

Algemene artikels en berigte

Die rol van die natuurwetenskaplike in samelewingsontwikkeling - uitdagings vir Suid-Afrika*

P. van Eldik

Technikon Pretoria, Privaat sak X680, Pretoria, 0001

UITTREKSEL

Die ontleding van 'n aantal internasionale en nasionale tendense en ervarings bevestig die noodsaaklikheid vir die herposisionering, rol en verantwoordelikhede van natuurwetenskaplikes. Gewysigde strategieë vir die ontwikkeling van mensekrag, toegerus met wetenskaplike en tegnologiese kundigheid en vaardighede, bied besondere uitdagings. Daarmee saam is die bydraes van natuurwetenskaplikes, deur navorsing en ontwikkeling, tot nuwe kennis, asook die toepassing en benutting van kennis in nuwe prosesse, produkte en tegnologie-oordrag van kardinale belang.

ABSTRACT

The role of scientists in societal development - challenges for South Africa

International and local trends and experiences confirm the importance of reassessing the role and responsibilities of scientists in South Africa. Revised strategies for human resource development, equipped with scientific and technological expertise and skills, offer tremendous challenges to scientists and the higher education system of the country. Simultaneously the contributions of scientists, through their involvement in research and development, to new knowledge as well as the application and utilisation of knowledge in new processes, products and technology transfer, is of vital importance for the economic development of South Africa.

Binne 'n snel veranderende omgewing op nasionale en internasionale vlak bestaan daar vir Suid-Afrika en sy mense besondere uitdagings en geleenthede. Die tyd is oorryp om op pro-aktiewe wyse daadwerklik skouer aan die wiel te sit om hierdie uitdagings en geleenthede aan te gryp en te benut. Maar daarvoor is 'n herbesinning oor ons betrokkenheid die afgelope aantal jare noodsaaklik - die tradisionele wyse van ons betrokkenheid en rol in samelewingsontwikkeling is net nie meer goed genoeg nie.

'n Dringende pleidooi word gelewer vir die herposisionering van natuurwetenskaplikes se rol en verantwoordelikhede in samelewingsontwikkeling.

Herposisionering is absoluut noodsaaklik om aan die eise en uitdagings wat gestel word, te kan voldoen. Hierdie standpunt word toegelig deur die bespreking van 'n aantal internasionale en nasionale tendense en ervarings, waarna die fokus sterk op die rol van die natuurwetenskaplike toegespits word. Die referaat is hoofsaaklik beperk tot die rol van die natuurwetenskaplike, waaronder die wiskundige, fisiese, chemiese, aardkundige, landboukundige en biologiese wetenskappe ingesluit word. Die standpunte wat gestel word, sou ook op ander dissiplines van toepassing kon wees.

1. DIE WÊRELD WAARIN ONS LEWE

Suid-Afrika het begin met 'n massiewe poging tot heropbou en ontwikkeling om daardeur te verseker dat die land in hoogste rat van ekonomiese vernuwing en groei kan beweeg, wat weer op sy beurt kan lei tot 'n rooskleurige toekoms vir al sy inwoners.

Die volgende drie kernaspekte van hierdie strategie is welbekend:

* *Voorsiening van basiese behoeftes*

Dit sluit in die verskaffing van doelmatige behuising, water-

voorsiening, elektrisiteitsvoorsiening, geskikte sanitasiestelsels, infrastruktuurvoorsiening waaronder paaie, vervoerstelsels, winkelsentrums, sekuriteit, asook die daarstelling van 'n primêre en sekondêre skoolstelsel en geskikte gesondheidsorgstelsels.

* *Ekonomiese ontwikkeling*

Daar bestaan twee sterk fokusse: aan die een kant die noodsaaklikheid van streeks- en regionale ontwikkeling van handel en nywerheid om werkskepping te verseker en daardeur die huidige werkloosheidskrisis die hoof te bied. Daarteenoor ook die noodsaaklikheid om die internasionale mededingendheid van Suid-Afrika te bevorder met wêreldklasprodukte, uitvoere, internasionale strategiese alliansies en voorpuntbydraes op tegnologiese terreine.

* *Menslike hulpbronontwikkeling*

Geen ontwikkeling is moontlik sonder 'n goed opgeleide werksmag van kundige persone toegerus met vaardighede wat toepaslik is vir die ontwikkelingsfase waarin die land verkeer nie. Die bemagtiging van mense deur onderwys en opleiding bly steeds die grootste uitdaging waarvoor Suid-Afrika staan.

'n Internasionale perspektief hierop is ook van belang. In 'n onlangse publikasie getitel *The Taiwan Experience: Implications for South Africa*¹ word die strategiese belang van opleiding van mense, en in besonder opleiding in die **natuurwetenskappe en tegnologieë vir verdere nywerheidsontwikkeling, beklemtoon.**

Terselfdertyd moet dit weereens onder die aandag gebring word dat Suid-Afrika nog steeds laag op die ranglys vir mededingendheid lê. Die jongste verslag van die Wêreld Ekonomiese Forum wat in Mei 1997 uitgereik is, plaas Suid-Afrika in die 44ste algehele plek uit 53 lande. Met betrekking tot die ontwikkeling van menslike hulpbronne wat kan hydra tot 'n

* *Referaat gelewer tydens die algemene jaarvergadering van die SA Akademie vir Wetenskap en Kuns, 18-20 Junie 1997, Potchefstroomse Universiteit vir CHO.*

mededingende ekonomie beklee Suid-Afrika, soos die afgelope vier jaar, steeds die laaste posisie.

As deel van die strategie van die Suid-Afrikaanse regering vir heropbou en ontwikkeling is daar gedurende die afgelope drie jaar 'n aantal beleidsdokumente ontwikkel wat tot nuwe wetgewing aanleiding gegee het. In hierdie verband is die volgende veral van belang:

- Witskrif oor Wetenskap en Tegnologie
- Witskrif oor Kleinsake-ontwikkeling (KMMO's)
- Makro-ekonomiese Strategie (GEAR)
- Konsep-Witskrif oor Hoër Onderwys

Die volgende aspekte van hierdie beleidsdokumente wat direk op die tema betrekking het, word beklemtoon:

- * Die ontwikkeling van 'n **Nasionale Stelsel van Innovasie**² om die bereiking van nasionale doelwitte te verseker deur die **kreatiewe benutting** van die uitsette van die wetenskaps- en tegnologiestelsel met betrekking tot nuwe kennis en nuwe tegnologie. Die kennis, tegnologie, produkte en prosesse geproduseer, moet omgeskakel word in verhoogde welvaart en 'n beter kwaliteit lewe vir almal in die gemeenskap.
- * Die ontwikkeling van Klein, Medium en Mikro-ondernemings (KMMO's) in die vervaardiging- en dienstesektore word as 'n hoë prioriteit geïdentifiseer.³ Hiervoor is daadwerklike ondersteuning in tegnologie-ontwikkeling, innovasie en tegnologie-oordrag deur natuurwetenskaplikes, ingenieurs en tegnoloë van die uiterste belang.
- * 'n Makro-ekonomiese strategie vir Suid-Afrika waarin die rol van die handel en nywerheid, die arbeidsmag, die regering en die breë gemeenskap in perspektief geplaas word en waarin die beginsel van samewerking in die identifisering en ontwikkeling van bepaalde nywerheidssektore sterk ondersteun word. Dit is in ooreenstemming met die ervaring van Taiwan waarna reeds verwys is. Dit is interessant om daarop te wys dat die huidige studie wat deur die Departement van Kuns, Kultuur, Wetenskap en Tegnologie onderneem word insake 'n nasionale navorsings- en tegnologievooruitskouing⁴ die volgende twaalf sektore geïdentifiseer het waarop gekonsentreer sal word:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| - Landbou en prosessering | - Gesondheid |
| - Omgewingsbestuur | - Vervaardiging |
| - Besigheids- en finansiële dienste | - Mynwese |
| - Biodiversiteit | - Veiligheid en |
| - Inligtingsgemeenskap | sekuriteit |
| - Energie | - Toerisme |
| - Jeug | |

- * Die Konsep-Witskrif oor Hoër Onderwys⁵ beklemtoon:

- die mobilisering van die talente en potensiaal van mense;
- die ontwikkeling deur hoër onderwys van beroepsmense en kenniswerkers met vaardighede om die land se ondernemings, dienste en infrastruktuur te versterk. In besonder word verwys na die tekorte van hoogs opgeleide persone in die natuurwetenskappe, ingenieurswese en tegnologie;
- die feit dat nasionale groei en mededingendheid afhanklik is van 'n industriële ontplooiing gekarakteriseer deur voortdurende **tegnologiese verbetering en innovasie**, gelei deur 'n goed georganiseerde, aktiewe navorsings- en ontwikkelingsstelsel;
- die regstelling en kapasiteitsbou met betrekking tot die

wanbalanse van die verlede en voorheen benadeelde gemeenskappe.

Is hierdie voorafgaande inligting vir natuurwetenskaplikes 'n bedreiging of sien hulle dit as 'n uitdaging? Is natuurwetenskaplikes in hoër onderwys en wetenskapsrade gereed hiervoor?

Bernie Fanaroff⁶ is van mening dat natuurwetenskaplikes en ingenieurs 'n kernrol hierin het mits hulle bereid is om met innovasie en kreatiwiteit toe te tree. Hy gaan voort:

Our programmes of support for tertiary education and for human capital must recognise the need to retain very capable and skilled researchers. However, that does not mean that people should be free to continue business as before. We cannot assume that because we have been doing things in the past, we should continue doing those things.

En dan die belangrike vraag:

How can we develop and train high level science and technology expertise, while at the same time improving our efficiency and re-orientating our work towards those areas which are in accordance with the goals that we have set for ourselves as a nation?

Ahmed Bawa⁷ ondersteun hierdie standpunt en beklemtoon dat wetenskaplikes en ingenieurs sal moet verseker dat menslike hulpbronne gelewer word wat geskik sal wees vir die eise van heropbou, ontwikkeling en internasionale mededingendheid.

Hierdie uitdagings word voorgehou te midde van ernstige finansiële beperkings, misdaad, werkloosheid en ander negatiewe tendense in ons land. Daarin is Suid-Afrika ook nie uniek nie. 'n Onlangse UNESCO-verslag⁸ oor verandering en ontwikkeling in hoër onderwys toon duidelik drie wêreldwye tendense:

- * massa toestroming na hoër onderwys;
- * wysiging/diversifikasie van strukture en programme;
- * finansiële beperkings.

Die verslag bevat ook die volgende waardevolle wenk:

The responses of higher education to a changing world should be guided by three watchwords which determine its local, national and international standing and functioning:

- relevance
- quality
- internationalization

2. DIE ROL VAN NATUURWETENSKAPLIKES IN MENSLIKE HULPBRONONTWIKKELING

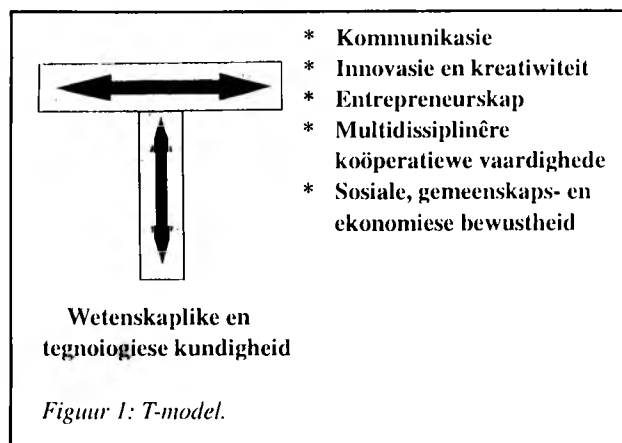
Een van die kernaspekte wat in samelewingsontwikkeling na vore tree, is die ontwikkeling van mense. In die vorige paragrafe is reeds verskeie kere hierna verwys asook na bepaalde eienskappe en vaardighede waarmee mense toegerus moet wees.

Dit is duidelik dat die land natuurwetenskaplikes nodig het met hoëvlak-deskundigheid en -vaardighede wat tot op die voorpunt van die vakdisipline kan beweeg. Terselfdertyd bepleit die UNESCO-verslag⁸ die bevordering van interdisiplinêre en multidisiplinêre benaderings en metodes in onderwys en opleiding (en in navorsing) gekoppel aan die nasionale prioriteite van 'n land of streek. Volgens dié verslag is dit hierdie persone waarop die suksesvolle skepping van kwaliteit werksgeleenthede berus.

Die verslag meld vervolgens:

Merely increasing curriculum content and students' work-load cannot be a viable solution. Preference should be given to subjects which develop students' intellectual capacity and allow them to deal judiciously with technological, economic and cultural change and diversity, equip them with qualities such as initiative, an entrepreneurial attitude and adaptability and allow them to function with greater confidence in a modern environment.

Die onderstaande T-model is 'n poging om hierdie vaardighede waarmee natuurwetenskaplikes toegerus moet wees, te illustreer.



Dit is 'n hoofletter T waarvan die vertikale en horisontale balkies ewe lank is. Die vertikale balk dui die wetenskaplike en tegnologiese kundigheid aan. Die horisontale balk gee 'n aanduiding van ander noodsaaklike vaardighede en kundighede wat nodig is, en die uitdaging is dat natuurwetenskaplikes op 'n **gêntegreerde wyse** met beide komponente vertrou moet wees.

Dennis van Rensburg⁹ lewer 'n pleidooi dat Technikon Pretoria veel meer aandag en tyd in sy sillabusse en onderrig aan alle aspekte en fasette van entrepreneuriese onderwys moet skenk. Die ontwikkeling van 'n reeks persoonlike vaardighede behoort volgens hom aangemoedig te word, wat insluit kreatiwiteit, spanwerk, leierskap, onderhandeling en oortuiging, probleemoplossing, sosiale, gemeenskaps- en ekonomiese bewustheid, prestasie-motivering, kommunikasie en inligtingstechnologie.

Die T-model word ook ondersteun deur Gary Tooker,¹⁰ die Hoof Uitvoerende Beampte van Motorola in die VSA, wanneer hy skryf:

We find that today's graduates have impressive technical skills, and for that we are grateful. But what we need are graduates with interpersonal and team-building skills as well. We need people who have high expectations of quality and product leadership. We need people who communicate well, both orally and in writing. We need people who respect the differences in other cultures and can harmonize their own thinking with that of others. We need creative, innovative people who are driven by the needs of their customers rather than by the elegance of the technology. Above all, we need people who realize the importance of life-long learning.

Die beginsels wat opgesluit lê in hierdie T-model vir die opleiding van natuurwetenskaplikes op alle vlakke sal 'n nuwe dimensie toevoeg wat Suid-Afrika dringend nodig het. Daar is reeds hoëronderwysinrigtings wat hierdie filosofie in opleidings-

programme op voor- en nagraadse vlak implementeer. Hier word veral verwys na teknikons en enkele natuurwetenskaplike fakulteite aan Suid-Afrikaanse universiteite. Daar lê egter nog baie werk voor en natuurwetenskaplikes kan hierin die leiding neem.

3. KENNIS - PRODUKSIE EN BENUTTING

Die vertrekpunt is die volgende omskrywing van Navorsing en Ontwikkeling soos gebruik in die Witskrif oor Wetenskap en Tegnologie:

Navorsing en Ontwikkeling (N&O) is kreatiewe ondersoek, sistematies uitgevoer, wat lei tot 'n toename in wetenskaplike en tegnologiese kennis EN dit is die gebruik van kennis om nuwe toepassings oor die spektrum van wetenskap en tegnologie heen te ontwerp.

Hierdie omskrywing behoort wyd vertolk te word om basiese, strategiese, toegepaste en produkverwante navorsing en ontwikkeling in te sluit.

In die verlede is daar sterk klem gelê op die eerste gedeelte van hierdie omskrywing in navorsingsprojekte en nagraadse studies in natuurwetenskaplike rigtings. Die algehele behoefte het egter sterker na die tweede gedeelte begin verskuif.

Ahmed Bawa⁷ stel dit soos volg:

Let us ensure that our research system spans the terrain between fundamental science on the one hand and product-related science at the other. In my view a normal distribution would be a good one with **the bulk of scientists and engineers being engaged in the middle applied area** - where both innovation and directedness are present.

In die geval van teknikons behoort die klem nog sterker op die produk- en prosesverwante navorsing en ontwikkeling te wees tesame met die noodsaaklike oordrag en suksesvolle implementering van die resultate en produkte.

Hierdie standpunte stel geweldige uitdagings aan natuurwetenskaplikes in hulle rolle om by te dra tot kennisontginning en -benutting, asook in die opleiding van studente in gevorderde nagraadse programme.

'n Tweede saak wat hierby aansluit, is die bereidwilligheid om in 'n **spanverband** bydraes tot bepaalde prioriteitstemas en -fokusgebiede, dikwels in 'n multidissiplinêre omgewing, te lewer. In die huidige stryd om hulpbronne is dit nie langer vir Suid-Afrika moontlik om navorsingskapasiteit in elke denkbare gebied te onderhou nie. In die bepaling van daardie prioriteitstemas en -fokusgebiede sal die gebiede wat van besondere belang vir die sosio-ekonomiese ontwikkeling, asook die nywerheids-herstrukturering en -herophou is, deeglik in ag geneem moet word. Die gedaanteverwisseling wat die navorsingsondersteuningsprogramme van die Stigting vir Navorsingsontwikkeling (SNO) in 1995 ondergaan het (en nog steeds besig is om te ondergaan), was 'n beskeie poging om juis dít te bereik. Dit is van kardinale belang dat die inwoners van Suid-Afrika oortuig moet wees dat die navorsings- en ontwikkelingsprogramme en projekte wat met behulp van staatsfondse aan hoëronderwysinrigtings asook wetenskapsrade verrig word, vir hulle van nut is en tot hulle voordeel sal strek.

Die UNESCO-verslag⁸ bepleit die sinvolle rasionalisasie van navorsings- en ontwikkelingspogings deur die openhartige koördinerende en samewerking in streeksverband en oor landsgrense heen, asook die vestiging van netwerke van sentrums van deskundigheid. Hierdie benadering word sterk ondersteun en beklemtoon voortdurend die belangrikheid van ware

vennootskappe en strategiese alliansies tussen hoëronderwys-inrigtings, wetenskapsrade, handel en nywerheid en regeringstrukture. Hierin is die optimale benutting van kommunikasie- en inligtingstechnologie van kardinale belang.

As deel van kennisontwikkeling en -benutting het natuurwetenskaplikes ook 'n belangrike rol om te speel in die ontwikkeling, aanpassing, oordrag en diffusie van tegnologie. Gegewens dui egter daarop dat natuurwetenskaplikes nog weinig aandag hieraan geskenk het. In 'n onlangse navorsingsprojek aan Technikon Pretoria insake die faktore wat die ontwikkeling en vestiging van tegnologie in Suid-Afrika bepaal,¹¹ moes respondente aandui wat die belangrikheid van bepaalde faktore vir 'n land is asook die rol wat dit in Suid-Afrika speel. Tabel 1 verstrek enkele resultate. Hierdie resultate toon duidelik die huidige agterstand in Suid-Afrika aan asook die gewysigde verantwoordelikhede van natuurwetenskaplikes en hoëronderwys-inrigtings.

Daar word algemeen aanvaar dat patente 'n maatstaf is van die effektiwiteit van 'n land se tegnologiese ontwikkeling, sy intellektuele kapitaal en van die bydraes van natuurwetenskaplikes en ingenieurs tot die ekonomiese ontwikkeling van 'n land. Daarom is dit uiters sorgwekkend dat die getal patente wat aan Suid-Afrikaners toegeken is van 1417 in 1992 tot 858 in 1994 gedaal het.

Die publikasie *SA Science and Technology Indicators 1996*¹² spreek ernstige kommer uit oor die minimale betrokkenheid van hoëronderwysinstellings, en in besonder teknikons, op die gebied van patentering. Die outeurs is van mening dat patente primêr afkomstig behoort te wees van openbaresektor-inrigtings, en spesifiek van teknikons, wat beskou word as die saadbedding vir innovasie. Die aandeel van Suid-Afrikaanse wetenskapsartikels in die ISI geïndekseerde vaktyskrifte het met 20% gedaal, van 0,6% in 1988 tot 0,48% in 1994. Dit is dus duidelik dat ons wêreldaandeel feitlik weglaatbaar is.

4. GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

Uit die voorafgaande behoort dit duidelik te wees dat natuurwetenskaplikes voor groot uitdagings staan in hulle rol tot samelewingsontwikkeling. Die opleiding van die mensekrag van die land om aan die nuwe eise en uitdagings wat gestel word, te kan voldoen, toegerus met wetenskaplike en tegnologiese kundigheid en vaardighede, is 'n geweldige groot taak. Daarteenoor is die bydraes van natuurwetenskaplikes deur navorsing en ontwikkeling, tot nuwe kennis, die toepassing asook die benutting van die kennis in nuwe prosesse, produkte en tegnologie netso belangrik vir suksesvolle samelewingsontwikkeling.

Natuurwetenskaplikes moet self besluit of dit "business as usual" gaan wees, want dit is slegs deur hulle toewyding, entoesiasme en deelname wat bogenoemde doelwitte haalbaar sal wees.

'n Hersiene strategie oor die rol en verantwoordelikhede van natuurwetenskaplikes in samelewingsontwikkeling is noodsaaklik - 'n strategie waarin die bydraes van natuurwetenskaplikes 'n deurslaggewende faktor sal wees.

Deur kragte saam te snoer en op 'n pro-aktiewe wyse die leiding te neem, kan natuurwetenskaplikes 'n unieke bydrae lewer - al beteken dit dat opleidings- en navorsings- en ontwikkelingsprogramme drasties aangepas moet word.

Die SA Akademie vir Wetenskap en Kuns, tesame met sy Fakulteitsraad Natuurwetenskap en Tegniek, het 'n belangrike rol om saam met ander vennote die leiding hierin te neem.

Ten slotte, daar is groot waardering vir die werk van natuurwetenskaplikes in Suid-Afrika en die bydraes wat hulle lewer. Die sake wat aangeroe is, moet as verdere stimulering dien vir hulle nougesette toewyding en ywer. Daardeer kan ons almal saam verseker dat Suid-Afrika 'n wenland sal wees.

5. LITERATUURVERWYSINGS

- (1995). The Taiwan Experience: Implications for South Africa, Pretoria.
- (1996). White Paper on Science and Technology: Preparing for the 21st century, Department of Arts, Culture, Science and Technology, Pretoria.
- (1995). National Strategy for the development and promotion of small business in South Africa, Department of Trade and Industry, Pretoria.
- (1997). National Research and Technology Foresight, Department of Arts, Culture, Science and Technology, Pretoria.
- (1997). Draft White Paper on Higher Education, Department of Education, Pretoria.
- Fanaroff, B. (1995). The Role of Science and Engineering in the RDP, Prestige Lecture, Johannesburg.
- Bawa, A. (1995). The Excitement for Scientists and Engineers in South Africa in 1995, FRD, Pretoria.
- UNESCO (1995). Policy Paper for Change and Development in Higher Education.
- Van Rensburg, D.J.J. (1997). Strategic Planning for New Directions in Education, Technikon Pretoria.
- Tooker, G.L. (1996). Graduates for a Competitive Global Environment, *Industry & Higher Education*, October 1996, 271-274.
- Du Preez, N., Van Eldik P., Möhr, M., Van der Watt, H. (1996). Factors Determining the Development and Establishment of Technology in South Africa, Technikon Pretoria.
- (1996). SA Science and Technology Indicators 1996, Foundation for Research Development, Pretoria.

TABEL 1

Faktore wat die ontwikkeling en vestiging van tegnologie beïnvloed	Belangrikheid vir 'n land	Rol in Suid-Afrika
Die beskikbaarheid van hoëvlak tegnologiese menslike hulpbronne	89%	43%
Die rol van hoër onderwys in die voorsiening van hoëvlak menslike hulpbronne	90,5%	52,8%
Die rol van natuurwetenskaplikes en ingenieurs in die nywerheid	72,7%	37,1%

Klonering: 'n wetenskaplike en etiese perspektief

H. Huismans

Departement Genetika, Fakulteit Biologiese en Landbouwetenskappe
Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Ontvang 6 November 1997; aanvaar 26 November 1997

UITTREKSEL

Die artikel is gegrond op 'n lesing waarin enkele van die wetenskaplike en etiese aspekte wat betrekking het op die eerste suksesvolle klonering van 'n skaap uit die selle van 'n volwasse dier, behandel is. Die tegniese agtergrond van die eksperiment word kortliks bespreek, insluitende 'n aantal moontlike redes vir die lae kloneringseffektiwiteit wat waargeneem is. Daar is aansienlike risiko's verbonde aan die klonering van diere uit gedifferensieerde, volwasse selle met 'n onsekerer mutasiegeskiedenis. In diereteelt kan die risiko's geregverdig word, omdat dit groot voordele kan inhou om geneties identiese afdrucke van enkele unieke diere te verkry. Dié diere kan gebruik word om 'n klein teelkudde op te bou waaruit 'n groter nageslag deur meer konvensionele metodes ontwikkel kan word. Hierdie voordele geld egter nie vir die klonering van mense nie en die wetenskaplike voordele is beperk. Die klonering van mense is moontlik tegnies ook heelwat moeiliker as wat dit by skape die geval is en die risiko's wat daaraan verbonde is só groot dat dit wetenskaplik onaanvaarbaar is om enige eksperimente op die gebied te oorweeg. Die mens is nie 'n verbruikersvoorwerp wat in diens van ander mense geproduseer kan word nie. Die klonering van diere is ook vergelyk met die tegnologie om geneties-gemodifiseerde diere (transgeniese diere) te produseer. Daar is talle gebruike vir transgeniese diere, waarvan een van die belangrikste die aanwending van transgeniese muise as modelle vir die studie van genetiese en ander siektes is.

ABSTRACT

Cloning: a scientific and ethical perspective

The article is based on a lecture in which some of the scientific and ethical aspects of the first successful cloning of a sheep from the adult tissue of a full grown animal, were addressed. The technical background to the cloning experiment is briefly discussed as well as possible reasons for the very low cloning efficiency. The risks associated with cloning animals from differentiated, adult cells with an uncertain mutation history are very high. In animal breeding these risks can be justified by the important application of making genetically identical copies of a number of rare, unique animals that can form a small breeding stock from which these animals can be reproduced in a more conventional way. With respect to human cloning these advantages do not apply and the scientific value is limited. Human cloning is furthermore likely to be much more difficult than sheep cloning and the risks associated with such experiments so high that it is scientifically unacceptable to even consider any experiments in this field. Humans are also not consumer products that can be produced to serve other people. The cloning of animals is also compared to the technology to produce genetically modified animals (transgenic animals). There are again several important applications of transgenic animals but the most important of these is the unique use of transgenic mice as models for the study of genetic defects and other disorders in humans.

INLEIDING

Die aankondiging in Februarie 1997 dat dr. Wilmut en ander wetenskaplikes by die Roslin Instituut in Skotland daarin geslaag het om 'n skaap uit die uierselle van 'n volwasse skaap te kloner, het skokgolwe deur die wetenskaplike wêreld en veral die algemene publiek gestuur. Hierdie skok kan nie in die eerste plek toegeskryf word aan 'n vrees dat ons omring gaan word deur duisende identiese skape nie, maar dit berus op die spekulasie dat as dit met skape gedoen kan word, die klonering van mense ook moontlik behoort te wees. Dit sou gestalte gee aan een van die bekendste wetenskapfiksenagmerries, naamlik die van 'n "Huxley's, Brave New World" waarin mense niegeslagtelik vermeerder word deur slegs die genetiese materiaal in die menslike selle te kopieer. Die hipotese dat diere so vermeerder kan word, is natuurlik niks nuuts nie en die skaap-klonering verteenwoordig slegs die eerste positiewe resultaat na 'n lang periode van meer as 40 jaar waartydens daar op een af ander wyse sonder veel sukses op die gebied geëksperimenteer is. Die lang periode van stilte het geleidelik die gerusstellende gedagte laat posvat dat die klonering van diere uit gedifferensieerde selle nie werklik moontlik is nie. Die bedreiging van 'n "Brave New World" het vervaag. Die onlangse aankondiging het die perspektief weereens radikaal verander. Die doel van

hierdie bespreking is om 'n paar van die beginsels wat die proses van klonering onderlê, te bespreek en te kontrasteer met die beginsels wat betrokke is by die ontwikkeling van transgeniese diere. Elkeen van die verskillende benaderings het op sy beurt belangrike etiese implikasies vir die mens en daar sal probeer word om die gemeende wetenskaplike voordele op te weeg teen die etiese implikasies wat dit vir die mens, sy omgewing en die samelewing kan inhou.

KLONE EN KLONERING

'n Kloon kan beskryf word as 'n geneties identiese afdruk van 'n individuele organisme. Dit beteken die genetiese materiaal (die DNA), en dus ook die gene van die kloon, is identies aan die van die donororganisme waarvandaan die genetiese materiaal verkry is. Gene is afgebakende dele op 'n veel groter DNA-molekuul wat die inligting of instruksies bevat vir die sintese van proteïene. Hierdie proteïene bepaal die geneties oorerflike eienskappe van 'n organisme. By soogdiere en alle ander eukariote organismes is die DNA-molekules in die kern van elke sel in die vorm van chromosome verpak. Daar word geskat dat daar ongeveer 100 000 gene op die verskillende chromosome van die mens kan voorkom. Die genetiese verskille wat tussen mense waargeneem word, ontstaan omdat daar in 'n

bevrugte eisel of oösië 'n unieke kombinasie van die gene van elkeen van die twee ouers plaasgevind het. Die kind toon groot ooreenkoms met sy ouers, maar is nogtans nooit geneties identies aan enige van die twee nie. Die beste illustrasie van wat gebeur wanneer twee individue wel oor identiese gene beskik, word uit die vergelyking van 'n identiese tweeling verkry.

Dit is egter belangrik om te beseft dat alle selle wat na bevrugting deur seldeling vanaf die enkele oösië tot stand kom, met enkele uitsonderings klone is van die oorspronklike oösië. Dit beteken dat elke sel in die liggaam, ondanks alle verskille in voorkoms en funksie, nog steeds dieselfde genetiese materiaal en gene sal bevat as die oorspronklike bevrugte oösië. Op hierdie beginsel berus die kloneringstechnologie. Selle van die lewer, die hart en die vel is dus almal klone van dieselfde oösië en bevat identiese gene. Om dié rede behoort dit moontlik te wees om uit elkeen van die selstipes weer 'n kloon van die oorspronklike individu te verkry. Die verskille tussen al die selstipes word deur 'n differensiasieproses bepaal waarin verskillende gene in verskillende selle aan- of afgeskakel word. 'n Baie belangrike vraag in die verband is of die proses van differensiasie omkeerbaar is. Kan gene wat reeds afgeskakel is, weer geaktiveer word en geaktiveerde gene weer afgeskakel word? Die duidelikste antwoord het tot dusver uit die plantewêreld gekom waar dit redelik maklik is om volledige plante te herwin uit steggies van volwasse plantweefsel en selfs uit enkele plantselle van verskillende weefsels soos blare of plantwortels. Elkeen wat 'n steggie in die grond steek om 'n nuwe plant te kweek, is dus besig met klonering en klonering is dus niks nuuts of kontroversieel in die natuur nie. Ons benutting van die plantewêreld berus in 'n baie groot mate op klonering, en baie van die bome, plante en struik in ons tuine is almal klone van individuele plante wat eenmaal as uitsonderlik genoeg beskou is om te kloner. Dit is dus voor die hand liggend dat gevra sal word of dit ook op diere betrekking het. Is dit moontlik om 'n uitsonderlike plaasdier of 'n uitsonderlike troeteldier te kloner sodat 'n identiese kopie daarvan gekry kan word?

DIE SUKSESVOLLE KLONERING VAN 'N SKAAP

Waarom het die navorsers in Skotland sukses behaal met hul kloneringseksperiment? Daar is natuurlik baie faktore wat 'n rol speel, maar een daarvan is sekerlik dat die navorsingsgroep die beste ondervinding gehad ten opsigte van die tegniese en wetenskaplike beginsels waarop klonering berus. 'n Jaar te vore het hulle reeds daarin geslaag om skape te kloner deur die genetiese materiaal in 'n skaapoösië te vervang met die genetiese materiaal wat uit selle van 'n baie vroeë skaapembrio verkry is. Uit hierdie oösië is 'n skaap ontwikkel wat 'n genetiese kloon was van die embriodonor. Omdat die embrionale selle nog nie werklik gedifferensieer is nie, het hierdie eksperiment minder opskudding veroorsaak. 'n Jaar daarna het hulle egter die eksperiment herhaal met donorselle van 'n volwasse skaap.

Sonder om op die tegniese besonderhede self in te gaan, was die grondslag van hulle sukses die volgende eksperiment: Die uierselle van 'n ses jaar oue Fin-Dorset-skaap is geïsoleer en in weefselkultuur aan die lewe gehou met slegs die minimum voedingstowwe. Die uithongering van die selle het veroorsaak dat die selle uit die normale delingsiklus in 'n rusfase, die sogenaamde G₀-stadium beland het. In dié fase bly die selle aan die lewe, maar sal nie deel nie en geen nuwe produkte word gevorm nie. Terselfdertyd het hulle 'n oösië van 'n ander tipe skaap, 'n Swartgesig-ooi, geïsoleer en versigtig met 'n naald al die bestaande genetiese materiaal uitgesuig, sonder om te veel van die sitoplasmagedeelte van die sel self te verwyder. Daarna

het hulle die oösië en die uiersel in die rusfase bymekaargebring en met behulp van 'n elektriese puls die twee selle aangepor om te versmelt. Na die versmelting was die enigste genetiese materiaal in die oösië afkomstig van die chromosome van die oorspronklike uiersel. Die sel is toegelaat om 'n aantal seldeling te ondergaan en die klein embrio is daarna in die Swartgesig-ooi teruggeplaas vir verdere ontwikkeling. Na die normale periode is 'n Fin-Dorset-skaap gebore wat geneties identies was aan die ma wat die oorspronklike uiersel geskenk het. Die skaap het daarna die bekende naam Dolly gekry.

Onder die faktore wat tot die sukses van die eksperiment bygedra het, kan die uitgehongerde toestand van die volwasse uierselle moontlik ingereken word. Dit is moontlik dat selle waarvan die genetiese materiaal in 'n rustoestand verkeer makliker by die nuwe oösiëomgewing inpas en dat dit gevolglik makliker was om die proses van differensiasie om te keer. Dit is byvoorbeeld moontlik dat sekere van die proteïene en ander beheerfaktore wat in die selle voorkom om te verseker dat die sel as 'n uiersel funksioneer, in die rusfase afgebreek het sodat die genetiese materiaal reeds 'n deel van sy differensiasie-beheerfaktore verloor het toe dit met die eiersel versmelt is. 'n Ander faktor wat tot voordeel van die skaapklonering kon gegeld het, het te doen met die bevinding dat die differensiasie van 'n bevrugte oösië by skape na die eerste delings heelwat stadiger is as by ander diere, soos byvoorbeeld 'n muis. By muise begin die differensiasie reeds na die tweede deling (tweeselstadium) terwyl dit by skape eers na die vierde deling (16-selstadium) plaasvind. Dit beteken dus dat die skaapuiersel se genetiese materiaal heelwat tyd gegun is om by die vreemde, nuwe omgewing van die oösië aan te pas. By die muis daarteenoor is daar nie so 'n aanpassingsperiode nie en die nuwe genetiese materiaal moet byna dadelik sy stempel op die sel afdruk. Dit is baie moontlik dat dit nie so maklik gebeur nie en dat dit een van die redes is waarom probleme met die muisklonering ondervind is. Vir diegene wat die moontlikheid van mensklonering angsvallig dophou, kan dit gerusstellend wees om te weet dat die mens nader aan die muis as aan die skaap is. Dit mag dus tegnies baie moeiliker wees om mense te kloner. Wat ook al die geval, die klonering van skape bly nog steeds tegnies baie moeilik en die effektiwiteit van klonering is besonder laag. Uit 'n totaal van 277 selfusies het slegs een 'n suksesvolle kloon gelewer.

Daar kan baie redes vir die lae effektiwiteit aangevoer word. Een daarvan kan te doen hê met foute in die volwasse donorselle. Alhoewel die somatiese selle van 'n organisme genetiese klone is van die oorspronklike bevrugte oösië het die selle tog oor 'n leeftyd van bykans ses jaar 'n eie geskiedenis van verandering opgebou. Tydens seldeling word daar dikwels klein foute gemaak wat as mutasies bekend staan. Sulke mutasies kan ook deur verskillende eksterne faktore soos ultraviolet bestraling en blootstelling aan chemiese stowwe aangehelp word. Die foute of mutasies word deel van die selle se genetiese materiaal en word getrou van sel tot sel deur seldeling oorgedra. In die betrokke uierselle hoef die mutasies nie skadelik te wees nie, maar sodra dit van die genetiese materiaal van die ses jaar oue selle verwag word om weer 'n nuwe lewe te begin, is dit dalk 'n ander kwessie. Mutasies wat onskadelik in volwasse weefsel is, kan dus 'n probleem word as die proses van differensiasie opnuut moet begin. Hierdie mutasies is willekeurig en daar kan dus nie vooraf voorspel of bepaal word of die klonering met 'n normale of 'n reeds beskadigde sel uitgevoer gaan word nie. Die mutasies vind ook nie alleen in die chromosomale DNA plaas nie, maar ook in die mitochondriale DNA. Mitochondria-organelle kom in die sitoplasma voor en is verantwoordelik vir 90% van die energieproduksie in die sel. Hulle word normaalweg

slegs van die moeder oorgeërf deur die mitochondria in die oösiel. Mutasies in die organelle kan siektes veroorsaak. Na versmelting van die oösiel met die uiersel bevat die nuwe oösiel 'n unieke mitochondriasamestelling. In plaas van net die jong Swartgesfkskaap-mitochondria is daar nou ook reeds verouderde Fin-Dorset-mitochondria waarvan sommige foute of mutasies kan bevat wat nadelig vir die kloon kan wees.

Al hierdie nadelige mutasie-effekte kan moontlik oorkom word deur slegs 'n groter aantal fusies uit te voer. Die regte produk kan nog steeds gekry word, al is dit dan teen die koste van 'n lae kloneringseffektiwiteit. As dieselfde eksperiment egter by mense uitgevoer sou word, sou dit 'n onaanvaarbare probleem skep omdat klone gegenereer kan word wat aan onvoorspelbare gebreke onderhewig mag wees. Dit is duidelik nie die soort risiko waaraan mensklone onderworpe mag word nie.

'n Tweede soortgelyke probleem is dat selle, ondanks akkurate deling, tog onderworpe is aan veroudering. Die veroudering is deels as gevolg van chromosomale en mitochondriale mutasies, maar baie ander faktore kan egter ook betrokke wees, soos onder meer die verkorting van telomere in somatiese selle. Die ente (telomere) van 'n chromosoom kan nie so akkuraat verdeel as die res van die chromosoom nie. Die chromosoom word moontlik selfs met elke deling 'n klein bietjie korter omdat die ente onvolledig gedupliseer word. Daar is metodes om vir die foute te kompenseer, maar dit is goed bekend dat daar groot variasie in die lengte van telomere in verskillende weefsels en selfs in selle van dieselfde weefsel kan voorkom. Omdat daar nie belangrike gene of inligting by die ente geleë is nie, is dit nie by jong selle 'n groot probleem nie, maar na baie delings kan die telomere dalk só verkort dat dit wel 'n probleem skep. Selle kan dus tekens van ouderdom toon net soos 'n dier in sy geheel ouer word. 'n Interessante vraag sou wees of Dolly, omdat sy gekloneer is uit selle wat reeds ses jaar "oud" is, ses jaar van haar normale lewe sal moet inboet. Net die tyd sal leer wat die antwoord op die vraag is.

Dit is dus duidelik dat daar nog baie onopgeloste vrae oor die effektiwiteit van klonering en die ewe belangrike risiko's wat geneem word, bestaan. By diere kan die voordele van klonering moontlik so groot geag word dat dit kompenseer vir moontlike nadelige gevolge. By die mens daarteenoor plaas dit 'n onaanvaarbare wetenskaplike las op die hele proses.

DIE GEBRUIK VAN DIEREKLONERING EN ETIESE IMPLIKASIES

Die belangrikste motivering vir die navorsing op skaapklonering was die groot behoefte om 'n identiese genetiese afdruk te maak van diere wat met geweldige hoë koste deur middel van genetiese manipulasie of genetiese ingenieurswese ontwikkel is. Sulke sogenaamde transgeniese diere is potensieel van groot ekonomiese waarde, maar baie van die voordele kan verlore gaan as 'n nageslag van die diere deur normale telingsprosesse verkry moet word. In dié opsig is sulke diere dus soos baie skaars, unieke plante wat deur klonering vermeerder behoort te word om hul voortbestaan te verseker. Die belangrikste voordeel van klonering is dus om spesifieke diere te vermeerder met behoud van al die vooraf bekende en geëvalueerde genetiese eienskappe. Op dié manier kan groot telingsvordering in 'n baie kort tyd met groot kostebesparing gemaak word. Dit stel telers in staat om 'n kernkudde van miskien vyf of tien diere deur klonering op te bou waaruit 'n groot nageslag deur meer konvensionele teling geproduseer kan word.

Dieselfde benadering mag ook vir die bewaring van bedreigde spesies geld. Daar word byvoorbeeld min sukses behaal met konvensionele teelprogramme om die behoud van die Panda te

verseker. Dit mag dalk moontlik wees om 'n Panda te kloneer. Dit is sekerlik nie die ideale benadering om die voortbestaan van die Panda te verseker nie omdat dit belangrike genetiese variasie inperk. Nogtans is die behoud van 'n gekloneerde Panda steeds veel beter as die algehele verlies daarvan.

Daar is ook groot waarde aan klonering uit 'n meer akademies wetenskaplike perspektief. Die moontlikheid om 'n groot aantal genetiese klone van dieselfde volwasse dier te bekom, mag wetenskaplikes in staat stel om belangrike vrae oor die differensiasieproses self te beantwoord, asook om aandag aan fundamentele vrae oor aspekte soos selveroudering en die bydrae van sitoplasmiese effekte (soos bv. mitochondria) te gee. Sulke geneties identiese diere is ook die ideale manier om die effek van die omgewing op die ontwikkeling van 'n dier te bestudeer. Dit is goed bekend watter belangrike rol identiese tweelinge speel om by die mens die bydrae van omgewing tot persoonlikheid, intelligensie en ander faktore te bestudeer. 'n Hele paneel van geneties identiese individue sou 'n baie belangrike bydrae op dié navorsingsgebied kan maak.

Dit sou egter misleidend wees om te probeer voorgee dat daar nie ook wetenskaplike en etiese bedenkinge oor diereklonering bestaan nie. Een ooglopende gevaar is dat klonering 'n afname in genetiese diversiteit meebring. Dit is op die lang termyn nadelig vir die oorlewing van die betrokke bevolking. Die moontlike gevaar hiervan word egter getemper deur die realiteit dat klonering waarskynlik altyd tegnies duur en oneffektief gaan wees sodat dit nooit, soos by baie plante, normale voortplanting sal vervang nie. Dit moet dus altyd as 'n aanvullende hulpmiddel in diere teling beskou word.

Is dit regverdigbaar om diere te kloneer vir eie, selfsugtige en dikwels suiwer ekonomiese belang? Daar kan beweer word dat ons die natuur sy gang moet laat gaan en dat klonering die gevaar inhou dat dit die mens versterk in sy behoefte om die omgewing vir sy eie voordeel uit te buit. Dit is 'n moeilike saak, maar dit kan betwyfel word of klonering werklik veel aan die huidige situasie gaan verander. Die mens teel diere al vir eeue lank om in sy eie, selfsugtige behoeftes te voorsien. 'n Kloon van 'n skaap of 'n ander dier is nie meer onnatuurlik as die produkte wat deur eng-gefokusde diere teling tot stand gebring word nie. 'n Hond is nie werklik meer 'n "natuurlike" produk nie maar reflekteer die selfsugtige behoeftes wat die mens aan 'n troeteldier kan stel. Sommige mense het behoefte aan klein, wollerige skoothondjies terwyl ander groot, gevaarlike waghonde met skerp tande verkies. Hondetelers het verseker dat die "produkte" beskikbaar is. Dieselfde geld vir alle huis- en plaasdiere wat ons vir ons gebruik toe-eien. As dit eties aanvaarbaar is om sulke diere te teel en te gebruik, behoort klonering, as 'n baie effektiewe manier om 'n goeie produk te verseker, ook eties aanvaarbaar te wees. Indien daar wel 'n redelike beswaar teen die benadering is, moet daar indringend na al die aspekte wat die normale gebruik van ons dierebevolking raak, gekyk word. Ten laaste is dit belangrik om te oorweeg of die gekloneerde dier self benadeel word. As die tegnologie self nie die dier benadeel nie, het die dier self sekerlik geen probleme met die feit dat hy of sy 'n kloon is nie. Na alle waarskynlikheid is Dolly net so gelukkig as haar normaal geproduseerde eweknie. Dit is veral in die opsig dat die etiese oorwegings van mens- en diereklonering radikaal van mekaar kan verskil.

DIE KLONERING VAN MENSE EN ETIESE OORWEGINGS

Die eerste en miskien belangrikste vraag is of dit moontlik sal wees om mense te kloneer. Alhoewel dit wetlik verbied word, is klonering uit embriose 'n baie sterk moontlikheid. Voordat

differensiasie begin, is die probleme en risiko's wat by die klonering van die genetiese materiaal betrokke kan wees baie kleiner. Klonering vanaf selle van 'n volwasse individu is egter 'n ander saak. Ten eerste is daar by die mens die reeds genoemde probleme met die vroeë differensiasie van selle tydens die eerste seldelings. Die mens is meer soos die muis en klonering van die muis was tot dusvêr nog altyd onsuksesvol. Klonering van mense uit volwasse weefsel kan dus tegnies baie moeilik wees en die effektiwiteit kan nog veel laer wees as die reeds baie lae effektiwiteit van skaapklonering. Nog belangriker is egter die onaanvaarbare risiko wat sulke klonerings kan inhou. Daar is reeds verwys na die probleme wat verouderde selle en selle met 'n onsekere mutasiegeskiedenis kan inhou. Wat gaan met mislukte kloneringseksperimente, en in besonder klone met gebreke wat nie voorgeboortelik opsigtelik was nie, gebeur? Daar is beslis nie 'n etiese manier waarop daar van die twyfelagtige kloneringsprodukte ontslae geraak kan word nie. Dit is dus moeilik om te glo dat enige wetenskaplike bereid sou wees om die soort risiko te loop selfs al sou dit deur die wet veroorloof wees. Net die gedagte aan die tipe wanpraktykeise wat so 'n kloon sou kon instel om vir 'n bepaalde genetiese defek te kompenseer, is genoeg om belangstelling in die tipe wetenskaplike navorsing te kelder.

Uit 'n bloot wetenskaplike perspektief is dit dus reeds duidelik dat die klonering van mense onaanvaarbaar is en so sal bly. Die wetenskaplike risiko is te groot. Indien die tegniese redes egter buite rekening gelaat word en ons aanvaar dat dit wel moontlik kan word om 'n veilige klonering uit te voer, hoe beïnvloed dit die verdere etiese oorwegings? Soos reeds by dierklonering bespreek, is dit duidelik dat klonering slegs gerig is op die dier as verbruikersvoorwerp. By die mens sou dit niks anders wees nie. Niemand wil 'n mens kloneer ter wille van die belang van die kloon self nie. Die enigste rede waarom mense ander mense sou wou kloneer, het te doen met 'n begeerte om iets te dupliseer wat presies aan 'n bepaalde, selfsugtige behoefte voldoen. Hierdie behoefte kan die egomania van 'n individu reflekteer of gerig wees op die obsessie om 'n individu waarvoor daar groot bewondering mag bestaan, te laat voortleef. Wat ook al die motief, in alle gevalle bly dit 'n hunkering na die "verbruik" van 'n persoon. Dit is dus niks anders as 'n vorm van slawerny nie en dit bly onder alle omstandighede eties onaanvaarbaar. Daar kan maklik beweer word dat as dit moontlik was om weer 'n Einstein of 'n Mozart te kloneer, die voordele al die nadele en gevare sou kon oorbrug. Dit is sekerlik waar dat 'n "nuwe" Mozart met 'n lang produktiewe lewe 'n ongelooflike musikale skat aan die mens kon nalaat. Die realiteit is egter anders. Mozart was 'n produk van beide geniale musikale gene en sy besondere omgewing. Sonder die omgewing van 'n bepaalde vader, musikale prioriteite, regeringsbelangstelling en ander aspekte kon dinge baie anders verloop het. 'n Kloon van Mozart sou in vandag se samelewing dalk baie ander prioriteite hê. Meer nog, as almal angsvallig sit en wag op sy eerste sonate mag hy rebels weier om aan 'n klavier te raak. Niks is voorspelbaar nie. Die mens as individu is 'n unieke samestelling van gene en omgewing. Selfs klone van 'n Hitler wat in 'n konvensionele Pretoriase voorstad opgegroeï het, mag, anders as by die wetenskapsfiksie dit wil hê, verkies om eerder as 'n bedeesde klerk of universiteitsdosent sy loopbaan te vind. Anders as by diere sou die bewussyn by die mens dat hy of sy bloot geproduseer is om 'n kloon van 'n ander uitsonderlike of geliefde individu te wees 'n ondraaglike las op so 'n kloon plaas. Die kloon self gaan baie groot besware hê teen die feit dat hy as 'n kloon gedupliseer is en dit alleen maak dit eties onaanvaarbaar.

Net so min as wat die sukses van die klonering van mense voorspelbaar is, is dit moontlik om te voorspel of dit ooit sal

gebeur. Wetenskaplik en wetlik is die teenstand teen sulke eksperimente egter so sterk dat dit tans baie onwaarskynlik lyk. Dit sou dus onmoontlik wees om van enige van die erkende metodes gebruik te maak om sulke eksperimente te befonds of te publiseer. Die klonering van mense is ook as metode nie van besondere wetenskaplike waarde nie. Die klonering van 'n skaap was baie belangrik omdat dit 'n nuwe metode en 'n nuwe beginsel geïllustreer het. Die klonering van mense illustreer bloot dieselfde wetenskaplike beginsel, toegepas op 'n ander spesie, en dit het as sulks meer gevoels- as werklike wetenskaplike waarde. Soos aan die begin bespreek, is die klonering van diere in 'n groot mate gemotiveer deur die behoefte om geneties identiese afdrukke van transgeniese diere te maak. Die toepassing geld natuurlik nie vir mense nie, maar transgeniese diere het wel vir die mens 'n belangrike gebruiksvoorwerp geword en dit is gevolglik wel belangrik om die verband tussen klonering en transgeniese diere van nader te beskou en te wys op die voordele en etiese oorwegings wat by die gebruik daarvan geld.

TRANSGENIESE DIERE EN KLONERING

Die ontwikkeling van transgeniese diere berus ook op die gebruik van 'n kloneringstechnologie. In dié geval egter nie die klonering van heel organismes nie, maar wel die klonering van gene. Geenklonering en rekombinante DNA-tegnologie dateer uit die vroeg sewentigerjare en berus op die vermoë om identiese afdrukke van spesifieke gene te maak en te isoleer. Hierdie gene mag inligting bevat vir die sintese van proteïene van kommersiële of wetenskaplike waarde. Die ontwikkeling van transgeniese diere berus daarop dat sulke gekloneerde gene by die genetiese materiaal van 'n oësiet ingelas word sodat die transgeniese dier wat daaruit ontwikkel eienskappe bykry wat hy nie normaalweg sou hê nie. Die eienskap is dikwels dat die dier nou oor die vermoë beskik om sekere unieke proteïene te produseer wat van kommersiële of ander waarde kan wees. So byvoorbeeld is daar 'n transgeniese bok geproduseer wat die menslike antitrombin-proteïen wat vir bloedstolling gebruik kan word, produseer. Daar is 'n bees ontwikkel wat menslike alfa 1-antitripsien in die melk afskei wat vir sistiese fibrose gebruik kan word. Ook die melkkwaliteit van beeste is verbeter deur 'n transgeniese koei te ontwikkel wat die menslike alfa-laktalbumien in die melk afskei wat as 'n goeie voedings-toevoeging beskou kan word. Varke wat die menslike bloedfaktor VIII en fibrogeen in die melk produseer, is ook al ontwikkel. Dit is nie die doel van die bespreking om in diepte by die wetenskaplike metodiek waarmee transgeniese diere geproduseer word, stil te staan nie maar ter aansluiting by die dierkloneringsmethodiek is 'n paar opmerkings wel ter sake. Die metodiek berus weereens op die modifikasie van 'n bevrugte oësiet. Anders as om die genetiese materiaal in sy geheel te verwyder en weer te vervang met die van 'n ander sel, word in hierdie geval gekloneerde gene van 'n bepaalde tipe, soos byvoorbeeld die geen wat die inligting vir die sintese van menslike alfa-laktalbumien bevat, tot die oësiet toegevoeg. Die geen word daarna by die chromosome ingelas en die oësiet word na 'n aantal delings teruggeplaas en toegelaat om te ontwikkel. Die nuwe transgeniese dier wat so geproduseer word, het 'n unieke eienskap bygekry wat weer na die volgende geslag oorgedra kan word. Die koste aan die ontwikkeling van sulke transgeniese diere en in besonder die groter plaasdiere, kan egter miljoene rande beloop en dit dien as motivering vir die klonering van sulke diere.

Die belangrikste huidige gebruik van transgeniese diere is egter nie vir die produksie van unieke farmaseutiese produkte nie, maar wel die moontlikheid om transgeniese diere te produseer wat as

modelle kan dien vir die studie van enige van 'n baie groot verskeidenheid genetiese en ander siektetoestande. Net soos dit moontlik is om nuwe gene by die genetiese materiaal van 'n oösie in te las, is dit ook moontlik om op hoogs selektiewe wyse bestaande gene te inaktiveer. 'n Groot aantal verskillende siektetoestande of kenmerke van 'n dier wat met 'n bepaalde geen geassosieer kan word, kan op die manier nageboots en bestudeer word. Meeste van die werk is met muise gedoen en die lys van muise waarvan bekende gene geïnaktiveer is of met gene vervang is wat op 'n bepaalde manier gemuteer is, is baie groot. Daar is onder meer transgeniese muise ontwikkel wat siektetoestande het wat met Alzheimer se siekte ooreenkom. Daar is muise met malkoeisiekte, muise met gewigsprobleme, muise sonder enige weerstand teen kanker, muise wat nie langer oor 'n immunologiese verdedigingsmeganisme beskik nie en selfs muise wat die mees basiese moederinstink om na hulle kleintjies om te sien, verloor het. Hierdie tipe muise het van onskatbare waarde geword in mediese navorsing en skep geleenthede om sekere siektetoestande te ondersoek wat op geen ander manier bestudeer kan word nie. Dit is voor die hand liggend dat alles wat in muise waargeneem word nie net so op die mens van toepassing is nie, maar nogtans gee dit vir die mens in baie gevalle die eerste blik op die bydrae wat sekere gene tot die fisiologie en oorlewing van 'n dier kan maak. Op dié manier is daar reeds baie bygedra tot die studie van geenfunksies.

Die moontlikheid om muise met bepaalde genetiese defekte te produseer, stel wetenskaplikes verder in staat om diagnostiese en terapeutiese hulpmiddels te ontwikkel om die probleme die hoof te bied. In die verband is die ontwikkelinge op die gebied van geenterapie baie toepaslik. In geenterapie word probeer om foute wat aan defekte gene toegeskryf kan word, reg te stel deur die korrekte weergawe van die geen tot sekere selle buite of binne-in die liggaam toe te voeg. Die benadering produseer nie transgeniese diere nie maar kan 'n unieke oplossing bied om spesifieke ensiem- en ander tekortkominge aan te vul. By die

mens is daar met behulp van geenterapie besondere vordering gemaak met siektes wat aan 'n immunologiese gebrek toegeskryf kan word. Baie ander moontlikhede word tans ondersoek. Die benadering maak weereens gebruik van geenkloning, maar is eties baie verskillend omdat geen permanente verandering in die geslagselle betrokke is nie. Die groot gevare en risiko's is dus aansienlik verminder.

ETIESE OORWEGINGS: TRANSGENIESE DIERE

Die etiese oorwegings wat by die ontwikkeling van transgeniese diere geld, toon 'n sterk ooreenkomstige met die oorwegings wat by die klonering van diere gegeld het. Daar is voordele maar ook, soos met alle tegnologieë, die moontlikheid van misbruik. Weereens is daar egter streng wetenskaplike beperkinge ter sake. Die ontwikkeling van transgeniese mense is byvoorbeeld in beginsel heeltemaal moontlik, maar die onaanvaarbare wetenskaplike risiko en die lae effektiwiteit van die proses maak dit weereens 'n onaanvaarbare wetenskaplike eksperiment. Daar is ook in alle lande streng wetlike beperkings op die tipe eksperimentering. Alhoewel die tegnologie nou al vir heelwat meer as tien jaar goed bekend is, kan redeliker wyse aangeneem word dat sulke eksperimente nog nooit met mense uitgevoer is nie. Die tipe wetenskaplike kontrole is gerusstellend en bevestig weereens dat wetenskaplikes nie maklik bereid is om sulke risiko's met mense aan te gaan nie. Daar kan slegs gehoop word dat dieselfde konserwatiewe beginsels ook ten opsigte van klonering van diere en mense gaan geld.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Campbell, K.H.S., McWhir, J., Richie, W.A., Wilmut, I. (1996). *Nature*, 380, 64-66.
2. Wilmut, I., Schnieke, A.E., McWhir, J., Kind, A.J., Campbell, K.H.S. (1997). *Nature*, 385, 810-813.

PROEFSKRIFTE EN VERHANDELINGS

'n Opleidingsmodel vir die integrering van rekenaar- en navorsingsvaardighede op hoëronderrysvlak

A.S. Blignaut

(Proëfskrif vir die Ph.D.-graad in Rekenaargesteunde Onderwys; promotor: prof J.G. Knoetze)

Departement Didaktiek, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Die belangrikste rol van tegnologie in enige gemeenskap is dié van 'n hulpmiddel, dit wil sê 'n wyse waardeur kennis, materiale en energie nuttig aangewend kan word tot voordeel van die gemeenskap. Enige verandering in tegnologie beïnvloed die persoonlike en sosiale vlakke van almal in die gemeenskap, terwyl die behoeftes van individue en gemeenskappe op hulle beurt weer bepaal watter tegnologieë hulle direk met die samelewings-omgewing verbind. Die suksesvolle gebruik van tegnologie deur 'n gemeenskap impliseer verhoogde bestuursvaardighede van die gebruikers in die effektiewe toepassing daarvan. Sosio- tegnologiese en sosiokulturele aanpassing is 'n voortdurende proses wat groot uitdagings aan die ontwerp van toepaslike onderwys- en opleidingsisteme stel. By die beskouing van hierdie evolusionêre prosesse, kom 'n mens tot die besef dat die kapasiteit om te ontwikkel en aan te pas onbeperk is. Modelle vir toepaslike onderwysisteme met intelligente tegnologiese toepassings vir spesifieke sosiokulturele gemeenskappe behoort ontwerp te word ter wille van die oorlewing van alle gemeenskappe binne die snel ontwikkelende wêreldsamelewingsgemeenskap.

Die ontplooiing van 'n nuwe sosiale kultuur het reeds met die politieke en sosiale veranderinge wat op 27 April 1994 in Suid-Afrika geïnisieer is, op alle terreine sigbaar geword. Veranderinge in onderwys en opleiding is geen uitsondering nie en die vooruitskouing van die veranderinge vir die volgende paar dekades word in die Witskrif oor Onderwys (Departement van Onderwys, 1995) uitgestippel.

Die doel met hierdie ondersoek was om 'n opleidingsmodel te ontwerp wat studente, ingeskrif vir 'n voedselvakkursus op die hoëronderrysvlak (Voedsel 310), in staat sal stel om rekenaar- en navorsingsvaardighede, onderliggend aan toepaslike beroepsverwante bemerkbare bekwaamhede, te bemeester, tot voordeel van 'n veranderende sosio- tegnologiese kultuur, binne die raamwerk van 'n veranderende en demokratiserende Suid-Afrika.

Die navorsingsdoel is vanuit 'n idee (persepsie, doelstelling) geïnisieer dat die opgawes vir opleiding, soos uitgestippel in die Witskrif oor Onderwys en die Nasionale Kwalifikasieraamwerk (RGN, 1995), die eise vanuit die samelewingsomgewing en die kontekstuele opleidingsuitkomstevir huishoudkunde-opleiding as basis vir die opleiding van studente met betrekking tot die voedselvakkursus moes dien. Aan die hand van aksienavorsingsprosedures is hierdie idee tydens 'n voorloperstudie verfynd tot 'n voorlopige opleidingsmodel waarin voorgestel is dat rekenaar- en kontekstuele vaardighede geïntegreerd ontwikkel behoort te word met die oog op die bemagtiging van die individu met beroepsverwante bemerkbare bekwaamhede.

Met die oog op onmiddellike ontwikkeling en verbetering van

die opleidingspraktyk, is die voorlopige opleidingsmodel langs die weg van aksienavorsing geïmplementeer. 'n Toepaslike studentenavorsingsprojek is geïdentifiseer en deur middel van oriëntering, verkenning, beplanning, implementering en analise en beoordeling is die opleidingsuitkomste met betrekking tot die uitvoering van die studentenavorsingsprojek beoordeel. Die studente het rekenaarvaardighede relevant tot *Microsoft Office 4.3 (Windows 3.1-gebaseerd)* aangeleer en het deur middel van 'n konstruktivistiese brongebaseerde opleidingsbenadering die kontekstuele vaardighede van die Voedsel 310-vakkursus koöperatief bemeester. Die prestasie-uitkomste van die studente met betrekking tot die navorsingsprojek is op 'n verskeidenheid van wyses (rekenaarmatig, visueel en papiergebaseer) tydens 'n groepseminaar gekommunikeer.

Die ingesamelde data en studente-evalueringe met betrekking tot die aanbieding van die vakkursus is geanaliseer. Alhoewel die studente die konstruktivistiese brongebaseerde opleidingsbenadering moeilik gevind het, het hulle die koöperatiewe demonstrasie van prestasie-uitkomste sinvol beleef, maar het die koöperatiewe en konstruktivistiese opleidingsbenadering oor die algemeen intensief, tydrowend, uitdagend en tegelyk verrykend ervaar. Daar kan derhalwe afgelei word dat waardetoevoeging 'n unieke, onderskeidende kenmerk van die Voedsel 310-vakkursus, aan die Departement Huishoudkunde, Universiteit van Pretoria, was.

Aspekte en deelasspekte van die opleidingsgebeure is geëksplisiteer en geïnventariseer. Hierdie inventaris is gebruik om 'n voorlopige klassifikasie ten aansien van die konstruksie van die opleidingsmodel saam te stel. In die konstruksie van die model is die pragmatiese en spesifieke betekenis (behoeltes van die persone vir wie die model ontwikkel is) in berekening gebring. As finale stap van die vereenvoudigde benadering tot die integrering van rekenaar- en navorsingsvaardighede op die hoëronderrysvlak, is 'n opleidingsmodel gekonstrueer.

Hierdie model het betrekking op die volgende opleidingsaspekte, naamlik die

- opleidingsreise vanuit die samelewingsomgewing en beleidmakende vlakke van onderwys en opleiding;
- opleidingsrasionaal vir die betrokke vakkursus;
- kurrikuleringsproses met betrekking tot die vakkursus;
- vereistes met betrekking tot die opleidingsinfrastruktuur aan die betrokke hoëronderrysopleidingsinstansie;
- opleidingsbenaderings wat gevolg word in die aanbieding van die vakkursus.

Die invloed van bemesting op die kwantiteit en kwaliteit van *Digitaria eriantha* Steud. in semi-ariëde gebiede

I.F. Reckling

(Verhandeling vir die M.Sc.-graad; leier: prof. G.H.J. Kruger)

Departement Plant- en Bodemwetenskappe, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, 2520

In potproewe is bevind dat die twee geëvalueerde kultivars van *D. eriantha*, Irenè en Tip Top, se biologiese fosfaatbehoefte eenders is. 'n Sandkleigrond met 'n residuele grondfosfaatwaarde van 10 mg kg⁻¹ P (Bray 1) met 'n pH 5-7 (H₂O), blyk om genoegsame fosfaat vir normale groeiverreistes te verskaf. Hierdie norm is egter slegs van toepassing indien *D. eriantha* nie aan meganiese ontblaring blootgestel word nie.

Meganiese ontblaring van *D. eriantha* veroorsaak dat ongeveer 0,39% P, 2,94% K, 0,51% Ca en 0,64% Mg met elke ontblaring verwyder word. *D. eriantha* onderworpe aan drie meganiese ontblaringsintervalle, tydens die reprodutiewe fase, het by 'n residuele fosfaatstatus van ongeveer 15 mg kg⁻¹, die hoogste droëmateriaalopbrengs gelewer. Die grondkalsiuminhoud het weens ontblaring en uitfloging egter gedaal en mag indirek verantwoordelik wees vir prolienakkumulering in die wortels van *D. eriantha*.

Onder droëlandtoestande het stikstofbemesting die droëmateriaalproduksie statisties betekenisvol (P<0,05) verhoog. Die verlaging in grond Ca, Mg, K vlakke met gepaardgaande daling in pH, kan egter ook aan stikstofbemesting toegeskryf word. *D. eriantha* bemes met KAN het egter deurgaans (P<0,05) hoër produksies gelewer by dieselfde stikstofpeil, in vergelyking met persele wat ureumstikstof ontvang het. Ureum was moontlik meer onderhewig aan stikstofverliese as gevolg van moontlike perkolasie, denitrifikasie en/of vervlugting. Nitraatstikstof verbind deur middel van kovalente bindings aan kalsiumione en bevorder daardeur die verplasing van kalsiumione uit die grond. Persele bemes met KAN het statisties betekenisvol (P<0,05) laer kalsiumvlakke bevat. In teenstelling hiermee word ammoniak vir translokasie na die aminosure, glutamaat en aspartaat omgeskakel. *D. eriantha* bemes met ureum het dubbel

die konsentrasies van die twee genoemde aminosure bevat. Dit impliseer dat ureum onder genoemde omgewingstoestande nie na nitraat verander het nie, maar as ammonium opgeneem is.

Dekversies het in die laat winter statisties betekenisvol (P<0,05) meer lekverbruik tydens die benutting van *D. eriantha* staandehooi. Die toename in lekverbruik kan toegeskryf word aan die daling in die kwaliteit weens lignifikasie, denaturering, translokasie en blaarverlies van die staandehooi, soos aangedui deur die chemiese analise van ruproteïene, droëmateriaal *in vitro*-verteerbaarheid en die kation-konsentrasies van plantmateriaal. Daar is bevind dat die residuele grondstikstofkonsentrasie hoër was in persele wat nie onderhewig was aan 'n somer-snyaksie nie.

Hoewel nie bewys deur die chemiese analise van plantmateriaal, of afleibaar uit diereprestasie vir die 1993- en 1994-winterseisoen nie, het die toemaak van kampe na beweiding of hooimaakaksies die kwaliteit van staandehooi bevoordeel. Laat toediening van kunsmis, gekombineer met laat reënval was verantwoordelik vir positiewe daaglikse massatoename in die 1995-winterseisoen. Ongesnyde kampe is egter gekenmerk deur hoër oorgedraagte residuele grondstikstof. Gevolglik sal verliese weens hooimaak in berekening gebring moet word om 'n sinvolle stikstofbemestingaanbeveling te kan maak, indien beweiding of sny van kampe wel toegepas is.

Ekonomies het somerbeweiding van *D. eriantha* meer voordele in terme van gewigstoename, in vergelyking met 'n winterbenuttingstelsel. Indien 'n winterbenuttingstelsel wel gevolg word, is vroeë winterbenutting voordeliger, soos die statistiese laer lekinname (P<0,05) wat veroorsaak word deur die daling in kwaliteit, aangetoon het.

Evaluering van 'n rietbedding as sekondêre behandeling vir huishoudelike afvalwater met 'n nywerheidskomponent

A.M. van der Walt

(Verhandeling vir die M.Sc.-graad; leier: prof. B. Pieterse)

Departement Biochemie en Mikrobiologie, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, 2520

Die doel van hierdie ondersoek was om 'n Vrywaterstelsel (VS)-rietbedding te evalueer as sekondêre behandelingsfase vir 'n gemengde uitvloeisel wat huishoudelike sowel as nywerheidsafvalwater bevat het. Primêre behandeling vir die afvalwater het bestaan uit 'n geaktiveerde slykproses, gevolg deur chlorinering en veroudering in 'n dam. Om verandering in die afvalwatergehalte te bepaal, is die konsentrasie van sleutelveranderlikes met behulp van standaardprosedures gemeet. Resultate het aangetoon

dat, hoewel die vlak van besoedelingstowwe grootliks deur primêre behandeling verminder is, die konsentrasie van totale gesuspenseerde vastestowwe, chemiese suurstofaanvraag, nitraat en fosfaat steeds die Gehaltestandaarde vir Afvalwater en Uitvloeiels oorskry het.

In die VS-rietbedding is die vlakvloei van afvalwater oor die oppervlak van 'n beplante kanaalbedding onderbreek deur poele, wat ingesluit is om die retensie van die afvalwater in die stelsel

te verleng. Die doeltreffendheid van besoedelingstofverwydering is 'n funksie van die uitvloeielseienskappe, hidroliese lading en beweging, rietbedding-kenmerke en, in 'n sekere mate, omgewingstoestand. Vir moniteringsdoeleindes is die rietbedding in drie dele verdeel wat van mekaar verskil het ten opsigte van helling, afmetings en samestelling van makrofietsgemeenskappe. Om die uitwerking van vloei tempo, retensie, verskillende makrofietspesies en seisoensveranderinge op rietbeddingdoeltreffendheid te bepaal, is die verandering in uitvloeielsamestelling gemoniteer aan die einde van elkeen van die rietbeddinggedeeltes. Die ondersoek is oor 'n periode van een jaar uitgevoer. Resultate het aangetoon dat rietbedding-behandeling die gehalte van die uitvloei sel verbeter het deur gesuspendeerde vastestowwe met 75% te verminder, ammoniak met 33%, nitraat met 50%, fosfaat met 12% en opgeloste organiese koolstof met 37%.

Kortsluiting van die afvalwater het waarskynlik daartoe gelei dat fisiese en biologiese verwyderingsprosesse in die eerste gedeelte van die rietbedding minder doeltreffend was. Die konsentrasie van veranderlikes is hoofsaaklik verminder in die

rietbeddinggedeelte met die poele, waar toestande ideaal was vir verhoogde assimilasi e van nitraat en fosfaat deur alge, respirasi e deur heterotrofe bakterie e asook sedimentering en filtrering van gesuspendeerde vastestowwe. In hierdie gedeelte van die rietbedding het gesuspendeerde vastestowwe met 69% verminder, nitraat met 47% en fosfaat met 18%.

Ontleding van data wat seisoensgewys ingesamel is, het getoon dat rietbeddingdoeltreffendheid afgeneem het gedurende die winter wanneer la e temperature, verminderde sonbeligting en dro e grondtoestande die tempo van fisiese en biologiese verwyderingsprosesse direk of indirek beïnvloed.

Uit die ondersoek het dit geblyk dat VS-rietbeddings aansienlike potensiaal het as la ekoste-, la etegnologie- en omgewingsvriendelike stelsels om voedingstofryke afvalwater te behandel. Omvangryke ekologiese studies sal egter meer spesifieke inligting genereer aangaande die komplekse wisselwerking tussen meganismes wat besoedelingstowwe verwyder en faktore wat dit beheer. Sulke inligting sal lei tot die ontwikkeling van betroubaarder ontwerp spesifikasies vir toekomstige rietbeddingstelsels.

Die evaluering van die Gewone Tarentaal (*Numida meleagris*) as aanduider van organochloriedbesoedeling

L. Lötter

(Verhandeling vir die M.Sc. graad; studieleier: prof. Henk Bouwman)

Departement Dierekunde, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, 2520

Die studie het ten doel gehad om die Gewone Tarentaal as aanduider van organochloriedbesoedeling te evalueer. Organochloriedresiduvlakke en die verspreiding daarvan in die bloed, lewer, niere, brein, hartspier en spierweefsels is bepaal.

Die voëls is op georganiseerde jagtogte versamel, monsters is geneem en die bloed en weefsels is gaschromatografies geanaliseer. Korrelasi ekoëffisi ente tussen die bloed (niedestruktiewe monsternemingstegniek) en die weefsels (destruktiewe monsternemingstegniek), die statisties betekenisvolle verskille tussen die studie-areas, en 'n risiko-analise vir die Gewone Tarentaal in die Noord-Wes Provinsie (NWP) en Westelike Kaap-provinsie (WKP) is bepaal.

Geen Gewone Tarentaal-eiers kon gedurende die studie gevind word nie. Die totale DDT-konsentrasie in die eiers is dus geëkstrapoleer. Die totale DDT-eierkonsentrasies is dus slegs 'n benadering van die werklike organochloriedkonsentrasies wat teenwoordig mag wees.

Die resultate dui aan dat die Gewone Tarentaal wel aan organochloriedinsektisiede in landbougebiede blootgestel word en dat die pestisiede in die liggaam akkumuleer. Die bloed, brein, nier en spierweefsels van die Gewone Tarentaal van die NWP het elk agt van die 14 geanaliseerde pestisiede bevat. Alhoewel die lewerweefsel slegs agt van die 14 pestisiede bevat het, het die lewer die hoogste gemiddelde organochloriedresiduvlakke gehad. Daarteenoor het die bloedmonsters van die Gewone Tarentaal van die WKP 13 van die 14 geanaliseerde pestisiede

bevat. Alhoewel die lewerweefsel slegs agt van die 14 pestisiede bevat het, het die lewer die hoogste gemiddelde organochloriedresiduvlakke gehad.

Uit die resultate kan dus afgelei word dat die Gewone Tarentaal vanaf die WKP, indien dit met die organochloriedresiduvlakke van die Gewone Tarentaal vanaf die NWP, roof- en visvretende voëls vergelyk word, die hoogste gemiddelde pestisiedresiduvlakke toon.

Die organochloriedpestisiede teenwoordig in die bloed en weefsels van die Gewone Tarentaal vanaf die NWP hou geen direkte bedreiging vir die voëls in nie, terwyl di e voëls vanaf die WKP wel in gevaar verkeer. Dit word daaraan toegeskryf dat die organochloriedvlakke in die weefsels van hierdie voëls, die gerapporteerde residuvlakke (soos uit die literatuur verkry) van die roof- en visvretende voëls, oorskry het.

Die resultate verkry is dus strydig met die algemeen aanvaarde aanname dat roof- en visvretende voëls hoër pestisiedresidue as ander voëls het, en gevolglik sensitiewer vir organochloriedbesoedeling is as voëls wat hoofsaaklik saad- en insekvreter is.

Die resultate dui ook daarop dat die pestisiede 'n rol in die afname van Gewone Tarentaal-getalle mag speel, direk as gevolg van letale en subletale effekte en indirek as gevolg van die beperking op die beskikbaarheid van proteienryke kos (insekte).

Die Gewone Tarentaal voldoen aan die karakteristieke van 'n aanduider en word as 'n geskikte terrestri e aanduider van omgewingsbesoedeling deur organochloriede beskou.

Mineralogiese, petrografiese en geologiese kontrole op die assmeltemperatuur van steenkool van die New Clydesdale-steenkoolmyn, Witbank-steenkoolveld

S. Weeber

(Verhandeling vir die M.Sc.-graad; studieleier: prof. B. Cairncross; medestudieleier: dr. R.M.S. Falcon)

Departement Geologie, Randse Afrikaanse Universiteit, Posbus 524, Aucklandpark, 2006

Die studiegebied vir hierdie projek is New Clydesdale-steenkoolmyn wat geleë is in die Witbank-steenkoolveld in die noordelike deel van die Karookom, waar die hoof steenkoolafsettings van Suid-Afrika voorkom. Die gunstigste assmeltemperatuur vir steenkool verkry in hierdie omgewing is ongeveer 1400 °C en hoër, alhoewel temperature bo 1300 °C ook aanvaarbaar is. In sekere steenkoollae is die assmeltemperatuur egter ver onder hierdie verlangde temperatuur, wat tot probleme in die verbruikersindustrie kan lei. Assmeltemperatuur - die temperatuur waar die minerale in die steenkool begin versag, vloei en saamsmelt - is 'n belangrike aspek wat verband hou met die benutting van steenkool, maar is 'n taamlik onbekende studiegebied in Suid-Afrika.

Hierdie studie was daarop gemik om vas te stel watter faktore, mineralogies of anorganies-chemies, afwykings in steenkool-assmeltemperatuur in die No. 2-steenkoollaag beïnvloed. Insig in hierdie probleem sal 'n invloed uitoefen op die finale beoordeling van 'n steenkool vir benuttingdoeleindes in die algemeen, en die voorspelling van asafsetting in nuwe ketelinstallasies in besonder. Hierdie studie is in 'n mate baanbrekerswerk aangesien geen gedetailleerde ondersoek voorheen onderneem of gepubliseer is nie.

Monsters is by vier lokaliteite op die New Clydesdale-steenkoolmyn geneem. Hierdie lokaliteite is gekies op grond van vooraf bestaande kennis van assmeltemperatuur verkry van maatskappy analitiese data. Die lokaliteite is dus verteenwoordigend van lae- en hoë-assmeltemperatuur-steenkool. Die eerste twee lokaliteite was geleë in die oop mynbougebied waar die No. 2-laag aktief gemyn word. Die ander twee lokaliteite was ondergronds in gebiede waar mynbou nie meer plaasvind nie.

Konvensionele analise wat op die monsters uitgevoer is, sluit die volgende in: kortanalise, energiewaardes, persentasie swael en assmeltemperatuur. Verdere analises uitgevoer, behels die samestelling van die as, X-straaldiffraksie, skandeerelektronmikroskopie en petrografiese studies.

Daar is gevind dat, alhoewel komplekse verhoudings bestaan tussen assmeltemperatuur en die verskillende geologiese en steenkoolparameters, positiewe resultate verkry is. Hierdie resultate dui 'n moontlike verhouding aan tussen lae assmeltemperatuur en i) fynsteenkool, ii) 'n toename in ysterinhoud in die vorm van piriet en iii) die vorm waarin die piriet teenwoordig is, naamlik in nate. Hoë assmeltemperatuur neig om te korreleer met i) die afwesigheid van piriet of ii) piriet teenwoordig as frambofedes.

Die implementering van 'n gerekenariseerde stelsel vir die bepaling van veldtoestande en monitering in 'n aantal sleutel beweidingsareas in die westelike grasveldbroom

F.P. Jordaan

(Proefskrif vir die Ph.D.-graad; promotor: prof. J. Booysen)

Navorsingsinstituut vir Hervestigingsekologie, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, 2520

'n Fundamentele eienskap van enige ekosisteem is dat dit nie staties is of uit 'n vasgestelde samestelling bestaan nie. Alle ekosisteme is, in 'n mindere of meerdere mate, dinamies in tyd en ruimte. Moniteringstelsels vir die evaluering van sulke sisteme is dus van kardinale belang vir die daarstel van bestuursmaatreëls en die evaluering van die impak daarvan om volgehoue ekstensiewe veeboerdery te verseker. Effektiewe moniteringsprogramme het hierdie evalueringsproses egter in die verlede gekortwiek.

Spesiesamestellingsdata is binne ses redelik homogene boerderygebiede (RHB's) versamel. Hierdie RHB's is geselekteer omdat historiese data bestaan deur middel waarvan degradasiemodelle gekonstrueer kon word. Persele is sodanig geselekteer dat dit plantegroei in verskillende stadiums van degradasierteenwoordig. Habitatinligting, wat chemies en fisies ontleed is, is ook by elke perseel versamel. Verder is bestuursinligting

(lengte van beweidingsperiode, tipe dier, rustydperk, ens.) van die persele van die boere verkry.

Met hierdie studie is die ervaringskundigheid van die industrie dus gekwantifiseer en met behulp van meervoudige veranderlike statistiek ontleed. Gelyklopend hiermee is 'n besluitnemingsondersteuningstelsel uit die resultate wat vanuit die omvangryke moniteringsopname in die westelike grasveldbroom verkry is, ontwikkel. Bestuursinligting hieruit gegenereer, het baie gunstig vergelyk met resultate uit die ontleding van bestaande kundigheid. Die wetenskaplike objektiwiteit, tyd en koste-effektiwiteit en die uitskakeling van menslike partydigheid in die stelsel stel die eindgebruikers in staat om met tydige en kundige besluitnemingsinligting te bestuur, onafhanklik van persoonlike ervaring. Deur ekstrapolering van die resultate kon sinvolle bestuursbeginsels ook geformuleer word vir kommunale gebiede, sonder onnodige duplisering van die studie in hierdie gebiede.

Algspecies wat watersuiweringsprosesse by Balkfontein se watersuiweringsaanleg binnedring

R. Visser

(Verhandeling vir die M.Sc.-graad; leier: prof. A.J.H. Pieterse)

Departement Plant- en Bodemwetenskappe, Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, 2520

In die huidige studie is aspekte van watersuiwering bestudeer. Aandag is veral aan die Vaalrivier gegee en die suiweringsaanleg by Balkfontein, naby Bothaville in die Vrystaat is bestudeer.

By Balkfontein word troebel, besoedelde goudveldwater vanaf die middel-Vaalrivier vir huishoudelike gebruik gesuiwer. Alge verstop sandfilters en verspreidingspype, verkort filterloopies, veroorsaak onsmaklike reuke en vermy sedimentasie tydens watersuiwering. Oor die algemeen dring algspecies die verskillende fases van watersuiwering binne en beland uiteindelik in die drinkwater.

Die hoofdoel van die ondersoek was om te bepaal wat die aard en omvang van alg- en algerwante probleme is en watter algtypes betrokke is, sowel as die verband tussen algselle in die rivierwater en algselle in die verskillende fases van watersuiwering. Algspecies van nege verskillende versamelingspunte in die aanleg is geïdentifiseer en konsentrasies is bepaal om sodoende die verwydering van algselle in verband te bring met verskillende behandelingstoestande, soos byvoorbeeld doseringskonsentrasies. Verskillende flokkuleerders en ander chemikalieë (byvoorbeeld ferrichloried, ferrisulfaat, kalk en chloor) het die algerwydering verskillend beïnvloed.

Verteenwoordigers van ses verskillende alggroepe was in die

rivierwater teenwoordig, asook in die water by die verskillende versamelpunte, naamlik blougroenalge, diatome, groenalge, kriptofiete, dinoflagellate en euglenofiete. Differensiële verwydering van alge het by die verskillende prosesse wat gebruik is, voorgekom. 'n Verlaging in algbiomassa het by die verskillende fases van die suiweringsproses voorgekom. *Synechococcus cedrorum*, *Synechocystis* sp. (blougroenalge) en *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium circinale* en *Carteria globosa* (groenalge) was die algspecies wat tydens die studieperiode tot in die drinkwater deurgedring het.

Die algspecies van die verskillende versamelpunte is in morfologiese groepe onderverdeel. Die eensellige groepe het die suiweringsproses meer gereeld deurdring as die koloniec- en filamentgroepe. Die skyfvormige groep is in verhouding tot die ander groepe beter verwyder.

Die suiweringsproses was nie suksesvol by die verwydering van alge tydens lae FeCl_3 -doseringstoestande en sonder voorchlorinering nie. 'n Hoë voor-kalk en CO_2 -dosering sonder ander chemikalieë, was nie suksesvol by die verwydering van alge nie. Die resultate van die studie dui aan dat verskillende alge of morfologiese groepe verskillende doseringstoestande nodig het om suksesvol tydens watersuiwering verwyder te word.