

LEERPLAN

CHEMIE

(algemeen vak - lestijd: 1 tot 1,5 uur per week)

Secundair Onderwijs - IIIde graad - Studierichting Rudolf Steinerpedagogie

ingediend door: Federatie van Rudolf Steinerscholen in Vlaanderen vzw
lid van de European Council for Steiner Waldorf Education
Kasteellaan 54
9000 Gent
09/233.04.06

datum: 28 februari 2005

Inhoud

1. Beginsituatie.....	3
2. Doelstellingen	4
2.1. Inleiding: twee benaderingswijzen.....	4
2.2. Leerplandoelstellingen	4
2.2.1. Algemene doelstellingen	4
2.2.2. Bouwstenen van de theoretische chemie en periodiek systeem.....	7
2.2.3. Chemische interactie tussen deeltjes	7
2.2.4. Organische chemie	8
2.2.5. Fenomenologische benadering	8
3. Leerinhouden.....	9
3.1. Het eerste leerjaar.....	9
3.2. Het tweede leerjaar.....	9
3.2.1. Organische chemie	9
3.2.2. Fenomenologie	10
4. Minimale materiële vereisten	11
5. Evaluatie.....	12
6. Methodologische wenken.....	13
7. Bibliografie.....	14

1. Beginsituatie

In het eerste jaar van de derde graad hebben de leerlingen reeds 4 jaar 'ervaring' met Chemie als vak, d.i. met het waarnemen en beschrijven van de proeven, met de besluiten uitgaande van het experiment.

In de tweede graad werd het accent verlegd van het beeldend-kwalitatieve naar het wetenschappelijk exacte. De beeldenrijkdom werd opgevolgd door heldere denk- en begripsinhouden. De analyse van problemen kon aangepakt worden en de stap van verschijnselen naar begrippen kon bewust gemaakt worden. Zo werden begrippen als concentratie, verzadigde oplossing, diffusie en osmose opgenomen.

Ook de stap naar het opstellen van reactievergelijkingen werd gemaakt en tevens het voorspellen van reacties. Dit gebeurde zowel bij de bereiding van een aantal organische stoffen (ethanol, diëthylether, azijnzuur, esters) in het eerste jaar van de tweede graad, als bij de zoutsplitsing en zoutvorming in het tweede jaar van de tweede graad.

Wanneer de leerlingen een aanvang maken met de derde graad, wordt van hen verwacht dat ze reeds in voldoende mate abstractie kunnen maken en via hun denken los kunnen komen van het concrete. Er wordt verwacht dat de leerlingen het abstraheringsproces verregaand kunnen voortzetten en dat ze anderzijds voldoende beweeglijkheid behouden om ook van dit begripsmatig denken los te kunnen komen. Zo zullen analyse en synthese als polaire wegen bewandeld moeten worden.

Met het bereiken van het tweede jaar van de derde graad komt de leerling-adolescent op een grens te staan: afscheid van de middelbare school en een beslissing naar de toekomst komen almaar naderbij. Daardoor komt de klemtoon te liggen op een toekomstgerichte bewustzijnshouding. Vragen als: 'Wat kan ik?', 'Wat wil ik?', 'Wie ben ik?', duiken nu regelmatig op. Het denkgebaar dat een abituriënt daarbij maakt, is een globaal denken, het denken in grote samenhangen, ondersteund door een individueel oordeelsvermogen.

Belangrijk is te weten dat de Rudolf Steinerscholen niet de bedoeling hebben dat de leerlingen via het vak Chemie tot wetenschappers worden gevormd, wél echter dat ze een algemene visie krijgen op de wereld van de verschillende stoffen, zo mogelijk met behoud van een respectvolle verbinding met de levende werkelijkheid.

2. Doelstellingen

2.1. Inleiding: twee benaderingswijzen

Chemie kan vanuit minstens twee standpunten worden benaderd.

Bij de wetenschappelijke **benadering vanuit materialistisch standpunt** primeren de deeltjes waarbij de macroscopische verschijnselen beschouwd worden als resultaten van een interactie tussen een groot aantal microscopische of zelfs niet waarneembare deeltjes. Het materialistische model heeft geresulteerd in onze hoogtechnologische samenleving, die gesteund is op de principes voorspelbaarheid en berekenbaarheid van de moderne wetenschap.

Bij de wetenschappelijke **benadering vanuit fenomenologisch standpunt** primeren de verschijnselen. Om de werkelijkheid fenomenologisch te doorgronden wordt uitgegaan van de “waar”neming in de breedste zin van het woord. Alle fenomenen, feiten, indrukken, zelfs gevoelens die worden opgeroepen ... worden in een eerste fase verzameld waarbij de fenomenologische beoefenaar zich principieel terughoudt in zijn oordeel of van zijn innerlijke commentaren. Het komt er vooreerst op aan het onderzochte verschijnsel voor zichzelf te laten spreken.

Vanuit het oogpunt van de steinerpedagogie is het belangrijk dat leerlingen leren vertrouwen op de zintuigen en hen niet van jongaf wordt geleerd dat, zoals in de klassiek wetenschappelijke benadering vaak beweerd wordt, de zintuigen misleiden en veel te grof zijn om tot exacte waarnemingen te komen. Het zijn immers niet de zintuigen die bedriegen, maar het oordeel! (naar een woord van J.W. von Goethe). Onder andere hierom kiezen de steinerscholen voor de fenomenologische benadering. Dat heeft ook te maken met het nadeel dat het materialistische model inhoudt, namelijk dat het de werkelijkheid en haar fenomenen reduceert tot materiële objecten. Het is een model dat op de werkelijkheid wordt geprojecteerd, en weliswaar een groot wetenschappelijk en maatschappelijk nut heeft, maar waarbij de zuivere fenomenen niet (meer) vanzelf spreken. Hoe waardevol en werkzaam deze wetenschapsbenadering ook is, toch willen wij deze methode pas toevoegen naast de fenomenologie vanaf de derde graad.

2.2. Leerplandoelstellingen

2.2.1. Algemene doelstellingen

Onderzoekend leren

De leerlingen

1. kunnen een fenomeen waarnemen en dit nauwkeurig beschrijven – waarnemingsvelden moeten zo zuiver mogelijk onder woorden worden gebracht en alle subjectieve gevoelens en vooroordelen moeten in deze fase terzijde gehouden worden; (Gem. ET 1)
2. kunnen andere proefopstellingen vinden waar het fenomeen zich op gelijke of andere wijze uitspreekt; (Gem. ET 2)

3. kunnen het ‘oerfenomeen’ vinden, het ‘gebaar’ dat alle fenomenen doortrekt, en kunnen daarmee de verschijnselen ordenen; (Gem. ET 3)
4. kunnen andere verschijnselen in relatie brengen met het waargenomen fenomeen; (Gem. ET 4)
5. kunnen een onderscheid maken tussen feiten, meningen, vermoeden, modellen en hypothesen; (Gem. ET 5)
6. kunnen de ‘kwaliteit’ van de onderzochte natuurkracht herkennen (kwaliteit = karakter = het wezen = de dynamiek van de natuurkracht); (Gem. ET 6)
7. kunnen een proefverslag maken aan de hand van waarnemingen en kunnen dit schematiseren, bijvoorbeeld volgens het stramen opstelling, werkwijze, waarneming, evt. meting, tabel en grafiek, besluit en evt. verklaring; (Gem. ET 7)
8. kunnen met voorbeelden verduidelijken dat nieuwe theorieën vaak slechts na vele jaren doorgang vinden in een gevestigd wetenschappelijk kader, en dat eeuwenlang aanvaarde wetenschappelijke hypothesen in het verleden meer dan eens onvolledig bleken te zijn; (Gem. ET 8)
9. leren dat ook in de niet-materiële wereld met grote precisie wetmatigheden kunnen worden ontdekt en geformuleerd; (Gem. ET 9)
10. kunnen studie- en beroepsmogelijkheden i.v.m. chemie opnoemen en er enkele algemene kenmerken van aangeven; (Gem. ET 10)
11. gaan behoedzaam om met de afvalresten van chemische stoffen en passen de gangbare regels toe inzake afvalsortering en -verwijdering;
12. leren meester zijn over de mogelijke situaties die zich onverwacht kunnen voordoen (gasontsnapping, glasbraak, oververhitting, brand, vlekken op kleding, ...);
13. krijgen, door hun omgang met de stoffen en toepassingen, een gevoel van verbinding met deze technologische wereld, waardoor angst en vervreemding weggenomen worden.

Wetenschap en samenleving

De leerlingen kunnen

14. met een voorbeeld verduidelijken hoe de genese en de acceptatie van nieuwe begrippen en theorieën verlopen; (Gem. ET 12)
15. de wisselwerking tussen de chemie, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens met een voorbeeld illustreren; (Gem. ET 13)
16. een voorbeeld geven van positieve en nadelige (neven)effecten van chemische toepassingen; (Gem. ET 14)
17. met een voorbeeld sociale en ecologische gevolgen van chemische toepassingen illustreren; (Gem. ET 15)
18. met een voorbeeld illustreren dat economische en ecologische belangen de ontwikkeling van de chemie kunnen richten, bevorderen of vertragen; (Gem. ET 16)

De leerlingen

19. kunnen op basis van waarnemingen het verloop van proeven genuanceerd en duidelijk beschrijven; (ET 1)
20. kunnen demonstratieprocessen interpreteren; (ET 2)
21. kunnen de universele pH-indicator gebruiken; (ET 3)
22. kunnen eenvoudige chemische reacties uitvoeren; (ET 4)

23. kunnen chemische informatie in gedrukte bronnen of via elektronische weg opzoeken en gebruiken; (ET 5)
24. kunnen veilig en verantwoord omgaan met stoffen, gevarensymbolen interpreteren en R- en S-zinnen opzoeken; (ET 6)
25. kunnen de chemie situeren in het dagelijks leven, in opleidingen en beroepen en tussen de andere wetenschappen; (ET 7)
26. kunnen de volgende functies in een gegeven structuurformule herkennen met behulp van een determineertabel: (ET 8)

Stofklassen	
<i>Algemene Formule</i>	<i>Naam</i>
R-H	Alkanen
R-CH=CH-R'	Alkenen
R-C ^o C-R'	Alkynen
R-OH	Alcoholen (Alkanolen)
R-X	Halogeniden (Halogeenalkanen)
R-NH ₂	Aminen (Alkaanaminen)
R-CHO	Aldehyden (Alkanalen)
R-CO-R'	Ketonen (Alkanonen)
R-COOH	Carbonzuren (Alkaanzuren)
R-COO-R'	Esters (Alkylalkanoaten)
R-CO-NH ₂	Amiden (Alkaanamiden)
R-O-R'	Ethers (Alkoxyalkanen)

27. kunnen met eenvoudig materiaal een neutralisatiereactie en een redoxreactie uitvoeren. (ET 9)

2.2.2. Bouwstenen van de theoretische chemie en periodiek systeem

De leerlingen

28. kunnen in grote lijnen de historische totstandkoming van het periodiek systeem van de elementen schetsen; (ET 10)
29. kennen de chemische symbolen van de belangrijkste elementen;
30. kunnen de begrippen molecule, atoom, proton, neutron, elektron en ion omschrijven; (ET 11)
31. kunnen de begrippen atoom, proton, neutron en elektron situeren in het atoommodel van Rutherford-Bohr; (ET 12)
32. kennen het begrip orbitaal; (ET 13)
33. kunnen metalen, niet-metalen en edelgassen aanwijzen in het periodiek systeem van de chemische elementen; (ET 14)
34. kunnen de samenhangen in het periodiek systeem van de elementen beschrijven met behulp van atoommassa, atoomnummer en elektronenconfiguratie; (ET 15)
35. kunnen voor de eerste twintig elementen het aantal elektronen op de buitenste schil afleiden uit hun plaats in het periodiek systeem; (ET 16)
36. kunnen de wet van behoud van massa en de wet van behoud van atomen (aard en aantal) gebruiken in reactievergelijkingen; (ET 17)
37. kunnen met een voorbeeld modelmatig uitleggen hoe een ionbinding, een covalente binding en een metaalbinding tot stand komen; (ET 18)
38. kennen het begrip oxidatiegetal; (ET 19)
39. kunnen aan de hand van een chemische formule een representatieve stof classificeren en benoemen als:
 - enkelvoudige of samengestelde stof;
 - metaal of niet-metaal;
 - oxide, hydroxide, zuur of zout;
 - anorganische of organische stof; (ET 20)
40. kunnen eenvoudige symbolisch weergegeven reacties lezen en interpreteren; (ET 21)
41. kennen het begrip mol als een mogelijkheid om hoeveelheden van verschillende stoffen chemisch met elkaar te vergelijken; (ET 22)
42. kennen het verband tussen het begrip mol en het getal van Avogadro; (ET 23)
43. kunnen op basis van een gegeven formule het gewicht omzetten naar mol en omgekeerd; (ET 24)
44. kunnen de concentratie van een stof berekenen. (ET 25)

2.2.3. Chemische interactie tussen deeltjes

De leerlingen

45. kunnen oxidatie en reductie aan de hand van elektronenuitwisseling aanduiden in aantal representatieve reacties; (ET 26)
46. kunnen in een gegeven redoxevenwicht de reductie van de oxidatie onderscheiden; (ET 27)
47. kennen de nomenclatuur van de belangrijkste zouten, zuren en basen; (ET 28)
48. kunnen in een gegeven zuur-base-evenwicht de betrokken deeltjes, op basis van de protonenoverdracht, identificeren als zuur of base. (ET 29)

2.2.4. Organische chemie

De leerlingen kunnen

49. uitgaande van een gegeven structuurformule of naam en met behulp van een determineertabel een koolstofverbinding benoemen volgens de stofklasse waartoe ze behoort; (ET 30)
50. het begrip isomerie uitleggen aan de hand van representatieve voorbeelden van structuur- en stereo-isomerie; (ET 31)
51. een reactie uit de koolstofchemie, waarbij de structuurformule van de begin- en eindproducten gegeven is, herkennen als één van de volgende reactietypes: substitutie, additie, eliminatie, condensatie, polymerisatie, hydrolyse; (ET 32)
52. kennen de voornaamste organische verbindingen wat voorkomen en toepassingsdomein betreft.

2.2.5. Fenomenologische benadering

De leerlingen

53. kennen de belangrijkste voorwaarden tot het fenomenologisch bestuderen van chemische elementen of stoffen; (ET 33)
54. leren bij de fenomenologische studie vertrouwen op de eigen zintuigen en waarnemingen en leren het eigen gevoel erbij betrekken;* (ET 34)
55. kennen van enkele belangrijke chemische elementen of stoffen de wezenlijke eigenschappen die hen specifiek maken tegenover elkaar; (ET 35)
56. kennen van enkele belangrijke metalen de wezenlijke eigenschappen die hen specifiek maken tegenover elkaar; (ET 36)
57. kunnen de metalen als groep karakteriseren;
58. hebben kennis van de spanningsreeks van de metalen;
59. kennen de opdeling tussen edelmetalen en onedele metalen;
60. kunnen verwoorden dat chemische processen ontstaan vanuit polariteiten, bijvoorbeeld: donor–acceptor, zuur–base, oxidator–reductor, metaal–niet-metaal; (ET 37)
61. kennen de affiniteit tussen wateroplosbare stoffen enerzijds en de affiniteit tussen niet-wateroplosbare stoffen anderzijds; (ET 38)
62. kunnen vanuit de klassikaal verzamelde informatie (voorkomen, wezenlijke eigenschappen, toepassingen, experimenten) het karakteristieke beeld van een stof beschrijven. (ET 39)

3. Leerinhouden

3.1. Het eerste leerjaar

Er worden minstens 4 proeven door de leerlingen uitgevoerd. Groepen van 2 tot 4 leerlingen worden aanbevolen.

- het periodiek systeem:
 - geschiedkundig aspect: ontwikkeling van een nieuwe theorie
 - fenomenologisch aspect
 - kennismaking met achterliggend atoommodel
- het begrip 'element'
- bouwstenen van de theoretische chemie (eventueel leerlingenproeven):
 - chemische hoofdwetten
 - chemisch evenwicht
 - reactievergelijking
 - atomen en moleculen (ontstaan en acceptatie van deze begrippen)
 - atoommodel (protonen, neutronen, elektronen)
 - orbitaal
 - chemische binding: soorten
 - oxidatiegetal
 - chemische notatie
 - redoxreactie (elektronenuitwisseling)
- fenomenologische studie van een aantal belangrijke chemische elementen met bespreking van (eventueel leerlingenproeven):
 - de verschillende verbindingen per element
 - hun voorkomen in de natuur en in het menselijk lichaam (hier bespreken we ook de wisselwerking tussen de chemie, de technologische ontwikkeling en de leefomstandigheden van de mens)
 - hun toepassingen
 - bereiding en/of ontginning ervan
 - onderlinge vergelijking van de besproken elementen (wezenlijke verschillen en overeenkomsten)

3.2. Het tweede leerjaar

Er worden minstens 4 proeven door de leerlingen uitgevoerd. Groepen van 2 tot 4 leerlingen worden aanbevolen.

3.2.1. Organische chemie

- onderzoek van de centrale functie van koolstof in de organische verbindingen, met o.m.
 - het verschijnsel van de isomerie (verschil brutoformule/structuurformule)
 - enkelvoudige, dubbele en driedubbele verbinding

- summiere classificatie van de organische verbindingen
- globaal overzicht van organische reacties, met o.m.
 - condensatiereactie en hydrolyse
 - additie en eliminatie
 - substitutie
- inleiding op de chemie van de kunststoffen (polymerisatie, ...) met o.m.
 - positieve en nadelige (neven)effecten
 - studie- en beroepenvelden waarin de chemie een rol speelt
 - sociale en ecologische gevolgen
 - hoe economische en ecologische belangen de ontwikkeling van de chemie richten

3.2.2. Fenomenologie

- voorwaarden tot de fenomenologische studie
- fenomenologische beschrijving van enkele belangrijke elementen en stoffen
- fenomenologische beschrijving van enkele belangrijke metalen (eventueel leerlingenproeven)
- karakterisering van de metalen als groep (eventueel leerlingenproeven)
- de spanningsreeks van de metalen (eventueel leerlingenproeven)
- de edelmetalen en de onedele metalen (eventueel leerlingenproeven)
- polariteiten bij chemische processen

4. Minimale materiële vereisten

Aangezien zowel het demonstreren als het zelf uitvoeren van proeven twee belangrijke onderdelen zijn van de lessen Chemie in de derde graad, moet het wetenschapslokaal minstens beschikken over een ruime experimenteertafel met in de nabijheid voorzieningen voor gas, elektriciteit en water.

Tevens moet een afsluitbare, maar verluchte kast aanwezig zijn voor het opbergen van chemische stoffen die nodig zijn voor de experimenten en leerlingenproeven.

Het lokaal moet goed verlucht en verlicht zijn en beschikt over een afzuigingskast en een brandalarminstallatie.

Op school moeten enkele op het internet aangesloten computers aanwezig zijn zodat hierop eventueel – daar waar het een functionele meerwaarde heeft – opzoeken kunnen gebeuren.

Voor de leerlingenproeven zijn voor elke groep van leerlingen een experimenteertafel met in de nabijheid voorzieningen voor gas, elektriciteit en water ter beschikking. Groepen van 2 tot 4 leerlingen worden aanbevolen.

Bunzenbrander, staanders, driepikkels, klemmen, en metalen gaasjes zijn noodzakelijk voor elke groep. Het noodzakelijke glaswerk voor de leerlinge-proeven bestaat uit:

- Erlemeyers,
- Bekerglazen,
- Maatglazen,
- Kolven met platte en met ronde bodem,
- Roerstaven,
- Trechters,
- Pipetten,
- Gewone, vuurvaste en grote reageerbuizen

5. Evaluatie

Permanente evaluatie tijdens het klasgebeuren is zeer belangrijk. Men denke hierbij aan: algemene medewerking, vaardigheid bij het zelf uitvoeren van proeven en het stellen van kritische vragen.

Van de leerlingen wordt verwacht dat zij de leerstof verwerken in eigen nota's en een zelf gemaakt 'periodeschrift'. Dit schrift wordt beoordeeld naar correctheid, volledigheid en vormgeving.

Aan het einde van de periode is het aangewezen door middel van een summatieve toets de bereikte inzichten en vaardigheden te testen.

6. Methodologische wenken

Als denk- en doevak kan het vak Chemie zowel in een 'ochtendperiode' (gedurende drie weken de eerste twee uren van elke dag) als in 'losse uren' worden gegeven.

Het begrip 'element' kan aangebracht worden door de inhoudsverandering doorheen de geschiedenis te bekijken. De chemische hoofdwetten en zeker het atoommodel kunnen hier reeds worden besproken.

Omtrent de proeven is het aangewezen een ritme in te bouwen:

- eerste dag:
 - enkel waarnemen van de proeven
 - als huistaak maken de leerlingen een beschrijving van de proef
- tweede dag:
 - de waarnemingen worden vanuit een klasgesprek aangevuld
 - er worden besluiten getrokken
 - andere informatie omtrent het element wordt verteld
- derde dag:
 - nu worden verbanden gelegd tussen de verschillende gegevens:
 - wat valt op?
 - wat is gelijkaardig?
 - wat is tegengesteld?
 - samen met de leerlingen wordt een synthesetekst opgesteld die het element karakteriseert

Men moet zich beperken tot het uitdiepen van *enkele* elementen. De andere elementen zullen slechts summier aan de orde kunnen komen.

Men kan de leerlingen ook vragen om één of meerdere elementen in een tekening te karakteriseren. Verschillende mogelijkheden zijn:

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

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

Om (in het tweede jaar van de derde graad) de verschillende onderdelen met elkaar te verbinden, kan men uitgaan van het periodiek systeem van de elementen. Dit heeft op zich reeds het karakter van een overzicht, waarbij nog aangevuld wordt wat in de voorgaande jaren niet werd gezien. Zo komt men automatisch bij de halogenen terecht. De tweedeling tussen niet-metalen en metalen maakt het mogelijk om eerst de metalen te bespreken. Op dit punt kan ook de polariteit zuren-basen herhaald worden en eventueel uitgebreid. Tenslotte komt men met de niet-metalen terecht bij de elementen van de organische chemie.

In de structuurchemie komt men tot een zeer hoge abstractie van de stof. Vermits het ook de eerste keer is dat vanuit modellen wordt gedacht en gesproken, kan men hier niet ver in gaan. Het blijft enkel de bedoeling om het ruimtelijk voorstellingsvermogen te oefenen en om te illustreren hoe men vanuit de chemie denkt.

Het is aangeraden om met veel (actuele) teksten te werken.

7. Bibliografie

- ATKINS, P.W., *Chemische reacties*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1993.
- ATKINS, P.W., *Moleculen. Chemie in drie dimensies*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1990.
- BAUER, J., *Welk mineraal is dat?*, Thieme & Co, Zutphen, 1974.
- BOTT, V., *Antroposofische geneeskunde 2. Medicamenteuze therapie. De werking van metalen*, Vrij Geestesleven, Zeist, 1986.
- BRUGGEMAN, K., HERZOG, Y., VERSÉE, V., *Organische chemie*, De Boeck-Wesmael, Brussel, 1986.
- DE FRENNE, W., GHYSELINCK, G., in: *Energie en milieu*, nr. 5, sept/okt 1993, blz. 202.
- DEVLIEGHERE, G., *Aromatherapie*, uitgave in eigen beheer, Grote Hulststraat 2A, 8880 Tielt, 1986.
- DUNSELMAN, R., *In plaats van ik*, Vrij Geestesleven, Zeist, 1993.
- HAUSCHKA, R., *Substanzlehre*, Vittoria Klostermann, Frankfurt am Main, 1990.
- HAUSCHKA, R., *Voeding. Schets van een voedingsleer op antroposofische grondslag*, Vrij Geestesleven, Zeist, 1981.
- HENBEST, N., *De planeten. Nieuwe beelden van ons zonnestelsel*, Schuyt & Co, Haarlem, 1992.
- HIELSMA, J., VAN DER MEULEN, J., *Verslaving als maatschappelijk vraagstuk* Centrum Sociale Gezondheidszorg, 1993.
- HUIBERS, J., *Gezond zijn met metalen*, Ankh-Hermes, Deventer, 1981.
- JULIUS, F.H., *Grundlagen einder phänomenologischen Chemie. II. Zur Chemieunterricht der Oberstufe*, Freies Geistesleben, Stuttgart, 1964.
- JULIUS, F.H., *Stoffenwelt und Menschenbildung*, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 1978.
- KRANICH, E.-M., 'Chemie: inzicht en begrijpen', in: *Demetrius*, februari 2001, 4.G.c.11 tot 18.
- LAMBERS, P., SMET, F., VAN HOYE, E., *ABC van de Chemie*, DNB Pelckmans, Kapellen, 1988.
- LEDERMAN, L.M., SCHRAMM, D.M., *Van Quark tot Kosmos*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1991.
- MEES, L.F.C., *Levende metalen. Verwantschap van mens en metaal*, Vrij Geestesleven, Zeist, s.d.
- MOLENAAR, L., KOOIMAN, P., *"Chemie en samenleving" Van kleurstof tot kunstmest*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1986.
- OTT, G., *Grundriß einer Chemie nach phenomenologischer Methode*, R.G. Zbinden & Co Verlag, Basel, 1968.
- PELIKAN, W., *Sieben Metalle. Vom Wirken des Metallwesens in Kosmos, Erde und Mensch*, Philosophisch-Anthroposophischer Verlag Goetheanum, Dornach, 1981.
- SCHWINGER, J., *Einstein ... en daarna*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1988.
- SNYDER, S., *Psychofarmaca*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1989.
- SVENEK, J., *Mineralen*, (in de reeks: 'Reis door de natuur'), Rebo Productions, Liste, 1992.
- VANDENBERGHE, N., *Van silex tot chip*, Davidsfonds, Leuven, 1992.
- VAN DEN BREEMER, P., *"Samenhangend zien": een beschrijving van een niet-reductionistische chemie, fysica en biologie*, als privé-druk uitgegeven, Zeist, 1994.
- VON MACKENSEN, M., *Alkohol, Seife, Salze, Pflanzenextrakte*, Pädagogische Forschungsstelle, Kassel, 1991.
- VON MACKENSEN, M., *Felder, Strahlen und Atome. Zur Modernisierung vom Physikunterricht in der 11. Klasse mit Beschreibungen von Experimenten*, Kassel, 1988.
- VON MACKENSEN, M., *Salze, Säuren, Laugen*, Pädagogische Forschungsstelle, Kassel, 1988.
- VON MACKENSEN, M., *Vom Kohlenstoff zum Äther*, Pädagogische Forschungsstelle, Kassel, 1993.
- WEINBERG, S., *Bouwstenen van het atoom*, Natuur & Techniek, Maastricht/Brussel, 1986.
- WOLF, H., TODTS, S., VAN DER KREEFT, P., VAN CAUWENBERGHE, R., *Drugs en gebruik*, Icarus, Standaard Uitgeverij, Antwerpen, 1994.
- De Planeet Aarde. Edele metalen*, Time-Life Boeken, Amsterdam, 1988.