de chemie geen vrijblijvende activiteit. Vragen kunnen gesteld worden naar het efficiënt gebruik van de beperkte voorraden aan materie en energie, naar de noodzakelijke ontwikkeling van produktietechnieken die grondstoffen en energie besparen, naar onze consumptiementaliteit en onze zorg voor de natuur, de medemens en toekomstige generaties.

Onze bezorgdheid voor de natuur doet ons nadenken over roofbouw van grondstoffen, uitputting van petroleumvoorraden, vervuiling van water, bodem en lucht, verdwijning van plant-en diersoorten, giftigheid van stoffen en experimenten op levende wezens, recuperatie en recycling van stoffen uit afval, oplossingen voor de niet-biodegradabele afval, gebruik van een katalysator in de auto,....

Naasteliefde voor de tijdgenoot kan, op het eerste gezicht misschien tegenstrijdig met de zorg voor de natuur, bijvoorbeeld een pleidooi openen voor het gebruik van bepaalde pesticiden, groei- en bewaarmiddelen opdat de wereldvoedselproductie niet mag dalen en het aantal hongersnoden niet zou toenemen. De ontwikkeling en toelating van mensvriendelijke gewasbeschermers, van stoffen zoals terracottem, verdragen vanuit dit mondiaal perspectief weinig tegenkanting.

Dat kennis en verworvenheden van de chemie de mens in staat stelt de stoffen en hun omzettingen te gebruiken of te misbruiken wordt overduidelijk geïllustreerd in de toepassingen van de nucleaire chemie. Gestart als fundamenteel wetenschappelijk onderzoek evolueerde de mogelijkheid van de kernsplijting naar de ontwikkeling en gebruik van de uraniumatoombom. Anderzijds heeft de produktie van radio-isotopen meer levens gered dan vernietigd dankzij medische toepassingen. Heelwat ethische bedenkingen komen aan bod bij de elektriciteitsproduktie uit kernenergie. Denken we nog maar aan de gevolgen van Tsjernobyl en de problematiek en polemiek in verband met de berging van nucleair afval in eigen land. Onze bezorgdheid en naasteliefde voor de mens na ons kan hier extreem tot expressie komen.

Het behoort eveneens tot de verantwoordelijkheden van de chemie de samenleving te informeren over mogelijke en ontstane problemen en voorstellen te formuleren om deze op te lossen. Voor de uitvoering van deze voorstellen staat de chemie echter niet alleen en spelen vaak economische en politieke motieven van drukingsgroepen mee. Denken we maar aan het propageren van loodvrije benzines, de fosfaatverwijdering uit waspoeders, de invoering van de ecotaksen, het mestactieplan, recyclageprojecten van de overheid,...

### 8.2.3 Vaststellingen

Leerling en leerkracht dienen van veel markten thuis te zijn, van een brede belangstelling te getuigen: economie, sociologie, ecologie, biologie, geneeskunde, geologie, geschiedenis,... Om het geheel objectief en vakkundig aan te brengen dringt samenwerking met andere disciplines zich op.

Mogelijk ervaart men een tekort aan vorming waardoor een gevoel van onvertrouwdheid mogelijk zelfs van incompetentie ontstaat. Wetenschappelijke teksten, documentaires, voordrachten, discussies met collega's,... rond een bepaald thema bieden doorgaans voldoende achtergrondmateriaal om een bepaald referentiekader op te bouwen.

Is de tijd de beperkende factor omdat een reeds overladen leerplan dient afgewerkt te worden dan kan de ethische dimensie toegevoegd worden bij de behandeling van de keuzethema's, bij de verwerking van de contextchemie of bij de uitwerking van een huistaak voor de leerlingen van de derde graad.

De vrees voor een geringe belangstelling van de leerlingen of bespottung door de leerlingen blijkt ongegrond indien men rekening houdt met hun leefwereld. Concrete problemen die hen niet raken maar enkel passen in de leefwereld van hun ouders krijgen automatisch minder van hun aandacht. Milieuverontreiniging, voeding en gezondheid, proeven op dieren, energieprobleem, recuperatie van materialen, toepassingen van de kernchemie,... zijn stuk voor stuk dankbare interessegebieden.

Het inbrengen van de ethische dimensie in de les chemie veronderstelt tevens dat leraar en leerling een ander stukje van zichzelf durven prijsgeven. De leraar treedt niet langer op als de zuivere vakspecialist maar eveneens als filosoferende mens, gelijkwaardig aan de leerling. Zulk blijken van verruimd ethisch denken dwingt bij een aantal, vooral oudere, leerlingen automatisch respect en waardering af. Voorwaarden zijn wel een geloofwaardige, eerlijke en niet-indoctrinerende aanbreng, die door bepaalde leerlingen ongetwijfeld in vraag gesteld wordt.

Men is bijvoorbeeld niet geloofwaardig indien men enerzijds de afvalproblematiek bespreekt en anderzijds de afval van demonstratie- en leerlingenproeven zomaar langs de afvoerpijp weggiet. Verduidelijking naar de concrete verwerking van klassikaal verzameld afval daarentegen komt de geloofwaardigheid ten goede en strekt tot voorbeeld.

Eerlijkheid kan tot uiting komen indien men naast het proclameren van positief gebruik van een chemische toepassing ook de misbruiken ervan niet verzwijgt of afwimpelt. Ook indien natuurwetenschappers elkaar onderling tegenspreken mag men die controversen niet zomaar opzij schuiven maar kan men de interpretatieproblematiek ter sprake brengen, zowel voor de onderzoeker en als voor de leek. Beschikken we over betrouwbare gegevens? Uit vermoedelijk betrouwbare bron? Worden gegevens niet gemanipuleerd of misleidend voorgesteld bijvoorbeeld door het gebruik van een logaritmische schaal in plaats van een lineaire of door het uitdrukken van de waarden in te grote of te kleine eenheden? Als leraar dienen we te beseffen dat getallen maar tot leven komen wanneer er gelijktijdig vergelijkingsmateriaal aangeboden wordt. Veelal is het niet mogelijk om met het verleden te vergelijken bij gebrek aan cijfermateriaal. Soms is dit ook niet wenselijk omdat niet gelijkwaardige analysemethoden gebruikt werden om de vermelde getalwaarden te bepalen.

Het kan moeilijk zijn sommige leerlingen te overtuigen dat ze niet noodzakelijk dezelfde mening hoeven te hebben als hun leraar maar wel een gemotiveerde mening. Vermelden dat het verkondigd standpunt persoonlijk is, gebaseerd op die en die normen, en expliciet waarderen van tegengestelde maar wetenschappelijk juist gemotiveerde meningen zal het geloof in het niet-indoctrinerend karakter van de aanbreng doen groeien of versterken.

Een collectief gevoel van machteloosheid sluit vaak ethische besprekingen af. We kunnen wel over deze problematiek nadenken maar er zo weinig aan verhelpen. Belangrijk is dan al dat we als leraar chemie aan de alarmbel getrokken hebben en bij de leerlingen een bewustwordingsproces gestart, gefundeerd en/of gecultiveerd hebben.

#### 8.2.4 Potentiële inspiratiebronnen

Mediamateriaal in verband met maatschappelijke actualiteiten.

Wetenschappelijke essays zoals bijvoorbeeld:

- E. VERMEERSCH, *De ogen van de panda*;
- R. CARSON, *Dode lente*.

Wetenschappelijke tijdschriften die de integratie van wetenschap en technologie in de samenleving aan bod laten komen. Zo krijgen de relevantie van onderzoek en ontwikkelingen voor de samenleving, de ethische, sociologische aspecten daarvan en de motieven achter het wetenschappelijk werk uitgebreid aandacht in de rubriek *Analyse & Katalyse* van *Natuur en Techniek*.

## 9.1 Vindplaatsen in de leerplannen

### 9.1.1 Raakpunten over het geheel van de leerplannen

- Kunstmatige ingrepen van de mens in de natuur: fysica werkt met modellen, systemen (open, gesloten, geïsoleerd, cybernetisch), simulaties.
- Het geloof in de rationaliteit, in de vooruitgang, is aangetast – gevoel van bedreiging. Schaarste aan grondstoffen, veiligheid, milieuvervuiling, lawaaihinder, ozonlaag, afvalverwerking, bevolkingsexplosie, schuldcrisis.

### 9.1.2 Leerplan van de tweede graad

#### 9.1.2.1 *Deeltjesmodel*

*Het opstellen van het deeltjesmodel zou zoveel mogelijk door de leerling zelf moeten gebeuren. Men mag evenwel niet verwachten dat de leerlingen volledig zelfstandig iets vinden waar wetenschappers een paar honderd jaar hebben over gedaan. Gepaste hulp van de leerkracht zal dus hier en daar nodig zijn. Er wordt verwacht dat men komt tot de volgende kenmerken van het deeltjesmodel:*

- *de materie is opgebouwd uit zeer veel kleine deeltjes;*
- *er bestaan verschillende soorten deeltjes;*
- *er is ruimte tussen de deeltjes;*
- *de deeltjes bewegen;*
- *de snelheid van de deeltjes neemt toe met de temperatuur;*
- *er werken krachten tussen de deeltjes.*

*Men kan van deze gelegenheid gebruik maken om even uit te wijden over het modelconcept. Tevens kan dan gewezen worden op de beperking van de modelvoorstelling.*

Problematiek van het zeer kleine – problematiek van de ingreep van de mens in de natuur.

#### 9.1.2.2 *Energie*

*Bij de eerste kennismaking met het begrip energie moet het de leerling duidelijk worden gemaakt welke belangrijke rol het begrip speelt in allerlei fysische verschijnselen. Verschillende verschijnsvormen van energie zoals bewegingsenergie, warmtehoeveelheid, chemische energie, elektrische energie, gravitatie-energie, ..., moeten bondig worden besproken...*

De zon als energiebron – bevolkingsgroei en energie – primaire en secundaire energie – energiebronnen – fossiele brandstoffen – hernieuwbare energiebronnen.

Rationeel energiegebruik is meer dan energiebesparing – energie besparen is energieverlies beperken – energie-efficiëntie neemt toe – rationele energie – omzetting in elektriciteitscentrales – hoe kan je thuis rationeel met energie omspringen? – energiebelasting.

#### 9.1.2.3 *Thermodynamische processen*

In een gesloten systeem kan energie, d.w.z. het vermogen om arbeid te leveren, noch gemaakt noch vernietigd worden.

### 9.1.3 Leerplan van de derde graad

#### 9.1.3.1 Veiligheid

*We leven in een maatschappij die steeds meer de invloed ondergaat van de technologie. Technologie houdt gevaren in zodat veiligheidsaspecten belangrijk zijn. Aandacht voor veiligheid zou moeten behoren tot de courante burgerzin van elk lid van onze maatschappij. Voor de exacte wetenschappen is er dus een taak weggelegd op dit domein want fysica, chemie, biologie... leveren de basiskennis in dat verband...*

*Het fysische begrippenkader is aanwezig om de leerlingen verantwoorde informatie betreffende deze gevaren te bezorgen...*

*Veiligheid heeft niet alleen rechtstreeks te maken met de menselijke persoon maar ook onrechtstreeks met zijn omgeving (het milieu). Veilig omgaan met dit milieu is dus essentieel en daar moeten wij als lesgevers het voorbeeld geven.*

#### 9.1.3.2 Milieuproblemen

*Er kan gewezen worden op de kwantitatieve en kwalitatieve gevolgen van radioactieve straling op levend weefsel. Veiligheidsaspecten van deze in ons milieu steeds toenemende straling kunnen hier uitvoerig behandeld worden.*

Milieuproblemen in de onmiddellijke omgeving, wereldwijd. Kan de aarde tegen dergelijke vervuiling? Wie zijn vervuilers? Wie kan wat doen?

Milieubelasting – ecotaks.

#### 9.1.3.3 Kosmologische modellen

Kosmologische modellen – perfectie van de natuur.

Gr.	Lj.	Leerinhouden	Ethische raakpunten	
2	1	Algemene eigenschappen van de materie en het deeltjesmodel	Zoeken naar de kleinste onderdelen van de natuur Beheersing van de natuur	
		Optica	Licht – energie van de zon	
		Krachten	Gravitatie – aarde	
	2	2	Arbeid – energie – vermogen	Energieproblematiek – milieuproblematiek
			Druk	
			Gaswetten	
Warmte en energie	Energieproblematiek – milieuproblematiek			
Fase-overgangen				
Arbeid bij gassen	Thermodynamische processen			

Gr.	Lj.	Leerinhouden	Ethische raakpunten
3	1	Elektrodynamica	Oneindig verkleinen van weerstanden Supergeleiding
		Elektromagnetisme	
		Elektrische structuur van de vaste stof	Doordringen tot de elementaire bouwstenen van de kern van een atoom
		Kernfysica	Energieproblematiek – milieuproblematiek
	2	Kinematica	
		Dynamica	Wereldbeeld – kosmologie
		Periodieke verschijnselen	

## 9.2 Ethische problemen en leerplannen fysica

### 9.2.1 Inleiding

In het algemeen worden wetenschappers enigszins afgeschrikt bij het horen van het woord *ethiek*. Bij nader inzien blijkt bovendien dat leerplannen biologie, chemie en aardrijkskunde zich beter lenen tot het opsporen van ethische problemen. Zo lijkt het althans.

Hiervoor kunnen wellicht verscheidene redenen worden aangehaald:

- De leerinhouden van deze vakken staan dicht bij de werkelijkheid van alle dag of bij de actualiteit. Men denke aan kunstmatige bevruchting, abortus, euthanasie, het mestactieplan, ... In fysicalessen leert men in veel gevallen technieken beheersen, dikwijls zuiver wiskundige technieken, zonder veel acht te slaan op de toepassingen daarvan.
- Zo men probeert een antwoord te vinden op ethische vragen, engageert men zich en verlaat een academische ivoren toren. Ethische vragen maken ongerust omdat ze de wetenschapper treffen in zijn waardeschalen. De fysicus schermt zich nogal eens af van deze problematiek. Wellicht hangt dit samen met wat men het niveau van complexatie noemt.

Zet men alle wetenschappen op een rij, dan is deze die zich bezighoudt met de fundamentele materie, een in principe eenvoudig bouwwerk van een beperkt aantal elementaire deeltjes, de fysica. Over chemie en biologie evolueert men tot steeds complexere systemen, die dan dikwijls dicht bij ons ecosysteem staan.

- Ethische problemen laten zich meestal niet pasklaar oplossen en zeker niet kwantitatief. Dit gaat in tegen de voorkeur van fysici voor kwantitatieve oplossingen.
- Het is in de fysica nodig om beperkingen in te voeren in het gebruikte paradigma. Zo verklaarde Galilei dat het voor zijn fysica, in casu de statica, onbelangrijk was, rekening te houden met de kleur van de voorwerpen. Je kan van mening zijn dat het voor het oplossen van fysische problemen des te meer onbelangrijk is rekening te houden met ethische argumenten.

### 9.2.2 Algemene beschouwingen

In wat volgt worden onderwerpen uit de leerplannen van de 2<sup>e</sup> en de 3<sup>e</sup> graad opgezocht die ethische repercussies hebben. Het spreekt vanzelf dat de leerkracht fysica dieper op een onderwerp kan ingaan dan het volgens het leerplan voorzien is. Anderzijds weten we allen hoe overladen leerplannen kunnen zijn. Toch mag men niet vergeten dat een algemeen vormende opleiding niet voorbij kan gaan aan deze problematiek, getuige daarvan de organisatie van deze studiedag.

### 9.2.3 Energie

Energie en daarmee samenhangend, het principe van behoud van energie, stellen ons wellicht voor de meest nijpende ethische problemen op het gebied van de fysica.

Objectieve informatie via verscheidene kanalen is dan ook van groot belang. Ik denk hierbij aan de lectuur van een boek als *Kernenergie: nee bedankt, ja graag?* van de Leuvense hoogleraar Paul De Meester. Dit boek is leesbaar voor leerlingen van de 3<sup>e</sup> graad. Ik denk hierbij ook aan excursies naar de kerncentrale van Doel of naar de tentoonstelling *Isotopolis* van het NIRAS in Dessel.

Dat onderzoek naar zuivere energievormen enerzijds en het zuinig omspringen met energie anderzijds belangrijk zijn, is ook voor leerlingen wel duidelijk.

Een interessant aspect van de problematiek wordt gesteld door de Oostenrijks-Amerikaanse filosoof Ivan Illich. Illich is o.a. bekend door de zogenaamde dubbele-drempel-theorie. Algemeen komt die er op neer dat activiteiten in de samenleving (verkeer, onderzoek, onderwijs, produktie, ...) boven een eerste drempel moeten komen om de samenleving leefbaar te maken en onder een tweede blijven om ze zo te houden (*Energie et Équité*, 1976). Illich stelt dan ook dat het niet volstaat onze energie zuiver en hernieuwbaar te produceren, maar pleit er voor een zekere soberheid in acht te nemen. Massaal verbruik van schone energie heeft volgens hem "op de maatschappij dezelfde uitwerking als intoxicatie met een middel dat fysiek onschadelijk is, maar tot psychische verslaving leidt".

Een bijkomend probleem is of we, gezien de toename van de wereldbevolking, zoveel energie moeten of kunnen blijven verbruiken als we nu doen en of het voor de bevolking van de derde wereld noodzakelijk is of wenselijk om hetzelfde energieverbruik te hebben als wij.

In verband met het energieverbruik en bijvoorbeeld ook met het warmtetransport valt het broeikaseffect te vermelden. Ik denk dat het belangrijk is de leerlingen te wijzen op de complexiteit van dit probleem en daarmee samenhangend, op het feit dat hiervoor geen eenvoudige oplossingen, zeker geen sloganmatige, voorhanden zijn. Daar tegenover staat dat men met leerlingen kan spreken over het feit dat, omdat wetenschappelijke zekerheid omtrent een aantal facetten van het probleem ontbreekt, men de zaak niet zomaar op zijn beloop kan laten.

Men kan leerlingen proberen een ethische reflex bij te brengen i.v.m. het zuinig omspringen met energie. Dit zit in kleinigheden van elke dag. De hoop is ze zo gevoelig te maken voor meer omvattende problemen waar ze concreet weer niet direct iets aan kunnen verhelpen.

De tweede hoofdwet van de thermodynamica kan in dit verband ook ter sprake gebracht worden. Het is hier merkwaardig dat er een tegenspraak bestaat tussen de biologie waar men een evolutie veronderstelt naar complexere systemen en de fysica waar de evolutie omgekeerd verloopt.

Sinds Ilya Prigogine hebben we geleerd de zaken anders te bekijken. Door de komst van krachtige computers is het mogelijk in de richting van chaostheorie onderzoekingen te doen. Dit is meer dan pure theorie. Er zijn bijvoorbeeld consequenties in het gebied van de geneeskunde (epidemiologie, cardiologie, ...). Het is belangrijk dat onderzoekers kunnen kiezen voor dit soort onderzoek waar we dichter bij het verschijnsel *leven* komen, tot nu toe toch wel verwaarloosd in de fysica.

### 9.2.4 Supergeleiding

Het verschijnsel supergeleiding kan ter sprake komen naar aanleiding van lessen over de elektrische weerstand. Het valt op dat veel onderzoek in dit gebied toegepast is. Men zoekt naar hoge temperatuur supergeleiders en men probeert daarmee bijvoorbeeld met wisselend succes, bruikbare elektrische leidingen te construeren. Toch is het nog altijd niet volledig duidelijk hoe hoge temperatuur supergeleiders precies werken.

Je kan je de vraag stellen hoe belangrijk dit is om te weten. Is dit wel wetenswaardig? Dit soort vragen heeft ethische aspecten. De Duitse socioloog Max Weber zegt hierover: "Wetenschap is altijd verbonden met de norm van het wetenswaardige. Het gaat er niet om weetjes voort te brengen. Het gaat erom datgene voort te brengen waarvan men veronderstelt dat het waard is om geweten te worden".

Dit onderstelt bij de keuze van het onderzoeksobject een waarde-oordeel, een ethische bezinning. Vanuit linkse hoek komt wel eens de kritiek dat een aantal wetenswaardigheden uit het fundamenteel onderzoek thuishoren in een burgerlijke wetenschap die veel geld kost en uiteindelijk voor de mens van weinig belang is.

Ik zou dit niet zo scherp durven stellen. Ik denk dat wetenschap, net als kunst, deel uitmaakt van ons cultuurpatroon. Over de rol van kunst kan men discussiëren. Toch zal men niet ontkennen dat wie niet weet wie bijvoorbeeld Beethoven, Picasso of Horta zijn, een gat in zijn of haar cultuur heeft. Naar analogie zou ik stellen dat wie niet weet wie Newton, Faraday, Einstein of Heisenberg zijn een gat in zijn of haar cultuur heeft. Wanneer men vanuit linkse hoek spreekt over bourgeoiswetenschap, dan doet me dat denken aan het lot van de *entartete kunst* onder het nazi-regime, hiermee nogmaals de vergelijking tussen kunst en wetenschap doortrekkend.

Het onderzoek naar de toepassing van supergeleiding wordt zoals een groot deel van het toegepast onderzoek en een deel van het fundamenteel onderzoek, gesubsidieerd. Dit gebeurt vanuit de industrie of vanuit het militair apparaat. In de Verenigde Staten is tijdens de Reaganadministratie onderzoek naar supergeleiding gefinancierd in het kader van het SDI (Strategic Defense Initiative). Dit beperkt uiteraard de academische vrijheid van de onderzoeker.

Een belangrijke vraag is dan wel of die vrijheid inderdaad onbeperkt mag zijn. Ik kom hierop nog terug.

### 9.2.5 Vaste stof fysica

Zoals uit het vorige bleek is de keuze van een onderzoeksobject gedeeltelijk een ethische beslissing. Wanneer men in de vaste stof fysica, meer bepaald in de daarvan afgeleide elektronica de miniaturisatie steeds meer doorvoert, kan je je afvragen wat het belang daarvan is. Wat is het belang van het beschikbaar zijn van een heel aantal soorten transistoren? Is het niet belangrijker het onderzoek te richten op veelomvattende gehelen zoals het ecosysteem? Moet men niet meer energie stoppen, letterlijk en figuurlijk, in het onderzoek naar alternatieve energiebronnen, het broeikaseffect, de voedselbevoorrading van de derde wereld?

Men stelt wel dat miniaturisatie leidt tot beperking van het energieverbruik. Zoals zo dikwijls het geval is zijn er ook hier twee zijden aan de medaille. Miniaturisatie leidt ook tot beperking van het gewicht, hetgeen in de elektronica van een gevechtsvliegtuig als de F16 van groot belang is. Micro-elektronica, het is algemeen bekend, beperkt de werkgelegenheid. Hoewel micro-elektronica ook werkgelegenheid stimuleert zou het naïef zijn te denken dat werkgevers de voorkeur zouden geven aan dure arbeiders boven op min of meer lange termijn goedkope robots. Micro-elektronica is van belang in gesofisticeerde en dan ook heel dure geneeskundige toepassingen. Kan men het geld hiervoor niet beter besteden aan het uit de weg ruimen van lepra, malaria, ...?

Ik wil toch waarschuwen tegen het formuleren van eenvoudige antwoorden op moeilijke vragen. Ethische vragen zijn bijna per definitie moeilijk en het onheil, teweeggebracht door mensen die gemakkelijke oplossingen hebben voor moeilijke problemen, is al groot genoeg.

Een algemeen geldend aspect van wetenschap is de informatie-explosie. Bibliografisch onderzoek heeft geleid tot de conclusie dat ongeveer 50% van de publikaties niet geciteerd wordt. Bovendien neemt het aantal publikaties exponentieel toe, in het algemeen met een verdubbelingstijd van 10 à 15 jaar. Het is daarbij duidelijk dat bijvoorbeeld in de vaste stof fysica de verdubbelingstijd korter is. Heeft dit nog zin? Hoeveel middelen worden vergooid? Of is dit toch geen vergooien van middelen?

Een aspect van de vaste stof fysica in de 3<sup>e</sup> graad dat ook elders ter sprake komt is het wekken van verwondering, niet zozeer in de technische toepassingen die toch miniem ter sprake komen, maar bijvoorbeeld in het feit dat er in een vaste stof energiebanden bestaan. Leerlingen worden hier, voor hen wellicht enigszins onbewust, op de quantummechanische realiteit gedrukt. De leerkracht kan deze situatie aangrijpen om hen te wijzen op het feit dat modellen gebaseerd op het zogenaamde gezonde verstand dikwijls totaal fout zijn, anders gezegd dat onze intuïtie ons op een volledig verkeerd spoor kan zetten. Dat geldt ook in heel andere contexten.

### 9.2.6 Kernfysica

In de lessen kernfysica kan men met de leerlingen de vraag stellen naar de verantwoording van uitgaven voor het onderzoek naar elementaire deeltjes.

Een berucht voorbeeld hiervan is de geplande maar ondertussen afgevoerde bouw van de SSC, de Amerikaanse superconducting super collider waarvan de kosten geraamd werden op 5,3 à 6 miljard dollar. Het project is goedgekeurd tijdens de Reaganadministratie op een ogenblik dat er gesnoeid werd in de sociale budgetten. Ondertussen is het project wegens niet haalbaar terug afgevoerd nadat er reeds enorme kosten gemaakt werden. De Amerikanen komen nu bij het Europese CERN aankloppen om hier hun experimenten uit te voeren. Het is overigens bekend dat het CERN een voorbeeld is van internationale samenwerking op wetenschappelijk gebied. Wat men er ook van moge zeggen, wetenschappers geven hier een voorbeeld van grensverleggende samenwerking tussen volkeren waar dit op andere terreinen moeilijk te realiseren blijkt. Het is bekend dat het zoeken naar nog onontdekte elementaire deeltjes meer energieën en meer geldmiddelen vraagt. Hoe ver kan men daarin gaan? Is het Higgsboson zo belangrijk?

Ook in kernfusie-onderzoek worden enorme bedragen gependend. Het is uiteraard moeilijk om als niet specialist zinnige dingen hierover te zeggen. Het is ronduit onverantwoord om hierover in slogans te spreken. Vanuit de wereld van het fusie-onderzoek bereiken ons evenwel positieve berichten. Men hoede er zich echter voor mensen, in dit geval leerlingen, het hoofd op hol te jagen, zelfs als fusie commercieel doorbreekt. Denk aan Illich!

In verband met kernfysica ligt het voor de hand het aspect veiligheid naar voor te brengen. Veiligheid is hierbij belangrijk voor personen en voor het milieu. Ik verwijs hier naar informatie via lectuur en bedrijfsbezoeken. Leerlingen mogen ook weten dat wat zij leren later van toepassing kan zijn om de veiligheid van anderen, bijvoorbeeld van collega's, te waarborgen.

### 9.2.7 Mechanica

De mechanica zoals in het 6<sup>e</sup> leerjaar op het programma, kan aanleiding geven tot uiteenlopende ethische vraagstellingen.

De wiskundige schoonheid van methodes uit de mechanica (richtingscoëfficiënten, afgeleiden, vectoren, integralen) kan op sommige sterke leerlingen zo inwerken dat ze gaan denken dat de werkelijkheid in formules te vatten is. Reeds Kant verwonderde zich over het feit dat de natuur zo in wiskundige formules te vatten was. Toch was Kant wel zo verstandig te stellen dat er ook andere dan wiskundige werkelijkheden zijn.

De mechanica kan ook aanleiding geven tot gesprekken over veiligheid. Ten slotte kan je deze mechanica gebruiken om constructies te ontwerpen die de veiligheid van medemensen bevorderen. Men denke hierbij aan elektrische centrales, bruggen, ... In de trillingsleer is het voorbeeld van de Tacomabrug illustratief.

Een interessant ethisch punt in de mechanica komt naar voor bij het oplossen van vraagstukken. Iedereen weet dat vraagstukken over de projectielbeweging een militaristisch uitzicht kunnen hebben. Ik vind dat men niet moet zoeken naar dit soort toepassingen. De projectielbeweging bij een vliegtuig dat een bom dropt is ten slotte dezelfde als bij het droppen van een voedselpakket. Toch is het naar mijn mening verkeerd

dit soort zaken voor leerlingen te verzwijgen. Men moet niet naïef zijn. Leerlingen zien ook oorlogsbeelden op de televisie. Leerlingen zien dan toegepaste fysica en ze mogen dit weten.

In de mechanica geeft het deel over gravitatie aanleiding tot gesprekken over ruimtevaart. Ik herinner me in dit verband een affiche met de tekst: "100 miljard naar de maan". Het is inderdaad achteraf bezien de vraag of bemande maanreizen zoveel meer informatie hebben opgeleverd dan men al had of dan men met de moderne remote sensing technieken kan te weten komen. De vraag is al gesteld of men al het geïnvesteerde geld niet beter gebruikt had om bijvoorbeeld goedkoop proteïnen te produceren ten bate van de derde-wereldlanden.

Een project als dat van NASA wordt wel verdedigd met het idee "let levert op de duur wel iets op" (*technology pull*). Sinds het einde van de jaren '60 is men overgegaan naar de zogenaamde *demand pull* of *market pull*. Men stemt zich dan meer af op de prioriteiten van de samenleving. Dit betekent uiteraard een aantasting van de academische vrijheid maar, is vrijheid absoluut... ?

Het ligt voor de hand dat beschouwingen rond gravitatie en de kosmos leerlingen zin voor verwondering kunnen bijbrengen. Sommigen zeggen: het gevoelig zijn voor de religieuze dimensie van de werkelijkheid.

Enige voorzichtigheid is hier naar mijn gevoel geboden. Illustratief hierbij is het verhaal van Georges Lemaître, één van de grootste wetenschappers die de Leuvense Universiteit ooit had en bekend als de vader van de Big Bang. Lemaître, die zijn ideeën hieromtrent in 1927 publiceerde, had daarmee aanvankelijk weinig succes. Men verweet hem een soort godsbewijs te willen leveren met behulp van een modern scheppingsverhaal. Lemaître heeft deze kritiek altijd bestreden met het argument dat het goddelijke zich niet laat vatten in natuurwetenschappelijke argumenten. Het heelal zou overigens even goed cyclisch kunnen verlopen, hetgeen overeenkomt met de hindoeïstische visie in plaats van de joods-christelijke.

In verband met de schoonheid van de kosmos vermeld ik nog hoe de Britse astronoom Hoyle in een vulgarijserend boek over astronomie schrijft over een gesprek met Paul Dirac waar deze zegt: "Je moet leren schoonheid te herkennen". Ik denk dat dit soort schoonheid naar voor komt in machtige theorieën als Newtons gravitatie-theorie maar bijvoorbeeld ook in de wetten van Kepler. Het is niet verwonderlijk dat Kepler in 1619 een belangrijk werk publiceerde met als titel: *Harmonice mundi*.

Toch ondervond ook Kepler dat vasthouden aan modellen tot verkeerde resultaten kan leiden. Het heeft hem nogal wat moeite gekost om te geloven dat planetenbanen ellipsen waren in plaats van cirkels. Tenslotte kwam het idee van de perfect symmetrie van cirkelbanen voor hemellichamen al van de oude Grieken.

### 9.2.8 Slotbeschouwing

Tot slot zou ik nog enkele overwegingen willen meegeven. Er is de uitspraak van de Franse wetenschapsfilosoof Jean-François Lyotard die zegt: "Het is onmogelijk de ontwikkeling te legitimeren door de belofte van emancipatie van de volledige mensheid".

Verder was het niet de bedoeling kennistheoretische problemen ter sprake te brengen. Toch zou ik hier enkele woorden willen spenderen aan de figuur van Karl Popper. Popper is vooral bekend van het falsificatieprincipe dat zegt dat men een uitspraak maar wetenschappelijk kan noemen in de mate dat zij kan worden gefalsificeerd. Overigens formuleerde Pascal in 1647 een gelijkaardig principe.

Volgens Popper is een theorie dus nooit absoluut. Een falsificatie kan de theorie steeds kelderen. Popper veralgemeent dit en past dit toe op ideologieën. Ook deze zijn volgens hem nooit absoluut. Niemand heeft de waarheid in pacht. Niemand heeft het recht een ideologie aan anderen op te dringen en het is dwaas met eender welke ideologie te dwepen. Deze ethische beschouwingen vertrekken van Poppers kennistheoretische inzichten in positieve wetenschappen en zijn geformuleerd in één van zijn bekendste werken: *The open society and its enemies* (1945).

AERTS, D., APOSTEL, L., VANDER VEKEN, J., *Cirkelen om de wereld*, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen, 1994, 281 blz., ISBN 90 289 20315.

DE MEESTER, P., *Mens en Techniek*, Uitgeverij Lannoo, Tielt, 1991, 125 blz, ISBN 9020919016.

DE DIJN, H., *De lotgevallen van de Metafysica in de Moderne Tijd*. In: MOORS, M., VAN DER VEKEN, S., (red.), *Naar leeuweriken grijpen – Leuvense opstellen over metafysica*, Leuvense Universitaire Pers, Leuven, 1994, blz. 83-100, 245 blz.

DREES, W.B., (red.), *Denken over God en wereld – Theologie, natuurwetenschap en filosofie in wisselwerking*, Uitgeverij Kok, Kampen, 1994, 159 blz., ISBN 90 242 8284 5.

GUITTON, J., *God en de wetenschap*, Uitgeverij Ambo, Baarn, 1992, 139 blz., ISBN 90 263 1180 X.

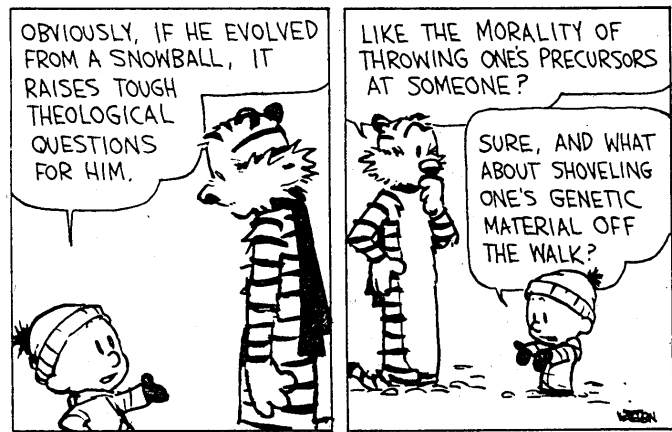
PRIGOGINE, J. en STENGERS, I., *Orde uit chaos – De dialoog tussen de mens en de natuur*, Uitgeverij B. Bakker, Amsterdam, 1988, 352 blz., ISBN 90 351 02126.

TOULMIN, S., *Kosmopolis, de Verborgene Agenda van de Moderne Tijd*, Uitgeverij Kok Agora, Kampen, 1990, 297 blz., ISBN 90 289 15559.

WEILER, R. en HOLEMANS, D., (red.), *Bevrijding of bedreiging door wetenschap en techniek*, Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen, 1993, 178 blz., ISBN 90 289 1852 3.

WILDIERS, N.M., *Kosmologie in de Westerse Cultuur*, Uitgeverij De Nederlandsche Boekhandel, Kapellen, 1988, 344 blz., ISBN 90 289 13637.

WILDIERS, N.M., *Wereldbeeld en theologie – Van de middeleeuwen tot vandaag*, Standaard Wetenschappelijke Uitgeverij, Antwerpen/Amsterdam, 1977, 418 blz., ISBN 90 02 13665 X.



Uit *Homicidal psycho jungle cat* door Bill Watterson  
© Warner Books