Onderwysgerigte Fisika-Chemie op Universiteit

B. Spoelstra

Universiteit van Zululand, KwaDlangezwa 3886

UITTREKSEL

Die gebrek aan voldoende goed opgeleide onderwysers vir Natuur- en Skeikunde word bespreek en moontlike aanleidende oorsake word genoem. Die behoefte aan 'n parallelle onderwysgerigte universitêre opleiding in Fisika en Chemie word gemotiveer, naas die gewone kursusse in Fisika en Chemie.

'n Vak wat as "Natuurwetenskap" ("Physical Science") bekend staan, is aan die Universiteit van Zululand ingestel om aan die spesifieke behoefte van die onderwys van Natuur- en Skeikunde op sekondêre vlak te voldoen. Hierdie vak, wat vanaf die tweede universiteitsjaar geneem kan word, dek gelyke dele Fisika en Chemie tot op derdejaarsvlak. Die benadering is meer beskrywend en minder formeel-wiskundig en daar word probeer om 'n wye veld te dek waarby die aktuele nuwe ontwikkelings in die fisiese natuurwetenskappe ingesluit is.

Daar word gehoop dat hierdie vak 'n bydrae sal lewer om die ernstige tekort aan deeglike opgeleide onderwysers van Natuur- en Skeikunde te verlig. In hierdie verband word veral na die situasie in Swart skole verwys.

ABSTRACT

Education-oriented Physics-Chemistry for Universities

The shortage of well-qualified Science teachers is discussed, and possible contributing factors are mentioned. The need for an education-oriented university education in Physics and Chemistry, parallel to the existing courses in Physics and Chemistry, is justified.

At the University of Zululand a subject called "Physical Science" ("Natuurwetenskap") was established, bearing in mind the specific requirements of a teaching career in Physical Science at secondary level. "Physical Science" is offered at second and third year level and the syllabus covers equal amounts of Chemistry and Physics. A less formal-mathematical and more descriptive approach is followed, and as wide a field as possible is covered which includes new developments in the physical sciences.

We believe that this new course will enhance the training of well-prepared teachers of Physical Science for secondary schools, where a severe shortage prevails. Special reference is made here to the situation in Black schools.

1. Onderwysers vir Wetenskap en Wiskunde

Die groot tekort aan goed opgeleide Wetenskap- en Wiskunde-onderwysers aan sekondêre skole in die RSA is 'n welbekende probleem. In verskillende artikels wat onlangs verskyn het, word die nood ten opsigte van Natuur- en Skeikunde in Blanke skole bespreek.^{1,2,3} Die toestand is nog veel meer kritiek in Swart skole. Die situasie in KwaZulu sal in hierdie stuk as voorbeeld gebruik word vir die doeleindes van hierdie bespreking. In KwaZulu is daar 460 sekondêre skole, waarvan slegs 87 Natuur- en Skeikunde tot matriek aanbied, hoofsaaklik as gevolg van die te-

kort aan onderwysers vir hierdie vak (1983-statistieke).⁴

Die getal matriekleerlinge in KwaZulu het gegroei van 14 733 in 1982 tot 24 733 in 1983 – 'n toename van 68% in een jaar. Hiervan het slegs 3 776 Natuur- en Skeikunde geneem, wat 'n groei van 56% is op die 1982-getalle, sodat die relatiewe persentasie van matrieks in hierdie vak besig is om te daal. 'n Verwante probleem is dat daar selfs nie onderwysers is om die basis te lê in laer standers nie. In die jaarverslag vir 1983 van die Departement Onderwys en Kultuur van KwaZulu word gerapporteer dat in standers 6 en 7:

"Most teachers have a fair knowledge of Biology and so they ignore the provisions of the work programme and spend most of their time on Biology. If they run out of time towards the end of the school year, it is invariably sections of the Physical Science syllabus which are omitted."

Universiteite was tradisioneel die bron van goed opgeleide Wetenskaponderwysers, maar statistieke toon dat hierdie voedingsbron bykans opgedroog het.^{1,2,3}

Indien die agterstand wat reeds opgebou is ten opsigte van tegniese, wetenskaplike en onderwyspersoneel in die natuurwetenskappe uitgewis kon word, sou daar ook nog 'n jaarlikse groei van 5% tot 8% nodig wees in gekwalifiseerdes in hierdie rigtings, bloot om aan die vereistes van die ekonomiese groei te voldoen. Leerlinge moet op skool reeds vir hierdie rigtings gemotiveer word, en universiteite kan indirek 'n bydrae lewer deur te help met 'n verbetering in die onderwysersituasie.

Verskeie pogings word reeds aangewend om indiens opleiding te gee aan Wetenskap- en Wiskundeonderwysers wat in hierdie rigtings ondergekwaliifiseer is. In KwaZulu word byvoorbeeld verskillende kursusse gereël deur die Departement van Onderwys en Kultuur van die KwaZulu-regering. Hierbenewens word kursusse vir Wiskunde en Wetenskap by die Umlazi-in-diensopleidingsentrum aangebied in samewerking met die Universiteit van die Oranje-Vrystaat. Probleme wat met in-diensopleiding ondervind word, is onder andere:

- Die betrokke onderwysers is waarskynlik reeds oorlaai met werk en het nie die tyd en energie vir bykomende studie nie, veral nie in vakansies nie;
- Die meeste kursusse lei nie tot addisionele kwalifikasies nie en hou normaalweg nie direkte finansiële voordeel in nie;
- Koste verbonde aan die kursusse wat twyfelagtige rendement lewer, veral waar onderwysers tydelike poste mag beklee;
- Die reeds- genoemde gebrek aan entoesiasme vir Natuur- en Skeikunde of Wiskunde, wat by party onderwysers bestaan;
- Weerstand by onderwysers teen verandering in hul werkpatroon. Die jaarverslag van die Departement Onderwys en Kultuur van KwaZulu (1983) rapporteer vir primêre skole:

"In-service courses largely emphasize the practical approach in the teaching of the subject, but in spite of this, most teachers still present the subject as a set of facts which have to be memorised from the textbook . . . The problem we face is one of inertia: teachers are reluctant to adopt any "new approach" and in most cases they are quite satisfied to teach as they have been taught themselves."

Die alternatief van deeltydse studie saam met onderwys (byvoorbeeld deur UNISA) in vakke soos Chemie en Fisika lewer 'n baie klein opbrengs omdat onder andere:

- Hierdie vakke praktiese werk insluit wat bykomende probleme vir die student oplewer;
- Daar "makliker" vakke is waarmee 'n onderwyser

'n graad kan voltooi, en wat dieselfde finansiële voordele inhou, omdat daar nie salarisdifferensiasie in die onderwys is tussen gelyke kwalifikasies in verskillende vakrigtings nie.

Dit wil voorkom of die addisionele opleiding van bestaande personeel in die onderwys nie 'n volledige aanvulling van die tekort kan bied nie. In hierdie situasie het Universiteite 'n belangrike taak om na enkele aspekte indringend te kyk:

- 1.1 Word die potensiaal onder eerstejaarstudente in die natuurwetenskappe volledig benut?
- 1.2 Watter eise stel die sekondêre onderwys aan universiteitschemie en -fisika?
- 1.3 Voldoen bestaande kursusse aan hierdie vereistes?

2. Studentepotensiaal

Die lae slaagsyfer van eerstejaarstudente in (onder andere) Fisika, Chemie en Wiskunde is 'n saak wat aan die meeste universiteite heelwat aandag geniet. Verskillende universiteite rapporteer slaagsyfers van minder as 50%, veral onder dié studente wat van hierdie vakke as hoofvakke beoog het, met ander woorde, dié groep waaruit onderwysers sou kom.

Weens die voorvereistes wat gestel word vir die tweede en volgende studiejare, is dit normaalweg nodig dat 'n student al drie hierdie vakke slaag om met die tweedejaarstudie te kan aangaan. Hierdie voorvereistes, saam met die lae slaagsyfers, is daarvoor verantwoordelik dat die tweedejaarsinname in Fisika en Chemie aan die Universiteit van Zululand (en waarskynlik ook aan verskeie ander universiteite) slegs sowat 10% is van die eerstejaarsinname in hierdie vakke. 'n Bydraende faktor is miskien dat selfs die studente wat kwalifiseer vir die tweedejaarstudie, afgeskrik word deur die formeel-wiskundige benadering in die vakke, en 'n ander studierigting kies.

Na die behaling van die B.Sc.-graad staan die universiteitstudent voor 'n wye keuse van beroepe, of selfs die moontlikheid van verdere studie. Ervaring toon dat voornemende onderwysstudente ook op hierdie stadium vir die onderwys verlore gaan.

'n Vloeiagram wat die studie van eerstejaar tot by 'n onderwysdiploma vir 'n wetenskaponderwyser aandui, en skematies die verlies aan potensiaal vir die onderwys aantoon, word in Fig. 1 gegee.

Om die verlies langs die pad te verminder, is dit nodig om vas te stel:

- in hoe 'n mate vorm Wiskunde I 'n hindernis vir 'n voornemende Wetenskaponderwyser;
- hoeveel wiskunde is werklik nodig;
- of die aard en inhoud van die tweede- en derdejaarskursusse in Fisika en Chemie nie vir 'n voornemende Wetenskaponderwyser onaantreklik is nie.

Om 'n graad te behaal met Fisika, Chemie of Wiskunde, moet 'n student bepaald bo-gemiddelde vermoë hê. Die vraag is of die student met *gemiddelde* vermoë nie tog ook 'n goeie Wetenskaponderwyser kan wees nie; en of hierdie potensiële onderwysers nie met die huidige studieprogram verlore gaan nie.

FIGUUR 1: Opleiding van wetenskaponderwysers.

3. Vereistes en doelwitte in die opleiding van Wetenskaponderwysers

Daar kan met redelike sekerheid beweer word dat wanneer leerplanne aan universiteite opgestel word vir die verskillende kursusse in Fisika en Chemie, die vereistes van die onderwysberoep selde in ag geneem word. Daar bestaan wel spesiale kursusse in Chemie en Fisika vir onder andere Ingenieurswese, Medies, Argitektuur en Huishoudkunde, maar nie vir Onderwys nie. Onderwysstudente skryf normaalweg in vir die akademiese kursusse wat lei tot 'n graad in dié vakke en moontlik tot nagraadse studie.

Tweede- en derdejaarleerplanne is stellig hoofsaaklik gerig op voorbereiding vir honneursstudie en 'n moontlike loopbaan in navorsing. As gevolg van die vereistes wat so 'n loopbaan in die moderne tyd aan universiteite stel, is die leerplanne dikwels uitermatig vol, word die vakke baie formeel-wiskundig aangebied en sluit dit materiaal in van 'n konseptueel ingewikkelde aard. Die resultaat is enersyds dat studente nie die beste voorbereiding kry en die beste benadering geleer word ten opsigte van Fisika en Chemie vir onderwys nie; andersyds dat die derdejaarsklasse in Fisika en Chemie veels te klein is.

In 'n artikel stel Spargo,⁵ Direkteur van die "Science Education Unit" van die Universiteit van Kaapstad, die vraag of die Fisika-kursusse aan universiteite toepaslike voorbereiding is vir onderwys. Hy kom tot die gevolgtrekking:

"... I have found that all too often their degree training has ill-prepared them for what I believe to be the requirements of the teaching career upon which they are about to embark."

Hy sien as probleem die totaal verskillende benaderings van universiteit en hoërskool:

"Physics as studied at university is essentially a highly mathematical, quantitative subject ... School physics, on the other hand, has a relatively low mathematic content, but is very deeply concerned with the development of an understanding of the so-called 'elementary' concepts ..."

Een van die gevolge van die huidige stelsel is dus dat dit dikwels die student in die natuurwetenskappe is wat 'n ander loopbaan in gedagte het, maar wat langs die pad uitsak, of moed verloor vir verdere akademiese kursusse, wat vir 'n voorgraadse onderwys-

diploma inskryf. Hierdie stelling word ondersteun deur statistieke wat aan die Universiteit van Zululand versamel is. Onderwysers wat uit frustrasie in die onderwys beland het, kan kwalik die vak met entoesiasme en insig aanbied, en die wyse waarop die vak aangebied word, speel 'n groot rol wanneer leerlinge moet kies tussen 'n loopbaan in die natuurwetenskappe (of tegnologie) of in 'n ander rigting. So 'n onderwyser kan ook kwalik 'n goed voorbereide eerstejaarstudent lewer, en die oorbekende bose kringloop volg.

'n Opvallende aspek van die Matrikulasieleerplanne vir Natuur- en Skeikunde is, soos reeds van Spargo hierbo aangehaal,⁵ die nie-wiskundige aard van die materiaal wat ingesluit word.⁶ 'n Leerling sou inderdaad die vak kon neem met niks meer as 'n kennis van wiskunde tot standaard 8 nie. Die doelstelling van die leerplanne is in hoofsaak dat die leerlinge die natuur moet leer ken as 'n ordelike *raamwerk van wette en begrippe*. Die inhoud is grootliks beskrywend van aard en vereis 'n redelike hoeveelheid *memoriseerwerk* van die leerling. Sekere aspekte van die leerplan, soos chemiese reaksies of kernfisika, word beskryf aan die hand van *modelle*. Leerlinge moet 'n agtergrondkennis ontwikkel wat van praktiese nut is en wat *insig* gee in die moderne tegnologiese wêreld. Dit is sekerlik die doel dat die leerling se nuuskierigheid oor die moderne ontwikkelings van die natuurwetenskap bevredig moet word, en sy belangstelling verder geprikkel moet word.

Sonder dat verder in die besonderhede en doelstellings van Natuur- en Skeikunde tot matriekvlak ingegaan word, kan gesien word dat die matriekonderwyser oor 'n deeglike kennis moet beskik van die wye veld van die Fisika en Chemie. Die onderwyser moet oor voldoende agtergrond beskik om artikels en populêre wetenskaplike tydskrifte soos *Scientific American* te lees en te verstaan, om so doende op die hoogte te bly van nuwe ontwikkelings. Dit is *veral* nodig dat die onderwyser kennis moet dra van die nuutste ontwikkelings met interessante toepassings. Voorbeelde is die beginsels van die laser, supergeleiding, elementêre deeltjies as basiese strukture van materie, teorieë oor die eerste oomblikke van die bestaan van die heelal en die fisiese prosesse daarvan, vloeistofkristalle, sonselle,

TABEL I
Kurrikulum vir B.Paed. met Natuurwetenskap

Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4
Fisika IA + IB } Chemie IA + IB } Wiskunde IA (+IB) Pedagogiek IA + IB	Natuurwet. IIA + IIB Pedagogiek IIA + IIB (Wiskunde IA) Keuse IA + IB	Natuurwet. IIIA + IIIB Pedagogiek IIIA + IIIB	Universitêre onderwys- diploma

ensovoorts. Die onderwyser moet insig hê in die status van teorieë en die beperkings van model-beskrywings, sodat hy vereenvoudigende voorbeelde kan gebruik sonder om korrektheid in te boet. Hy moet bowenal *self* 'n lewendige belangstelling hê in die Fisika en Chemie van vandag.

In die jaarverslag van die Departement Onderwys en Kultuur van KwaZulu word die onderstaande gevolgtrekking gemaak:

"It is true that our facilities for Science teaching are poor, and that our teachers work under difficult circumstances, but it is equally true that motivation, dedication and interest will go a long way to offset these disadvantages – and in many of our teachers and pupils these qualities are sadly lacking."

Hoeveel van hierdie probleme kan gewyt word aan die opleiding wat die onderwyser gekry het?

Aan die een kant is dit my mening dat 'n oormatig formeel-wiskundige benadering tot Fisika en Chemie op Universiteit *kontraproduktief* inwerk by voornemende onderwysers ten opsigte van die doelstellings wat hierbo genoem is. Aan die ander kant is dit nodig om hierdie benadering te volg met studente wat belangstel in 'n navorsingsloopbaan. Daar moet dus gedink word aan 'n skeiding van die twee groepe studente, en aan aangepaste kursusse in Fisika en Chemie vir die onderwysstudent. In sy/haar kurrikulum sal 'n enkele universiteitskursus in die basiese wiskundige tegnieke waarskynlik voldoende agtergrond bied vir die eise wat in die onderwysituasie gestel sal word. Tweede- en derdejaarskursusse is nodig met die normale verdieping en verbreding en wat die entoesiasme kweek soos hierbo bespreek is, maar wat verminderde wiskundige voorvereistes stel.

Die Wetenskaponderwyser het verder 'n deeglike opleiding nodig in beide Fisika en Chemie. Volgens die bestaande stelsel is dit moontlik om 'n B.Sc.-graad te behaal met Chemie as hoofvak en geen

Fisika in die kurrikulum nie (of omgekeerd), en so 'n opleiding word as voldoende beskou vir registrasie vir 'n Universitêre Onderwysdiploma met Metodiek van Natuurwetenskap as een vak. Die ideaal sou wees dat studente 'n gebalanseerde opleiding in Fisika en Chemie ontvang waarin die twee vakke parallel loop tot in die derde jaar.

Van verskillende kante word reeds lank gevra vir 'n meer beroepsgerigte benadering deur universiteite vir die onderwys. Dr. J.D. Louw, Bestuurder Omgewingsbeheer in Werkadministrasie van SASOL, skryf in 1976, verwysende na Wetenskaponderwysers:⁷

"Ons mag ook vra of daar nie 'n ander pad geloop behoort te word met die student wat na 'n driejarige graad hom/haar bekwaam in die onderwysrigting nie. Daar gaan deesdae meer en meer stemme op – ook ander studente self – dat die universiteit sy opleiding meer beroepsgerig moet maak."

5. Die vak "Natuurwetenskap"

As gevolg van hierdie oorwegings, is daar aan die Universiteit van Zululand in 1983 die vak "Natuurwetenskap" ("Physical Science") ingestel, waarin gepoog is om die beginsels wat hierbo gestel is, te beliggaam. Hierdie vak word slegs op tweede- en derdejaarsvlak aangebied, en kan saam met Pedagogiek as hoofvak dien vir die graad B. Paed.

Hierdie reëling bied 'n addisionele keusegeleentheid aan studente aan die einde van die eerste jaar, en sluit nie uit dat studente langs die reeds bestaande weë kwalifiseer vir Wetenskaponderwys nie.

Om in te skryf vir Natuurwetenskap II moet 'n student eers Chemie I en Fisika I (of Fisika-Bio) slaag. (Laasgenoemde is 'n eerstejaarskursus vir voornemende studente in die biologiese wetenskappe.) Die semesterstelsel, wat aan die Universiteit van Zululand gevolg word, hou voordele in vir die opstel van 'n kurrikulum: indien die student aan die begin van die tweede jaar nog geen Wiskundekrediete het nie, word

TABEL II
Kurrikulum vir B.Paed. met Natuurwetenskap

Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4
Fisika IA + IB } Chemie IA + IB } (Wiskunde IA + IB) Keuse IA + IB	Natuurwet. IIA + IIB (Wiskunde IA) Keuse IIA + IIB Pedagogiek IA + IB	Senior-sekondêre Onderwysdiploma Pedagogiek IIA + IIB	Natuurwet. IIIA + IIIB Pedagogiek IIA + IIB

TABEL III
Leerplanne vir Natuurwetenskap II EN III (Teoretiese gedeelte)

<p>1. Natuurwetenskap II Eerste Semester (Chemie)</p> <p>Analities: Teoretiese basis van chemiese analise. Teorie van suur/basis titrasie, presipitasie en kompleksometriese titrasie, redoks-titrasie en van gravimetriese titrasie. Tegnieke van volumetriese analise, gravimetriese analise en elektrochemiese analise. V, q en A titrasie.</p> <p>Anorganies: Chemiese binding, kovalente binding insluitende 1 elektron en 3 elektron-binding en MOT. Ko-ordinatiewe binding in komplekse. VBT, KVT en stereochemie van komplekse verbindings.</p> <p>Redoks: Elektroplatering, korrosie.</p> <p>Industriële chemie: Al, Au, Pt, Fe, Haber/Bosch, Ostwald, ens.</p> <p>Chemie en energie: Petroleum, elektriese en ander.</p> <p>Chemie en die omgewing.</p> <p>2. Natuurwetenskap III Eerste Semester (Fisika)</p> <p>Elektrisiteit: Kapasiteit, impedansie, LRC-stroombane, Wisselstroombruë, self-induksie, wedersydse induksie.</p> <p>Magnetisme: Dia-, para- en ferromagnetiese materiale.</p> <p>Elektronika: Vakuumbuise, halfgeleiers, diodes, gelykrygters, filters, transistors, emitterversterker, voorspanning gee, kaskade-skakeling, emitter-volgers, positiewe terugvoering en relaksasie-ossilators, tydmeters, tellers, logiese bane en rekenaars.</p> <p>Molekule: Waterstof-molekuul-ioon, molekulêre orbitale en elektronkonfigurasies, energietoestande.</p> <p>Vaste toestand: Kristalstrukture, X-straal en elektron diffraksie deur kristalle, energiebande vir vaste stowwe.</p> <p>Laetemperatuurfisika</p> <p>Kernfisika: Kerneienskappe, kernkragte, modelbeskrywings van kerne, alfa-, beta- en gammaverval. Kosmiese straling en elementêre deeltjies.</p>	<p>Tweede Semester (Fisika)</p> <p>Meganika: Toepassings van die wette van Newton se tweede wet in integraalvorm, kinematika in 3 dimensies. Beweging in 'n vlak.</p> <p>Eienskappe van materie: Elastisiteit, sterkte van materiale, gravitasie, eienskappe van fluïede. Temperatuur en warmte, fases van materie.</p> <p>Optika: Refleksie en beeldvorming, optiese instrumente.</p> <p>Elektrisiteit: Elektriese velde, integraaleienskappe van die elektriese veld, ladings in beweging.</p> <p>Magnetisme: Bronne van magneetvelde, elektromagnetiese induksie.</p> <p>Moderne fisika: Elektromagnetiese straling, kwantumfisika en die atoommodel.</p> <p>Tweede Semester (Chemie)</p> <p>Spektroskopie: Massa-spektroskopie, KMR, IR en UV sigbaar.</p> <p>Termodinamika: (ekwilibrium-georiënteer). Eerste en tweede wette van termodinamika, inleiding in basiese verbande van termodinamika.</p> <p>Gasse:</p> <p>Vloeistowwe: koloïdes en adsorpsie.</p> <p>Elektrochemie</p> <p>Kinetika</p> <p>Organiese Chemie: tipes van reaksies en meganismes, Isomerisme, aromatiese chemie. Petroleum. Polimere, reinigers. Antibiotika, verdowings-middels en ontsmettingsmiddels. Kleurstowwe, pigmente, beitmiddels en indikators.</p>
--	---

slegs vereis dat hy/sy gedurende die eerste semester van die tweede jaar Wiskunde IA ('n eerste-semester-kursus) voltooi. Hierdie semesterkursus in Wiskunde is opgestel om die basiese wiskundige tegnieke wat benodig word, te behandel. Geen verdere Wiskunde word vereis nie, hoewel 'n tweede semester of meer aanbeveel word.

Hierdie reëling maak dat 'n aantreklike vakkeuse gebied word aan studente met onvoldoende krediete aan die einde van die eerste jaar om met die normale kursusse aan te gaan (groepe A en B in Fig. 1), en wat lei tot onderwys.

Die eerste semester van Natuurwetenskap II word deur die Chemiedepartement aangebied, en die tweede deur die Fisikadepartement. Hierdie volgorde word om praktiese redes omgeruil in die derde jaar. Die kursusse het onder andere 'n deeglike laboratoriumwerk-inhoud, en twee middae per week word tot aan die einde van die derde jaar hieraan bestee.

Dit is dus moontlik dat 'n student wat byvoorbeeld ingeskryf het vir die "Mediese" eerstejaarkursusse, ná voltooiing van Chemie I en Fisika-Bio van rigting verander en inskryf vir Natuurwetenskap II, Wiskunde I, Pedagogiek I vir die graad B.Paed. Hierdie student kan die graad en die onderwysdiploma dan nog steeds in die minimum-tydperk voltooi. Dieselfde geld vir 'n student wat aanvanklik ingeskryf het vir 'n basiese B.Sc.-graad. Dit is natuurlik nodig dat so 'n student die benodigde ses semester-kursusse in Pedagogiek moet voltooi, en spesiale voorsiening is gemaak dat hy hierdie agterstand kan inhaal.

Die kurrikulum van studente wat vanaf die eerste jaar inskryf vir die graad B.Paed. met Natuurwetenskap as hoofvak, word in Tabel I gegee. Tabel II toon 'n kurrikulum waar die student aan die einde van die eerstejaar besluit op hierdie graad.

Krediete behaal in Natuurwetenskap word wel erken as krediete vir 'n graad in die Fakulteit Natuurwetenskappe, maar Natuurwetenskap kan nie hier as hoofvak aangebied word nie. Die student behaal dus die graad B.Paed en nie B.Sc. nie. Dit beteken wel dat die beroepsveld van die student beperk word,

maar dit is ook nodig teenoor potensiële werkgewers dat die beroepsgerigte aard van die vakke geïdentifiseer word.

Nagraadse studie in Natuurwetenskap word nie in die vooruitsig gestel nie, en die student sal aan bykomstige voorvereistes, wat bepaal sal moet word, moet voldoen indien hy/sy met nagraadse studie in Fisika of Chemie wil voortgaan. Dit staan die student natuurlik vry om met nagraadse studie in Opvoedkunde voort te gaan.

Volledige leerplanne en besonderhede oor Natuurwetenskap II en III verskyn in die Jaarboek van die Universiteit van Zululand,⁸ en die teoretiese gedeelte word in hooftrekke in Tabel III gegee. Die benadering van die materiaal in die leerplan is soos hierbo aangedui word.

5. Slotsom

Die instelling van die vak is met 'n aansienlike mate van entoesiasme begroet in die Fakulteite van Natuurwetenskappe en Opvoedkunde, en veral ook deur die onderwysowerhede van die KwaZulu-regering. Van laasgenoemde kant is ruim beurstoekennings gemaak aan studente wat vir hierdie vak inskryf.

Studente in Natuurwetenskap II en III het tot dusver besondere entoesiasme en belangstelling geopenbaar vir die vak, en daar word uitgesien na 'n lewendige groei in studentetalle in Natuurwetenskap.

6. LITERATUURERWYSINGS

1. Friedland, E. (1980). Die rol van Fisika in die moderne gemeenskap'' (intreerede, UP), *Tydskr. vir Natuurwet.*, 20, 83-94.
2. Walker, A.D.M. (1981). More Science teachers desperately needed; *Meson*, 4, 1.
3. Friedland, E. (1983). Dilemma in die natuurwetenskappe, *Meson*, 13, 1-2.
4. Departement Onderwys en Kultuur, KwaZulu-Regering. (1984). Annual Report 1983.
5. Spargo, P.E. (1980). University Physics courses — adequate preparation for teaching? *Meson* 2, 10.
6. Leerplanne van die Gemeenskaplike Matrikulasieraad: Natuur- en Skeikunde (Hoër Graad) (ongepubliseer).
7. Louw, J.D. (1976). Die invloed van die natuurwetenskap op die onderwys in die klaskamer, *Opvoeding en Onderwys* (Akad. vir Wet. en Kuns) 14-24.
8. University of Zululand Calendar 1985.