

Ranteveldplantegroei van Klerksdorp, Noordwes Provinsie, Suid-Afrika

E. van Wyk en S.S. Cilliers*

Departement Plant- en Bodemwetenskappe, Potchefstroomse Universiteit vir CHO, Potchefstroom, 2520

G.J. Bredenkamp

Departement Plantkunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0001

Ontvang 16 Oktober 1996; aanvaar 24 Januarie 1997

UITTREKSEL

In hierdie projek word die plantegroei van die gefragmenteerde ranteveld in die Klerksdorp munisipale gebied ondersoek. Die motivering vir so 'n studie is dat hierdie gebiede bedreig word deur stedelike ontwikkeling soos nuwe residensiële gebiede, industriële ontwikkeling en ander versteurings. Hierdie plantegroeistudie vorm deel van 'n voorgestelde ekologiese basisplan vir die ontwikkeling en bewaring van hierdie gebied.

Relevés van die ranteveld is verwerk met TWINSPAN en Braun-Blanquet klassifikasieprosedures, terwyl DECORANA gebruik is om gradiënte in die plantgemeenskappe te identifiseer. Die resultate toon 'n merkwaardige spesierykheid en besondere verspreiding van plantgemeenskappe. Klassifikasieresultate lewer 187 spesies in 3 gemeenskappe, 5 subgemeenskappe en 5 variante. Dit is hoofsaaklik as gevolg van die hoë diversiteit van die fisiese omgewing. Plantspesies kenmerkend van versteurde stedelike omgewings het egter ook bygedra tot die spesierykheid. Dit wil voorkom of baie min van die oorspronklike natuurlike plantegroei verdwyn het. Ordeningsresultate toon dat plantegroeistruktuur, gronddiepte, oppervlaklipperigheid en grondtekstuur 'n groot invloed het op die verspreiding van die gemeenskappe terwyl versteuring in sommige gebiede tot die ontstaan van spesifieke gemeenskappe geleid het.

Hierdie studie sal bydra tot die ontwikkeling van 'n sinvoller bewaringsgeoriënteerde bestuursplan vir die gebied. Baie nuwe inligting oor die reaksie van natuurlike en indringerspesies in versteurde toestande is ook verkry.

ABSTRACT

Vegetation of the ridges of Klerksdorp, Northwest Province, South Africa

This project investigates the vegetation of the fragmented ridges in the Klerksdorp Municipal area. Motivation for this study lies in the fact that these areas are being threatened by development, e.g. new residential areas, industrial sites and other disturbances. This vegetation study forms part of a proposed base plan for the development and conservation of this area.

Relevés from the hills and ridges were processed by TWINSPAN and Braun-Blanquet classification procedures, while DECORANA was used to identify gradients in vegetation. The results show a remarkable richness in species composition and plant communities. In the classification 187 species were recorded in 3 communities, 5 sub-communities and 5 variants. This is partly a result of the great diversity in physical environment, but invasive plant species enhanced species richness. It seems that very few of the original indigenous species were lost. Results from the ordination shows that vegetation structure, soil depth, surface rockiness and soil texture contribute greatly to the distribution of communities, while disturbance in some areas resulted in the development of specific communities.

This study will not only contribute to the compilation of a guideline for a conservation orientated management plan for the area, but has also provided a wealth of new knowledge on the reaction of indigenous and invasive plant species under disturbed conditions.

INLEIDING

Verstedeliking, simptomaties van die vinnig groeiende menslike bevolking, het ernstige gevolge vir die volhoubare ontwikkeling van stedelike gebiede. As gevolg van die hoë konsentrasie mense en geboue in 'n relatief klein gebied, vind groot veranderinge in die biosfeer plaas. Sulke veranderinge dra by tot die agteruitgang van die natuurlike omgewing en die gevoldlike agteruitgang van die lewenskwaliteit vir toekomstige generasies. Omdat stedelike oop ruimtes gedurig deur faktore tipies van die stedelike omgewing beïnvloed word en in direkte kompetisie is met nuwe stedelike ontwikkelings, word veroorsaak dat die natuurlike habitat in stede 'n deurlopend veranderende omgewing word. Dit lei meestal tot fragmentering van hierdie habitatte,¹ wat 'n verlaging in die biogeografiese potensiaal van oop ruimtes tot gevolg het.²

Plantegroeistudies in die stedelike omgewing is baie belangrik om ekologies effektiewe oopruimte-beplanning in stedelike gebiede te verseker.³ Inligting verkry uit sulke ondersoeke dra by tot die daarstelling van belangrike riglyne vir die bestuur van stedelike gebiede in Europa.⁴ Tot op hede is daar egter uiterst min sulke studies in Suid-Afrika gedoen. Bestaande studies toon egter dat daar 'n behoefte vir 'n nuwe benadering ontstaan het ten opsigte van die beplanning en bestuur van oop ruimtes in stedelike gebiede.^{2,3} Daar word veral klem op die belang van biogeografiese riglyne tydens beplanning en bestuur van stedelike oop ruimtes gelê.⁵

Die fisiese omgewing en gepaardgaande biogeografiese faktore speel veral 'n groot rol in die studie. 'n Groot koppies wat deur die sentrale dele van Klerksdorp strek, vorm 'n baie belangrike landmerk in die stad. 'n Groot deel van hierdie koppies is deur residensiële gebiede vanaf die omliggende

* Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

natuurlike omgewing geïsoleer, en sommige bestaan selfs uit fragmente tussen residensiële gebiede. Geen plantegroei-analise is al in hierdie gebied gedoen nie, maar dit is ook van groot kultuurhistoriese belang vir die inwoners van Klerksdorp. Op sommige dele van die koppies is die oorblyfsels van klipkrale gevind en ou ashope en potskerwe kan steeds in hierdie gebiede gesien word. Die natuurlike skoonheid en kultuurhistoriese waarde van die gebied het tot die ontwikkeling van 'n voetslaanroete geleid, wat ongelukkig nie bevredigend benut word nie. Die volgende redes kan onder meer hiervoor aangevoer word:

- Onveiligheid wat gepaardgaan met geïsoleerde voetslaanpaaie en die sporadiese ontstaan van informele behuising.
- Skending van die natuur as gevolg van erosie van informele deurgangsgroetes, en die onwettige storting van huishoudelike en tuinafval.

Om die bewaringstatus van hierdie gebied te bevestig, is dit noodsaaklik om 'n volledige plantegroei-analise daarvan te doen. Daar gaan ook probeer word om die verspreiding van die plantgemeenskappe volgens die bestaande omgewingsfaktore te verklaar en lig te werp op verdere bestuursvraagstukke aangaande die gebied.

STUDIEGEBIED

Die studiegebied is 'n groep geïsoleerde koppies in die Klerksdorp munisipale gebied (figuur 1). Klerksdorp is in die westelike gedeelte van die Suid-Afrikaanse Hoëveld ongeveer 26° 50' suid 26° 40' oos geleë en kom voor in die Grasveldbiome⁶ en meer spesifiek in die droë sanderige Hoëveld Grasveld.⁷ Die studiegebied beslaan ongeveer 254 hektaar.

Klimaat

Volgens die Köppen klassifikasie⁸ het Klerksdorp 'n Bsklimaat. Dit is 'n koel, droë steppe (arieide klimaat) met somerreënval. Die gemiddelde jaarlike reënval is 645 mm.⁹

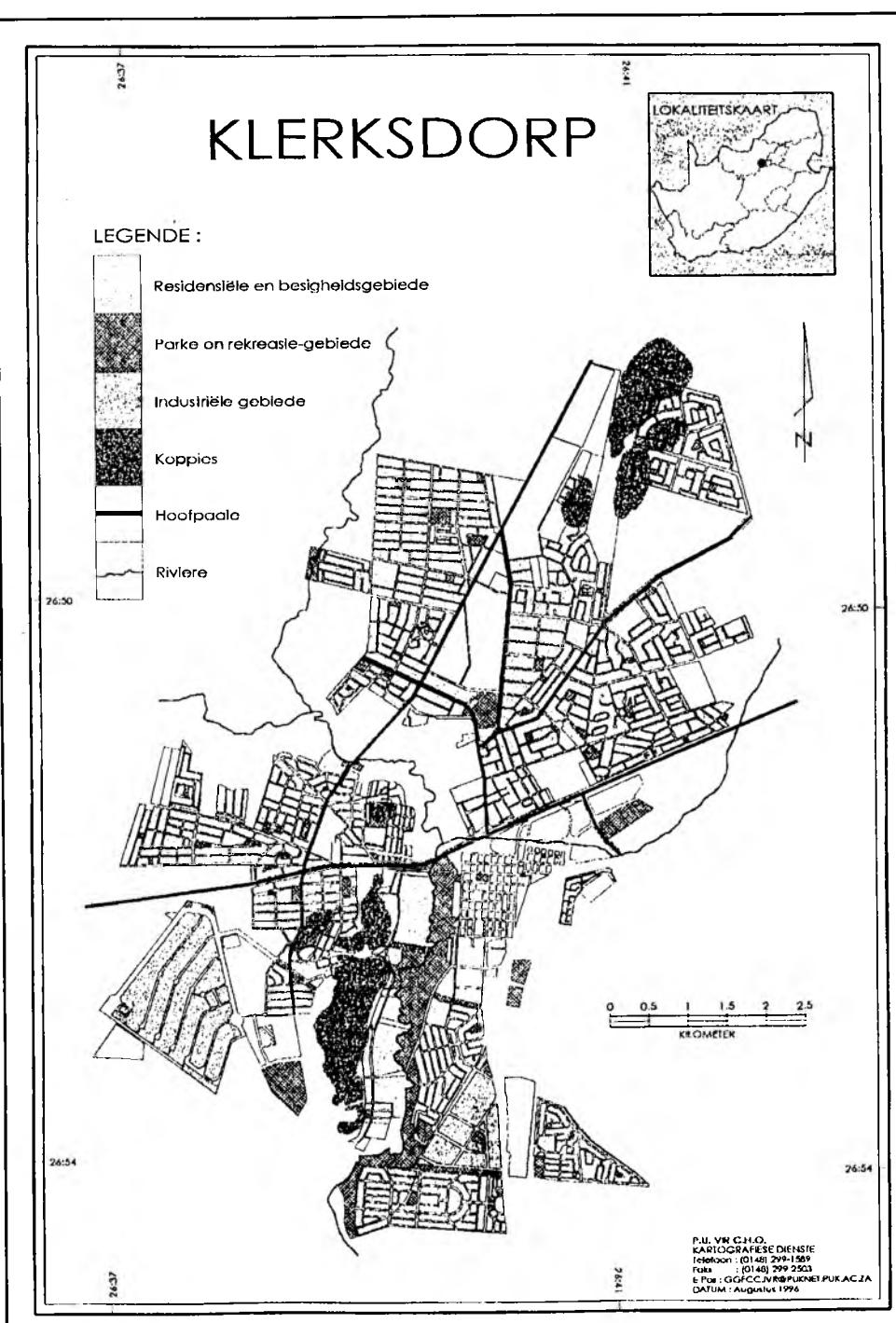
Die gemiddelde daagliks maksimum temperatuur oor 'n periode van 49 jaar is 25,6 °C en die gemiddelde daagliks minimum 9,3 °C. Die gemiddelde daagliks maksimum temperatuur vir Desember en Januarie oortref 30 °C en die daagliks minimum temperatuur vir Julie is 0,0 °C.¹⁰

Geologie

In 'n studie oor die plantegroei-

van die Bc-landtipe in die Wes-Transvaalse Grasveld word aangetoond dat die geologie van dié landtipe meestal verteenwoordigend is van die Ventersdorp Supergroep en die Transvaal opeenvolging.¹¹ Die geologie van Klerksdorp is verteenwoordigend van die Ventersdorp Supergroep. Die gesteentes wat dagsoom op die koppies behoort tot die Makwassie Formasie wat deel uitmaak van die Ventersdorp Supergroep.¹² Die verspreiding van dagsome van die Makwassie Formasie in die westelike Hoëveld is egter beperk, met die Wolmaransstad omgewing, van die naaste gebiede waar hierdie formasie ook voorkom. Die geologie van die studiegebied stem dus nie ooreen met die meeste omliggende dagsome wat in die natuurlike omgewing rondom Klerksdorp voorkom nie.

Die Makwassie Formasie wat bestaan uit kwartsporfiere en lawas vorm die prominente rante aan die westekant van die



FIGUUR 1: Die ligging van die ranteveld in Klerksdorp munisipale gebied, Noordwes Provincie, Suid-Afrika.

Schoonspruit, by Klerksdorp, en strek tot by die noordoostelike hoek van die plaas Kalferskraal 36. Die kwartsporfierlawa is nie 'n intrusiewe liggaam nie, maar 'n lawaplaat. Die Makwassie Formasie is in hierdie omgewing meer as 300 m dik. Die kwartsporfierlawa het 'n digte grys matriks met baie kwarts en veld-spaatfenokriste. Die veldspaat is gewoonlik 'n plagioklaas wat wissel van albiet tot oligoklaas. Mikropertiet is ook teenwoordig in die kwartsporfierlawa. Daar is fyn poreuse as, kwartsporfier-tuf, sowel as ander tuwwe en agglomerate in dele tussen die kwartsporfierlawa.¹³

Grond

Die grond van die studiegebied is geklassifiseer¹⁴ en die volgende tipes is geïdentifiseer:

1. Baie vlak litosols, meestal van die Mispah vorm, wat voorkom op die baie steil rotsagtige kranse en baie rotsagtige kruine.
2. Die vlak grond van die Glenrosa vorm kom meestal op die steil hange, geleideliker hellings en rotsagtige kruine voor.
3. Die dieper grond wat oor die algemeen op die gelyk dele tussen koppe of bo-op kruine voorkom, verteenwoordig meestal die Hutton vorm.
4. Klein gelokaliseerde areas waar water versamel, verteenwoordig meestal die Katspruit vorm.

MATERIAAL EN METODES

Relevés is saamgestel in 48 ewekansig gestratifiseerde persele. Stratifisering is op 1:10 000-skaal lugfoto's gedoen, op grond van relatief homogene fisiografiese en fisionomiese eenhede. Perseelgrottes is vasgestel op 16 m² vir grasveld en 100 m² vir boomvelde soos voorgestel vir die grasveldbiom.¹⁵ In elke perseel is alle spesies wat tydens die opnametydperk identifiseerbaar was, genoteer. Die bedekkingswaardes van elke spesie is volgens die Braun-Blanquet skaal aangeteken.¹⁶ 'n Ontleding van floristiese data is gedoen d.m.v. 'n statistiese klassifikasietegniek, TWINSPLAN¹⁷ en BBPC.¹⁸ Resultate van die klassifikasie is verfyn d.m.v. Braun-Blanquet prosedures om ekologies verantwoordbare plantgemeenskappe te identifiseer. Die finale resultate is in 'n fitososiologiese tabel aangebied. Vir ordening van die floristiese data is van DECORANA¹⁹ gebruik gemaak. Die taksons is korrek benaam.²⁰ Indringerplante en onkruide is bepaal.²¹ Die verspreiding van die plantgemeenskappe is nou geassosieer met die topografie, daarom is 'n aantal terreintypes geïdentifiseer om die ligging van die plantgemeenskappe volgens die topografie te illustreer (figuur 2).

Die verspreiding van plantgemeenskappe word direk deur die omgewing bepaal,²² daarom is daar ook aandag gegee aan 'n aantal habitatkenmerke.^{23,24}

1. Geologie

Daar is soveel moontlik inligting oor verspreiding van die geologiese formasies ingewin om moontlik die plantgemeenskapsverspreiding daarvolgens te verklaar.

2. Grond

Studies oor die grondvorms lewer inligting oor omgewingsveranderings wat in die verlede plaasgevind het, maar steeds 'n sigbare effek het op die omgewing. Die toekomstige stedelike gebruik van die grond sal ook 'n

verdere invloed op die ontwikkeling en ekologie van die grond hê.²⁵

Die spesifieke grondtipe en die gronddiepte tot op 1,5 m is aangeteken en fisiese en chemiese grondanalises is uitgevoer op verteenwoordigende grondmonsters.

Tydens die fisiese ontleding is die struktuursamestelling van die grond vasgestel. Die persentasie gruis (2 - 75 mm in deursnee), sand (0,05 - 2 mm in deursnee), leem (0,05 - 0,002 mm in deursnee) en klei (< 0,002 mm in deursnee) in die grond is bepaal. Chemiese analises sluit die bepaling van die pH(H₂O), elektriese geleidingsvermoë (mS/cm), hoeveelheid uitruilbare K⁺, Na⁺, Mg²⁺ en Ca²⁺ (mg /100g grond) en die S-waarde as die som van die uitruilbare K⁺, Na⁺, Mg²⁺ en Ca²⁺ in.

Hierdie analises is gebruik om korrelasies te vind tussen die plantgemeenskappe en sekere grondkenmerke van die gebied. Die korrelasies is bepaal vir 'n unieke stel grondveranderlikes en nie vir individuele veranderlikes nie. Daar is egter gelyktydig probeer om individuele veranderlikes wat belangrik mag wees vir die verspreiding van plantgemeenskappe te identifiseer.²³

3. Topografie

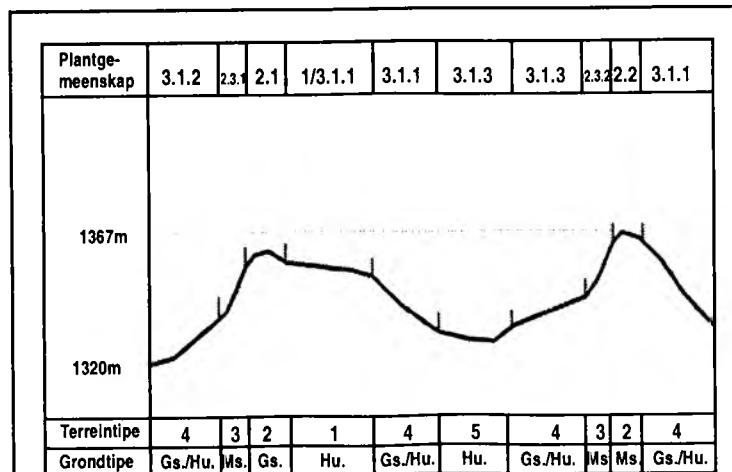
Aspek, helling en hellingligging is belangrike omgewings-inligting oor elke perseel wat aangeteken is. Die topografiese posisie van elke plantgemeenskap (figuur 2) is aangeteken op 'n aangepaste terreinvormskets.²⁶ Die volgende terreintipes is geïdentifiseer.

- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| 1 | : | Plato / Gelykliggende kruin |
| 2 | : | Rotsagtige kruin |
| 3 | : | Steil, rotsagtige hang |
| 4 | : | Geleidelike middelhelling/pediment |
| 5 | : | Dreineringsgebiede |

RESULTATE

KLASSIFIKASIE

Die klassifikasie lewer drie plantgemeenskappe, vyf subgemeenskappe en vyf variante op. Uit die fitososiologiese tabel (tabel 1) word die volgende plantgroei-eenhede onderskei :



FIGUUR 2 : Die ligging van die plantgemeenskappe op die topografiese terreintipes in die studiegebied (aangepaste terreinvormskets²⁶).

Legende: Gs. = Glenrosa Hu. = Hutton
Ms. = Mispah

TABEL 1. Vervolg

TABEL 1. Vervolg

RELEVÉS	2 4 4 4 4 0 2 6 7 8	1 6 1 3 1 2 4 5 7 9 0	1 1 2 2 2 3 3 3 4 1 1 1 0 4 1 2 7 0 5 7 1 2 3 5	2 2 2 3 3 1 1 2 2 3 6 8 9 8 9 6 9 4 5 4 8 7	1 3 3 1 3 3 2 3 8 1 6 3 4 5 0	4 4 4 4 3 4 5 0
GEMEENSKAP	1 2.1	2.2	2.3.1	2.3.2	3.1.1 3.1.2	3.1.3 3.2
SPESIE GROEP O						
<i>Ziziphus zeyheriana</i>			R +	++	+ A ++ + + + + + + + A R + + + R + R + + R + R A + R R R R	+ + R
<i>Sida spinosa</i>			R +	+		
<i>Setaria sphacelata</i>						
<i>Aptosimum procumbens</i>			R + R			
<i>Eragrostis superba</i>			R			
<i>Corchorus asplenifolius</i>						
<i>Chaetacanthus costatus</i>						
<i>Osteospermum muricatum</i>						
<i>Orbeopsis lutea</i>						
<i>Helichrysum coriaceum</i>						
SPESIE GROEP P						
<i>Lippia scaberrima</i>			R A 1 A 1 RR R R + + +	1 + + + 1 R + + 1 RR + + +	+ + R	A + 1 1 A + 1 R + + + + R + + +
<i>Ledebouria revoluta</i>						
SPESIE GROEP Q						
<i>Sutera burchellii</i>						+
<i>Acalypha angustata</i>						1
<i>Hermannia lancifolia</i>						+
<i>Zornia capensis</i>						+
<i>Cryptolepis oblongifolia</i>						+
<i>Hyparrhenia hirta</i>						+
<i>Polygala uncinata</i>						+
<i>Senecio venosus</i>						+
<i>Euphorbia sp.</i>						+
<i>Vernonia galpinii</i>						R
<i>Acrotome hispida</i>						R
SPESIE GROEP R						R
<i>Elionurus muticus</i>	++ R	+ 1 + R 1 1 + + + +		A	+	R A + + + 1 A A A A R 1 + + A 1 1 1 + +
<i>Brachiaria serrata</i>						
SPESIE GROEP S						
<i>Aloe transvaalensis</i>						
<i>Themeda triandra</i>	+	+ 1 1 1 A 1 1 1 1 A + R + + + A	R 1 + R + + + 1 + 1 + 1 1 + + + + + + R R	++ + 1 + 1 + R + + + + R + + + 1	1 + + 1 1 R 1 1	1 A 1 1 + R R + + A A + A 1 + 1 + + + A A + + 1 1 R A A R
<i>Eragrostis chloromelas</i>						
<i>Plexipus adenostachyus</i>						
<i>Melinis nerviglumis</i>						
<i>Trachyandra asperata</i>						
<i>Hypoxis argentea</i>						
<i>Anthephora pubescens</i>						
<i>Helichrysum kraussii</i>						
<i>Pentzia globosa</i>	R	+ R				
<i>Lantana camara*</i>		+ R				
<i>Rhus pyroides</i>		+ R				
<i>Hypoxis rigidula</i>		+ R				
<i>Indigofera hedyantha</i>		+ R				
<i>Scabiosa columbaria</i>		+ R				
<i>Osteospermum scariosum</i>		+ R				
<i>Dianthus mooiensis</i>		+ R				
<i>Dicomia anomala</i>		+ R				
<i>Kohautia amatyumbica</i>		+ R				
<i>Gomphrena celosioides</i>		+ R				

Alle spesies volgens "Plant of Southern Africa: Names and distribution"²⁰* - Uitheimse spesies²⁰1. *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* gemeenskap2. *Mundulea sericea* - *Vangueria infausta* gemeenskap

- 2.1 *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* subgemeenskap
- 2.2 *Melinis repens* - *Scolopia zeyheri* subgemeenskap
- 2.3 *Acalypha peduncularis* - *Grewia flava* subgemeenskap
 - 2.3.1 *Acacia caffra* variant
 - 2.3.2 *Acacia robusta* - *Carissa bispinosa* variant

3. *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* gemeenskap

- 3.1 *Lippia scaberrima* - *Ziziphus zeyheriana* subgemeenskap
 - 3.1.1 *Polygonarthria squarrosa* - *Bulbine narcissifolia* variant
 - 3.1.2 *Eragrostis curvula* variant
 - 3.1.3 *Stoebe vulgaris* variant
- 3.2 *Acalypha angustata* - *Sutera burchellii* subgemeenskap

BESKRYWING VAN GEMEENSKAPPE

Tipies van die plantegroei van Wes-Transvaal (Noordwes Provinsie), kan twee breë fisionomiese klasse, naamlik boomveld en grasveld onderskei word²⁷ (figure 3 en 4). In die studiegebied kom die grasveld hoofsaaklik op die plat kruine, gematigde hellings en dreineringsgebiede tussen koppe voor. Die boomveld word met die klipperiger en steiler gebiede geassosieer.

1. *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* gemeenskap

Die *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* gemeenskap is op die mees oostelike koppie in die suide van die studiegebied geleë (figuur 1). Die grond in die gemeenskap is matig diep (± 1 m) en effens klipperig (5 - 10 %) maar steeds redelik gelykliggend (figuur 2). Dit het 'n hoë kleiinhoud en verteenwoordig meestal die Hutton grondvorm. 'n Aantal historiese klipkrale, oorblyfsels

van kanonpersele en blokhuisse wat uit die Anglo-Boereoorlog (1899-1902) dateer, kom in die gemeenskap voor. Hierdie historiese aktiwiteite het geleid tot heelwat versteuring in die gebied. Die diagnostiese spesies van hierdie gemeenskap is dié van spesiegroep A (tabel 1) en is met die uitsondering van *Cynodon dactylon*, *Lycium cinereum* en *Solanum panduriforme* almal uitheems. Die gemiddelde getal spesies wat per relevé voorkom, is 12. Op sommige plekke groei *Opuntia imbricata* baie dig en dring ook in die aangrensende gemeenskappe in. Die teenwoordigheid van die uitheemse kruide *Boerhavia erecta* en *Physalis viscosa* en die inheemse pioniergras *Cynodon dactylon* dui daarop dat menslike versteurings soos vertrapping tans steeds voortduur. Hierdie gemeenskap behoort met groot omsigtigheid bestuur te word om te verhoed dat dit in ander gemeenskappe indring. Rehabilitasie van die gebied kan as 'n moontlike oplossing gesien word, waartydens *Opuntia imbricata* totaal verwijder word. *Opuntia imbricata* is 'n verklaarde onkruid.^{28,29} Die wet op bewaring van landbouhulpbronne vereis dan ook dat indien hierdie plante op 'n plaaseenheid en 'n stedelike gebied voorkom, dit verwijder moet word.²⁹ Uit 'n ander oogpunt gesien, het genoemde versteuring geleid tot die ontwikkeling van hierdie unieke gemeenskap, wat die totale spesiediversiteit van die ranteveld aansienlik verhoog.

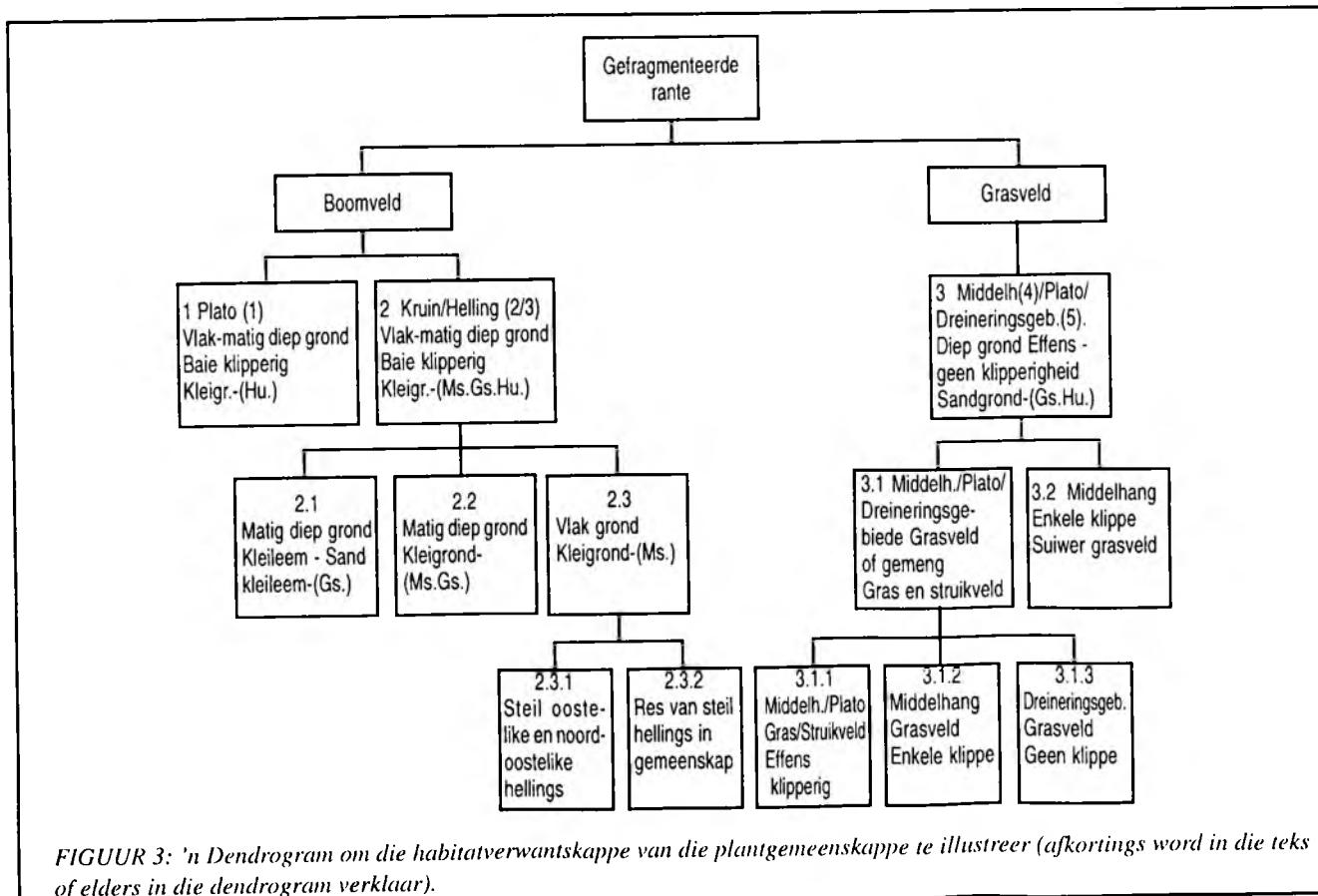
2. *Mundulea sericea* - *Vangueria infausta* gemeenskap

Die grootste gedeelte van die studiegebied word deur hierdie plantgemeenskap beslaan (tabel 1). Die gemeenskap kom teen rotsagtige hange en kruine van rante voor (figuur 2). Die gronde is vlak (< 30 cm) tot matig diep (± 1 m) en baie klipperig (> 10%). Die grond is kleierig en die grondvorms is hoofsaaklik Mispah, Glenrosa en vlak Hutton. Die fisionomiese samestelling wissel hoofsaaklik van digte struikveld tot boomveld. Hierdie boomveld word gekenmerk deur die spesies van spesiegroep I (tabel 1). Die hoë bedekking van die inheemse struikspesies

Vangueria infausta en *Mundulea sericea* is kenmerkend van die gemeenskap. Die spesifieke voorkoms van *Tagetes minuta*, *Melinis repens* en gedeeltelike verspreiding van *Commelina africana* dui egter wel op 'n mate van versteuring in die gemeenskap. Alhoewel dit nie 'n hoë bedekking het nie, kom die varing *Pellaea calomelanos* wydverspreid in hierdie gemeenskap voor en word verbind met die klipperige en rotsagtige gebied wat 'n ideale habitat skep. Hierdie gemeenskap toon sterk ooreenstemming met die *Vangueria infaustae-Acacietaum caffrae* beskryf in die Bc-landtype.¹¹ Klerksdorp is geleë in die Bc-landtype³⁰ en beide is wat die habitat betref, beperk tot rotsagtige dagsome. Variasies in die spesiesamestelling van die verskeie subverdelings is die gevolg van die kleiner skaal waarop daar in hierdie studie gewerk is, in vergelyking met die grootte en verspreiding van die studiegebied in die Bc-landtype.¹¹ Spesies wat veral in beide studies aangetref is, is *Vangueria infausta*, *Celtis africana*, *Rhus rigida*, *Acacia caffra*, *Grewia flava*, *Maytenus heterophylla* en *Ehretia rigida*.

2.1 *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* subgemeenskap

Hierdie subgemeenskap kom voor teen die steil noordelike hange en kruine (figuur 2) van die mees noordelike koppies (figuur 1). Die grond is matig diep (± 1 m) en effens klipperig (5 - 10%). Die grond wissel van 'n kleileem tot 'n sandkleileem en verteenwoordig hoofsaaklik die Glenrosa grondvorm. Daar word in die subgemeenskap 'n hoë mate van versteuring aangetref, alhoewel die versteuring nie so hoog is as in die geval van Gemeenskap 1 nie (figuur 4). Hierdie versteuring kan toegeskryf word aan beweidind deur vee. Die dominansie van *Aristida junciformis* toon dat die subgemeenskap oorbeweい word.²⁹ Die struiken en bome is baie vol verspreid op die kruin, moontlik vanweë vertrapping en kompaksie wat voortspruit uit langdurige oorbeweiding. Heelwat ou gruisgroewe kom ook in die subgemeenskap voor wat wel ook 'n mate van menslike versteuring in



die verlede aandui. Hierdie koppies is die enigste in die studiegebied wat nie geïsoleer is van aangrensende koppies in die natuurlike veld nie en stem ooreen met die *Pavetta zeyheri* - *Vanguerietum infaustae* beskryf in die Ba-landtipe in die Wes-Transvaalse grasveld.³⁰ Spesies van Klerksdorp wat ooreenstem met die spesies van hierdie assosiasie is *Pavetta zeyheri*, *Tapiphyllo parvifolium*, *Indigofera comosa*, *Rhus leptodictya* en *Rhus magalismontana*. Die genoemde spesies, asook *Aristida junciformis*, *Adromischus umbraticola* en *Eragrostis trichophora* is diagnosties van hierdie subgemeenskap. Die gemiddelde getal spesies wat in die gemeenskap per relevé voorkom, is 14.

2.2 *Melinis repens* - *Scolopia zeyheri* subgemeenskap

Hierdie subgemeenskap is hoofsaaklik beperk tot die hange en kruine (figuur 2) van die mees suidelike koppie (figuur 1). Die gronde is matig diep (± 1 m) en wissel van effens (5 - 10%) tot baie klipperig (> 10%), alhoewel rotsagtige gebiede ook voorkom, byvoorbeeld waar *Scolopia zeyheri* digte stande vorm. Die gronde is kleierig en behoort meestal tot die Mispa en Glenrosa grondvorms. Hierdie suidelike koppie is nie van die natuurlike veld geïsoleer nie, maar is ook nie aaneenlopend met enige koppe in die natuurlike veld nie. Diagnostiese spesies (spesiegroep C, tabel 1) in die gemeenskap is die boomspesies *Scolopia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* (beide dominant) en ander boomspesies soos *Boscia albitrunca* en *Celtis africana* wat ook voorkom. Die dominante struikagtige *Pavetta gardeniifolia* en kruidagtige indikatorspesies, soos *Abutilon sonneratianum* en die varing *Cheilanthes hirta* kom ook voor. Die diagnostiese grasspesies wat voorkom is *Eustachys paspaloides* en in 'n mindere mate *Eragrostis gummiflua*. Daar kom gemiddeld 25 spesies per relevé voor.

2.3 *Acalypha peduncularis* - *Grewia flava* subgemeenskap

Hierdie wydverspreide subgemeenskap kom met die uitsondering van die mees suidelike koppie, op al die koppies voor (figuur 1). Dit word aangetref op baie vlak (< 30 cm diep) gebiede soos rotsagtige hange en klipperige kruine (figuur 2) en kom hoofsaaklik op die Mispa grondvorm voor. Hierdie subgemeenskap beslaan die grootste gebied van al die subgemeenskappe/ variante in die *Mundulea sericea* - *Vangueria infausta* plantgemeenskap. Diagnostiese spesies van hierdie subgemeenskap word in spesiegroep G (tabel 1) gelys en bestaan uit boomspesies soos *Acacia caffra*, *Acacia robusta*, *Dombeya rotundifolia* en *Pappea capensis*, struiken soos *Carissa bispinosa*, *Grewia occidentalis* en *Tarchonanthus camphoratus* en kruidagtiges soos *Acalypha peduncularis*, *Talinum arnotii* en *Thunbergia neglecta*, sowel as die uitheimse sukkulent *Opuntia ficus-indica*, wat ook 'n verklaarde onkruid is.²⁸ Ander belangrike spesies in hierdie subgemeenskap is die dominante struik, *Grewia flava* en die gras *Panicum maximum* (spesiegroep H, tabel 1).

Binne die subgemeenskap kan tussen twee duidelike boomveldvariante onderskei word.

2.3.1 *Acacia robusta* - *Carissa bispinosa* variant

Die *Acacia robusta* - *Carissa bispinosa* variant, gekenmerk deur spesies van spesiegroep F (tabel 1), is beperk tot die steil ooste-like en noordoostelike hange. Diagnostiese spesies van hierdie variant is bome soos *Acacia robusta* en *Acacia tortilis*, die struiken *Carissa bispinosa*, *Plumbago auriculata* en *Euclea undulata* subsp. *myrtina*, die kruidagtiges *Barleria obtusa* en *Rhynchosia totta*, en die sukkulent *Kalanchoe thrysiflora*. In hierdie variant kom daar gemiddeld 24 spesies per relevé voor.

2.3.2 *Acacia caffra* variant

Die *Acacia caffra* variant beslaan die oorblywende en grootste deel van die subgemeenskap. Spesies van spesiegroep D (tabel 1) is diagnosties vir die gemeenskap, en sluit spesies soos die houtagtige *Acacia caffra*, kruidagtiges soos *Coccinia sessilifolia*, *Pentarrhinum insipidum* en *Felicia muricata* en grasse soos *Heteropogon contortus* en *Digitaria eriantha*, in. Gemiddeld 19 spesies per relevé kom in die variant voor.

3. *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* gemeenskap

Die *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* gemeenskap is 'n grasveldgemeenskap, wat hoofsaaklik voorkom op die geleidelike middelhellings en pedimente, gelykliggende kruine bo-op koppies en die gelykliggende dreineringsgebiede tussen koppies (figuur 2). Dit word aangetref op diep (> 2 m), sanderige gronde wat min tot effens klipperig (5 - 10%) kan wees. Die gronde verteenwoordig meestal die Glenrosa en Hutton grondvorms. *Elionurus muticus* en *Brachiaria serrata* is die enigste diagnostiese spesies van die gemeenskap (spesiegroep R, tabel 1). Ander belangrike spesies in hierdie gemeenskap is die grasse *Themeda triandra*, en *Eragrostis chloromelas* en die sukkulent *Aloe transvaalensis*.

Die gemeenskap toon ooreenkoms met die *Brachiaria serrata* - *Triraphis andropogonoides* grasveld beskryf in die Faan Meintjies Wildreservaat.³¹ Alhoewel die onderskeie onderafdelings van die gemeenskappe nie ooreenstem nie, toon die spesiesamestelling van die *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* gemeenskap sekere ooreenkoms met dié van die *Brachiaria serrata* - *Triraphis andropogonoides* grasveld. Die belangrikste verskil tussen die gemeenskappe is dat die *Brachiaria serrata* - *Triraphis andropogonoides* grasveld³¹ heelwat meer tipiese Bankenveldspesies bevat byvoorbeeld *Triraphis andropogonoides*, *Diheteropogon amplexans*, *Trachypogon spicatus*, *Elephantorrhiza elephantina*, *Justicia anagalloides* en *Senecio coronatus*. Spesies wat in beide gemeenskappe aangetref word, is *Brachiaria serrata*, *Acalypha angustata*, *Hermannia lancifolia* en *Senecio venosus*, wat veral ooreenstem met die spesiesamestelling van die *Acalypha angustata* - *Sutera burchellii* subgemeenskap, asook *Dianthus mooiensis*, *Polygonarthria squarrosa*, *Eragrostis racemosa* en *Tristachya leucothrix*. Twee duidelike subgemeenskappe, wat verskil op grond van die kruidsamestelling, kan onderskei word.

3.1 *Lippia scaberrima* - *Ziziphus zeyheriana* subgemeenskap

Hierdie subgemeenskap wissel van suiwer grasveld tot gemengde gras- en struikveld. Die gronde wissel van klipperig (> 10%) en matig diep (± 1 m) tot diep (> 2 m) met 'n baie lae persentasie klipperigheid (< 5%). Spesies van spesiegroep O (tabel 1) soos die platgroeiente struik *Ziziphus zeyheriana*, kruide soos *Sida spinosa*, *Aptosimum procumbens* en *Lippia scaberrima* en die grasspesies *Setaria sphacelata* en *Eragrostis superba* is diagnosties van die subgemeenskap. Drie variante kan onderskei word op grond van spesiesamestelling en habitatsfaktore.

3.1.1 *Polygonarthria squarrosa* - *Bulbine narcissifolia* variant

Die *Polygonarthria squarrosa* - *Bulbine narcissifolia* variant is 'n grasveld wat neig na 'n struikveld. Dit kom voor op gelykliggende matig diep (± 1 m), effens klipperige (5 - 10%) gebiede. Dit is hoofsaaklik tot kruine beperk, maar kom ook soms op minder steil middelhellings voor (figuur 2). Spesies van spesiegroep J (tabel 1) onderskei hierdie variant van die

ander variante in die subgemeenskap. Die diagnostiese spesies is *Pogonarthria squarrosa*, *Bulbine narcissifolia* en *Diospyros lycioides*. Ander spesies is die houtagtiges *Grewia flava* en *Ehretia rigida*. Die gemiddelde getal spesies wat per relevé voorkom is 34. Die aantal spesies en die algehele afwesigheid van uitheemse indringerspesies, toon dat die variant in 'n natuurlike toestand is. Die hoë natuurlike voorkoms van struiken staaf die posisie van die variant op die fisionomiese gradiënt in die ordening (figuur 4).

3.1.2 *Eragrostis curvula* variant

Die *Eragrostis curvula* variant is 'n grasveld wat voorkom teen matig diep (± 1 m), effens klipperige (5 - 10%) middelhellings (figuur 2). Die diagnostiese spesies van spesiegroep L (tabel 1) in hierdie variant is grasse soos *Eragrostis curvula* en *Eragrostis racemosa* en kruide soos *Vernonia oligocephala* en *Gerbera piloselloides*. Ander spesies soos *Themeda triandra*, *Eragrostis chloromelas* en *Ziziphus zeyheriana* is prominent in die variant. Daar kom gemiddeld 24 spesies per relevé voor.

3.1.3 *Stoebe vulgaris* variant

Die *Stoebe vulgaris* variant is 'n grasveld met grasspesies soos *Setaria sphacelata* en *Elionurus muticus* en diagnostiese kruidspesies soos *Hermannia depressa*, *Galium capense* en die diagnostiese indikator *Stoebe vulgaris*. Spesies van spesiegroep N (tabel 1) is kenmerkend van hierdie variant. Die variant kom voor op diep (> 2 m) sandgrond wat glad nie klipperig is nie. Hierdie sandgrond is goed gedreineer en effens uitgeloog. Die topografie veroorsaak egter dat die afloopwater van die omliggende rante hier kan opdam wat vleivorming tot gevolg kan hê (figuur 2). Dit verklaar die teenwoordigheid van sekere diagnostiese spesies van die familie Cyperaceae, soos *Cyperus sphaerospermus*, *Mariscus dregeanus* en *Kyllinga erecta*. Hierdie variant het gemiddeld 19 spesies per relevé.

3.2 *Acalypha angustata* - *Sutera burchellii* subgemeenskap

'n Grasveld wat as yl verspreide kolle in die *Acacia caffra* variant in die mees noordelike hellings voorkom. Dit kom op baie geleidelike hellings hoofsaaklik aan die suidoostelike kant van koppe voor (figuur 2). Die sanderige grond is diep (> 2 m) met 'n lae persentasie klipperigheid ($< 5\%$). Die Hutton grondtype

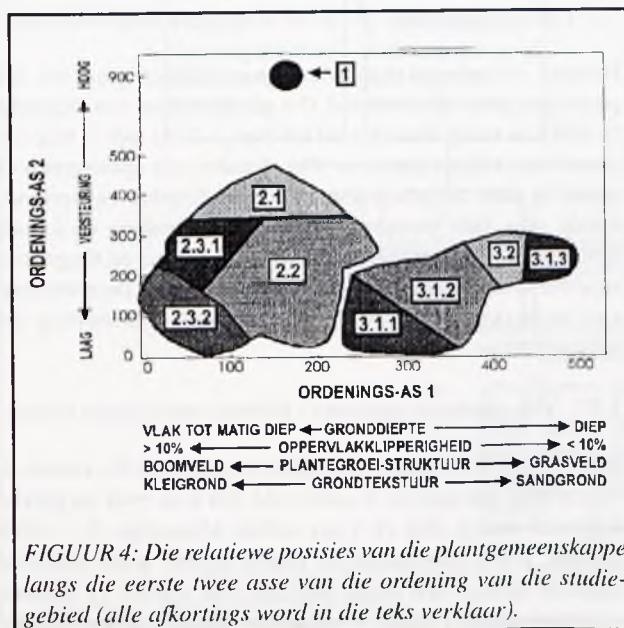
kom oorwegend voor. Diagnostiese spesies soos aangedui in spesiegroep Q (tabel 1) is kruide soos *Acalypha angustata*, *Sutera burchellii*, *Hermannia lancifolia*, *Zornia capensis* en *Cryptolepis oblongifolia* en grasse soos *Hyparrhenia hirta*. Ander spesies wat ook hoë bedekkingswaardes in die subgemeenskap het, is grasspesies soos *Eragrostis chloromelas*, *Eragrostis lehmanniana*, *Elionurus muticus* en *Melinis nerviglumis*. Daar kom gemiddeld 32 spesies per relevé in hierdie subgemeenskap voor.

ORDENING

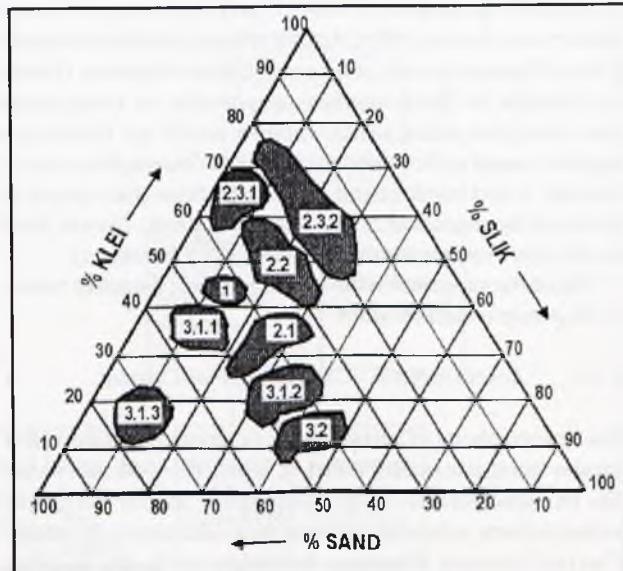
In figuur 4 is die posisie van die verskillende plantgemeenskappe langs twee ordeningsasse aangetoon. Die plantgemeenskappe is duidelik beperk tot spesifieke posisies in die verspreidingsdiagram. Langs die eerste ordeningsas word die grasveld aan die regterkant van die diagram aangetref en die boomveld aan die linkerkant. Langs ordeningsas een word ook gradiënte aangetref wat verband hou met gronddiepte en grondklipperigheid. Langs ordeningsas twee is slegs 'n versteuringsgradiënt geskyn. Die erg versteurde *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* gemeenskap (1) kom aan die bokant van die diagram voor, terwyl die res van die plantgemeenskappe aan die onderkant van die diagram voorkom. Grondtekstuurdata, verteenwoordigend van die onderskeie plantgemeenskappe is op 'n grondtekstuurdiagram (figuur 5) aangeteken en het gevoldlike plantgroei-eenhede op hierdie diagram verteenwoordig. Op die diagram kan 'n duidelike gradiënt van onder na bo gesien word wat ooreenstem met die verspreiding van die plantgemeenskappe op die eerste ordeningsas. Die geordende plantgemeenskappe het ooreengestem met die struktuurklasverspreiding van die grondontledings. Grondtekstuur dra dus heelwat by tot die verspreiding van die plantgemeenskappe in die studiegebied.

BESPREKING

Die verspreiding van die gemeenskappe in die studiegebied stem duidelik ooreen met die voorkoms van sekere habitatsfaktore. Sommige habitatsfaktore het sterk korrelasies getoon met die gemeenskapsverspreiding, terwyl ander habitatsfaktore geen korrelasies getoon het met die floristiese data nie. Dit wil voorkom of topografiese faktore en sommige fisiese grond-



FIGUUR 4: Die relatiewe posisies van die plantgemeenskappe langs die eerste twee asse van die ordening van die studiegebied (alle afkortings word in die teks verklaar).



FIGUUR 5: 'n Grondtekstuurdiagram om die verspreiding van die plantgemeenskappe volgens die grondtekstuur te illustreer (alle afkortings word in die teks verklaar).

faktore soos grondtekstuur, gronddiepte en grondklipperigheid die grootste invloed gehad het op die verspreiding van die gemeenskappe. Die fisionomie van die gebied het ook sterk gekorreleer met hierdie habitatsfaktore. Versteuring, direk as gevolg van menslike aktiwiteit in die stedelike omgewing, het ook die ontstaan van die *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* gemeenskap (1) en die *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* subgemeenskap (2.1) tot gevolg gehad. Resultate van chemiese grondanalises het geen korrelasies getoon met floristiese data nie. Die moontlike verklaring hiervoor kan wees dat die ranteveld 'n homogene geologiese eenheid vorm. Enige chemiese grondveranderlikes afkomstig vanaf die geologiese verweringsproduk kan dus vir die hele studiegebied konstant wees.

Die resultate toon 'n merkwaardige spesierykheid en besondere verspreiding van plantgemeenskappe. Die gesfragmenteerde aard van sommige dele van die koppies in die stedelike gebied het daar toe bygedra dat sommige spesies van die omliggende natuurlike omgewing^{11,31} in die studiegebied ontbreek, en gevvolglik 'n unieke spesiesamestelling van die gemeenskappe in die studiegebied tot gevolg gehad het. Dit wil egter voorkom dat min van die oorspronklike natuurlike plantegroei verdwyn het. Die hoë diversiteit van die fisiese omgewing het die spesierykheid van die omgewing verhoog. Plantspesies kenmerkend van versteurde stedelike omgewings het egter ook bygedra tot die spesierykheid. Dit kan duidelik gesien word aan die aantal uitheemse spesies wat in die gebied gevinst het direk as gevolg van die invloed van die stedelike omgewing (tabel 1).

Daar is verwys na heelwat ooreenstemmende gemeenskappe soos gevind in studies in die Wes-Transvalse Hoëveld (Noordwes Provinsie). Dit is daarom belangrik om daarop te let dat floristiese data steeds ooreenstem met wat te verwagte is in hierdie Hoëveld. Ten spyte van die invloed van die omliggende stedelike omgewing op die studiegebied, het die gesfragmenteerde koppies in Klerksdorp steeds in 'n relatief natuurlike toestand gebly, en bewaring van die gebied behoort 'n hoë prioriteit te wees.

Die studiegebied is onder druk van 'n aantal kompetenterende, alternatiewe grondgebruiken. Hierdie gebruikte bestaan hoofsaaklik uit behuising, rekreasie, landskapsbewaring en natuurbewaring.¹ Sekere kriteriums bestaan waarvolgens so 'n gebied vir grondgebruiksonering geëvalueer word. Tydens die evaluering van natuurlike gebiede vir bewaringsdoeleindes word kriteriums soos die voorkoms van skaars spesies, hoë spesiëdiversiteit, geografiese vraagstukke soos gebiedsgrootte, natuurlikheid, produksie, nicherskebaarheid, historiese waarde en verteenwoordigbaarheid as van die belangrikste faktore bestempel.^{1,32,33} As slegs sulke tradisionele kriteriums in ag geneem word tydens die evaluering van bewaringsgebiede, sal dit tot gevolg hê dat slegs gebiede aan die rand van stede bewaar sal word. Die ware betekenis van natuur in stede sal dan nie tot sy reg kom nie. Daar moet daarom ook aandag gegee word aan belangrike sosiale faktore soos publieke toeganklikheid, estetiese waarde, nabijheid aan die stedelike kern, vermoë om versteuring te weerstaan en voorkoms in gebiede wat min gebruik word.³⁴

Hierdie gebied voldoen reeds aan heelwat van bovenoemde kriteriums, byvoorbeeld natuurlikheid, estetiese en historiese waarde, en die publieke toeganklikheid is gunstig vanweë die wandelroete.

Alhoewel die teenwoordigheid van heelwat uitheemse spesies 'n mate van versteuring aantoon, is die versteuring gelokaliseerd en die grootste dele van die koppe is in 'n natuurlike toestand. Die mate van versteuring van sommige gemeenskappe vereis egter wel 'n toepaslike bestuurs- en rehabiliteringsprogram. Hierdie verslag kan dien as 'n basis vir die opstelling van so 'n bestuursprogram vir die gebied. Dit is

ook belangrik dat 'n geïntegreerde en deelnemende benadering gevolg moet word om publieke bewuswording van hierdie unieke landmerk in Klerksdorp te bevorder.

SUMMARY

INTRODUCTION

Urbanisation, which is characteristic of a growing human population, not only contributes to the degradation of urban biospheres, but also leads to the degeneration of the quality of life for future generations in these areas. Urban open spaces are constantly in competition with urban development and influenced by factors typical of the urban environment. Because of this, urban natural habitats are constantly changing environments. This in turn leads to the fragmentation¹ of these habitats and a resulting reduction in the biogeographical potential of open spaces.²

Vegetation studies ensure the planning of ecologically sound urban open spaces.³ Information obtained from these studies has also been helpful in the compilation of guidelines for the management of urban areas in Europe.⁴

The physical environment and associated biogeographical factors play an especially important role in this study. The study area includes a group of fragmented hills and ridges in the Klerksdorp municipal area (figure 1). Klerksdorp is situated in the western parts of the South African Highveld (26° 50' South 26° 40' East) which is classified under the Grassland biome⁶ and more specifically the dry sandy Highveld Grassland.⁷ The study area includes an area of 254 hectare.

In order to determine the conservation status of the area, a complete vegetation analysis was necessary. The objective of this study was to interpret the distribution of the plant communities in terms of the existing environmental factors. This will answer questions which might arise, regarding the management of the area.

MATERIAL AND METHODS

Relevés were compiled in 48 stratified sample plots. Stratification was done, using 1:50 000 aerial photographs, on account of relative homogenous physiographical and physiognomical units. Plot sizes were fixed at 16 m² for grassland communities and 100 m² for woody communities.¹⁵ Cover abundance values according to the Braun Blanquet scale¹⁶, were recorded for all species in all relevés. Analysis of vegetation data was done using the TWINSPLAN classification algorithm¹⁷, and the BBPC suite.¹⁸ Refinements were made to the classification by means of Braun Blanquet procedures in order to identify plant communities. The result was a phytosociological table. The DECORANA¹⁹ ordination algorithm was also used to obtain an ordination. Taxons were correctly named.²⁰ Invader plants and weeds were also identified.²¹ A number of land types were identified to illustrate the relation between topography and location of the plant community (Figure 2). The environment directly influences the distribution of plant communities²², and therefore some attention was given to habitat characteristics.

1. Soil :

Soil type and depth were recorded up to a depth of 1.5 m. Physical and chemical analysis of representative soil samples were conducted.

2. Topography :

Aspect, slope and topographical position were important environmental data recorded from each relevé.

RESULTS

CLASSIFICATION

Three major plant communities, five sub-communities and five variants were identified from the phytosociological table (table 1). The vegetation units are as follows:

1. *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* community
2. *Mundulea sericea* - *Vangueria infausta* community
 - 2.1 *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* sub-community
 - 2.2 *Melinis repens* - *Scolopia zeyheri* sub-community
 - 2.3 *Acalypha peduncularis* - *Grewia flava* sub-community
 - 2.3.1 *Acacia caffra* variant
 - 2.3.2 *Acacia robusta* - *Carissa bispinosa* variant
3. *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* community
 - 3.1 *Lippia scaberrima* sub-community
 - 3.1.1 *Pogonarthria squarrosa* - *Bulbine narcissifolia* variant
 - 3.1.2 *Eragrostis curvula* variant
 - 3.1.3 *Stoebe vulgaris* variant
 - 3.2 *Acalypha angustata* - *Sutera burchellii* sub-community

Most of these communities are new communities, with the exception of the following:

- The *Mundulea sericea* - *Vangueria infausta* community, which is similar to the *Vangueria infausta* - *Acacietum caffra* described in the Bc land type.¹¹
- The *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* sub-community which is similar to the *Pavetta zeyheri* - *Vanguerietum infaustae* described in the Ba land type in the western Transvaal grassland.³⁰
- The *Brachiaria serrata* - *Elionurus muticus* community which is similar to the *Brachiaria serrata* - *Triraphis andropogonoides* grassland described in the Faan Meintjies Nature Reserve.³¹

ORDINATION

The position of the respective plant communities is presented along two ordination axes in Figure 4. The plant communities are confined to specific areas in the distribution diagram. Gradients such as vegetation structure, soil depth, rockiness and soil texture were identified along the first ordination axis. A disturbance gradient is present along the second ordination axis. Soil texture data representative of the respective plant communities is presented in a soil texture diagram (Figure 5). The plant communities are in correlation with the soil texture data of the soil analysis.

DISCUSSION

The distribution of communities correlate clearly to areas with specific habitat characteristics. Topographical factors and soil factors such as soil texture, soil depth and rockiness seem to have the greatest influence on the distribution of communities.

The physiognomy also correlates strongly to these habitat factors. Results of the chemical analysis of soils showed no correlation with floristic data. A possible explanation for this feature is the homogenous geological structure of the ridges. The homogenous soil factor thus reflects the weathering of the homogenous geological formation.

The results also show a remarkably high species diversity and unique distribution of communities. The fragmented nature of some parts of the hills and ridges in the area, contribute to the absence of certain species that do occur in the natural areas surrounding the city. It seems, however, that little of the natural vegetation has disappeared.^{11,31} The result is an unique composition of communities in the study area. The species richness is probably the result of the physical diversity of the area, and the presence of a large number of species characteristic of disturbed urban environments (Table 1). The occurrence of the *Cynodon dactylon* - *Opuntia imbricata* community (1) and the *Aristida junciformis* - *Pavetta zeyheri* sub-community (2.1) is probably due to disturbance, which is the direct consequence of human activity in the urban environment.

Reference was made to several communities, identified in studies of the vegetation of western Transvaal Highveld. It is, therefore, important to note that the floristic data still correspond to those of the above-mentioned studies. The fragmented hills and ridges of Klerksdorp have retained a relatively natural state, in spite of several unique influences in the area.

In the natural open spaces of the Klerksdorp municipal area a number of competitive, alternative land uses exists. These land uses include housing development, recreation, landscape and nature conservation.¹ Conservation of an area is evaluated according to certain criteria such as occurrence of rare species, high species diversity and certain geographical aspects namely surface area, naturalness, productivity, transformation potential, historical value and representation.^{1,32,33} But if only traditional criteria such as these are used, only the peripheral sections of the urban area would be retained in a natural condition. For this reason attention should be given to social factors such as public accessibility, aesthetic value, location, resilience and the presence of unutilised areas.³⁴

The area meets many of the above mentioned criteria such as naturalness, aesthetic and historical value, and public accessibility, the latter due to the presence of a hiking trail.

The vegetation of the hills and ridges of Klerksdorp is mostly in a natural condition, but while most of the disturbance is localised, the disturbance of some of the communities requires careful management and rehabilitation. This report can serve as a basis for the implementation of such a rehabilitation program. Public awareness should also be encouraged in order to promote an integrated and participating approach to the preservation of this unique landmark in Klerksdorp.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Spellerberg, I.F. (1992). *Evaluation and Assessment for Conservation* (Chapman & Hall, London).
2. Roberts, D.C., Poynton, R.J. (1985). Central and peripheral open spaces: need for biological evaluation, *S. Afr. J. Science*, 81, 464-466.
3. Roberts, D.C. (1993). The vegetation of municipal Durban Floristic classification, *Bothalia*, 23(2), 271-326.
4. Pysek, P. (1995). Approaches to studying spontaneous settlement flora and vegetation in central Europe: a review. In *Urban Ecology as Basis of Urban Planning*, Sukopp, H., Numata, M., Huber, A. eds. (SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands) p 23.
5. Poynton, J.C., Roberts, D.C. (1985). Urban open space planning in

- South Africa: A biogeographical perspective, *S. Afr. J. Science*, 81, 33-37.
6. Rutherford, M.C., Westfall, R.H. (1986). Biomes of Southern Africa - an objective categorization, *Mem. bot. Surv. S. Afr.*, 54, 1-97.
 7. Bredenkamp, G.J., Van Rooyen, N. (1996). Dry Sandy Highveld Grassland. In *Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland*. Low, A. B., Rebelo, A. G. eds. (Dept. Environmental Affairs & Tourism, Pretoria) pp. 41.
 8. Schultze, B.R. (1947). The Climates of South Africa According to the Classifications of Köppen and Thornthwaite, *S. Afr. Geographical Journal*, 29, 32-42.
 9. Soil and Irrigation Research Institute. (1991). SIRI Report No. GB/A/91/30. (Comp. F.G. Koch). Long Term Meteorological Data for the Highveld and Freestate Regions (Department Agricultural Development).
 10. Weather Bureau. (1988). *Climate of South Africa, climate statistics up to 1984. WB 40* (Government Printer, Pretoria).
 11. Bezuidenhout, H., Bredenkamp, G.J. (1991). The vegetation of the Bc land type in the western Transvaal Grassland, South Africa, *Phytocoenologia*, 19(4), 497-518.
 12. (The South African Committee for Stratigraphy) SACS. (1980). Stratigraphy of South Africa. Part 1. (Comp. L.E. Kent). Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa/Namibia and the Republic of Bobuthatswana, Transkei and Venda (Department of Mineral and Energy Affairs).
 13. Nel, L.T., Truter, F.C., Willemse, J. (1939). The geology of the country around Potchefstroom and Klerksdorp. An explanation of Sheet 61. Geological Survey. Union of South Africa. Dept. of Mines.
 14. Grondklassifikasiewerkgroep. (1991). *Grondklassifikasie: 'n Taksomiese Sisteem vir Suid-Afrika*. Memoirs oor die Natuurlike Landbouhulpronne van Suid-Afrika Nr. 15 (Departement van Landbouontwikkeling, Pretoria).
 15. Bredenkamp, G.J., Theron, G.K. (1978). A Synecological account of the Suikerbosrand Nature Reserve. I. The phytosociology of the Witwatersrand geological system, *Bothalia*, 12, 513-529.
 16. Meuller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of vegetation Ecology* (John Wiley & Sons, New York).
 17. Hill, M.O. (1979a). *TWINSPAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes* (Cornell University, New York).
 18. Bezuidenhout, H., Biggs, H.C., Bredenkamp, G.J. (1996). A process supported by the utility BBPC for analysing Braun-Blanquet data on a personal computer, *Koedoe*, 39(1), 107-112.
 19. Hill, M.O. (1979b). *DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging* (Cornell University, New York).
 20. Arnold, T.H., De Wet, B.C. (1993). Plants of Southern Africa: Names and distribution, *Mem. bot. Surv. S. Afr.*, 62, 1 - 825.
 21. Wells, M.J., Balsinhas, A.A., Joffe, H., Engelbrecht, V.M., Harding, G., Stirton, C.H. (1986). A catalogue of problem plants in South Africa, *Mem. bot. Surv. S. Afr.*, 53, 1-658.
 22. Bezuidenhout, H. (1988). 'n Plantsosioiologiese studie van die Moorivier-opvanggebied, Transvaal (M.Sc.-tesis, Potchefstroom Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys).
 23. Bredenkamp, G.J., Theron, G.K., Van Vuuren, D.R.J. (1983). Ecological interpretation of plant communities by classification and ordination of quantitative soil characteristics, *Bothalia*, 1(3 & 4), 691-699.
 24. Bredenkamp, G.J., Deutschländer, M.S., Theron, G.K. (1993). A phytosociological analysis of the *Albizia harveyi* - *Eucleetum divinori* from sodic bottomland clay soils of the Manyeleti Game Reserve, Gazankulu, South Africa, *S. Afr. J. Bot.*, 59(1), 57-69.
 25. Aey, W. (1990). Historical Approaches to Urban Ecology. In *Urban Ecology*, Sukopp, H., Hejny, S. eds. (The Hague: SPB Academic Publishing) p. 113
 26. Land Types Series. (1979). *2626 Wes-Rand. Prepared by the Soil and Irrigation Research Institute, Pretoria. 1:250 000*. (Government Printer, Pretoria).
 27. Bezuidenhout, H., Bredenkamp, G.J. (1990). A reconnaissance survey of the vegetation of the dolomitic region in the Potchefstroom - Ventersdorp - Randfontein area, South Africa, *Phytocoenologia*, 18, 387-403.
 28. Henderson, M., Fourie, D.M.C., Wells, M.J., Henderson, L. (1987). *Verklarende onkruid en uitheemse indringerplante in Suid-Afrika* (Departement van Landbou en Watervoorsiening, Pretoria).
 29. Van Oudshoorn, F.P. (1991). *Gids tot Grasse van Suid-Afrika* (Nasionale Boekdrukkers, Kaapstad).
 30. Bezuidenhout, H., Bredenkamp, G.J., Theron, G.K. (1994). Syntaxonomy of the vegetation of the Ba land type in the western Transvaal grassland, South Africa, *S. Afr. J. Bot.*, 60(4), 214-224.
 31. Bredenkamp, G.J., Bezuidenhout, H. (1990). The phytosociology of the Faan Meintjies Nature Reserve in the western Transvaal grassland, South Africa, *S. Afr. J. Bot.*, 56(1), 54 - 64.
 32. Ratcliffe, D.A. (1977). *A nature conservation review*. 2 vols. (Cambridge University Press, Cambridge).
 33. Smith, P.G.R., Theberge, J.B. (1986). A review of criteria for evaluating natural areas, *Environmental Manager*, 10(6), 715-734.
 34. Gilbert, O.L. (1989). *The Ecology of Urban Habitats* (Chapman & Hall Ltd, London).