Besoedeling van waterbronne*

D.F. Toerien

Nasionale Instituut vir Watervorsing, Posbus 395, Pretoria 0001

UITTREKSEL

Water word in die landbou vir besproeiing en as drinkwater vir mens en dier aangewend. Die besoedeling van water met soute, plantvoedingstowwe, organiese verbindings, patogene en parasiete, asook toksiese verbindings, verlaag die waarde van die water vir landboudoeleindes. Die snelle ontwikkeling van en die bevolkingstoename in Suid-Afrika sal waterbesoedeling in die volgende dekades vererger en die landbou dus beïnvloed. Die landbou sal ook in die toekoms moet intensifiseer om aan voedselbehoefte te voldoen; dus sal die landbou se rol as waterbesoedelaar ook toeneem. Unieke uitdagings moet deur die Suid-Afrikaanse landbouers en waterbestuurders in die volgende dekades hanteer word, maar terselfdertyd is daar ook unieke geleenthede om te benut.

ABSTRACT

Pollution of water supplies

Water is used in agriculture for irrigation as well as for drinking water for man and beast. The pollution of water with salts, plant nutrients, organic material, pathogens and parasites, as well as toxic components, decreases its value for agricultural purposes. The rapid development of and the population growth in South Africa will increase water pollution, and agriculture will thus be influenced. Agriculture will also have to intensify in the future to meet the expected increased demand for food; the role of agriculture as a water polluter will thus also increase. South African agriculturists and water managers will have to meet unique challenges in the next decade. However, there are also unique opportunities to utilise.

INLEIDING

Water is lewe – dié ou gesegde is in Suid-Afrika nie net fisiologies waar nie, maar ook letterlik. Water is die RSA se mees beperkte natuurlike hulpbron en bepaal die land se 'drakrag'.¹ Die drakrag word op sowat 60 tot 80 miljoen mense geskat, en dit is moontlik dat indien die geboortesyfer van Swart mense nie gou en drasties verlaag nie, dié getal reeds teen die middel van die volgende eeu oorskry sal wees.²

Die styging in bevolkingsgetalle, in 'n toestand van beperkte waterbronne, sal buitengewone eise aan die landbou in Suid-Afrika stel. Ramings dui byvoorbeeld op 'n verwagte proteientekort vir diervoeding van tussen 262 000 ton³ en 1 miljoen ton⁴ teen die jaar 2000 in die RSA. Die wenslikheid van die verdere uitbreiding van besproeiingsboerdery in die RSA is reeds in die verlede bevraagteken.⁵

Die landbou is die grootste verbruiker van water in die RSA⁶ (sowat 70% van alle water wat verbruik word, word in die landbou verbruik); dus is die toekoms van water onteenseglik met dié van die landbou verstrengel. Die landbou is egter nie die enigste verbruiker van water nie,⁶ en ander gebruike beïnvloed die kwantiteit en kwaliteit van water wat vir die landbou beskikbaar is.

Dit is dus tyd om nou oor die invloed van die besoedeling van waterbronne as 'n faktor in die landbou te besin. Die analise behels –

- (i) 'n kort oorsig van watergebruik in die landbou;

- (ii) 'n kort oorsig van besoedeling en hoe dit landboubedrywighede raak;
- (iii) 'n besinning oor die landbou as 'n waterbesoedelaar; en
- (iv) toekomsuitdagings.

Die referaat probeer dus om 'n breë prentjie, eerder as 'n gedetailleerde oorsig, te skets.

WATERGEBRUIK IN DIE LANDBOU

Die vernaamste gebruik van water in die landbou is vir besproeiing.³ Tans word sowat 1 miljoen hektaar grond besproei en is die waterbehoefte daarvoor ongeveer 7 900 miljoen m³/jaar.⁷ Die behoefte kan teen die jaar 2000 reeds sowat 10 000 miljoen m³ water per jaar beloop.

Die behoefte aan water vir veesuijing is tans sowat 290 miljoen m³ water per jaar en dit kan tot 360 miljoen m³ water per jaar teen die jaar 2000 styg. Water word in die landbou ook as drinkwater vir die mens, as vervoerder van afvalmateriaal (byvoorbeeld in varkboerdery) en in 'n klein (maar stygende) mate as medium vir akwakultuur benut. Die huidige verbruik en toekomstige behoeftes is ongelukkig nog nie gekwantifiseer nie.

Landbou is nie sonder water moontlik nie, hetsy in die vorm van reën, oppervlak- of ondergrondse water.

WATERBESOEDILING EN DIE INVLOED DAARVAN OP DIE LANDBOU

Waterbesoedelingsprobleme kan breedweg soos volg ingedeel word:

*Referaat aangebied tydens die Simposium: Landbou en Besoedeling van die S.A. Akademie vir Wetenskap en Kuns, Universiteit van Pretoria, 28 Augustus 1985.

Versouting

Die versouting van oppervlakwater is een van die ernstigste waterkwaliteitsprobleme in Suid-Afrika,⁸ soos ook elders in die wêreld.^{9,10} Soute in die water-omgewing het die volgende oorsprong:

- (i) die see;
- (ii) loging uit rotse en grond;
- (iii) menslike aktiwiteite, soos mynbou en nywerhede; en
- (iv) fisiologiese uitskeidingsreaksies in die mens of dier.

Die feit dat Suid-Afrika aangewese is op die hergebruik van water vir die balansering van wateraanvraag en -aanbod,⁵ beteken dat besproeiingslandbou al hoe meer op water met verhoogde soutkonsentrasies aangewese sal wees. Du Plessis¹¹ het onlangs 'n oorsig oor die belang van die sout- en natriuminhoud van water vir benutting deur besproeiing gegee.

Water word in die besproeiingslandbou hoofsaaklik gebruik om gunstige toestande vir gewasproduksie in die grond te skep. Terselfdertyd kan die kwaliteit van die produk deur die waterkwaliteit beïnvloed word.

Die versouting van grond, die verlaging van die deurlaatbaarheid van grond, die aanwesigheid van bestanddele in konsentrasies wat skadelik vir menslike en/of dierlike verbruik is, en verskynsels soos vertraagde rypwording is probleme wat deur die kwaliteit van besproeiingswater beïnvloed word.¹¹ Die erns van 'n probleem of probleemkombinasie word in 'n groot mate deur 'n grond se fisiese en chemiese eienskappe en die soutgevoeligheid van 'n gewas, die hoeveelheid en frekwensie van watertoediening en die klimaat bepaal.¹¹

In die algemeen verminder die opbrengs van 'n gewas namate die soutinhoud toeneem van die grond waarop dit groei.¹² Die mate waartoe grond versout, word bepaal deur die soutinhoud van die besproeiingswater en die hoeveelheid loging was plaasvind.¹³ Oesopbrengs word meer deur 'n lae soutinhoud in die boonste deel van die grondprofiel as deur 'n hoë soutinhoud laer af beïnvloed.¹³ Veranderde besproeiingspraktyke kan dus toelaat dat water met 'n hoë soutkonsentrasie gebruik kan word, maar meer besproeiingswater kan dan nodig word.

Dit is duidelik dat versouting die geskiktheid van water vir besproeiing ernstig beïnvloed. Die konsentrasie van mense, mynbou en nywerhede in die PWVS-gebied beteken dat die hoër opvanggebiede van sowel die Vaalrivier as die Limpoporivier ernstig deur versouting beïnvloed word. Heynike¹⁴ het gewys op die ernstige ekonomiese gevolge van versouting van die water uit die Vaalbarrage, beskikbaar vir huishoudelike en nywerheidsgebruike in die PWVS-gebied. Die versouting sal die water van die laer Vaalrivier minder geskik vir besproeiingsboerdery maak, terwyl baie belangrike besproeiingsgebiede uit dié deel van die rivier van water voorsien word.⁷ Ten noorde van die Witwatersrand het die hoë chloriedinhoud van die water in die Hartbeespoortdam en die laer Krokodilrivier die winsgewendheid van tabakverbouing beïnvloed. Hoë chloriedkonsentrasies in

die tabakplant benadeel die brandbaarheid van die produk en lei tot lae pryse of die nie-aanvaarding van die produk vir die mark.¹⁵

Kragopwekking is van kardinale belang vir die voortgesette ontwikkeling van Suid-Afrika. Krag word hoofsaaklik in die Oos-Transvaalse Hoëveld opgewek, in noue verband met die myn van steenkool. Swael in steenkool word tot sulfate geëksideer en lei enersyds na suurmynwaterprobleme en andersyds na versouting.¹⁶ Die grootste gedeelte van die steenkoolgebiede in die Oos-Transvaalse Hoëveld word deur die Olifantsrivier dreineer. Hierdie rivier huisves ook die Loskopdam, wat as 'n belangrike waterbron vir 'n groot besproeiingsgebied dien. Daar kan verwag word dat versouting mettertyd tot 'n verswakking van die waterkwaliteit vir besproeiing in dié gebied sal lei.¹⁷

Die bogenoemde voorbeelde dien om te wys op die belang van die soutgehalte van water vir besproeiing. Die snelle ontwikkeling van die binnelandse gebiede van Suid-Afrika beteken dat die soutgehalte van water steeds sal styg en gepaard daarmee sal die bruikbaarheid daarvan vir besproeiingsboerdery benadeel word. Hierdie benadeling kan oorkom word deur groter volumes water toe te dien.^{11,12,13} In Suid-Afrika, met sy beperkte waterbronne, is hierdie praktyk op die lang duur egter nie lewensvatbaar nie. Gevolglik moet die verswakking van die waterkwaliteit reeds in die beplanningsfase van besproeiingsboerdery in ag geneem word.

Eutrofikasie

Eutrofikasie is die verryking van die wateromgewing met plantvoedingstowwe, veral stikstof en fosfaat.¹⁸ Alhoewel eutrofikasie 'n natuurlike proses is, word dit baie deur kulturele bedrywighede versnel. Talle waterkwaliteitsprobleme word deur eutrofikasie veroorsaak:

- (i) die oormatige groei van alge en/of wateronkruid;
- (ii) die uitputting van suurstof in die dieper waterlae in damme met gepaardgaande ongewenste chemiese veranderinge, soos die vrystelling van Fe, Mn en fosfaat uit die bodemsedimente;
- (iii) die produksie van algtoksiene;
- (iv) reuke en smake in water as gevolg van alggroei; en
- (v) onsigtelike drywende alglae wat ernstige estetiese probleme skep.¹⁸

Eutrofikasie lei ook tot probleme vir besproeiingsboerdery. Die oormatige groei van wateronkruid soos die waterhiasint (*Eichhornia crassipes*) en ander wateronkruid blokkeer die inlate van pompstelsels, vertraag die vloei van water en/of sugwater en kan selfs landerye inneem.¹⁹ Die waterhiasint kom in talle riviere in Suid-Afrika voor, maar skep veral probleme in die laer Vaalrivier. Die plant het die afgelepe aantal jare van Parys tot in die Bloemhofdam versprei. Sou dié verspreidingstendense voortduur, sou die plant later in die Vaalhartzbesproeiingskema kon beland.

Ander wateronkruid, soos die Kariba-onkruid

(*Salvinia molesta*) en *Myriophyllum* spp., kom in sekere gebiede voor en kan ook met besproeiings-aktiwiteite inmeng.

Bentiese alge kom in talle besproeiingskanale in Suid-Afrika voor. Onderkant die hipertrofe Hartbeespoortdam groei dié alge uitstekend en gedurende sekere tye van die jaar word die watervloei deur die kanale erg belemmer.²⁰ Die gevolg daarvan is dat die nodige water nie deur die kanaal gelewer kan word nie, met nadelige gevolge vir sekere boere. Die aanwesigheid van planktoniese (mikro-) alge in water skep ook die moontlikheid van verstopping van mikrospuite in sekere besproeiingstelsels.²¹ Met 'n toenemende gebruik van mikrospuite in besproeiingsboerdery in die RSA, sal hierdie probleem na alle waarskynlikheid in die toekoms uitbrei.

Die aanwesigheid van voedingstowwe, veral stikstof, kan tot vertraagde rypwording in gewasse lei.¹¹ Dié probleem kan dus ook in die toekoms meer dikwels voorkom.

Veevrektes as gevolg van die aanwesigheid van toksiese blougroen alge in drinkwater is 'n ou probleem in die RSA.²² Met 'n toename in eutrofikasie sal die moontlikheid van veevrektes op hierdie wyse toeneem. Veeboere sal dus daarop bedag moet wees om nie hulle vee uit hoogs verrykte watermassas te laat suip nie.

Die beheer van eutrofikasie in sekere sensitiewe opvanggebiede is gebaseer op die toepassing van 'n fosfaatstandaard van 1 mg/l (as P).²³ Die strategie sal nie in alle opvanggebiede ewe suksesvol wees nie,²³ en verdere beheerstrategieë sal waarskynlik ontwerp moet word. Vanweë die toenemende verstedeliking van Suid-Afrika, sal eutrofikasie as 'n waterkwaliteitsprobleem in die toekoms toeneem en ook die landbou in groter mate beïnvloed.

Organiese besoedeling

Die storting van maklike afbreekbare organiese verbindings in die wateromgewing veroorsaak suurstofuitputting in die ontvangende strome. In die geval van oormatige besoedeling kan anaërobiese toestande in so 'n wateromgewing ontstaan. Die gevolg daarvan is talle ongewenste chemiese reaksies, soos die vrystelling van chemiese verbindings uit bodemsedimente. Vanweë die toepassing van streng standaarde in Suid-Afrika vir die storting van uitvloeisels, is organiese besoedeling nie 'n uitermate groot probleem nie. Derhalwe verwag ek nie dat die probleem die landbou in 'n groot mate sal affekteer nie, alhoewel dit by geleentheid kleinere probleme kan skep.

Patogene en parasiete

Water kan optree as 'n draer van patogene en/of parasiete.²⁴ Aangesien water in die landbou as drinkwater vir die mens en/of vee gebruik word, kan siektes so versprei word. Talle mense in die landbousektor is afhanklik van drinkwater uit besproeiingskanale, dikwels sonder enige voorbehandeling. Die snel stygende bevolking in Suid-Afrika, waarvan 'n rede-

like deel (16,4 miljoen Swart mense teen die jaar 2000) steeds in die landelike omgewing sal leef,²⁵ suggereer dat wateroordraagbare siektes in die toekoms steeds belangrik mag wees. Die voorkoms van cholera-epidemies in die afgelope paar jaar bevestig die bogenoemde moontlikheid.

Parasitiese siektes affekteer mens en dier. Bilharzia kan potensieel in die hele RSA voorkom²⁶ en dit is moontlik dat toenemende besoedeling van strome en damme die gevaar van hierdie siektes sal vergroot.

Landbouers en landboubepanners behoort deeglik bewus te wees van die moontlikheid dat wateroordraagbare siektes al hoe meer vir die landbou belangrik mag wees.

Toksiese verbindings

Waterkwaliteitskriteria vir 'n aantal watergebruike is deur Kempster *et al.*²⁷ saamgevat. Daar is, onder andere, kriteria vir drinkwater en veeuijing, asook vir besproeiingswater. In al die gevalle word verbindings met 'n hoë toksisiteit, dié met gemiddelde toksisiteit en dié met 'n lae toksisiteit geïdentifiseer. Verbindings soos kadmium, lood en kwik, asook pestisiede soos dieldrin, aldrin en parathion, is uiters toksies in drinkwater, hetsy vir mens of dier. Selenium is uiters giftig vir besproeiingsgewasse; so is molibdeen giftig vir besproeiingsgewasse en in veeuijing. Arseen is gemiddeld toksies vir al drie die gebruike, terwyl berillium, boor, chroom, kobalt en koper redelik toksies vir besproeiingsgewasse is. Gewasse verskil natuurlik wat betref hulle gevoeligheid vir toksiese verbindings; byvoorbeeld sitrusbome is sensitief vir boor, chloried en lithium, terwyl ander plante minder gevoelig daarvoor is.²⁷

Ander faktore, soos grondtekstuur, kan ook 'n rol in toksisiteit speel; swaarmetale is byvoorbeeld gewoonlik minder toksies in alkaliese gronde met 'n fyn tekstuur as in suur gronde met 'n growwe tekstuur.²⁷ Die kriterium vir molibdeen in veeuijing is 50 keer strenger as die kriterium vir menslike drinkwater. Die rede hiervoor is 'n uiterste sensitiwiteit vir molibdeen by vee.

Plantdoders, soos 2,4-D, sal die groei van baie plante beïnvloed, ook dié van besproeiingsgewasse. Ander pestisiede is natuurlik ongewens in die drinkwater van mens en/of dier.

Mynbou- en nywerheidsontwikkeling dra soms by tot die storting van uitvloeisels wat potensieel toksiese verbindings, soos swaarmetale, bevat. In die lig van die toenemende ontwikkeling van Suid-Afrika, sal die besproeiingsboer en -beplanner steeds daarop bedag moet wees dat die water van strome wat groot hoeveelhede uitvloeisels ontvang, potensieel skadelike verbindings kan bevat. Besoedelingsbeheerorganisasies sal byvoorbeeld daarop bedag moet wees dat die strome wat die Hoëveld se steenkoolgebiede dreineer, weens die probleem van suurmynwater¹⁶ moontlik in die toekoms swaarmetale in konsentrasies kan bevat wat besproeiingsboerdery onderkant die Loskopdam mag benadeel. Dié situasie kan ook in ander gebiede in Suid-Afrika ontstaan.

DIE LANDBOU AS BESOEDELAAR

Die landbou word nie alleen deur besoedeling geaffekteer nie, maar dra self ook tot besoedeling by. Dit is moontlik dat die rol van die landbou as besoedelaar in die verlede, en moontlik selfs in die hede, nie voldoende aandag geniet het nie. Dié rol kan soos volg geskets word:

Mineralisasie

Water wat grond binnedring is in staat om soute wat in die grond voorkom, op te los, en sugwater het dikwels 'n hoë soutkonsentrasie.²⁸ Versoutingsprobleme in sommige besproeiingsgebiede in Suid-Afrika, byvoorbeeld dele van die Vaalhartbesproeiingskema, het reeds die installering van dreineringsstelsels genoodsaak. Die soute wat so gemobiliseer word, kom weer terug na die wateromgewing en kan die gebruik van die water elders benadeel. Die probleme van droogte en versouting het dieptestudies van die mineralisasie van die groot Vis- en Sondagsrivier genoodsaak, en modelle om riviervloei en soutgehalte te voorspel is ontwikkel.²⁸ In dié opvanggebiede is die bron van die soute, die gronde in die opvanggebiede en die versnelde logging van soute deur menslike aktiwiteite, soos besproeiing. In talle gebiede van die land kan dit nodig wees om in die toekoms die rol van besproeiing, as 'n mobiliseerder van soute na die wateromgewing, beter te verstaan en te bestuur.

Eutrofikasie

Die landbou dra op meer as een manier tot eutrofikasie in Suid-Afrika by. Eerstens sal reën 'n deel van die kunsmis wat in of op gronde toegedien word, oplos en na strome en damme saamvoer. Grobler²⁹ het die fosfaatuitvoer van sekere opvanggebiede in Suid-Afrika gekwantifiseer en gemodelleer. Volgens sy studie het variasie in die reënval 'n groter effek op die uitvoer van fosfaat as wat spesifieke landgebruik, soos die landbou, het. Derhalwe kan ons nie vandag die landbou se bydrae tot die diffuse insette van plantvoedingstowwe in riviere en damme presies kwantifiseer nie, alhoewel dit bekend is in lande soos Duitsland en Switserland dat die landbou se bydrae tot diffuse bronne van voedingstowwe hoog is.^{30,31} Studies behoort in Suid-Afrika onderneem te word om hierdie insette meer presies te kwantifiseer.

Die hantering van die vaste afval in diereproduksiestelsels skep ook die moontlikheid vir die eutrofikasie van strome en damme, veral waar uitvloeiels na die wateromgewing uitgestort word. In die geval van praktyke soos die verspreiding van vaste afval op lande en die inploeg daarvan, beskik ons weer eens in Suid-Afrika oor geen gekwantifiseerde inligting oor die bydrae van dié praktyk tot die eutrofikasie van die wateromgewing nie.

Dit is moontlik dat probleme met toksienproduserende alge kan ontstaan vanweë die verryking van die wateromgewing met die vaste en vloeibare afval van diere. Die probleem, wat al lank in Suid-Afrika bekend is,²² is afhanklik van ideale toestande vir die groei van alge, soos die aanwesigheid van voeding-

stowwe.

Die rol van die landbou as 'n faktor in die probleem van eutrofikasie is nie presies bekend nie, en behoort in die toekoms meer aandag te geniet.

Organiese besoedeling

Die hantering van vaste afval in die landbou is besig om ernstige afmetings aan te neem. In die besonder skep die hantering van die vaste afval van intensiewe diereproduksiestelsels probleme.^{32,33} Die Khanhymlandgoed in die Middelburgdistrik, Transvaal, kan soveel as 80 000 beeste op 'n slag huisves. Een bees produseer ongeveer 8 keer soveel ekskreta as 'n mens; dus kan die hoeveelheid afvalmateriaal wat by die Khanhymlandgoed geproduseer word, gelyk aan dié van ongeveer 500 000 tot 600 000 mense wees. Die hantering van die afval van soveel mense vereis die installering van 'n rioolwerk wat etlike miljoene rande bedra. Die kosteknyptang waarin landbouprodusente verkeer, maak dit onmoontlik om soveel geld aan afvalbehandeling te bestee.

Dit is noodsaaklik dat kwantitatiewe syfers oor die bydrae van diereproduksiestelsels tot die besoedeling van waterbronne verkry word. Dié perspektief kan as 'n stimulus dien om metodes te vind waarmee die gebruik van vaste afval op 'n nuttige wyse verder ondersoek mag word. Die belang van die beheer van waterbesoedeling in Suid-Afrika vereis dat landboubedrywighede nie op 'n voorkeurbasis, d.w.s. met minder streng standaarde, beoordeel sal word nie.

Patogene en parasiete

Besoedeling met patogene en/of parasiete in die landbou kan deur menslike of dierlike afval geskied. Menslike afval op plase word gewoonlik deur septiese tenks of putlatrines opgevang. Die afvalmateriaal kan patogene of parasiete bevat in die vorm van bakterieë, protosoë, helminthe en virusse.³⁴ Die ova van *Ascaris* is uiters weerstandbiedend en kan vir lang periodes (15 tot 17 jaar) in grond oorleef.³⁵

Salmonella word dikwels gebruik as 'n indikator-organisme vir die oorlewing van bakteriële patogene. Die oorlewing van 'n salmonella in grond en die neiging van selle om deur grond te loog, is deur Wheeler³⁶ ondersoek. Die tyd nodig vir 'n 99,9% afname in bevolkingsgrootte was afhanklik van die grondtipe, inkubasiestemperatuur en grondvog. Hy het 'n betekenisvolle interaksie tussen die faktore gevind. *Salmonella* het by hoë temperature en droë toestande vinniger afgesterf. Logging van die selle deur die grond het van die grondtipe afgehang. In gronde met meer as 35% klei het die salmonella met meer as 99,9% verminder oor 'n afstand van slegs 5 cm, terwyl die vermindering deur sanderige gronde nie so goed was nie. Die feit dat patogene wel deur grond kan beweeg, beteken dat wegdoeningstelsels vir riool- en vaste afval op plase en kleinboes met omsigtigheid hanteer moet word.

Studies deur die Streeklaboratorium van die Nasionale Instituut vir Watervorsing in die Oranje-Vrystaat het aangetoon dat grondwatermonsters op

kleinhoewes dikwels 'n onbevredigende bakteriese kwaliteit het. Eenderde van al die wateroordraagbare siekte-uitbrake in die Verenigde State van Amerika van 1971 tot 1976 is teruggevoer op die gebruik van water uit onbehandelde grondwaterbronne.³⁷

Meer as 'n honderd verskillende menslike virusse kan in menslike ekskreta voorkom.³⁸ Wilde en mak diere kan met hierdie virusse geïnfecteer word en kan dus ook virusse uitskei, waarvan sommige mense kan infecteer.³⁸ Virusbevattende water kan dus gronde en grondwaters besoedel en kan deur landtoedienings-toepassings versprei word.

Virusse kan egter in gronde geïnaktiveer word, en faktore soos temperatuur, mikrobiële aktiwiteit, chemiese aktiwiteit, voginhoud, pH, soutkonsentrasie en -samestelling, en grondtipe speel 'n rol daarin.³⁸

Die afvalmateriaal van intensiewe diereproduksiestelsels kan ook patogene en parasiete bevat.³⁹ Daarom is dit noodsaaklik dat die hantering van dié afvalmateriaal op 'n wyse moet geskied wat die besoedeling van waterbronne, bo- en ondergronds, sal verhoed. Met 'n toename in die aanwending van intensiewe diereproduksiestelsels in Suid-Afrika kan hierdie probleme in die toekoms slegs toeneem.

Toksiese verbindings

Die afval van intensiewe diereproduksiestelsels kan in sommige gevalle toksiese verbindings bevat. Relatiewe groot hoeveelhede koper word in die dieet van varke toegedien, en dus kom verhoogde koperkonsentrasies in die afvalmateriaal voor. Die praktyk waarmee die slyk weggedoen word, kan tot die besoedeling van of gronde of water lei. Die gebruik van ontsmettingsmiddels in diereproduksiestelsels kan ook tot die besoedeling van bo- of ondergrondse water lei. Hierdie tipe besoedeling is egter nie in Suid-Afrika gekwantifiseer nie.

Pestisiede en plantdoders word op groot skaal in die landbou gebruik, en dié gebruik sal toeneem om aan die hoër aanvraag vir voedsel in die toekoms te voldoen. 'n Onlangse opname van Viljoen en Liebenberg⁴⁰ van die voorkoms van sekere pestisiede in oppervlaktewaterbronne in die Oranje-Vrystaat, het die teenwoordigheid van pestisiede plek-plek teen onrusbarende konsentrasies aangetoon. Dié besoedeling uit die landbousektor moet geminimiseer word.

TOEKOMSVOORUITSIGTE EN -UITDAGINGS

Daar is geen twyfel dat landbou- en waterbestuur in Suid-Afrika in die volgende dekades geweldig uitdaginge te bowe sal moet kom nie. Die snelstygende Suid-Afrikaanse bevolking sal druk plaas op 'n meer produktiewe landbou, wat 'n intensifisering van bestaande praktyke sal beteken. Die aanwending van kunsmis en plaagdoders in droëland- en besproeiingsboerdery en die intensiewe produksie van diere in aanhouding sal waarskynlik uitbrei. Dit sal enersyds groter hoeveelhede water vir besproeiing genoodsaak en andersyds 'n groter uitwerking via besoedeling op die wateromgewing hê. Teen hierdie agtergrond is dit

veelseggend dat Marais² die bestuur van die waterhulpbronne in Suid-Afrika as een van die mees komplekse bestuursprobleme in die land in die volgende dekades uitgesonder het. Water in die landbou kan aan hierdie kompleksiteit nie ontsnap nie.

Verstedeliking, nywerheidsontwikkeling, toeneemende mynbou en die intensifisering van die landbou sal die potensiaal vir besoedeling van waterhulpbronne verhoog. Dié besoedelde bronne sal dikwels weer vir verdere landboudoeleindes aangewend moet word. Dit is nou reeds duidelik dat daar heelwat gebreke in ons kennis oor die besoedelingsprosesse is. Verskerpte aandag moet aan meer gedetailleerde studies van die invloed van verskillende waterkwaliteite op landbouproduksie, asook van die bydrae van die landbou tot waterbesoedeling in Suid-Afrika, gewy word. Dit is waarskynlik tyd dat aandag ook aan ander aspekte as die versouting van water as 'n probleem vir en van die besproeiingslandbou, gewy word.

Verder glo ek ook dat unieke geleenthede steeds bestaan om water meer doelmatig in die landbou te gebruik. Die verwagte proteïentekort in Suid-Afrika^{3,4} noop 'n mens om oor die moontlike benutting van water in akwakultuur in Suid-Afrika te besin. Studies by die Universiteit van die Oranje-Vrystaat⁴¹ het aangetoon dat vis en ook ander proteïenryke diertjies intensief geproduseer kan word met min, indien enige, waterverliese. Water kan dus eers vir akwakultuur en dan later vir besproeiing gebruik word.

Krause⁴² het reeds 'n aantal jare gelede daarop gewys dat die gebruik van water in akwakultuur, voor die aanwending daarvan vir besproeiing, die doelmatige gebruik daarvan sal verhoog. Die ontwikkeling van intensiewe akwakultuurstelsels sou dus aangewend kon word om die verwagte proteïentekorte in die toekoms te help verlig. Hierdie beginsels sou benut kon word, nie net om bestaande besproeiingswater nie, maar ook om ondergrondse bronne wat tans nie gebruik word nie (vars en brak water) asook uitvloeiels vir proteïenproduksiedoeleindes, aan te wend.

Die Suid-Afrikaanse landbouer staar unieke uitdaginge wat betref die kwantiteit en kwaliteit water tot sy beskikking, in die gesig. Dog glo ek dat ons die wetenskaplike en tegniese kundigheid het om die uitdaginge nie net alleen te hanteer nie, maar ook om op onkonvensionele wyses toekomsuitdaginge te aanvaar.

VERWYSINGS

1. Wetenskapkomitee van die Presidentsraad (1983). *Demografiese tendense in Suid-Afrika*. Verslag van die Wetenskapkomitee, Staatsdrukker, Pretoria.
2. Marais, E.J. (1984). *Demografiese tendense en die invloed daarvan op waterbehoefte*. Referaat gelewer by die Simposium Watervoorsiening vir die Vaalrivieropvanggebied en die ekonomiese implikasies van waterkwaliteit. Vereniging vir die Vaalrivieropvanggebied en Nasionale Instituut vir Waternavorsing, WNNR, Pretoria, 16 Maart 1984.
3. Cloete, J.G. (1984). *New protein feeds and strategies for future animal production*. Ongepubliseerde verslag van die Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde, Irene.

4. Griesel (1979) soos aangehaal in Cloete (1984).³
5. Kommissie van Onderzoek insake Wateraanleentehede (1970). Verslag nr. RP 34/1970, Staatsdrukker, Pretoria.
6. Bekker, A.P. (1982). Water use in South Africa and estimated future needs. *Civil Eng.* (Dec. 1982), p. 653-666.
7. Departement van Waterwese (1985). Inligting verskaf deur die Afdeling Beplanning, Departement van Waterwese, Pretoria.
8. Watervorsingskommissie (1982). High salinity is the largest threat, says Minister. *S.A. Water Bulletin*, Augustus 1982, p. 18-19.
9. Williams, W.D. (1980). *An ecological basis for water resource management*. Australian National University Press, Canberra.
10. Hem, J.D. (1970). *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. U.S. Geological Survey Water Supply paper 1473, 2nd Ed., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
11. Du Plessis, H.M. (1984). *Die kwaliteit van water vir besproeiing*. Akademie vir Wetenskap en Kuns, Simposium oor Die Benutting van Water vir die Landbou, 9 Augustus 1984, Opvoedkundegebou, Universiteit van Pretoria.
12. Maas, E.C. & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance – current assessment. *J. Irrig. Drain. Div., Am. Soc. Chem. Eng.* 103, 115-134.
13. Van Schilfgaarde, J., Bernstein, L., Rhoades, J.D. & Rawlins, S.L. (1974). Irrigation management for salt control. *J. Irrig. Drain. Div., Am. Soc. Chem. Eng.* 100, 321-338.
14. Heynike, J.J.C. (1980). *The economic effect of the mineral content present in the Vaal River Barrage water on the community of the PWVS complex*. Ongepubliseerde verslag van die Watervorsingskommissie, Pretoria.
15. Fuls, P.F. (1975). Inleiding tot die bespreking van die referaat deur Altona, R.E. (1975). *Agricultural uses of Hartbeespoort Dam water*, gelewer tydens Workshop on the control of eutrophication for the optimal use of Hartbeespoort Dam, Modderfontein, 1975.
16. Henzen, M.R. & Pieterse, J.J. (1978). Acidic mine drainage in the Republic of South Africa. *Progr. Water Technol.* 9, 981-1000.
17. Toerien, D.F., Pieterse, A.J.H., Barnard, J.H., Van der Spuy, P. & Roos, J.C. (1983). *Die invloed van bestaande en beoogde ontwikkeling op die wateromgewing van die bo-Olifantsrivieropvanggebied*. Verslag van die Instituut vir Omgewingswetenskappe, Universiteit van die OVS, Bloemfontein.
18. Toerien, D.F. (1977). *A review of eutrophication and guidelines for its control in South Africa*. WNNR, Spesiale Verslag nr. WAT 48, Nasionale Instituut vir Watervorsing, WNNR.
19. Mitchell, D.S. (1977). Water weed problems in irrigation systems. In: *Arid land irrigation in developing countries: Environmental problems and effects*, Ed. E. Baxton Worthington, Pergamon Press, London.
20. Bruwer, C.A. (1982). Multipurpose use of a eutrophic South African man-made reservoir. *Can. Water Res. J.* 7, 238-254.
21. Scott, W.E. (1984). *Literature survey on water quality and its role in clogging of irrigation emitters with some notes on the situation in the Noord-Agter-Paarl irrigation storage dam*. Ongepubliseerde verslag van die Nasionale Instituut vir Watervorsing, WNNR, Pretoria.
22. Steyn, D.G. (1945). *Poisoning of animals by algae (scum or waterbloom) in dams and pans*. Pamflet van die Departement van landbou, Pretoria.
23. Grobler, D.C. & Silberbauer, M.J. (1984). *Impact of eutrophication control measures on the trophic status of South African impoundments*. WRC Report No. 130/1/84, Water Research Commission, Pretoria.
24. Cruickshank, R., Duguid, J.P. & Swain, R.H.A. (1970). *Medical microbiology*, 11th ed., E. & S. Livingstone, London.
25. Bekker, S. (1985). *Demography and urbanization*. Referaat aangebied tydens Werksessie oor Stedelike Afval, gehou te Nylsvley op 21-23 Julie 1985, Sentrum vir Navorsingsontwikkeling, WNNR.
26. Van Eeden, J.A., Pretorius, S.J., De Kock, K.N., Joubert, P.H. & Wolmarans, C.T. (1984). Die totstandkoming van 'n bilharzia-atlas. *S. Afr. Tydskr. Wet.* 80, 444-445.
27. Kempster, P.L., Hattingh, W.H.J. & Van Vliet, H.R. (1982). *Summarized water quality criteria*. Verslag nr. TR 108, Departement van Omgewingsake, Pretoria.
28. Hall, G.C. & Du Plessis, H.M. (1984). *Studies of mineralization in the Great Fish and Sundays Rivers, Vol. 2 Modelling river flow and salinity*, WNNR spesiale verslag, WAT 63, WNNR, Pretoria.
29. Grobler, D.C.S.D. (1985). *Management-orientated eutrophication models for South African reservoirs*. Ph.D-proefskrif, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
30. Gächter, R. & Furrer, O.J. (1972). Der Beitrag der Landwirtschaft zur Eutrophierung der Gewässer in der Schweiz. *Hydrol.* 34, 41-70.
31. Bernhardt, H. (1975). *Phosphate elimination from diffuse sources in the Wahnbach reservoir catchment area*. Werksessie oor: New aspects of biological treatment, Nasionale Instituut vir Watervorsing, WNNR.
32. Malan, J. (1985). Persoonlike mededeling oor beoogde koöperatiewe navorsingsprogramme by die Sentrum vir Navorsingsontwikkeling, WNNR, Pretoria.
33. Funke, J.W., Knoesen, J.G. & Venter, J.C. (1984). *Guide for the handling of manure from intensive animal feeding units*. Verslag van die Watervorsingskommissie en die Departement van Landbou, Pretoria.
34. SORBER, C.A. (1982). Control measures – land application. In: *Microbial health considerations of soil disposal of domestic wastewater*. Verhandeling van 'n konferensie gehou 11-12 Mei 1982, Universiteit van Oklahoma, Norman, Oklahoma.
35. Fitzgerald, P.R. (1982). Pathogens in wastewaters: transport and fate of parasites. In: *Microbial health considerations of soil disposal of domestic wastewater*. Verhandeling van 'n konferensie gehou 11-12 Mei 1982, Universiteit van Oklahoma, Norman, Oklahoma.
36. Weaver, R.W. (1982). Transport and fate-bacterial pathogens in soil. In: *Microbial health considerations of soil disposal of domestic wastewater*. Verhandeling van 'n konferensie gehou 11-12 Mei 1982, Universiteit van Oklahoma, Norman, Oklahoma.
37. Craun, C.G., McCabe, L.J. & Hughes, J.M. (1976). Water-borne disease outbreaks in the U.S. 1971-1974. *J. Am. Water Works Assoc.* 68, 420-424.
38. Sobsey, M.D. (1982). Transport and fate of viruses in soils. In: *Microbial health considerations of soil disposal of domestic wastewater*. Verhandeling van 'n konferensie gehou 11-12 Mei 1982, Universiteit van Oklahoma, Norman, Oklahoma.
39. American Society of Agricultural Engineers (1971). *Livestock waste management and pollution abatement*. Verhandeling van 'n Internasionale Simposium oor Diere-afval, Ohio State Universiteit, Columbus, Ohio.
40. Viljoen, P.T. & Liebenberg, J.J.E. (1984). *Die gebruik van plaagdoders deur landbou in die Oranje-Vrystaat*. Ongepubliseerde verslag van die Nasionale Instituut vir Watervorsing, WNNR, Pretoria.
41. Gaigher, I.G. & Mitchell, S.A. (1985). Persoonlike mededeling oor die resultate van produksiestudies uitgevoer aan die Instituut vir Omgewingswetenskappe, Universiteit van die OVS, Bloemfontein.
42. Krause, J.B. (1982). Persoonlike mededeling oor die optimale aanwending van water in die landbou.