

DIE INVLOED VAN BESOEDELDE LUG OP BASBEWONENDE
LIGENE IN PRETORIA

deur

DIRK CORNELIUS JOHANNES WESSELS

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die vereistes vir die
graad D.Sc. in Mikrobiologie

in die Fakulteit Wis- en Natuurkunde
Universiteit van Pretoria
Pretoria

Mei 1988

VOLUME I

INHOUDSOPGAWE

VOLUME I

	Bladsy
SAMEVATTING	4
SUMMARY	7
LYS VAN TABELLE	10
LYS VAN FIGURE	30
HOOFSTUK	
1 INLEIDING	60
2 LITERATUUROORSIG	65
3 PROSEDURE	77
4 RESULTATE EN BESPREKING	105
5 OPSOMMING EN GEVOLGTREKKINGS	425
6 LITERATUURVERWYSINGS	437
BEDANKINGS	464

VOLUME II

LYS VAN TABELLE	469
LYS VAN FIGURE	489
TABELLE	520
FIGURE	654
BYLAAG	808

SAMEVATTING

**DIE INVLOED VAN BESOEDELDE LUG OP BASBEWONENDE
LIGENE IN PRETORIA**

deur

DIRK CORNELIUS JOHANNES WESSELS

Leier: Prof. P.L. Steyn

Departement: Mikrobiologie en Plantsiektekunde

Graad waarvoor verhandeling
ingedien is:

Doctor Scientiae in
Mikrobiologie

Die verspreiding van basbewonende makroskopiese ligeenspesies teen die noord- en suidfronte van stamme van Jacaranda mimosifolia is met behulp van strookpersele bepaal. Deur middel van karteringstegnieke is die vertikale verspreiding van ligeenspesies teen forofietstamme grafies aangetoon. Veranderinge in die groeperings van die verskillende ligeenspesies teen verskillende gedeeltes van forofietstamme is aangetoon. Verskille in die ligeengroei wat teen die noord en suidfront van forofietstamme aangetref is, is aangetoon. Die horisontale verspreiding van ligeenspesies is gekarteer en die inverse verband wat daar tussen ligeengroei en die graad van lugbesoedeling in die studiegebied bestaan het, is uitgewys. Onderlinge verskille / ooreenkomste tussen resultate verkry met behulp van die Simpson- en Shannon-Wiener-indekse van diversiteit en die Indeks van Atmosferiese Suiwerheid (IAP) is ondersoek met behulp van verwerkte gegewens van die ligeengroei wat teen die noord- en suidfronte van forofiete aanwesig was. Spesiediversiteitsones, gegrond op die saamgroepering van waardes bereken met behulp van bovermelde indekseringstegnieke, is gebruik om die verspreiding van isotoksiese sones in die studiegebied te karteer.

'n Braun-Blanquet opname is gemaak van die ligeengroei wat teenwoordig was teen die noord-, suid-, oos- en wesfronte van forofietstamme, 300mm en 1,3m vanaf grondvlak. Sosiologiese tabelle, verteenwoordigend van elk van die mikrohabitate is opgestel, met behulp waarvan aangetoon kon word hoedat die

spesiesamestelling van die verskillende assosiasies teen die onderskeie fronte en hoogtes van mekaar verskil het. Die bestaan van 'n ligeenspesiesensitiwiteitsgradiënt ten opsigte van lugbesoedeling kon met behulp van die tabelle getoon word. Isotoksiese sones in die studiegebied is uitgewys deur middel van kaarte waarop die verspreiding van die verskillende assosiasies aangebring is. Assosiasies tussen verskillende kombinasies van ligeenspesies wat in die onderskeie mikrohabitate aangetref is, is statisties aangetoon. Spatz se indeks van ooreenkoms is gebruik om die graad van ooreenkoms te bepaal wat daar bestaan het tussen die ligeengroei wat voorgekom het teen die verskillende gedeeltes van forofietstamme.

SUMMARY

**THE INFLUENCE OF POLLUTED AIR ON CORTICOLOUS LICHENS
IN PRETORIA**

by

DIRK CORNELIUS JOHANNES WESSELS

Promotor: Prof. P.L. Steyn

Department: Microbiology and Plant Pathology

Degree for which treatise
was submitted:

Doctor Scientiae
in Microbiology

The distribution of macroscopic corticolous lichen species against northern and southern fronts of the trunks of Jacaranda mimosifolia was determined by means of transects. The vertical distribution of lichens against phorophytes in the study area was graphically shown. Differences in terms of species composition and other factors between the northern and southern fronts were highlighted. Mapping of the horizontal distribution of lichens in the study area showed the inverse relationship which existed between polluted air and lichen growth. Diversity indexes for relevés representing lichen growth along the northern and southern fronts of phorophytes were calculated according to the formulae of Simpson and Shannon-Wiener. Index of Atmospheric Purity values were also calculated for the different relevés. Correspondence between results obtained from calculations of the different indexing techniques was investigated. Zones of similar species diversity were mapped in order to determine the distribution of isotoxic zones.

A Braun-Blanquet survey was made of lichen growth which occurred at a height of 300mm and 1,3m against the northern, southern, eastern and western fronts of phorophytes. The sociological tables, representing lichen growth in each of the different micro-habitats were compiled. These tables showed the ecological / sociological differences present in the different micro-habitats. By means of the sociological tables the existence of a sensitivity gradient in terms of air pollution could be shown for the different lichen

species. The distribution of isotoxic zones in the study area could be determined by mapping the distribution of the different associations. Interspecific associations between different combinations of species were mathematically determined for lichens found in the different micro-habitats. The degree of similarity between lichen growth associated with the different micro-habitats was determined by means of Spatz's index of similarity.

LYS VAN TABELLE

Tabel no.	Titel	Bladsy
3.1	'n Veldvorm vir die aanteken van die verspreiding en bedekking van basbewonende ligene.	521
3.2	'n Veldvorm vir die aanteken van die verspreiding van basbewonende ligene gebaseer op puntopnames.	522
3.3	'n Veldvorm vir die aanteken van groeikragtigheid van basbewonende ligene, gebaseer op vegetatiewe groeivorm.	523
4.1	Samevatting van die ligeengroei in Pretoria se stadsgebied (Wessels, 1982).	524
4.2	'n Ligeensosiologiese tabel van die ligeengemeenskappe wat in die Pretoria-studiegebied aangetref is (i & ii).	525
4.3	Verklaring van die kodes wat in die ligeensosiologiese tabelle gebruik is	526
4.4	'n Opsomming van die belangrikste gemeenskaps- en habitatkenmerke, soos bereken vir die Pretoria-studiegebied, deur middel van die klassifiserings-, ordenings- en karteringsmetodes (Wessels, 1982).	527
4.5	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteienskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die A1-gemeenskap (Kyk Tab. 4.12 vir verklaring van die veldnommerkodes gebruik in Figure 4.5-4.11).	528
4.6	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteienskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die A2-gemeenskap.	529

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.94	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref teen die noordfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	618
4.95	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	619
4.96	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied voorgekom het. (Afkortings verklaar in Tab. 4.59 A).	620
4.97	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die OO-I assosiasie teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	621
4.98	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die OO-II assosiasie teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	622
4.99	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die OO-III assosiasie teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	623

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.100	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die OO-IV assosiasie teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	624
4.101	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die OO-V assosiasie teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	625
4.102	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeenge-meenskappe wat teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	626
4.103	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied voorgekom het. (Afkortings verklaar in Tab. 4.59 A).	627
4.104	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die WO-I assosiasie teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	628
4.105	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die WO-II assosiasie teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	629

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.106	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die WO-III assosiasie teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	630
4.107	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die WO-IV assosiasie teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	631
4.108	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die WO-V assosiasie teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	632
4.109	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref teen die suidfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	633
4.110	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	634

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.111	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref teen die wesfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	635
4.112	D en H indekse van diversiteit en maatstaf van die verspreiding van individue in ligeenassosiasies wat teen verskillende fronte van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak, in die Pretoria-studiegebied aangetref is. (Simp. = Simpson se indeks van diversiteit (D); Shan. = Shannon-Wiener se indeks van diversiteit (H); Moris. = Morista se maatstaf van verspreiding)	636
4.113	Opsommende waardes van ligeensosiologiese tabelle verteenwoordigend van ligeengroei teen basis van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	637
4.114	Vergelyking van die verskillende assosiasies en senone wat teen verskillende fronte van forofietstamme, 300mm vanaf grondvlak in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	638
4.115	Spatz se indeks van ooreenkoms (uitgedruk as persentasie) tussen die verskillende assosiasies wat 300 mm vanaf grondvlak teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei is.	639
4.116	Teenwoordigheid van en gemiddelde bedekking (%) van ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. Stande verteenwoordigend van ligeengroei aan basis van forofietstamme.	640

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.117	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref, 300mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofiet- ² stamme in die Pretoria-studiegebied (X = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	641
4.118	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref, 300mm vanaf grondvlak teen die noordfront van forofiet- ² stamme in die Pretoria-studiegebied (X = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	642
4.119	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref, 300mm vanaf grondvlak teen die oosfront van forofiet- ² stamme in die Pretoria-studiegebied (X = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	643
4.120	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref, 300mm vanaf grondvlak teen die wesfront van forofiet- ² stamme in die Pretoria-studiegebied (X = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	644
4.121	Assosiasie tussen verskillende ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (N = Noordfront; S = Suidfront; O = Oosfront; W = Wesfront; Verklaring van spesienommers in Tab. 4.3)	645
4.122	Spesielyste van ligeenspesies aangetref teen die suidfront van forofietstamme, op 'n hoogte van 1,3m en 300mm bokant die grondvlak.	646

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.123	Spesielyste van ligeenspesies aangetref teen die noordfront van forofietstamme, op 'n hoogte van 1,3m en 300mm vanaf grondvlak.	647
4.124	Spesielyste van ligeenspesies aangetref teen die oosfront van forofietstamme, op 'n hoogte van 1,3m en 300mm vanaf grondvlak.	648
4.125	Spesielyste van ligeenspesies aangetref teen die wesfront van forofietstamme, op 'n hoogte van 1,3m en 300mm vanaf grondvlak.	649
4.126	Voorstelling van verskille in gemiddelde bedekking van ligeenspesies aangetref teen verskillende fronte en hoogtes van forofietstamme. (BO = op 'n hoogte van 1,3m vanaf grondvlak; ON = 300mm vanaf grondvlak; Sp. no. = Spesie nommer; + = gemiddelde bedekking van betrokke spesie hoër; - = gemiddelde bedekking van betrokke spesie laer; = = gemiddelde bedekking van betrokke spesies dieselfde; * = spesie afwesig)	650
4.127	Gedeelte van die totale aantal releves (uitgedruk as %) wat in die verskillende assosiasies teenwoordig was. (Assos. = Assosiasies; bo = op 'n hoogte van 1,3m; on = op 'n hoogte van 300mm bo die grondoppervlak; TOT. = Som voorafgaande twee waardes).	651
4.128	Assosiasies tussen verskillende ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme en op verskillende hoogtes teen die stamme. (b = op 'n hoogte van 1,3m; o = 300mm vanaf grondvlak; spesienommers verklaar in Tab. 4.3).	652
4.129	Persentasie ooreenkoms tussen ligeengroei-stande wat teen verskillende fronte en op verskillende hoogtes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (b = op 'n hoogte van 1,3m; o = 300mm vanaf grondvlak; spesienommers verklaar in Tab. 4.3).	653

LYS VAN FIGURE

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.1	Verspreiding van relevenommers in die Pretoria-studiegebied.	655
4.2	Verspreiding van ligeengemeenskappe in die Pretoria-gebied soos geïdentifiseer met behulp van die Braun-Blanquet-metode.	656
4.3	Releveverspreiding van die <u>Physcia dimidiata-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	657
4.4	Releveverspreiding van die <u>Physconia grisea-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	658
4.5	Releveverspreiding van die <u>Parmotrema austrosinense-Heterodermia albicans-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	659
4.6	Releveverspreiding van die <u>Physcia stellaris-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	660
4.7	Releveverspreiding van die <u>Physciopsis pyritrocardia-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	661
4.8	Releveverspreiding van die <u>Parmelia flaventior-Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	662
4.9	Releveverspreiding van die <u>Candelaria concolor</u> -gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	663

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.10	Releveverspreiding van die Ligeenlose gemeenskap in die Pretoria-studiegebied.	664
4.11	Skematiese voorstelling van gemiddelde ligeengroeiwaardes in die opnamegebied in Pretoria.	665
4.12	Die verspreiding van isotoksiese sones in terme van spesieaantalle en Indeks van Ligeengroeiwaardes.	666
4.13	Isotoksiese sones binne die Pretoria-studiegebied, gebaseer op spesieverspreidingspatrone.	667
4.14	Forofieteienskappe soos opgeteken in die gebied met ligeengroei, sonder ligeengroei en in die studiegebied as geheel (Kodes verklaar in Tab. 5.3). (A Boomhoogte; B Kroonhoogte; C Kroondeursnit)	668
4.15	Forofieteienskappe soos opgeteken in die gebied met ligeengroei, sonder ligeengroei en in die studiegebied as geheel (Kodes verklaar in Tab. 5.3). (A Kroondigtheid; B Stamontrek; C Baskleur).	669
4.16	Forofieteienskappe soos opgeteken in die gebied met ligeengroei, sonder ligeengroei en in die studiegebied as geheel (Kodes verklaar in Tab. 5.3). (A Spletgraad; B Baspatroon; C Afskilferingsgraad).	670
4.17	Samehang tussen gemiddelde stamontrek en bedekkingwaardes van verskillende ligeenspesies. (A: Semisensitiewe spesies nos. 4, 19, & 1. B: Sensitiewe spesie no. 2; semitolerante spesie no. 10 en gemiddelde aantal spesies per forfietstam).	671

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.18	Samehang tussen gemiddelde afskilferingsgraad (A) en baskleur (B) en bedekkingswaardes van verskillende ligeenspesies. (A: Sensitiewe spesie no. 2 en semisensitiewe spesie no. 1; B: Sensitiewe spesie no. 8).	672
4.19	Bas-pH-waardes op verskillende hoogtes en fronte op die stamme van individuele forofiete teenoor toenemende afstand vanaf die industriële gebiede in die Pretoria-studiegebied.	673
4.20	Samehang tussen die pH-waardes van die bas van forofiete op verskillende hoogtes in die Pretoria-studiegebied.	674
4.21	Skematiese voorstelling van die vertikale verspreiding van individuele ligeenspesies teen die noordfronte van individuele forofietstamme (Kyk ook Fig. 4.21A).	675
4.21A	Swaweldioksiedkonsentrasies in verskillende gedeeltes van die Pretoria-studiegebied.	676
4.22	Skematiese voorstelling van die aanwesigheid van ligeenspesies op verskillende hoogtes teen die noordfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	677
4.23	Noordfront-bedekkingswaardes en aanwesigheid van spesie nommer 9 in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	678
4.24	Totale aantal tallusse van spesie nommer 9 teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	679

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.31	Noordfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van <u>Physciopsis pyritrocardia</u> (no. 11) en <u>Candelaria concolor</u> (no. 10) in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	686
4.32	Totale aantal tallusse van <u>Physciopsis pyritrocardia</u> (no. 11) en <u>Candelaria concolor</u> (no. 10) teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	687
4.33	Noordfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van die Physciaceae en Parmeliaceae (onidentifiseerbare tallusse) in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	688
4.34	Totale aantal tallusse van die Physciaceae en Parmeliaceae (onidentifiseerbare tallusse) teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	689
4.35	Vergelyking van verskillende spesiediversiteitindekse van verskillende ligeengemeenskappe op verskillende hoogtes en stamme as geheel van forofiete in die Pretoria-studiegebied. (A: Simpson indeks; B: Shannon-Wiener indeks ; C: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid	690
4.36	Die verspreiding van Simpson indekswaardes en spesiediversiteitsones in die Pretoria-studiegebied.	691
4.37	Die verspreiding van Shannon-Wiener indekswaardes en spesiediversiteitsones in die Pretoria-studiegebied.	692

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.38	Die verspreiding van IAP-indekswaardes en besoedelingsones in die Pretoria-studiegebied.	693
4.39	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks en IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid).	694
4.40	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal tallusse per opnamepunt, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid en N: aantal tallusse).	695
4.41	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal spesies per opnamepunt, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid en N: aantal spesies)	696
4.42	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die afstand van elke opnamepunt vanaf die industriële gebied, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid en N: aantal spesies).	697
4.43	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal indiwiduele tallusse (A: y-as) en spesies (B: y-as) teen die noordfronte van forofietstamme en toenemende afstand vanaf die industriële gedeeltes van die Pretoria-studiegebied.	698

Figuur no.	Titel	Bladsy
.44	Verspreiding van ordeningtellings en isotok- siese sones in die Pretoria-studiegebied.	699
.45	Skematiese voorstelling van die aanwesigheid van ligeenspesies op verskillende hoogtes teen die suidfrontgedeeltes van forofiet- stamme in die Pretoria-studiegebied.	700
4.46	Suidfront-bedekkingwaardes en aanwesigheid van spesie nommers 12 en 16 in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studie- gebied.	701
4.47	Totale aantal tallusse van spesienommers 12 en 16 teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	702
4.48	Suidfront-bedekkingwaardes en aanwesigheid van spesie nommers 8 en 9 in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studie- gebied.	703
4.49	Totale aantal tallusse van spesie nommers 8 en 9 teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	704
4.50	Suidfront-bedekkingwaardes en aanwesigheid van <u>Heterodermia albicans</u> (no. 3) en spesie nommer 18 in die onderskeie ligen- gemeenskappe in die Pretoria-studie- gebied.	705

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.51	Totale aantal tallusse van spesie nommers 3 en 18 teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	706
4.52	Suidfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van <u>Physconia grisea</u> (no. 6), <u>Pseudoparmelia aptata/texana</u> (no. 17) en spesie nommer 2, in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	707
4.53	Totale aantal tallusse van <u>Physconia grisea</u> (no. 6), <u>Pseudoparmelia aptata/texana</u> (no. 17) en spesie nommer 2 teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	708
4.54	Suidfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van <u>Physcia stellaris</u> (no. 1), <u>Parmelia flaventior</u> (no. 4) en <u>Parmotrema austrosinensis</u> (no. 19) in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	709
4.55	Totale aantal tallusse van <u>Physcia stellaris</u> (no. 1), <u>Parmelia flaventior</u> (no. 4) en <u>Parmotrema austrosinensis</u> (no. 19) teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	710
4.56	Suidfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van <u>Physciopsis pyritrocardia</u> (no. 11) en <u>Candelaria concolor</u> (no. 10) in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	711

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.57	Totale aantal tallusse van <u>Physciopsis pyritrocardia</u> (no. 11) en <u>Candelaria concolor</u> (no. 10) teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	<u>712</u>
4.58	Suidfront-bedeckingswaardes en aanwesigheid van die Physciaceae (13) en Parmeliaceae (14) (onidentifiseerbare tallusse) in die onderskeie ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	713
4.59	Totale aantal tallusse van die Physciaceae (13) en Parmeliaceae (14) (onidentifiseerbare tallusse) teenwoordig in die boonste (1-2m) en onderste (0-1m) segmente van forofietstamme in die afsonderlike ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied.	714
4.60	Skematiese voorstelling van die aanwesigheid van ligeenspesies op verskillende hoogtes teen die noordfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	715
4.61	Vergelyking van verskillende spesiediversiteitindekse van verskillende ligeengemeenskappe op verskillende hoogtes en stamme as geheel van forofiete in die Pretoria-studiegebied. (A: Simpson indeks; B: Shannon-Wiener indeks ; C: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid.	716
4.62	Die verspreiding van Simpson indekswaardes en spesiediversiteitsones in die Pretoria-studiegebied.	717
4.63	Die verspreiding van Shannon-Wiener indekswaardes en spesiediversiteitsones in die Pretoria-studiegebied.	718

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.7	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die A3-gemeenskap.	530
4.8	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die B-gemeenskap.	531
4.9	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die C1-gemeenskap.	532
4.10	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die C2-gemeenskap.	533
4.11	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe / spesiebedekingswaardes soos gevind in die D-gemeenskap.	534
4.12	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe soos gevind in die gebied met ligeengroei.	535
4.13	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe soos gevind in die gebied sonder ligeengroei.	536
4.14	Opsommende statistiese gegewens met betrekking tot forofieteenskappe soos gevind in die studiegebied as geheel.	537
4.15	Betekenis van veldnommers gebruik in die statistiese analises.	538

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.16	Spearman se rangordekorrelasiekoëffisiente om die graad van samehang tussen verskillende forofieteienskappe en bedekkingswaardes van verskillende ligeenspesies aan te dui.	539
4.17	Opsomming van gemiddelde bedekkings- en ander waardes vir verskillende ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied. (Afsk.= Afskilferingsgraad, Bas.= Baskleur, Spp.= Gemiddelde aantal spesies, St.= Stamomtrek, G./S.= Grys-swart en S./G.= Swart-grys).	540
4.18	Bas-pH-waardes op verskillende hoogtes teen die noord- en suidfronte van forofietstamme.	541
4.19	Resultate van statistiese analise van bas-pH-waardes soos bepaal op verskillende hoogtes en fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	542
4.20	Verskeie indekse van spesiediversiteit van verskillende ligeengemeenskappe aan die noordfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	543
4.21	Lys van spesiediversiteit- en Indeks van Atmosferiese Suiwerheidwaardes (IAP) van individuele opnamepunte in die Pretoria-studiegebied. (**** - geen "rake" aangeteken)	544
4.22	Korrelasie tussen die aantal tallusse, verskillende indekse van spesiediversiteit en Indeks van Atmosferiese Suiwerheid.	545
4.23	Korrelasie tussen die aantal spesies, afstand vanaf industriële gebiede en verskillende indekse van spesiediversiteit en Indeks van Atmosferiese Suiwerheid.	546

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.24	Sensitiwiteitswaardes wat gebruik is vir die berekening van ordeningtellings van individuele opnamepunte in die Pretoria-studiegebied.	547
4.25	Orderingtellings van individuele opnamepunte, bereken vir die noordfronte van die stamme van <u>Jacaranda mimosifolia</u> in die Pretoria-studiegebied.	548
4.26	Ligeenspesies aangetref (*) teen die noordfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	549
4.27	Indeks van ooreenkoms (uitgedruk as %) tussen verskillende ligeengemeenskappe aangetref teen die noordfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	550
4.28	Verskeie indekse van spesiediversiteit van verskillende ligeengemeenskappe teen die noordfront gedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	551
4.29	Lys van spesiediversiteit- en Indeks van Atmosferiese Suiwerheidwaardes van individuele opnamepunte in die Pretoria-studiegebied. (**** - geen "rake" aangeteken)	552
4.30	Korrelasie tussen die aantal tallusse, verskillende indekse van spesiediversiteit en Indeks van Atmosferiese Suiwerheid.	553
4.31	Korrelasie tussen die aantal spesies, afstand vanaf industriële gebiede en verskillende indekse van spesiediversiteit en Indeks van Atmosferiese Suiwerheid.	554

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.32	Orderingtellings van individuele opnamepunte, bereken vir die suidfronte van die stamme van <u>Jacaranda mimosifolia</u> in die Pretoria-studiegebied.	555
4.33	Ligeenspesies aangetref (*) teen die suidfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied (+: slegs 2 tallusse).	556
4.34	Indeks van ooreenkoms (uitgedruk as %) tussen verskillende ligeengemeenskappe aangetref teen die noordfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	557
4.35	Verskeie indekse van spesiediversiteit van verskillende ligeengemeenskappe teen die suidfront gedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	558
4.36	Korrelasie tussen die aantal spesies, aantal tallusse, verskillende indekse van spesiediversiteit en Indeks van Atmosferiese Suiwerheid van die noord en suidfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	559
4.37	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 1,3 m teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	560
4.38	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies op 'n hoogte van 1,3 m teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het.	561
4.39	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die S-I assosiasie op bors hoogte teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	562

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.40	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die S-II assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	563
4.41	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die S-III assosiasie op borshoogte teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	564
4.42	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die S-IV assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	565
4.43	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die S-V assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	566
4.44	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 1,3 m teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	567
4.45	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies op 'n hoogte van 1,3 m teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het.	568

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.46	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die N-I assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	569
4.47	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die N-II assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	570
4.48	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die N-III assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	571
4.49	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die N-IV assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	572
4.50	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die N-V assosiasie op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	573
4.51	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 1,3 m teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	574

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.52	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies op 'n hoogte van 1,3 m teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het.	575
4.53	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die O-I assosiasie op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	576
4.54	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die O-II assosiasie op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	577
4.55	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die O-III assosiasie op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	578
4.56	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die O-IV assosiasie op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	579
4.57	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die O-V assosiasie op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	580

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.58	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 1,3 m teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	581
4.59	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies op 'n hoogte van 1,3 m teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het.	582
4.60	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die W-I assosiasie op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	584
4.61	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die W-II assosiasie op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	585
4.62	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die W-III assosiasie op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	586
4.63	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die W-IV assosiasie op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	587
4.64	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die W-V assosiasie op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	588

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.65	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref op borshoogte teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	589
4.66	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	590
4.67	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	591
4.68	Rangskikking van ligeenspesies in die verskillende assosiasies, volgens kleinerwordende belangrikheidwaarde. Ligeengroei aangetref op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (10, 11 ens. = spesienommers; 2/4 = spesies met dieselfde belangrikheidwaarde)	592
4.69	D en H indekse van diversiteit en maatstaf van die verspreiding van individue in ligeenassosiasies wat op borshoogte teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is. (Simp. = Simpson se indeks van diversiteit (D); Shan. = Shannon-Wiener se indeks van diversiteit (H); Moris. = Morista se maatstaf van verspreiding)	593

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.70	Lys van bestendigheidsklasse en ooreenstemmende klasintervalle verteenwoordigend van die persentasie monsterpersele waarin die takson teenwoordig was (Whittaker, 1978).	594
4.71	Opsommende waardes van ligeensosiologiese tabelle verteenwoordigend van ligeengroei teen forofietstamme in die Pretoria-studiegebied.	595
4.72	Vergelyking van die verskillende assosiasies en subassosiasies (senone) wat teen verskillende fronte van forofietstamme op borshoogte in die Pretoria-studiegebied erken is.	596
4.73	Spatz se indeks van ooreenkoms (uitgedruk as 597 persentasie) tussen die verskillende assosiasies wat op borshoogte en verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied gevind is.	597
4.74	Teenwoordigheid van en gemiddelde bedekking (%) van ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. Stande verteenwoordigend van ligeengroei op borshoogte.	598
4.75	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref op borshoogte teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied (X^2 = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt)	599
4.76	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied (X^2 = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt)	600

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.77	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied (X ² = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	601
4.78	Graad van assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied (X ² = Chi-kwadraatwaardes; V = Puntkorrelasiekoëffisiënt).	602
4.79	Assosiasie tussen verskillende ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied. (N = Noordfront; S = Suidfront; O = Oosfront; W = Wesfront; Verklaring van spesie nommers in Tab. 4.3)	603
4.80	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 300mm teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	604
4.81	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende ligeengemeenskappe op 'n hoogte van 300mm teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het. (Afkortings verklaar in Tab. 4.59 A)	605
4.82	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die SO-I assosiasie, 300 mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	606

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.83	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die SO-II assosiasie, 300 mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	607
4.84	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die SO-III assosiasie 300mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	608
4.85	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die SO-IV assosiasie 300mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	609
4.86	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die SO-V assosiasie 300 mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	610
4.87	'n Ligeensosiologiese tabel van ligeengemeenskappe wat op 'n hoogte van 300mm teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied onderskei kon word.	611
4.88	Gemiddelde bedekking en konstantheidwaardes van ligeenspesies wat in verskillende assosiasies op 'n hoogte van 300mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorgekom het.	612

Tabel no.	Titel	Bladsy
4.89	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die NO-I assosiasie, 300mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	613
4.90	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die NO-II assosiasie, 300mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	614
4.91	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die NO-III assosiasie, 300mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	615
4.92	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die NO-IV assosiasie, 300mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	616
4.93	Die digtheid, frekwensie en bedekking van ligeenspesies wat in die NO-V assosiasie, 300 mm vanaf die grondoppervlak teen die noordfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied teenwoordig was. (Gem. = Gemiddelde; bedek. = bedekking; Rel. = Relatiewe; digth. = digtheid).	617

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.64	Die verspreiding van IAP-waardes en isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied.	719
4.65	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon-Wiener indeks en IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid).	720
4.66	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal tallusse per opnamepunt, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid en N: aantal tallusse).	721
4.67	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal spesies per opnamepunt, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid en N: aantal spesies).	722
4.68	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die afstand van elke opnamepunt vanaf die industriële gebied, verskillende spesiediversiteitindekse en indeks van die lugbesoedelingsgraad. (D: Simpson indeks; H: Shannon Wiener indeks; IAP: Indeks van Atmosferiese Suiwerheid).	723
4.69	Puntdiagramme wat die verband aantoon tussen die aantal individuele tallusse (A: y-as) en spesies (B: y-as) teen die suidfronte van forofietstamme en toenemende afstand vanaf die industriële gedeeltes van die Pretoria-studiegebied.	724

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.70	Verspreiding van isotoksiese sones gegrond op ordeningtellings van monsterpersele in die Pretoria-studiegebied.	725
4.70a	Histogramme wat die aantal spesies aandui wat teen verskillende metergedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied gevind is.	726
4.70b	'n Dendrogram verkry volgens die Hoofkomponent-groeeringsanalise van die releves.	727
4.70c	Ordening van ligeenspesies wat teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is.	728
4.70d	Ordening van ligeenspesies wat teen die suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is.	729
4.70e	'n Dendrogram verkry volgens die Hoofkomponent-groeeringsanalise van die releves.	730
4.71	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	731
4.72	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	732

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.73	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-I.III subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	733
4.74	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-II.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	734
4.75	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-II.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	735
4.76	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-II.III subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	736

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.77	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	737
4.78	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-IV.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	738
4.79	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-IV.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	739
4.80	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	740

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.81	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 1,3m teen die suidfrontgedeelte van forofietstamme.	741
4.82	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	742
4.83	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	743
4.84	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-II assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	744

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.85	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	745
4.86	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-IV assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	746
4.87	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die N-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	747
4.88	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 1,3m teen die noordfront van forofietstamme.	748

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.89	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	749
4.90	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	750
4.91	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterperselê in die O-II.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	751
4.92	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-II.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	752

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.93	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-II.III subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metge selspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	753
4.94	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	754
4.95	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-IV.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	755
4.96	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-IV.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	756

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.97	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die O-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	757
4.98	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 1,3m teen die oosfront van forofietstamme.	758
4.99	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	759
4.100	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	760

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.101	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-II.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	761
4.102	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-II.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	762
4.103	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-II.III subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	763
4.104	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	764

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.105	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-IV.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	765
4.106	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-IV.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	766
4.107	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die W-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	767
4.108	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 1,3m teen die wesfront van forofietstamme.	768

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.109A	Histogramme wat die aantal spesies per bestendigheidklas teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aantoon.	769
4.109B	Histogramme wat die gemiddelde aantal spesies per releve teen die verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aantoon. (Kodes A tot M van die X-as verteenwoordig onderskeidelik 1 tot 13 spesies).	770
4.110	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	771
4.111	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	772
4.112	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-II.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	773

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.113	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-II.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	774
4.114	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-II.III subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	775
4.115	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-II.IV subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	776
4.116	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	777

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.117	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-IV subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	778
4.118	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die SO-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	779
4.119	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 300mm teen die suidfront van forofietstamme.	780
4.120	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	781
4.121	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	782

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.122	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-II assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	783
4.123	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	784
4.124	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-IV assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	785
4.125	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	786

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.126	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 300mm teen die suidfront van forofietstamme.	787
4.127	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-I.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	788
4.128	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-I.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	789
4.129	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-II.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	790
4.130	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-II.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	791

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.131	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	792
4.132	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-IV.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	793
4.133	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-IV.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	794
4.134	<p>Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).</p>	795

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.135	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 300mm teen die noordfront van forofietstamme.	796
4.136	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-I assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	797
4.137	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-II assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	798
4.138	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-III assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	799
4.139	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-IV.I subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differentiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	800

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.140	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-IV.II subassosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	801
4.141	Persentasie bydrae van individuele ligeenspesies tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die WO-V assosiasie. Verklaring van spesiekodes in Tab. 4.3. (A = Karakter- / Differensiërende ligeenspesies; B = Konstante metgeselspesies; C = Gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele; Bed = Gedeelte monsterperseel bedek met ligeengroei; Onb = % van monsterperseel nie bedek met ligeengroei).	802
4.142	Verspreiding van assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied. Sones verteenwoordigend van ligeengroei gevind op 'n hoogte van 300mm teen die wesfront van forofietstamme.	803
4.143	Histogramme wat die verspreiding van die aantal spesies per bestendigheidklas in die verskillende ligeengroeistande voorstel	804
4.144	Histogramme wat die gemiddelde aantal spesies per monsterperseel per assosiasie teen die suid-, noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorstel. (1 = X-I assosiasies; 2 = X-II assosiasies; 3 = X-III assosiasies; 4 = X-IV assosiasies; 5 = X-V assosiasies; B = 1,3m vanaf die grondoppervlak; 0 = 300mm vanaf die grondoppervlak)	805

Figuur no.	Titel	Bladsy
4.145	Histogramme wat die gemiddelde bedekking van monsterpersele per assosiasie teen die suid-noord-, oos- en wesfronthe van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorstel. (1 = X-I assosiasies; 2 = X-II assosiasies; 3 = X-III asosiasies; 4 = X-IV assosiasies; 5 = X-V assosiasies; B = 1,3m vanaf die grondoppervlak; O = 300mm vanaf die grondoppervlak)	806
4.146	Histogramme wat die gemiddelde aantal talusse per monsterperseel per assosiasie teen die suid-, noord-, oos- en wesfronthe van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied voorstel. (1 = X-I assosiasies; 2 = X-II assosiasies; 3 = X-III asosiasies; 4 = X-IV assosiasies; 5 = X-V assosiasies; B = 1,3m vanaf die grondoppervlak; O = 300mm vanaf die grondoppervlak)	807

HOOFSTUK 1

	Bladsy
INLEIDING	60
1.1 ALGEMEEN	60
1.2 PROBLEEMSTELLING	61

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 ALGEMEEN

'n Ligeen is 'n simbiot wat bestaan uit twee deelgenote, 'n blougroenbakterie- of algspezie (die fotobiont) en 'n funguspezie (die mikobiont). Van die twee deelgenote wat as 'n ligeentallus saamleef is die mikobiont die fisiologiese en morfologiese bepalende deelgenoot. Ligene is deur Farrar (1976) vergelyk met 'n miniatuur ekosisteem - bestaande uit twee trofiese vlakke, 'n produseerder-komponent (die fotobiont) en 'n verbruiker-komponent (die mikobiont).

'n Ligeensimbiose het 'n verskeidenheid eienskappe gemeen met ander simbiotiese assosiasies (Henry, 1966; Hill, 1976; Smith, 1976; Cooke, 1977). Volgens Farrar (1976) en Hawksworth (1982) het die ligeensimbiose as gevolg van koevolusie ontstaan. Alhoewel die rigting van die evolusie as gevolg van 'n swak fossielerekord onbekend is (Ahmadjian, 1966; Robinson, 1975; Hawksworth, 1982), is dit teoreties in die rigting van 'n "een-plus-een-gelykstaande-aan-een" organismiese eenheid (Scott, 1974).

Die ligeensimbiose word bepaal deur 'n uiters delikate fisiologiese magsbalans wat tussen die twee deelgenote bestaan (Smith, 1975; Stocker, 1975). Ligene is boonop afhanklik

van voedingstowwe wat teen besonder lae konsentrasies in onder andere reënwater en lekkasies vanuit die substraat voorkom. Ligene het gevolglik 'n uiters doeltreffende meganisme ontwikkel waardeur relatiewe groot hoeveelhede ioniese bestanddele opgegaar kan word (Brown, 1976). Hierdie doeltreffende meganisme waaroor ligene beskik, lei in die meeste gevalle egter daartoe dat die ligeensimbiose as gevolg van die ophoping van skadelike stowwe in die ligeentallus versteur word, wat gevolglik tot die afsterwe van so 'n tallus lei.

1.2 PROBLEEMSTELLING

In terme van versteurings in die simbiotiese toestand - veranderinge in die tallus se koolhidraatbalans en verhoogde (toksiese) tallusvlakke van antropologies-geproduseerde stowwe, is daar in ander wêrelddele bevind dat die ligeensimbiose besonder kwesbaar is vir nadelige ekologiese veranderinge. Derhalwe is ligene suksesvol in verskeie wêrelddele as biologiese indikatore en - moniteerders van lugbesoedeling gebruik.

Daar is tot dusver weinig ligeensosiologiese studies in besoedelde gebiede oor die wêreld onderneem en die studie van Wessels (1982) was die eerste wat in Afrika oor die invloed van lugbesoedeling op ligeengroei onderneem is. Genoemde studie het as 'n uitvoerbaarheidsondersoek die potensiaal van ligene as bioindikatore en moniteerders van lugbesoedeling in

Suid-Afrika uitgewys.

Bo en behalwe die feit dat daar ernstige leemtes bestaan in die taksonomie van Suid-Afrikaanse ligene, is dit eweneens 'n feit dat daar weinig bekend is oor die ekologiese aspekte van Suid-Afrika se ligeengroei.

Met veral laasgenoemde in gedagte is daar tydens die huidige ondersoek gepoog om deur middel van verskillende ekologiese opnametegnieke en daaropvolgende dataverwerkingstegnieke kennis aangaande ondervermelde probleemvrae in te win.

- 1 Bestaan daar 'n statisties betekenisvolle verband tussen forofieteienskappe en ligeengroei?
- 2 Wat is die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe op verskillende hoogtes teen die noord- en suidfronte van forofietstamme?
- 3 Verskil die bedekkings- en frekwensiewaardes van die verskillende ligeenspesies in die afsonderlike gemeenskappe / segmente van forofietstamme teen die noord- en suidfronte van forofietstamme?
- 4 Wat is die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe (op 'n horisontale vlak) teen die verskillende fronte van forofietstamme?
- 5 Verskil die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe op 'n horisontale vlak teen die noord-, suid-, oos- en wesfronte van forofietstamme?

- 6 Verander en op watter wyse verander die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe op 'n horisontale vlak in die studiegebied?
- 7 Wat is die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe (op 'n vertikale vlak) teen die verskillende fronte van forofietstamme?
- 8 Verskil die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe (op 'n vertikale vlak) teen die verskillende fronte van forofietstamme?
- 9 Verander die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe op 'n vertikale vlak in die studiegebied en op watter wyse verander die spesiesamestelling?
- 10 Is daar enige ooreenstemming in die spesiesamestelling van ligeengemeenskappe wat op verskillende hoogtes teen die stamme van forofiete aan die noord-, suid-, oos- en wesfronte aangetref word?
- 11 Is die ligeengroei wat teen die verskillende fronte van forofietstamme aangetref word ewe geskik vir die moontlike monitering / uitwysing van lugbesoedeling onder Suid-Afrikaanse toestande?
- 12 Watter van die verskillende indekse van diversiteit of atmosferiese suiwerheid wat algemeen gebruik word, is die bruikbaarste?

Die beantwoording van hierdie vrae is veral van belang aangesien daar vanweë die eiesoortigheid van Suid-Afrika (byvoorbeeld die klimaat, forofietspesies, topografie, besoedelstowwe en verspreiding daarvan) nie ongekwalifiseerd aanvaarkan word dat oorsese bevindings onder Suid-Afrikaanse toestande geld nie.

HOOFSTUK 2

	Bladsy
LITERATUUROORSIG	67
2.1 INLEIDING	67
2.2 BEKNOPTE BESPREKING VAN LITERATUUR	67
2.2.1 Inleiding	67
2.2.2 Bespreking	68
2.2.2.1 Ligene as bioindikatore	68
2.2.2.2 Kartering	68
2.2.2.3 Oorplantingstudies	69
2.2.2.4 Herkolonisasie van voorheen besoedelde gebiede	69
2.2.2.5 Bepaalde besoedelstowwe	70
2.2.2.5.1 Swaweldioksied	70
2.2.2.5.2 Suurreën	70
2.2.2.5.3 Oksideermiddels	71
2.2.2.5.4 Waterstoffluoried	72
2.2.2.5.5 Swaarmetale	72

2.2.2.5.6 Radionukliede	73
2.3 DATABASIS	73
2.3.1 Sleutelwoorde en bladsy aangetref	73

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 INLEIDING

Uitgebreide inligting is oor die jare gepubliseer oor die fisiologiese en ander invloede van lugbesoedeling op ligene asook die gebruik van ligene as biologiese indikatore en die monitering van lugbesoedeling.

Literatuur wat voor 1976 oor die onderwerp gepubliseer is, is breedvoerig deur Ahmadjian & Hale (1973); Farrar (1973), Ferry, Baddeley & Hawksworth (1973); Richardson (1975); Brown, Hawksworth & Bailey (1976) en Hawksworth & Rose (1976) bespreek. Die toepaslike literatuur oor bovermelde onderwerp tot en met 1979 is bespreek deur Wessels (1982).

2.2 BEKNOPTE BESPREKING VAN LITERATUUR

2.2.1 Inleiding

Vanweë die aansienlike hoeveelheid literatuur wat oor die onderwerp beskikbaar is, sal slegs die literatuur wat direk op die studie betrekking het in die komende hoofstukke bespreek en in die literatuurverwysings (Hoofstuk 6) vermeld word. Daar is deurgaans gebruik gemaak van die verwysingsmetode aanbeveel deur Joubert (1974).

Literatuur wat vanaf 1979 tot en met Junie 1987 verskyn het, is in die vorm van 'n databasis saamgeroepeer. Vermelde databasis is as 'n bylaag in Volume II ingebind. Bepaalde publikasies is onder pertinente sleutelwoorde saamgegroepeer (kyk 2.3).

Vanweë bovermelde bronne van inligting, sal die literatuur slegs op 'n beknopte, oorsigtelike wyse bespreek word.

2.2.2 Bespreking

2.2.2.1 Ligene as bioindikatore

Nash & Sigal (1981) het die verskillende ekologiese benaderings van die gebruik van ligene as bioindikatore van lugbesoedeling asook voordele daaraan verbonde bespreek. Moontlike probleme verbonde aan die gebruik van ligene as bioindikatore is uitgewys deur Johnsen (1976).

Kauppi & Mikkonen (1980) het die fisiologiese, morfologiese, anatomiese en chemiese veranderinge wat ligene in besoedelde gebiede ondergaan, opgesom. Nadelige veranderinge in die geslagtelike - en ongeslagtelike voortplantingsstrukture van ligene in besoedelde omgewings is aangetoon deur onder andere Saunders (1966, 1970), Lawrey & Hale (1981) en Pyatt (1968).

2.2.2.2 Kartering

Die gebruik van ligenverspreidingskaarte om verskille in lugkwaliteit aan te toon, is breedvoerig bespreek deur

Hawksworth (1973) en Wessels (1982).

2.2.2.3 Oorplantingstudies

Fisiologiese en strukturele veranderings in ligeentallusse wat vanaf onbesoedelde na besoedelde gebiede oorgeplant word, is in verskeie wêrelddele gebruik om verskillende grade van lugbesoedeling, hoofsaaklik swaweldioksiedbesoedeling, aan te toon.

Tegnieke vir die oorplant van basbewonende ligene is ontwikkel deur Brodo (1961a) en Hoffman (1971). Oorplantingstegnieke vir grondbewonende ligene is ontwikkel deur onder andere Hale (1954) en Kauppi (1976).

Farrar (1973) het die probleme verbonde aan die tegniek bespreek. Die bevindings van verskillende werkers, na toepassing van die tegniek, is oorsigtelik bespreek deur Lawrey (1984).

2.2.2.4 Herkolonisasie van voorheen besoedelde gebiede

Die suksesvolle herkolonisasie van substrate deur ligene in gebiede waar doeltreffende besoedelingsbeheermaatreëls ingestel is, is aangetoon deur Rose & Hawksworth (1981) en Showman (1975, 1981). Hierdie studies het die belang van ligene as langtermyn biologiese moniteerders van veranderinge in lugkwaliteit beklemtoon.

pp 69

2.2.2.5 Bepaalde besoedelstowwe

2.2.2.5.1 Swaweldioksied

Van al die bekende besoedelstowwe wat ligeengroei beïnvloed, is daar die meeste oor die besoedelstof bekend. Nieboer, Puckett & Grace (1976) het die spesifieke nagevolge van die besoedelstof op ligene in 'n oorsigsartikel bespreek.

Ferry, Baddeley & Hawksworth (1973) het die faktore wat die opname van SO_2 deur ligeentallusse beïnvloed bespreek. Türk en Wirth (1975) het die verband tussen SO_2 , pH en toksisiteit van die besoedelstof ondersoek.

Die effek van SO_2 op die tempo waarteen fotosintese, respirasie en N_2 -fiksering in die tallusse van ligene plaasvind, is oorsigtelik bespreek deur Lawrey (1984).

Puckett, Richardson, Flora & Nieboer (1974) en Puckett, Nieboer Flora & Richardson (1977) het gevind dat die blootstelling van talluskyfies aan SO_2 -oplossings, die lekkasie van kaliumione tot gevolg het. Hulle het voorgestel dat die lekkasie die gevolg was van membraanbeskadiging. Puckett et al. (1977) het voorgestel dat die lekkasie van kaliumione as biotoets gebruik kan word.

2.2.2.5.2 Suurreën

Die nagevolge van suurreën op ligeengroei, fisiologiese en morfologiese eienskappe van ligeentallusse is eers onlangs ondersoek en uitgewys.

Verskeie werkers (Robitaille, LeBlanc & Rao, 1977; Plummer, 1980; Fritz-Sheridan, 1985; Rose, 1985; Gilbert, 1986; Sigal & Johnston, 1986, 1986a; Lechowicz, 1984, 1987), het aange-
toon dat gesimuleerde reën met 'n lae pH, nadelige chemiese
veranderinge in terme van die substraat van ligene, asook in
die fisiologie, morfologie en voortplanting van ligeentallus-
se tot gevolg het.

2.2.2.5.3 Oksideermiddels

Oksideermiddels, soos osoon, koolstofmonoksied, NO en
Peroksi-asetielnitrate (PAN) kom dikwels in die onmiddellike
omgewing, of in die beïnvloedingsgebied van sulke
besoedelingsbronne teen skadelik-hoë konsentrasies in die lug
voor.

Die waarde van ligene as indikatore van die nadelige effek
van die bepaalde groep besoedelstowwe is deur verskeie
werkers aangetoon. Nash (1976) het fisiologiese nadelige
gevolge gevind in ligeentallusse, na blootstelling aan NO₂.

Teenstrydige bevindings word in die literatuur gevind aan-
gaande die gevolge van blootstelling van ligeentallusse aan
verhoogde osoonvlakke. Brown & Smirnoff (1978) het in
teenstelling met Nash & Sigal (1979) na afloop van
begassingseksperimente geen verskille gevind in die
vasleggingstempo van C¹⁴ tussen die eksperimentele en
kontrolemateriaal nie. Rosentreter & Ahmadjian (1977) het na

afloop van begassingeksperimente gevind dat die chlorofilkonsentrasie in die selle van Trebouxia nie verander het nie, wat deur Nash & Sigal (1979), Brown (1980) en Ross & Nash (1983) bevraagteken is.

Sigal & Taylor (1979) het gevind dat die fotosintese tempo van verskillende ligeenspesies nadelig beïnvloed word deur blootstelling aan langdurige lae vlakke van PAN in die lug. Eversman & Sigal (1984) het die gevolge van blootstelling aan PAN op die ultrastruktuur van ligene ondersoek.

Die invloed van PAH op ligeengroei is ondersoek deur Thomas, Ruhling & Simon (1984) en die van PCB deur Garty, Perry & Mozel (1983) en Villeneuve & Holm (1984).

2.2.2.5.4 Waterstoffluoried

Aangesien ligene daartoe in staat is om elemente vanuit die omringende omgewing op te neem, word ligene dikwels gebruik om die vlakke van fluoriedbesoedeling in die omgewing van sulke bronne van besoedeling te monitor en aan te toon. Hierdie gebruik van ligene is oorsigtelik bespreek deur Gilbert (1973).

2.2.2.5.5 Swaarmetale

Die swaarmetale wat deur industrie^{el} en voertuie in die atmosfeer vrygelaat word, word geredelik deur ligene opgeneem en gekonsentreer. Hierdie eienskap van ligene word dikwels

gebruik om die graad van swaarmetaalbesoedeling in 'n bepaalde gebied te kwantifiseer. Deur die swaarmetaalinhoud van herbariumeksemplare te bepaal, kan die verloop van die besoedeling van 'n bepaalde gebied nagespeur word Schutte (1977) en Lawrey & Hale (1981).

Verskeie oorsigsartikels oor hierdie aspek van ligene as bio-indikatore het reeds verskyn, soos byvoorbeeld die van James (1973) en Tuominen & Jaakkola (1973) wat oor die vroeëre navorsing gehandel het. Oorsigsartikels wat handel oor die biologiese gevolge van swaarmetale op ligene en mosse (Rao, Robittaile & Le Blanc, 1977; Lawrey, 1984), en die meganisme van opname van swaarmetale (Nieboer, Richardson & Tomassini, 1978; Lawrey, 1984) het reeds verskyn. Verskeie verwysings oor swaarmetale as besoedelstof en die gevolge daarvan op ligeengroei word in die databasis aangegee.

2.2.2.5.6 Radionuklide

Ligene en mosse word algemeen gebruik om die vlakke van radionuklide in die atmosfeer te monitor. Hierdie gebruik van ligene is bespreek deur Lawrey (1984). 'n Aantal verwysings oor die onderwerp word in die databasis aangegee.

2.3 DATABASIS

2.3.1 Sleutelwoorde en bladsy aangetref

Die volgende sleutelwoorde is gebruik om die literatuur te groepeer:

Die volledige databasis is as bylaag in Volume II ingebind.

SLEUTELWOORD	AANTAL ARTIKELS	BLADSY
<u>Acarospora</u>	3	B 001
ALECTORIA	4	B 002
ALGE	12	B 003
ALLERGIE	1	B 005
ALUMINIUM	5	B 006
AMINOSURE	1	B 007
ANATOMIE	10	B 008
ARSEEN	7	B 010
BASEIENSKAPPE	8	B 012
BEDREIGDE LIGEENSPEIES	4	B 014
BEGASSING	11	B 016
BESTRALING	2	B 017
BROOM	2	B 018
<u>Bryoria</u>	9	B 019
<u>Caloplaca</u>	3	B 021
<u>Cetraria</u>	6	B 022
CHLOROFIL	3	B 023
CHLOROFIL AFBRAAK	6	B 024
<u>Cladina</u>	8	B 025
<u>Cladonia</u>	38	B 027
<u>Collema</u>	5	B 034
ENSIEMAKTIWITEIT	2	B 035
<u>Evernia</u>	12	B 036
FITOSOSIOLOGIE	3	B 038
FLORISTIES	6	B 039
FLUORIED	12	B 040
FOSFAAT	2	B 042
FOTOCHEMIESE OKSIDEERMIDDELS	1	B 043
FOTOSINTESE	15	B 045
HERKOLONISERING	15	B 047
<u>Hypogymnia</u>	50	B 050
INFRAROOI-FOTOGRAFIE	1	B 059
INSEKTE	4	B 060
INSEKTEDODERS	1	B 061
KADMIUM	11	B 062
KALSIUM	5	B 064
KARTERING	70	B 065
KLIMAAT	3	B 077
KOOLSUURGAS	2	B 078
KOOLWATERSTOWWE	3	B 079
KOPER	14	B 080
KRAGSTASIE	8	B 083
KUNSMISSTOWWE	2	B 085
KWIK	4	B 086
<u>Lecanora</u>	18	B 086

SLEUTELWOORD	AANTAL ARTIKELS	BLADSY
<u>Lecidea</u>	4	B 090
LIGEENFLORA	13	B 091
LIGEENSURE	1	B 094
<u>Lobaria</u>	7	B 095
LOOD	30	B 097
MAGNESIUM	4	B 102
MANGAAN	6	B 103
MONITERING	57	B 104
MORFOLOGIE	12	B 114
MOSSE	53	B 116
NATRIUM	2	B 125
<u>Nephroma</u>	2	B 126
NIKKEL	10	B 127
Nostoc	2	B 129
OLIEBESOEDELING	2	B 130
ONKRUIDDODERS	3	B 131
OORPLANTINGS	20	B 132
OORSIGSARTIKEL	40	B 136
OSOON	4	B 143
PAH	1	B 144
PAN	2	B 145
<u>Parmelia</u>	38	B 146
PCB	2	B 153
<u>Peltigera</u>	17	B 154
<u>Pertusaria</u>	1	B 157
<u>Physcia</u>	4	B 158
PLANTE	36	B 159
PLUTONIUM	3	B 165
POPULÊRE ARTIKEL	7	B 166
<u>Pseudevernia</u>	3	B 168
<u>Pseudoparmelia</u>	4	B 169
RADIONUKLIEDE	12	B 170
<u>Ramalina</u>	17	B 172
RESPIRASIE	2	B 175
SESIUM	6	B 176
SINK	18	B 178
SPOORELEMENTE	3	B 181
STATISTIESE ANALISE	3	B 182
<u>Stereocaulon</u>	4	B 183
STIKSTOFDIOKSIED	1	B 184
SULFIET	1	B 185
SUURREËN	15	B 186
SWAARMETALE	63	B 189
SWAWEL	12	B 200
SWAWELDIOKSIED	60	B 202
TEGNIEKE	6	B 212
TESIS	5	B 213
TITANIUM	3	B 214
<u>Trebouxia</u>	8	B 215

SLEUTELWOORD	AANTAL ARTIKELS	BLADSY
ULTRASTRUKTUUR	8	B 217
<u>Umbilicaria</u>	12	B 219
<u>URAAAN</u>	6	B 221
<u>Usnea</u>	13	B 222
<u>VANADIUM</u>	5	B 225
<u>VETSURE</u>	1	B 226
<u>Xanthoparmelia</u>	2	B 227
<u>Xanthoria</u>	6	B 228
<u>YSTER</u>	10	B 229

HOOFSTUK 3

	Bladsy
PROSEDURE	79
3.1 INLEIDING	79
3.2 METODEDES EN TEGNIEKE	79
3.2.1 Versameling van ligeenspesies	79
3.2.2 Ligenologiese opname	80
3.2.2.1 Lokalisering van waarnemingspunte	80
3.2.2.2 Opnametegnieke	82
3.2.2.2.1 Die Braun-Blanquet-metode	82
3.2.2.2.2 Puntopname	84
3.2.2.2.3 Habitatwaarnemings	86
3.2.2.2.3.1 Bepaling van korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei	92
3.2.2.2.4 Bepaling van die pH van bas	92
3.2.3 Dataverwerking	93
3.2.3.1 Puntopname	94
3.2.3.1.1 Verspreidingskaarte	94

3.2.3.1.2	Groeperingsanalise	94
3.2.3.1.3	Ordering van die data	95
3.2.3.1.4	Simpson se Indeks van Diversiteit (D)	95
3.2.3.1.5	Shannon-Wiener se Indeks van Diversiteit (H)	96
3.2.3.1.6	Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)	97
3.2.3.1.7	Gewegde gemiddeldes ordeningtegniek	98
3.2.3.1.8	Indeks van ooreenkoms volgens Sørensen (IS_s)	98
3.2.3.2	Braun-Blanquet opname van ligeengroei teen verskillende fronte van forofietstamme	100
3.2.3.2.1	Rangskikking van releves in tabelvorm	100
3.2.3.2.2	Verspreidingskaart	100
3.2.3.2.3	Berekening van gemiddelde bedekking en ander opsommende waardes van die ligeenspesies aangetref in die verskillende assosiasies	100
3.2.3.2.4	Indeks van ooreenkoms volgens Spatz (IS_{sp})	102
3.2.3.2.5	Assosiasie tussen ligeenspesies	103
3.2.3.2.5.1	Chi-kwadraattoets	103
3.2.3.2.5.2	Puntkorrelasiekoëffisiënt	104

HOOFSTUK 3

PROSEDURE

3.1 INLEIDING

Dit is alombekend dat die ergste konsentrasies van lugbesoedeling in die Republiek van Suid Afrika met industriële sentrums geassosieer is (Staatsdrukker, 1974). Gepaardgaande met verdere industriële ontwikkeling kan 'n voortdurende toename in lugbesoedeling verwag word. Die gebruik van ligeengroei as 'n alternatiewe moniterings/indekseringsmetode van lugbesoedeling is in 'n vorige ondersoek uitgewys (Wessels, 1982). Aansluitend tot bovermelde ondersoek, is tydens die huidige ondersoek gebruik gemaak van alternatiewe tegnieke waarmee die nadelige gevolge van lugbesoedeling op ligeengroei uitgewys kon word.

In plaas van releves sal daar deurgaans van releves gebruik gemaak word, aangesien die karakter nie in die mikrorekenaar se karakterstel beskikbaar is nie.

3.2 METODES EN TEGNIEKE

3.2.1 Versameling van ligeenspesies

Verskillende basbewonende ligeenspesies is in die Pretoria-studiegebied versamel en vir identifikasie gestuur aan Mnr. F. Brusse van die Nasionale Herbarium, Pretoria. Die eksem-

plare is vir insae beskikbaar in die privaat herbarium van D. Wessels.

3.2.2 Ligenologiese opname

3.2.2.1 Lokalisering van waarnemingspunte

'n Straatkaart van Pretoria (Maart 1969 uitgawe) is gebruik om die waarnemingspunte te bepaal en te lokaliseer. Die bestaande 1,6 x 1,6 km groot blokke op die kaart is elk onderverdeel in nege ewe groot blokkies (stande). Die studiegebied het 58,88 km² van die stadsgebied beslaan. In elk van die stande is 'n waarnemingspunt geselekteer. 'n Totaal van 128 waarnemingspunte is oor die hele studiegebied uitgeplaas (Fig. 4.1), dit het 'n plasing van benaderd een waarnemingspunt per 1,11 km² verteenwoordig.

Herlokalisering van alle waarnemingspunte is moontlik gemaak deur elke waarnemingspunt se posisie op die kaart te merk en 'n verwysingsnommer daaraan toe te ken. Die verwysingsnommer was driedelig: die eerste twee dele daarvan is ontleen aan die alfanumeriese indeks op die straatkaart terwyl die derde deel 'n volgnommer was. Die volgnommers word in Fig. 4.1 aangegee.

Standaardisasie ten opsigte van die habitat van elke forofiet sowel as die epifiete is sover moontlik onderneem. Elke waarnemingspunt is aan die hand van die volgende kriteria geselekteer:

- 1.) Tipe forofiet. Daar is hoofsaaklik gebruik gemaak van ligeengroei op die stamme van Jacaranda mimosifolia D Don.. Waar die forofiet nie voorgekom het nie, is daar in enkele gevalle gebruik gemaak van die bepaalde forofiet wat in die gebied aangeplant is.
- 2.) Sover moontlik is forofiete met regopgroeiende stamme gebruik aangesien Hoffman & Kazmierski (1969) berig het dat leunende stamme die invloed van blootstelling ophef.
- 3.) Standaardisasie ten opsigte van die forofiet het behels dat monsterneming beperk was tot stamme met 'n omtrek van minstens 900 mm en 2 m hoogte.
- 4.) 'n Onbeskadigde stam was 'n belangrike voorvereiste aangesien beskadiging daarvan eutrofikasie tot gevolg het wat ligeengroei kan beïnvloed (Skye, 1968).
- 5.) Die forofiet moes nie in 'n ge-eutrofiseerde habitat voorkom nie.
- 6.) Sover moontlik is waarnemingspunte met dieselfde blootstellingsgraad gebruik. Forofiete wat ooglopend deur geboue, skermure, ens. teen blootstelling aan lugbesoedeling beskerm is, is nie gebruik nie.

- 7.) Ten opsigte van die makrohabitat moes die forofiete aan dieselfde hoeveelheid sonlig blootgestel wees. Die seleksie was subjektief.
- 8.) Die ligeengroei op die forofietstamme moes so homogeen moontlik wees.
- 9.) Die mees verteenwoordigende forofiet is bemonster, na bestudering van die boom en ligeengroei in elke betrokke stand.

3.2.2.2 Opnametegnieke

3.2.2.2.1 Die Braun-Blanquet-metode

Die nie-statistiese metode is onder andere deur Braun-Blanquet (1928), Shimwell (1971), Westhoff & Van der Maarel (1973), Werger (1974) en Westhoff & Van der Maarel (1978) bespreek. Dit is met sukses in Suidelike Afrika in verskillende plantegroeitipes toegepas (Van Rooyen, 1978). Die metode is ook met welslae gebruik vir die identifisering en kartering van die verskillende ligeengemeenskappe wat in die Pretoria studiegebied aangetref is (Wessels, 1982).

Die grootte van die monsterpersele is volgens die spesie-area-verwantskapskromme bepaal (Shimwell, 1971). 'n Monsterperseel van 80 x 160 mm (1280 mm²) is gebruik. Die monsterpersele is op 'n transparentvel geteken en verder in 32 ewe groot kleiner blokkies van 20 x 20 mm onderverdeel (Archi-

bald, 1949; 1949a). 'n Kompaslesing is gebruik om twee monsterpersele per hoogteklas in elk van die hoof kompasrigtings op die forofietstam uit te plaas. Die tweede monsterperseel is aangrensend aan die bopunt van die eerste perseel uitgeplaas. Hierdie persele is onderskeidelik op 'n hoogte van 300mm en 1,3 m aangebring (Brodo, 1961; Carmer, 1975; Laaksovirta & Olkkonen, 1977; Brown, 1974; Case, 1977). Dit het 'n totaal van 16 monsterpersele per waarnemingspunt gegee.

Die volgende aspekte is met behulp van 'n veldvorm (Tab. 3.1) gedokumenteer:

- (1) 'n Spesielys vir elke waarnemingspunt (Tabelle 3.1 en 3.2).
- (2) Die teenwoordigheid van elke ligeenspesie in elk van die kleiner monsterpersele. Dit is gedoen deur middel van 'n nommer wat arbitrêr aan elke spesie toegeken is en wat konstant vir die duur van die studie vir die spesie gebruik is (Tab. 3.1).

Die bedekkingswaarde vir elke ligeenspesie is aan die hand van 'n bedekkingskaal volgens 'n gewysigde Braun-Blanquet-bedekkingskaal (Werger, 1974) soos volg geskat en aangeteken:

T teenwoordig maar nie volop nie; val buite die monsterperseel;

r baie skaars met 'n weglaatbare bedekking (gewoonlik net een indiwidu);

- + teenwoordig, maar betreklik skaars, met 'n bedekking van minder as 1% van die monsterperseeloppervlakte;
- 1a volop maar bedek minder as 1% van die monsterperseeloppervlakte;
- 1b nie so volop nie en bedek tussen 1% en 5% van die monsterperseeloppervlakte;
- 2a baie volop, maar bedek minder as 5% van die monsterperseeloppervlakte;
- 2b bedek tussen 5% en 25% van die monsterperseeloppervlakte, aantal nie in ag geneem nie;
- 3 enige aantal individue met 'n bedekking van 25% tot 50% van die monsterperseeloppervlakte;
- 4 enige aantal individue met 'n bedekking van > 50% tot 75% van die monsterperseeloppervlakte;
- 5 enige aantal individue met 'n bedekking van meer as 75% van die monsterperseeloppervlakte.

3.2.2.2.2 Puntopname

Die verpreiding van ligene op die forofietstamme is met behulp van strookpersele daarop gekwantifiseer. Hierdie metode is deur verskeie werkers beskryf, waaronder Kershaw, (1964, 1966), Daubenmire (1968), Shimwell (1971), Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) en Wirth & Brinckmann (1977). Die

ligeengroei in die strookperseel is met behulp van 'n puntopname bepaal in ooreenstemming met Alvin (1960), Harris (1971) en Wirth & Brinckmann (1977).

Vir die uitplasing van die strookperseel is daar van 'n 2,5 m lange toutjie gebruik gemaak. Die toutjie is in 20mm - lange segmente opgedeel deur merke daarop aan te bring. Daar is op hierdie segmentlengte besluit na aanleiding van die bevindings van Tidmarsh & Havenga (1955) en Nielen & Dirven (1950).

Na bepaling van die noord- en suidfront van elke forofietstam wat as monsterpunt gedien het, is die toutjie (strookperseel) reglynig teen die stam op die voorafbepaalde posisie gespan. Die strookperseel het gestrek vanaf 10 mm bo die grondoppervlak tot op 'n hoogte van twee meter. Elke spesie wat onder die merkie geval het wat op die tou aangebring is, is as 'n raak beskou en as kodenommer op 'n veldvorm (Tab. 3.2) aangeteken. Wanneer daar twyfel was of 'n spesie geraak is al dan nie, is uitsluitel met behulp van 'n disseksienaald aan die regterkant van die toutjie direk naas die merkie verkry. Die spesie wat deur die disseksienaald geraak is, is as "raak" aangeteken. In gevalle waar geen ligeentallusse geraak is nie, is die teenwoordigheid van die spesie naaste aan die opnamepunt aangeteken. Daar is in sulke gevalle onderskei tussen tallusse wat nader as 10 mm vanaf die opnamepunt voorgekom het en die wat binne 10 tot 40 mm vanaf die opnamepunt aangetref is.

'n Spesielys is vir elke releve opgestel en op die veldvorm aangeteken. Alle ligeenspesies wat op die forofiet se stam, tot 'n hoogte van twee meter voorgekom het, is aangeteken. Indien 'n ligeenspesie hoër as twee meter voorgekom het, is dit aangeteken op 'n wyse wat dit van die ander spesies onderskei het.

Die ligging van elke strookperseel is permanent afgemerk met merkers wat aan die regterkant van die tou en aan beide punte daarvan in die stam ingeslaan is.

3.2.2.2.3 Habitatwaarnemings

Waarnemings op die forofiet en die onmiddellike omgewing daarvan is met betrekking tot die volgende op 'n veldvorm aangeteken:

(1) Lokaliteit van die forofiet

Bo en behalwe die presiese lokaliteit van die forofiet soos voorheen bespreek, is die straatkant (volgens hoofkompasrigting) waarlangs die boom gestaan het, aangeteken.

(2) Tipe forofiet

Aangesien daar in sommige gevalle van ander forofiete as Jacaranda mimosifolia gebruik gemaak is, is die betrokke tipe forofiet aangeteken.

(3) Fisiese omgewingsfaktore

Die teenwoordigheid van 'n ligeen op 'n forofietstam word deur die komplekse interaksie van 'n verskeidenheid van fisiese biologiese faktore bepaal (Barkman, 1958). By elke forofiet is die volgende fisiese faktore op 'n veldvorm aangeteken en in die vorm van kodes gekategoriseer.

(a) Ouderdom van die forofiet:

Jare:.....	Kode:
Baie jong boom	0
Jong boom	1
Middeljarig	
Jonk middeljarig	2
Ouer middeljarig	3
Redelik oud	4
Oud	5
Baie oud	6

(b) Stam:

Stameienskappe is soos volg gekategoriseer:

Lengte:	Kode:
< 1,0 m	0
1,0 - 2,0 m	1
2,0 - 3,0 m	2
3,0 - 4,0 m	3
> 4,0 m	4

Omtrek (1,3 m hoog):.....

Boomhoogte (m):.....

Gebou 4
Bykomende inligting

(g) Grondvlakbedekking:

Kenmerke van die grondvlakbedekking in die onmiddellike omgewing van die stam is onder die volgende aspekte aangeteken:

	Kode:
Afwesig	0
Bedekking:	
Natuurlike plantegroei	1
Aangeplante plantegroei	2
Karig (< 20%)	3
Karig-medium dig (20-80%)	4
Dig (> 80%)	5
Ander:	6

(h) Bespating:

Aangesien grondbespating ligeengroei op 'n forofietstam beïnvloed is die hoogte van bespating gemeet.

Bespating:	Kode:
Onbespat	0
Bespat	2
Bespattingshoogte:	

(i) Stambeskadiging:

Letsels op die forofiet se stam het 'n verandering van die stam se mikrohabitat en dus 'n atipiese ligeengroei tot gevolg (Barkman, 1958; Hinds, 1970; Skye, 1968).

Daar is gevolglik geselekteer vir onbeskadigde stamme. Waar daar wel beskadiging van die forofietstam teenwoordig was, is dit in een van die volgende kategorieë van die veldvorm aangeteken.

	Kode:
Onbeskadig	0
Beskadig:	
Min	1
Medium	2
Baie	3
Ander:.....	
Beskrywing van beskadiging:	

(j) Afstandsplasing:

By elke waarnemingspunt is die afstand tussen die forofiet en die naaste objek bepaal en in 'n toepaslike kategorie geplaas, soos hieronder aangedui:

	Kode:
Randsteen	1
Naaste boom	2
Naaste:.....	3
500mm - 1,0 m	9
1,0 - 2,0 m	8
2,0 - 3,0 m	7
3,0 - 4,0 m	6
4,0 - 5,0 m	5
5,0 - 6,0 m	4
6,0 - 7,0 m	3
7,0 - 8,0 m	2
> 8,0 m	1

3.2.2.2.3.1 Bepaling van die korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei

Ligeengroei word deur 'n verkeidenheid van faktore beïnvloed, waaronder substraateienskappe van belang is soos hierbo bespreek. Enkele habitatkenmerke is gedurende die ondersoek gekategoriseer (Tab 4.2) en die moontlike graad van samehang tussen sommige van die habitatkenmerke en ligeengroei is met behulp van Spearman se rangordekorrelasiekoëffisiënt bereken.

Spearman se rangordekorrelasiekoëffisiënt is met behulp van die volgende formule bereken:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

N verteenwoordig die aantal eienskappe en d_i die verskille tussen die ooreenstemmende rangnommers van die onderskeie eienskappe (Schumann & Bouwer, 1969).

3.2.2.2.4 Bepaling van die pH van bas

Strokies bas wat gebruik sou word vir die bepaling van die pH daarvan, is vanaf 31 forofiete verwyder. Die individuele forofiete het 'n gradiënt vanaf besoedelde na onbesoedelde

fiete is lukraak gekies en die afstand tussen die individue het tussen 0,1 en 0,6 km gewissel.

Materiaal is egter slegs vanaf forofiete versamel wat voldoen het aan die vereistes vermeld onder 3.2.1. Boonop is daar ook nie materiaal in die omgewing van stamwonde, stamafloopvloeistroke of stukkies bas met ligeengroei daarop versamel nie. Stukkies bas is aan beide die noord- en suidfrontgedeeltes van forofietstamme op hoogtes van onderskeidelik 300mm en 1,3 m versamel.

Die metode wat deur Skye (1968) en Grodzinska (1971) beskryf is, is vir die voorbereiding en bepaling van die pH van bas gebruik. Klein blokkies bas is vanaf die stam verwyder wat daarna tot 'n poeier fyngemaal is. Twee gram van die verpoeierde bas is vervolgens by 8 ml gedeïoniseerde water gevoeg, goed geroer en vir 48 uur gelaat. Daarna is die monster eenmalig geroer en die pH bepaal met behulp van 'n Corning-eel (Model 12) navorsings-pH-meter - toegerus met 'n glaselektrode. Slegs die matematiese pH-waardes is in berekeninge en bespreking van verskille in pH-waardes in ag geneem.

3.2.3 Dataverwerking

Daar is gebruik gemaak van 'n Apple IIe mikrorekenaar en 'n ICL VME 2966 rekenaar om die data te verwerk. Die volgende rekenaarprogramme is gebruik vir die verwerking van die data en voorstelling van die verwerkte resultate: Visicalc,

Visidex en Visitrend/Visiplot (Visicorp Personal Software), Apple Business Graphics (Apple Computer Company), Statpro (Wadsworth Electronic Publishing Company) en SYSTAT (Systat Incorporated).

3.2.3.1 Puntopname

3.2.3.1.1 Verspreidingskaart

Verspreidingskaart is vir beide die noord- en suidfrontgedeeltes van forofiete opgestel waarin die vertikale en horisontale verspreiding van ligene teen individuele forofietstamme aangetoon is.

Isotoksiese sones kon in die studiegebied met behulp van die verspreiding van verskillende indekse van diversiteit aangetoon word.

3.2.3.1.2 Groeperingsanalise

Groeperingsanaliseprogramme van die SYSTAT groep van rekenaarprogramme is gebruik om die relevansies te groepeer.

Die wiskundige metodes wat in die tegnieke gebruik word, is deur onder andere Orloci (1976), Goodall (1978), Orloci (1978a), Whittaker (1978a) en Digby & Kempton (1987) bespreek.

In die verwerkings is die bedekingswaardes van die ligeespesies gebruik wat teen die noord- (Fig. 4.21) en suidfront van forofietstamme (Fig. 4.45) aanwesig was om 'n dendrogram

daar te stel.

3.2.3.1.3 Ordening van die data

Greig-Smith (1964, 1983), Kershaw (1974), Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), Westhoff & Van der Maarel (1978), Orloci (1978), Whittaker (1978b) Gauch (1982) en Digby & Kempton (1987) het die begripsontwikkeling van ordening ten opsigte van organistiese groei, asook die verskillende tegnieke bespreek.

Die ingesamelde gegewens is verwerk met behulp van die SYSTAT groep van rekenaarprogramme.

3.2.3.1.4 Simpson se Indeks van Diversiteit (D)

Simpson se Indeks van Diversiteit (D) is vir individuele opnamepunte en gemeenskappe as geheel aan beide die noord- en suidfront van forofiete in die studiegebied bereken. Simpson (1949) het die gebruik van hierdie indeks voorgestel en die indeks D, verteenwoordig die waarskynlikheid om twee organismes ewekansig uit 'n gemeenskap te kies sodat beide die organismes verskillende spesies verteenwoordig.

Die indeks is met behulp van die volgende formule bereken (Krebs, 1978):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2$$

In die formule verteenwoordig D Simpson se indeks van diversiteit, s die totale aantal spesies en p_i die proporsie individue van spesie i in die gemeenskap.

3.2.3.1.5 Shannon-Wiener se Indeks van Diversiteit (H)

'n Shannon-Wiener Indeks (ook soms verkeerdelik die Shannon-Weaver Indeks genoem) is vir individuele opnamepunte en gemeenskappe aan beide die noord- en suidfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied bereken.

Die volgende formule is vir die berekening van die indeks gebruik (Cox, 1976):

$$H = 3.3219 \left(\log_{10} N - \frac{1}{N} \sum n_i \log_{10} n_i \right)$$

In die formule verteenwoordig N die totale aantal individue van alle spesies en n_i die aantal individue van die i^{de} spesie. Die waarde 3.3219 is gebruik as 'n omskakelingsfaktor vanaf \log_{10} na \log_2 .

Die indeks (H) verteenwoordig die gemiddelde graad van onsekerheid waarmee die spesie van 'n bepaalde individu voorspel kan word wat op 'n lukrake wyse vanuit 'n bepaalde gemeenskap gekies word.

3.2.3.1.6 Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)

DeSloover (1964) het 'n indeks, die "Index of Atmospheric Purity" (IAP) voorgestel wat op 'n numeriese wyse die graad van lugbesoedeling in 'n gebied voorstel. Vir die berekening van die indeks word daar gebruik gemaak van die aantal, frekwensie en toleransie van die ligeenspesies wat op die betrokke substraat (opnamepunt) in die studiegebied teenwoordig was.

Die indeks (IAP) word gedefinieer deur die formule;

$$IAP = \frac{n}{100} \left(\sum_n^1 Q \times f \right)$$

waar n = die aantal spesies by die opnamepunt, f = die frekwensie van elke spesie en Q = die indeks van toksifobie van elke spesie. 'n Effens gewysigde formule is voorgestel deur Le Blanc & DeSloover (1970) wat onder meer deur Le Blanc, Rao & Comeau (1972, 1972a) gebruik is:

$$IAP = \sum_n^1 (Q \times f) / 10$$

Die waarde van Q (ook genoem CMS "cortège de moyen") word bereken deur die gemiddelde aantal ligeenspesies te bepaal wat saam met elke spesifieke ligeenspesie in die studiegebied voorkom (DeSloover, 1969).

Laasgenoemde formule is gebruik vir die bepaling van IAP-waardes van individuele opnamepunte in die Pretoria-studiegebied.

3.2.3.1.7 Geweegde gemiddeldes ordeningtegniek

Die gebruik van geweegde gemiddeldes is een van die eenvoudigste ordeningtegnieke en is onder andere deur Curtis & McIntosh (1951) en Rowe (1956) gebruik. Die geweegde gemiddeldes ordeningtegnieke is gebruik om ordeningtellings (S_j) vir individuele monsterpunte met behulp van die volgende formule te bereken (Gauch, 1982):

$$S_j = \frac{\sum A_{ij}W_i}{\sum A_{ij}}$$

In die formule het A_{ij} , die voorkomsgigtheid van spesie i in monsterpunt j , en W_i die gewig (sensitiwiteitswaarde) van spesie i verteenwoordig.

Orderingtellings is vir elke monsterperseel aan beide die noord- en suidfronte bereken (Tabelle 4.25 en 4.32). Die gewigte (sensitiwiteitswaardes) van die individuele spesies word in Tab. 4.24 aangegee en is gegrond op die graad van sensitiwiteit van die onderskeie spesies ten opsigte van lugbesoedeling (Wessels, 1982).

3.2.3.1.8 Indeks van ooreenkoms volgens Sørensen (IS_s)

'n Verskeidenheid formules bestaan waarmee 'n indeks van

ooreenkoms tussen verskillende gemeenskappe (of gemeenskap-koëffisiënte) bereken kan word. Die verskillende gebruike van en formules waarvolgens indekse van ooreenkoms bereken kan word, is oorsigtelik bespreek deur Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) en Greig-Smith (1983). Meeste van die koëffisiënte stem met mekaar ooreen en is bykans almal afgelei van die koëffisiënt voorgestel deur Jaccard (1901, 1912, 1928) (aangehaal deur Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Een van die indekse wat die wydste toepassing gevind het, is die indeks van ooreenkoms volgens Sørensen (1948). Genoemde indeks is gebruik om die ooreenkoms tussen verskillende ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied te bereken met behulp van die formule:

$$IS = \frac{2c}{s} \times 100$$

A + B

- c = die aantal spesies wat gemeenskaplik is aan albei die gemeenskappe
- A = die totale aantal spesies in gemeenskap A
- B = die totale aantal spesies in gemeenskap B

Die indeks varieer vanaf 0 tot 100 persent en kwantifiseer 'n reeks vanaf geen tot algehele ooreenkoms.

3.2.3.2 Braun-Blanquet opname van ligeengroei teen verskillende fronte van forofietstamme

3.2.3.2.1 Rangskikking van releves in tabelvorm

Westhof & Van der Maarel (1978) het die gebruik van hierdie metode breedvoerig bespreek. Gegewens wat tydens die opname van ligeengroei teen forofietstamme in die Pretoria-studiegebied versamel is, is met behulp van die rekenaar-program Visicalc in tabelvorm opgestel en herrangskik.

3.2.3.2.2 Verspreidingskaarte

Verspreidingskaarte van verskillende aspekte van die ligeengroei wat teen die verskillende fronte en op verskillende hoogtes van forofietstamme gevind is, is vir die verskillende fronte en hoogtes opgestel. Isotoksiese sones kon met behulp van die verspreidingskaarte in die Pretoria-studiegebied aangetoon word.

3.2.3.2.3 Berekening van gemiddelde bedekking en ander opsommende waardes van die ligeenspesies aangetref in die verskillende assosiasies

Die volgende formules is gebruik om die gemiddelde bedekking, frekwensie en ander waardes te bereken vir die ligeenspesies wat in die verskillende sosiologiese tabelle aangetoon word (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Krebs, 1978):

$$\text{Frekwensie} = \frac{\text{Aantal monsterpersele waarin spesie aanwesig is}}{\text{Totale aantal monsterpersele}} \times 100$$

$$\text{Relatiewe \% frekwensie} = \frac{\text{Frekwensie van 'n spesie}}{\text{Totale frekwensies van alle spesies}} \times 100$$

$$\text{Digtheid} = \frac{\text{Totale aantal individue van 'n spesie in monsterpersele}}{\text{Aantal monsterpersele}} \times 100$$

$$\text{Relatiewe \% digtheid} = \frac{\text{Digtheid van 'n spesie}}{\text{Totale digtheid van alle spesies}} \times 100$$

$$\text{Gemiddelde bedekking} = \frac{\text{Totale bedekking van 'n spesie in monsterpersele}}{\text{Aantal monsterpersele}}$$

$$\text{Relatiewe \% bedekking} = \frac{\text{Totale gemiddelde bedekking van 'n spesie}}{\text{Totale bedekking van alle spesies}} \times 100$$

$$\text{Belangrikheidswaarde} = \text{Relatiewe frekwensie} + \text{Relatiewe digtheid} + \text{Relatiewe bedekking}$$

3.2.3.2.4 Indeks van ooreenkoms volgens Spatz (IS_{sp})

Die formule van Jaccard (1901, 1912, 1928) soos gewysig deur Spatz (1970) (aangehaal deur Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) is gebruik om die graad van ooreenkoms te bepaal wat tussen verskillende stande van ligeengroei in die Pretoria-studiegebied bestaan het.

Die indeks bestaan uit twee komponente, die eerste R, is 'n uitdrukking van die relatiewe ooreenkoms tussen die twee stande wat vergelyk word. Die tweede komponent is 'n toepassing van Jaccard se koëffisiënt waarin kwantitatiewe waardes gebruik word (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Die indeks (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) word soos volg geskryf (Indeks Sp = Spatz):

$$IS_{Sp} = R \times \frac{Mc}{Ma + Mb + Mc} \times 100$$

Die eerste komponent word verkry deur die kleiner kwantitatiewe waarde van die gemeenskaplike spesies in die twee stande te deel deur die groter kwantitatiewe waarde. Die verkreë waardes is daarna gesommeer en gedeel deur die aantal spesies wat in beide stande voorgekom het.

In die tweede komponent is die volgende waardes gebruik:

Ma = Die som van kwantitatiewe waardes van spesies wat tot die een stand beperk was

Mb = Die som van kwantitatiewe waardes van spesies wat tot die ander stand beperk was

Mc = Die som van kwantitatiewe waardes van spesies wat in beide stande voorgekom het

3.2.3.2.3 Assosiasie tussen ligeenspesies

3.2.3.2.5.1 Chi-kwadraattoets

'n Metode wat algemeen gebruik word om die assosiasie tussen 'n paar spesies te bepaal is om die aanwesigheid van beide spesies, die afsonderlike afwesigheid van beide spesies en die afwesigheid van beide spesies in spesifieke monsterpersele te bepaal. Die waardes word getabuleer in 'n tweerigtingtabel:

	Sp. A teenwoordig	Sp. B afwesig	
Sp. A teenwoordig	a	b	a + b
Sp. B afwesig	c	d	c + d
	-----	-----	-----
	a + c	b + d	n

'n Chi-kwadraat waarde (χ^2) is vir 'n bepaalde spesiekombinasie met behulp van waardes verkry vanaf 'n tabel soortgelyk aan bostaande tabel bereken deur gebruik te maak van die volgende formule:

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Aangesien 'n relatief klein aantal waarnemings tydens die

HOOFSTUK 4

	Bladsy
RESULTATE EN BESPREGING	118
4.1 INLEIDING	118
4.1.1 Die ligeengemeenskappe volgens die Braun-Blanquet-tabuleringstegniek	118
4.1.2 Spesiesensitiwiteit en sonekaarte	119
4.2 LIGENOLOGIESE OPNAME	121
4.2.1 <u>Habitatkenmerke</u>	121
4.2.1.1 Korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei	127
4.2.1.2 Bas pH-waardes	131
4.2.1.2.1 Inleiding	131
4.2.1.2.2 Bas pH-waardes in die Pretoria-studiegebied	134
4.2.2 <u>Puntopname</u>	139
4.2.2.1 Noordfront	139
4.2.2.1.1 Vertikale spesieverspreiding langs die noordfront van forofietstamme	139

	Bladsy
4.2.2.1.2 Vertikale verspreiding van indiwiduele ligeenspesies	142
4.2.2.1.2.1 Teen indiwiduele forofietstamme	143
4.2.2.1.2.2 In die opnamegebied as geheel	154
4.2.2.1.3 Diversiteitsindekse van die verskillende ligeengemeenskappe	157
4.2.2.1.3.1 Inleiding	157
4.2.2.1.3.2 Bepaling van spesiediversiteit	158
4.2.2.1.3.2.1 Aantal spesies	158
4.2.2.1.3.2.2 Simpson se Indeks van Diversiteit (D)	159
4.2.2.1.3.2.3 Shannon-Wiener Indeks van Diversiteit (H)	164
4.2.2.1.3.2.4 Opsomming en vergelyking van die verskillende indekse van diversiteit	170
4.2.2.1.4 Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)	172
4.2.2.1.4.1 Inleiding	172
4.2.2.1.4.2 IAP-waardes van die verskillende ligeengemeenskappe	173

	Bladsy
4.2.2.1.5 Vergelyking tussen resultate verkry met behulp van twee konvensionele spesiediversiteitindekse en 'n indeks gegrond op indikator spesies (IAP)	179
4.2.2.1.5.1 Onderlinge vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener- en IAP-indekswaardes	179
4.2.2.1.5.2 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal tallusse wat per forofiet aangetref is	180
4.2.2.1.5.3 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal spesies wat per forofiet aangetref is	181
4.2.2.1.5.4 Verband tussen toenemende afstand vanaf industriële gebied en verandering in die aantal spesies / tallusse op individuele forofietstamme	183
4.2.2.1.5.5 Gevolgtrekkings aangaande die waarde en gebruik van IAP-waardes en twee spesiediversiteitsindekse	184
4.2.2.1.6 Geweegde gemiddeldes ordeningtegniek	185
4.2.2.1.7 Indeks van ooreenkoms (ISs) tussen die verskillende ligeengemeenskappe	188
4.2.2.2 Suidfront	190
4.2.2.2.1 Vertikale spesieverspreiding langs die suidfront van forofietstamme	190

	Bladsy
4.2.2.2.2 Vertikale verspreiding van indiwiduele ligeenspesies	191
4.2.2.2.2.1 Teen indiwiduele forofietstamme	191
4.2.2.2.2.2 In die opnamegebied as geheel	205
4.2.2.2.3 Diversiteitsindekse van die verskillende ligeengemeenskappe	210
4.2.2.2.3.1 Inleiding	210
4.2.2.2.3.2 Bepaling van spesiediversiteit	210
4.2.2.2.3.2.1 Aantal spesies	210
4.2.2.2.3.2.2 Simpson se Indeks van Diversiteit (D)	211
4.2.2.2.3.2.3 Shannon-Wiener Indeks van Diversiteit (H)	215
4.2.2.2.4 Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)	220
4.2.2.2.4.1 Inleiding	220
4.2.2.2.4.2 IAP-waardes van die verskillende gemeenskappe	220
4.2.2.2.5 Vergelyking tussen resultate verkry met behulp van twee konvensionele spesiediversiteitindekse en 'n indeks gegrond op indikator spesies (IAP)	224

	Bladsy
4.2.2.2.5.1 Onderlinge vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener- en IAP-indekswaardes	224
4.2.2.2.5.2 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal tallusse wat per forofiet aangetref is	225
4.2.2.2.5.3 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal spesies wat per forofiet aangetref is	226
4.2.2.2.5.4 Verband tussen toenemende afstand vanaf die industriële gebied en veranderinge in die aantal spesies / tallusse op individuele forofietstamme	227
4.2.2.2.6 Geweegde gemiddeldes ordeningtegniek	228
4.2.2.2.7 Indeks van ooreenkoms (ISS) tussen die verskillende ligeengemeenskappe	229
4.2.2.2.8 Ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofietstamme, vergelyking van resultate met verwysing na die bevindings van ander werkers	231
4.2.2.2.8.1 Substraatspesifisiteit	231
4.2.2.2.8.2 Substraatouderdom	232
4.2.2.2.8.3 Vertikale sonasie	233
4.2.2.2.8.4 Horisontale verspreiding van ligene	240
4.2.2.2.8.5 Mikrohabitatspesifisiteit	242

	Bladsy
4.2.2.2.8.6 Korrelasie tussen verspreiding van spesiediversiteitsones en isotoksiese sones teen verskillende fronte van forofietstamme, soos onderskei met behulp van verskillende indekswaardes	243
4.2.2.2.8.6.1 Verspreiding van Simpson indekswaardes	244
4.2.2.2.8.6.2 Verspreiding van Shannon-Wiener indekswaardes	245
4.2.2.2.8.6.3 Verspreiding van IAP-waardes	247
4.2.2.2.8.6.4 Opsomming	249
4.2.3 <u>Braun-Blanquet opname</u>	252
4.2.3.1 Inleiding	252
4.2.3.2 Basbewonende ligeengemeenskappe op 1,3m hoogte	255
4.2.3.2.1 Ligeengemeenskappe teen die suidfront van forofietstamme	256
4.2.3.2.1.1 Bespreking van die gemeenskappe	256
4.2.3.2.1.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	259
4.2.3.2.1.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die suidfront van forofietstamme	274

	Bladsy
4.2.3.2.2 Ligeengemeenskappe teen die noordfront van forofietstamme	275
4.2.3.2.2.1 Bespreking van die gemeenskappe	275
4.2.3.2.2.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	276
4.2.3.2.2.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die noordfront van forofietstamme	285
4.2.3.2.3 Ligeengemeenskappe teen die oosfront van forofietstamme	286
4.2.3.2.3.1 Bespreking van die gemeenskappe	286
4.2.3.2.2.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	289
4.2.3.2.3.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die oosfront van forofietstamme	303
4.2.3.2.4 Ligeengemeenskappe teen die wesfront van forofietstamme	303
4.2.3.2.4.1 Bespreking van die gemeenskappe	304

	Bladsy	
4.2.3.2.4.2	Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	306
4.2.3.2.4.3	Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die wesfront van forofietstamme	319
4.2.3.2.5	Onderlinge vergelyking van eenskappe van ligeenspesies teenwoordig in ligeensosiologiese tabelle. Ligeengroei aangetref op 'n hoogte van 1,3m teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied	320
4.2.3.2.5.1	Rangorde van ligeenspesies in die verskillende releves, gegrond op belangrikheidswaardes	320
4.2.3.2.5.2	Diversiteit van die verskillende assosiasies	324
4.2.3.2.5.3	Bepaling van die verspreidingspatroon van ligeenspesies met behulp van die indeks van Morista	326
4.2.3.2.5.4	Bestendigheid van ligeentaksons in stande onderskei in die studiegebied	328
4.2.3.2.5.4.1	Homogeniteit	328
4.2.3.2.5.4.2	Homotoniteit	329
4.2.3.2.5.5	Graad van ooreenkoms tussen stande	332

	Bladsy
4.2.3.2.6 Interspesifieke assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref in monsterpersele op 1,3m hoogte teen verskillende fronte van forofietstamme	333
4.2.3.2.6.1 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die suidfront van forofietstamme	335
4.2.3.2.6.2 Interspesiefieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die noordfront van forofietstamme	336
4.2.3.2.6.3 Interspesiefieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die oosfront van forofietstamme	336
4.2.3.2.6.4 Interspesiefieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die wesfront van forofietstamme	337
4.2.3.2.6.5 Vergelyking van die assosiasie tussen ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme	338
4.2.3.3 Basbewonende ligeengemeenskappe 300mm vanaf die grondoppervlak	339
4.2.3.3.1 Ligeengemeenskappe teen die suidfront van forofietstamme	339
4.2.3.3.1.1 Bespreking van die gemeenskappe	339
4.2.3.3.1.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	342

	Bladsy
4.2.3.3.1.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onder- skei op 'n hoogte van 300mm teen die suidfront van forofietstamme	355
4.2.3.3.2 Ligeengemeenskappe teen die noordfront van forofietstamme 300mm vanaf grondvlak	355
4.2.3.3.2.1 Bespreking van die gemeenskappe	356
4.2.3.3.2.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	357
4.2.3.3.2.3 Verspreiding van ligenassosia- sies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied	365
4.2.3.3.3 Ligeengemeenskappe teen die oos- front van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak	366
4.2.3.3.3.1 Bespreking van die gemeenskappe	366
4.2.3.3.3.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	368
4.2.3.3.3.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 300mm vanaf die grondoppervlak teen die oosfront van forofietstamme	381
4.2.3.3.4 Ligeengemeenskappe teen die wes- front van forofietstamme	382

	Bladsy
4.2.3.3.4.1 Bespreking van die gemeenskappe	382
4.2.3.3.4.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe	384
4.2.3.3.4.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 300mm vanaf grondvlak teen die wesfront van forofietstamme	393
4.2.3.3.5 Onderlinge vergelyking van eien- skappe van ligeenspesies teenwoor- dig in die ligeensosiologiese tabelle	394
4.2.3.3.5.1 Rangorde van ligeenspesies in die verskillende releves, gegrond op belangrikheidswaardes	394
4.2.3.3.5.2 Diversiteit van die verskillende assosiasies	397
4.2.3.3.5.3 Bepaling van die verspreidings- patroon van ligeenspesies met behulp van die indeks van Morista	399
4.2.3.3.5.4 Bestendigheid van ligeentaksons in stande onderskei in die studiegebied	400
4.2.3.3.5.4.1 Homogeniteit	400
4.2.3.3.5.4.1 Homotoniteit	400
4.2.3.3.5.5 Graad van ooreenkoms tussen stande	402

	Bladsy
4.2.3.3.6 Interspesifieke assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref in monsterpersele op 'n hoogte van 300mm vanaf grondvlak teen verskillende fronte van forofietstamme	403
4.2.3.3.6.1 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die suidfront van forofietstamme	405
4.2.3.3.6.2 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die noordfront van forofietstamme	406
4.2.3.3.6.3 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die oosfront van forofietstamme	406
4.2.3.3.6.4 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die wesfront van forofietstamme	407
4.2.3.3.6.5 Vergelyking van die assosiasie tussen ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme	407
4.2.3.3.7 Vergelyking van ligeengroeistande teen 1,3m en 300mm	408
4.2.3.3.7.1 Spesierykdom	408
4.2.3.3.7.2 Gemiddelde bedekking van releves	410
4.2.3.3.7.3 Gemiddelde aantal tallusse per monsterperseel	412

	Bladsy	
4.2.3.3.7.4	Spesiesamestelling van die stande	412
4.2.3.3.7.5	Gemiddelde bedekking van ligeenspesies aangetref in die verskillende stande	416
4.2.3.3.7.6	Verspreiding van releves in die verskillende assosiasies	418
4.2.3.3.7.7	Assosiasie tussen ligeenspesies in die verskillende stande	419
4.2.3.3.7.8	Ooreenkoms tussen die verskillende stande	422

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN BESPREKING

4.1 INLEIDING

Hierdie studie volg op 'n vorige ondersoek (Wessels, 1982) en 'n opsomming van die belangrikste bevindings van vermelde studie word ter inleiding verskaf. 'n Uitgebreide bespreking kan in genoemde publikasie gevind word.

4.1.1 Die ligeengemeenskappe volgens die Braun-Blanquet-tabulerinstegniek.

Die ligeengemeenskappe wat in 'n vorige ondersoek (Wessels, 1982) onderskei is volgens die Braun-Blanquet-tabulerinstegniek, word in Tabelle 4.1 en 4.2 saamgevat. Die verspreiding van die onderskeie ligeengemeenskappe word in Figure 4.1 tot 4.10 aangetoon.

Die volgende gemeenskappe is onderskei:

Die Physcia dimidiata-Candelaria concolor-gemeenskap.
(A1)

Die Physconia grisea-Candelaria concolor-gemeenskap
(A2).

Die Parmotrema austrosinense-Heterodermia albicans-Candelaria concolor-gemeenskap (A3).

Die Physcia stellaris-Candelaria concolor-gemeenskap
(B).

Die Physciopsis pyritrocardia-Candelaria concolor-gemeenskap (C1).

Die Parmelia flaventior-Candelaria concolor-gemeenskap (C2).

Die Candelaria concolor-gemeenskap (D).

Die Ligeenlose-gemeenskap (E).

Vanuit die resultate wat met behulp van verskillende metodes verkry is (Wessels, 1982) kon drie hoofhabitatklasse (I tot III) en 'n oorgangshabitatsklas (O) in die gebied onderskei word. Enkele opsommende kenmerke van die verskillende hoofhabitatklasse word in Tab. 4.4 aangegee.

Die volgende tendense kon na aanleiding van bovermelde studie aangetoon word:

- 1.) Die verskillende habitatsklasse het vanaf die buitewyke van die stadsgebied in die rigting van die industriële gebied toenemende ongunstiger ekologiese toestande verteenwoordig. Hierdie tendens is aangetoon deur die gemiddelde bedekking van die spesies, gemiddelde aantal spesies per waarnemingspunt en Indeks van Ligeengroeiwaardes (Figure 4.11 en 4.12).
- 2.) Die ligeengroei in die gebied het 'n verarmingsgradiënt gevorm en die spesierykste gemeenskappe het in die oostelike gedeeltes van die stad voorgekom terwyl geen ligeengroei in die onmiddellike omgewing van die industriële gebied aangetref is nie.
- 3.) 'n Inverse verband tussen toenemende verarmde ligeengemeenskappe en die graad van lugbesoedeling/afstand vanaf die besoedelingsbronne kon aangetoon word (Fig. 4.11).

4.1.2 Spesiesensitiwiteit en sonekaarte

Soortgelyk aan oorsese bevindings (Gilbert, 1973; Laundon, 1973) is 'n toenemers-afnemerstendens deur die studiegebied se ligeenspesies vertoon en kon die volgende tendense aangetoon

word:

- 1.) Eerstens het die bedekking van die meer sensitiewe spesies toenemend verminder om uiteindelik deur minder sensitiewe spesies vervang te word.
- 2.) Die bedekking van minder sensitiewe ligenespesies het toegeneem in die rigting van meer besoedelde gebiede, daar was egter tegelykertyd 'n afname in die totale bedekking van die forofietstamme deur ligene.
- 3.) Toenemende omgewingsdruk as gevolg van besoedelde lug het tot gevolg gehad dat selfs die tolerantste ligenespesies uiteindelik uitgesterf het en ligenelose forofietstamme is in die gebiede met 'n hoë graad van lugbesoedeling aangetref.

Na afloop van die ondersoek (Wessels, 1982), kon die gebied se ligenespesies in die volgende sensitiwiteitsklasse verdeel

word:

Uiters sensitiewe spesies

Physcia dimidiata (12)

Pseudoparmelia salacinifera (16)

Sensitiewe spesies

Subgroep 1

Spesie no 8

Parmelia flaventior (4a)

Physcia stellaris var. (1a)

cf. Dirinaria picta (2a)

Subgroep 2

Heterodermia albicans (3)

Spesie no 18

Subgroep 3

Physconia grisea (6)

Pseudoparmelia aptata/P. texana (17)

Parmotrema austrosinense var. (7)

Semisensitiewe spesies

Parmelia flaventior (4)

Physcia stellaris (1)

Parmotrema austrosinense (19)

Semitolerante spesies

Candelaria concolor (10)

Physciopsis pyritrocardia (11)

Met behulp van die aanwesigheid en verspreiding van een of meer verteenwoordigers van die verskillende klasse hierbo uiteengesit kon 'n sonekaart opgestel word (Fig. 4.13). Hierdie sonekaart het bestaan uit sewe sones wat oorgegaan het vanaf 'n "normale" sone (VII), waar die ligeengroei tot 'n mindere mate deur lugbesoedeling beskadig is, tot die ligeenlose sone (I) waarvan die ekologie sodanig benadeel is dat geen ligeengroei meer in die gebied onderhou kon word nie.

4.2 LIGENOLOGIESE OPNAME

4.2.1 Habitatkenmerke

Standaardisasie ten opsigte van forofieteienskappe is sover moontlik toegepas.

Daar is waar moontlik alleenlik van J. mimosifolia as substraat gebruik gemaak, aangesien Adams & Risser (1971), Brodo (1961), Culberson (1955) en Hale (1955) vermeld het dat sommige spesies teen hoër frekwensies op sekere forofiet-spesies as ander spesies voorkom.

'n Grafiese voorstelling van forofieteienskappe (Tab. 4.2) soos waargeneem in die gebied met ligeengroei, die gebied waarin geen ligeengroei op die forofietstamme aangetref is nie en die studiegebied as geheel word in Figure 4.14 tot 4.16 gevind.

Boomhoogtewaardes het in al drie die gebiedsaftakings die algemeenste in die klasinterval 6-7m geval (Fig. 4.14a).

Die bepaling van kroonhoogte was subjektief en die kroon is as laag beskou indien die onderste gedeelte van die kroon tussen 2-3m van die grondoppervlak was. Aansienlike verskille is tussen die afsonderlike gebiede aangetref (Fig 4.14b). In die gebied met ligeengroei het bome met medium-hoë krone meer dikwels voorgekom. In die gebied sonder ligeengroei was bome met hoë krone volop. In die studiegebied as geheel het bome met medium-hoë krone meer dikwels voorgekom.

Kroondeursnitgewens is deur middel van Fig 4.14c voorgestel. Hierdie waardes het oor 'n wye spektrum van klasintervalle uitgeval. In die gebied met ligeengroei het bome met 'n kroondeursnit van 10 - 12 m dikwels voorgekom. Die gebied sonder ligeengroei daarenteen is gekenmerk deur die aanwesigheid van 'n groot persentasie bome waarvan die kroondeursnit in die 15 - 16 m klasinterval geval het. Die verspreiding van klasintervalwaardes vir die gebied was ook veranderlik. In die gebied as geheel het bome met kroondeursnitte van 8 - 9, 10 - 11 en 11 - 12 m ewe volop voorgekom en is daar soos in die geval van die gebied met ligeengroei (en in teenstelling met die gebied sonder ligeengroei) minder dikwels bome met relatief groot kroondeursnitwaardes aangetref.

Figuur 4.15 toon die voorkoms van kroondigtheid-, stamomtrek- en baskleureienskappe van forofiete in die verskillende ge-

biede aan. Kroondigtheid in die gebied met ligeengroei was oor die algemeen medium dig terwyl forofiete van die ligeenlose gebied meestal digte krone gehad het (Fig. 4.15a). In die studiegebied as geheel het die meeste bome in die klasinterval, medium digte krone voorgekom.

Figuur 4.15b toon die verspreiding van stamomtrekwaardes (gemeet op 1,3 m) in die verskillende ligeengroeigebiede aan. In die gebied met ligeengroei het forofiete met 'n stamomtrek wat in klasintervalle D (600 - 700 mm), F (900 - 1,0 m) en H (1,1 - 1,2 m) meer dikwels as die van ander klasintervalle voorgekom. In die gebied sonder ligene het die meeste forofiete in die klasintervalle E (800 - 900 mm) en G (1,0 - 1,1 m) geval. In die studiegebied as geheel het die meeste bome, soos in voorgenoemde geval ook in klasintervalle E (800 - 900 mm) en G (1,0 - 1,1 m) geval.

Aangesien stamomtrek 'n goeie aanduiding is van 'n forofiet se ouderdom - binne spesie en spesifieke klimaatsverband, toon Fig 4.5b dat die forofiete wat in die gebied sonder ligeengroei aangetref is, ouer was as die wat in die gebied met ligeengroei aangetref is. Hierdie eienskap is van belang aangesien daar deur vorige werkers 'n verband gevind is tussen forofietouderdom en epifitiese ligeengroei teen stamme van bome (Barkman, 1958). Pedersen (1980) het op jong bome gevind dat aspek geen invloed gehad het op die spesiesamestelling van die ligeengemeenskappe nie. Op ouer bome was daar egter verskille in die spesiesamestelling van die ligeengemeen-

skappe wat op die westelike, noordoostelike en suidelike sektore van forofietstamme voorgekom het.

Baskleur was 'n subjektiewe eienskap, die voorkoms van baskleur is in Fig 4.15c aangetoon. In gebiede sonder en met ligeengroei asook in die studiegebied as geheel het die meeste forofietstamme 'n swart-grys gekleurde bas gehad. Dit is interessant om daarop te let dat daar aansienlik meer swart forofietstamme in die gebied sonder ligeengroei was as in die gebied met ligeengroei. Voorts was daar meer forofietstamme in die ligeenlose gebiede waarvan die baskleure gewissel het van grys tot swart-grys (klasintervalle 1-3) as die gebied met ligeengroei waar daar ook stamme met ligter baskleure aangetref is. Hierdie verskynsel is onder andere toe te skryf aan die neerslag van roet, stof en ander luggedraagde besoedelende vastestowwe op die forofietstamme, asook die growwer bas wat gewoonlik met ouer bome geassosieer was (Hoffman & Boe, 1977).

Aangesien die hoeveelheid en diepte van splete, die spleetpatroon asook die graad van afskilfering 'n invloed uitoefen op die ligeengroei van 'n forofietstam (Müller, Schneider & Kreeb, 1981 en Pedersen, 1980) is hierdie eienskappe ondersoek en is die bevindings in Fig. 4.16 aangetoon.

Dit is algemeen bekend dat ligene wat in gebiede met relatief hoë grade van lugbesoedeling voorkom, dikwels in splete aangetref word, waar sulke tallusse van die nadelige effek van

lugbesoedeling tot 'n mate afgeskerm is (Hale, 1983). Sulke waarnemings is ook in die studiegebied gemaak. Ligeentallusse van spesies wat in die omgewing van besoedelingsbronne aangetref is, het dikwels in die gleuwe tussen basblokkies voorgekom, terwyl die oppervlakte van die basblokkies ongekoloniseer was.

Betreffende spletegraad het die meeste forofietstamme in twee klasintervalle geval. In die geval van die gebied met ligeengroei het die meeste forofiete 'n matige hoeveelheid, redelike vlak splete vertoon, terwyl forofietstamme in die ligeenlose gebied algemene, taamlieke diep splete vertoon het. Die relatief groot aantal forofietstamme met taamlieke diep splete wat in die gebied sonder ligeengroei aangetref is, kan moontlik verklaar waarom sommige van die meer weerstandbiedende ligeenspesies daartoe in staat was om nader aan die besoedelingsbronne nog teenwoordig te wees. Beide klasinterval-maksima is ook vir die studiegebied as geheel aangetref (Fig 4.16).

'n Forofiet se baspatroon bepaal nie net die mikroklimaat in terme van mikrotopografie nie, maar speel ook 'n rol in die wateraflooppatroon en -tempo langs die takke en stam van die forofiet. Alhoewel die bepaling van hierdie mikroklimatologiese verskille buite die bestek van die huidige ondersoek geval het, het Hoffman en Boe (1977) ook daarop gewys dat bovermelde mikroklimatologiese veranderings bepalend sal wees in die uiteindelijke samestelling van basbewonende ligeengemeenskappe.

Aangesien ligene vir die verkryging van voedingstowwe afhanklik is van die absorpsie van opgeloste voedingstowwe vanuit water wat op hulle tallusse beland (Hale, 1973) speel baspatroon gevolglik 'n belangrike rol in die ekologie van basbewonende ligene. Die belang van stamafloop word veral in gebiede met lugbesoedeling beklemtoon deurdat opgeloste skadelike stowwe tesame met voordelige voedingstowwe daarin voorkom.

'n Wye reeks baspatrone is in die studiegebied aangetref en geen duidelike patroon was aanwesig nie (Fig 4.16b). In die gebied met ligeengroei was forofiete met gereepte bas asook die met 'n blokkige (medium groot) baspatroon die volopste. Forofiete met 'n klein-vierkantige asook die met 'n netwerkagtige baspatroon is ewe dikwels in die gebied sonder ligeengroei aangetref. In die studiegebied as geheel het forofiete met 'n gereepte of 'n blokkige (medium groot) baspatroon ewe dikwels voorgekom.

Die graad van afskilfering is 'n bykomende ekologiese faktor wat nie net die koloniseerbaarheid van die stam bepaal nie, maar dit speel ook 'n rol in die bepaling van die spesiesamestelling van basbewonende ligeengemeenskappe (Barkman, 1958; Topham, 1977 en Hoffman & Boe, 1977). Figuur 4.16c het die voorkoms van afskilferingsgraad van forofietstamme in die afsonderlike gebiede aangetoon. Die figuur het getoon dat daar relatief min verskille bestaan het tussen die afsonderlike gebiede. Stamme met 'n hoë afskilferingsgraad is uiters selde in die studiegebied aangetref. pp126

4.2.1.1 Korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei

Aangesien die forofieteienskappe onder bespreking nie diskreet was nie, is die graad van samehang tussen eienskappe van die forofiete en ligeenspesies, soos uiteengesit in Tab. 4.16, met behulp van Spearman se korrelasiekoëffisient (Lee & Lee, 1982 en Mulholland & Jones, 1971) bepaal (kyk 3.2.2.2.4.1). Gegewens wat in Tabela 4.2 i & ii aangegee is, is gebruik vir die berekening van die waardes wat in Tab. 4.16 aangegee word. Slegs spesies wat relatief wyd verspreid in die opnamegebied voorgekom het is in die berekening gebruik. Gegewens van gemeenskap D is nie in die berekening ingesluit nie, vanweë die lae teenwoordigheid van ligene in die gebied. Die onderskeie spesies is van bo na onder op grond van toenemende weerstandbiedendheid ten opsigte van lugbesoedeling soos volg gerangskik:

Sensitiewe spesies:

Subgroep no. 1

Spesie no. 8

Subgroep no. 2

Spesie no. 18

Heterodermia albicans

Subgroep no. 3

Spesie no. 2

Physconia grisea

Semisensitiewe spesies:

Parmelia flaventior

Parmotrema austrosinense

Physcia stellaris

Semitolerante spesies

Candelaria concolor
Physciopsis pyritrocardia

Alhoewel geen "oorsaak of gevolg" deur die korrelasiekoëffisient geïmpliceer word nie, het sommige van die berekende waardes 'n betekenisvolle verband tussen die betrokke forofiet- en ligeengroeieienskappe getoon (Tab. 4.16). Die betekenisvolheid van die berekende waardes is bepaal volgens waarskynlikheidstabelle aangegee deur Lee & Lee (1982).

Die bedekking van alle ligeenspesies wat tydens die berekening gebruik is, het 'n negatiewe verband met stamontrek (ouderdom) vertoon. 'n Betekenisvolle negatiewe verband is gevind tussen die bedekkingwaardes van spesie nommers 2, 4, 19, 1 en 10 asook die aantal spesies wat per forofiet aangetref is (Tab. 4.16). 'n Verklaring van hierdie negatiewe verband word gevind in Fig. 4.17 en Tab.4.17. Die figuur toon ook tot watter mate die gemiddelde bedekking van die individuele spesies in die afsonderlike gebiede afneem namate daar in die rigting van die besoedelingsbronne (gemeenskap D) beweeg is. Daarteenoor het die gemiddelde stamontrek van die forofiete in die rigting van die meer besoedelde gebiede toegeneem, wat moontlik daarop dui dat die bome in laasgenoemde gebiede ouer was as in die minder besoedelde gebiede of moontlik die gevolg van lugbesoedelingsinvloede was.

Aangesien ouer forofiete dikwels 'n ryker (Barkman, 1958; Coppins & Shimwell, 1971; Rose, 1976; Rundel, 1980; Lang,

Reiners & Pike, 1980 en Tewari, Upreti & Singh, 1985) maar eweneens ook 'n spesifieke ligeengroei (Hale, 1976 en Pedersen, 1980) onderhou, word die nadelige gevolge van lug-besoedeling in terme van verarming van die ligeengemeenskappe/vermindering in bedekking duidelik weerspieël in Figure 4.17 en 4.18. Die nadelige invloed word verder beklemtoon deur die bevinding van Hoffman & Boe (1977) dat die bedekking van Candelaria concolor (sp. no. 10) toegeneem het namate die ouderdom van forofiete in die gebied wat hulle bestudeer het toegeneem het.

Coppins & Shimwell (1971) kon drie duidelik onderskeibare ligeengemeenskappe aantoon in Calluna-stande wat in ouderdom gewissel het vanaf pionier, opbouend, volwasse tot degenere-rend. Die biomassa en spesie-ontwikkeling van die indiwi-duele ligeengemeenskappe het 'n betekenisvolle verband getoon met die stadium van ontwikkeling (ouderdom) van die Calluna-stand.

Rundel (1980) het in teenstelling met die bevindings van bovermelde werkers aangetoon dat die relatiewe bedekkingwaardes van sommige ligeenspesies afgeneem het namate forofietouderdom (Nothofagus dombeyi) toegeneem het. Deurdat die negatiewe verband tussen stamomtrek en bedekking van ligeenspesies/spesieaantal per forofiet in die huidige studie egter onder onnatuurlike toestande gevind is kan weinig afleidings gemaak word ten opsigte van suksessionele veranderings, soos weerspieël deur die voorkoms en be-

dekkingswaardes van die individuele spesies (samestelling van ligeengemeenskappe) en forofietouderdom.

Figuur 4.18 toon die verband tussen afskilferingsgraad, baskleur en die bedekkingswaardes van spesie nommers 1, 2 en 8. Beide spesie nommers 8 & 2 was sensitiewe spesies terwyl spesie nommer 1 'n semisensitiewe spesie as semisensitief geklassifiseer is. Gemiddelde waardes van bovermelde eienskappe en Spearman se rangordekorrelasiekoëffisiente word onderskeidelik in Tabelle 4.16 en 4.17 aangegee.

Die bedekking van spesie nommer 1 het 'n negatiewe verband met stamafskilferingsgraad getoon. Die verband word duidelik in Fig. 4.18 uitgewys. Vanuit die resultate wil dit voorkom asof die spesie voorkeur verleen aan forofiete met 'n lae graad van stamafskilfering. Aangesien die invloed van lugbesoedeling in die verkryging van hierdie waardes egter nie bepaal kon word nie, kan so 'n afleiding gevolglik nie ongekwalifiseerd gemaak word nie.

Bedekkingswaardes van spesie nommer 2 (behorende tot die Physciaceae) het 'n betekenisvolle positiewe verband met die graad van stamafskilfering getoon (Tab. 4.16). Die bevinding dat ligeenspesies dikwels met die graad van stamafskilfering korreleer word ook in die literatuur vermeld (Barkman, 1958).

Spesie nommer 8 was die enigste spesie wat 'n betekenisvolle, positiewe, verband getoon het met baskleur. Spesie nommer 8 was 'n sensitiewe ligeenspesie wat hoofsaaklik in die ooste-

like woongebied voorgekom het. Aangesien 'n reeks mikrohabitat-eienskappe aan baskleur gekoppel kan word (mikrotemperatuur, -temperatuurskommelings, verdamping, humiditeit en waterhouvermoë van die substraat) kan geen besliste gevolgtrekking aangaande bovermelde verband gemaak word, sonder 'n intensiewe ondersoek nie.

4.2.1.2 Bas pH-waardes

4.2.1.2.1 Inleiding

Alhoewel die gedrag van opgeloste swaweldioksied op die oppervlaktes van substrate besonder kompleks is (Saunders, 1966, 1970, 1971; Hill, 1971), het Gilbert (1968) (aangehaal deur O'Hare, 1975) aangetoon dat plante hoofsaaklik deur opgeloste swaweldioksied benadeel word. Coker (1967) het aangetoon dat besoedelstowwe in die lug die pH van bas kan beïnvloed.

Saunders (1966), Gilbert (1968) asook Hill (1971) het aangetoon dat die pH van die oplossing op sigself nie die primêre toksiese faktor is nie, maar dat dit die ioniese vorm bepaal waarin die opgeloste swaweldioksied sal voorkom. Volgens Saunders & Wood (1973) is swaweldioksied oplossings met pH-waardes kleiner of gelyk aan 4 die mees toksiese vir talle fungus-, ligen- en briofietspesies.

Saunders & Wood (1973) het daarop gewys dat die afsetting van atmosferiese swaweldioksied en die absorpsie daarvan in die

oppervlaksvog van substrate, die hoofroete is waarvolgens swaweldioksied na lokaliteite van toksiese aktiwiteite beweeg. Sodra die swaweldioksied in oplossing is, hang die uiteindelijke ioniese staat waarin dit gaan verkeer, tot 'n groot mate af van die bufferkapasiteit van die substraat en ook die oksidasie van swaweldioksied na sulfaat. Indien die pH van die oplossing daal, verminder die omskakeling na sulfaat en opgeloste swaweldioksied word toenemend in toksiese bisulfaat en ongedissosieerde swawelligsuurvorme aangetref. Laasgenoemde ioniese spesie dring selle vinniger as enige van die ander twee ioniese spesies binne en kan gevolglik vinniger tot toksiese konsentrasies in selle ophoop (Richard & Puckett, 1973). Puckett, Nieboer, Flora & Richardson (1973) het gevind dat swawelligsuur en bisulfaat meer toksies is vir ligene as sulfiet, alhoewel eersvermelde ioniese vorme binne die sel verander mag word as gevolg van die bufferkapasiteit van die sel. Weinig is egter bekend oor die uiteindelijke lot van die toksiese ione in die selle van veral ligene.

Hawksworth (1971, 1973), Le Blanc & Rao (1973) asook Richardson & Puckett (1973) het daarop gewys dat ligene besonder gevoelig is vir die nadelige effek van veral swaweldioksied vanweë die organismes se effektiewe absorpsiesisteen en vermoë om oor die hele tallusoppervlak skadelike sowel as onskadelike stowwe te absorbeer. Volgens hulle kan die verdwyning van ligene in industriële gebiede met lae, permanent-teenwoordige swaweldioksiedkonsentrasies, verklaar

word aan die hand van die effek van die besoedelstof op die ligeensimbiose. Gilbert (1969) het aangetoon dat lewendige tallusse van Usnea filipendula, 1 010 dpm swawel tydens 'n twee maande lange moniteringseksperiment geabsorbeer het. Hierdie absorberingseksperiment is in 'n stedelike atmosfeer uitgevoer, waar die gemiddelde daaglikse swaweldioksiedkonsentrasie selde 0.05 dpm oorskry het. Puckett et al. (1973) het tot die gevolgtrekking gekom dat die toenemende toksisiteit van swaweldioksied by lae pH waardes (3.2-4.4) gedeeltelik saamhang met die onherstelbare beskadiging van bladgroen.

Gilbert (1968, 1970); Grodzinska (1971, 1977); Hoffman (1974) en O'Hare (1975) het aangetoon dat die pH van bas in besoedelde gebiede as 'n aanduiding van lugbesoedeling gebruik kan word. Die bevindings van Löttschert & Köhm (1977) het getoon dat die pH waardes van bas, tesame met die swawelinhoud daarvan, gebruik kan word as indikatore van lugbesoedeling.

Twee gevolge van lugbesoedeling in terme van pH verandering word in die literatuur vermeld. Ten eerste is daar 'n direkte invloed op ligeengroei waardeur swaweldioksiedbesoedeling 'n algemene verlaging van pH-waardes van substrate in besoedelde omgewings tot gevolg het. Hierdie verlaging het 'n direkte invloed op ligeengroei deurdat sensitiewe spesies gevolglik vanaf sulke substrate uitgesluit word (Skye, 1968). Haynes & Morgan-Huws (1970) het, in terme

van ligeengroei, bespiegel dat daar waarskynlik 'n noue verband bestaan tussen die voorsiening van voedingstowwe en die pH-status van die substraat. Volgens Gilbert (1970) speel sulke veranderings in die pH van die substraat veral 'n belangrike rol tydens die vestigingstadium van die lewensiklus van die organismes en ook tydens die ontwikkeling van ligene (Puckett, et al., 1973; Turk, Wirth & Lange, 1974; Hill, 1971 en Gilbert 1968, 1970).

Ten tweede het verlaagde pH waardes ook 'n indirekte effek op ligeengroei deurdat die ioniese vorms van opgeloste swaweldioksied daardeur bepaal word, wat ligeengroei gevolglik beïnvloed (Puckett et al., 1973; Eversman, 1978; Gordy, 1980; Beekly & Hofman, 1981; Henriksson & Pearson, 1981; Ewald & Schlee, 1983; Malhotra & Khan, 1983; Fields & St Clair, 1984 en Huebert, L'Hirodelle & Addison, 1985).

4.2.1.2.2 Bas pH-waardes in die Pretoria-studiegebied

Die pH van die bas van 'n aantal forofiete is in die opnamegebied bepaal en die resultate word aangetoon in Tabelle 4.18 & 4.19 en Figure 4.19 en 4.20.

Statistiese analise van die resultate (Tab. 4.19), het daarop gedui dat die populasievariansies van mekaar verskil het ($F_{18}(30,30) = 2.3860$) en dat slegs die pH-waardes aan die suidfront van forofietstamme op hoogtes van 300 mm en 1300 mm betekenisvol van mekaar verskil het ($t_{60} = 0,005$).

2.660 < 3,554) en dat dieselfde gegeld het vir die verskille tussen pH-waardes van die onderste, 300mm hoë suidfront en 1300 mm hoë noordfront gedeeltes van forofietstamme (t₆₀, 0,005, 2.660 < 3.928).

Op enkele uitsonderings na het die pH-waardes van individuele forofiete van mekaar verskil soos aangetoon in Tab. 4.18 en Fig. 4.19. Die verband tussen bas-pH-waardes en afstand, oos van die industriële gebied is ook aangetoon. Deur gebruik te maak van Fig. 4.19 (A tot B), kon die volgende tendense aangetoon word.

- i) Die pH-waardes van bas, 300 mm vanaf die grondoppervlak aan die noordefront van stamme (Fig. 4.19 C), was oor die algemeen laer as die aan die suidefront op 'n ooreenstemmende hoogte (Fig 4.19 A) waar bykans ewe veel waardes tussen die waarde intervalle pH 5,0-6,0 en 6,0-7,0 voorgekom het. Die pH-waardes van die bas wat vanaf die noordfronte van forofietstamme versamel is, het meer variasie getoon as die van die bas versamel vanaf die suidfrontgedeeltes.
- ii) Aan beide die noord- en suidfronte van forofietstamme, op 'n hoogte van 1300 mm, het die meeste bas-pH-waardes in die waarde interval 5,0-6,0 voorgekom (Figure 4.19 D en B). Die meeste van die pH-waardes van bas op die hoër hoogte en aan beide fronte, was laer as 6,0 en het minder variasie

getoon as die waardes van die bas wat op 'n hoogte van 300 mm versamel is.

Die gemiddelde pH-waardes van die bas (Tab. 4.18) van forofiete in die studiegebied was:

	Front:	Suid	Noord
Hoogte: 1300mm		5,55	5,56
300mm		5,88	5,70

Daar was egter geen verband tussen die pH-waardes van bas op die verskillende hoogtes en fronte van forofietstamme in die studiegebied nie, soos aangetoon in Fig. 4.20 en Tab. 4.19.

In ooreenstemming met die bevindings van Kershaw (1964), het die bas van individuele forofiete nader aan die grondoppervlak oor die algemeen hoër pH-waardes aan beide die noord- en suidfronte vertoon. Hierdie verskynsel kan moontlik toegeskryf word aan stambespatting, of die modifiseringseffek van epifitiese ligene, of 'n kombinasie van albei. Dit is interessant om daarop te let dat die gemiddelde pH-waardes van albei fronte op 'n hoogte van 1300 mm noue ooreenkoms getoon het.

Bas-pH-waardes van forofietstamme het aan die suidefront gewissel tussen 4,25 en 6,85, terwyl dit aan die noordefront tussen 4,4 en 7,5 gewissel het. Hoffman (1974) het gevind dat die bas van Robinia spesies vanaf 5,2 tot 6,4 gewissel het, terwyl Haynes & Morgan-Huws (1970) gevind het dat die pH van bas van forofiete in hulle studiegebied tussen 2,6 en 4,1 gewissel het. Alhoewel die resultate van bovermelde werkers

nie sonder meer met die resultate van die Pretoria-studiegebied vergelyk kan word nie (weens verskille in die forofietspesie, klimaat, tipe besoedelstof en ook graad van besoedeling), is die speling wat in die geval van die Pretoria-studiegebied aanwesig was, aansienlik meer as wat deur genoemde werkers vermeld is.

Dit is egter betekenisvol dat die verspreidingspatroon van bas-pH-waardes in die Pretoria-studiegebied opmerklik verskil het van die wat in die literatuur aangetref is (Grodzinska, 1971; Haynes & Morgan-Huws, 1970; Hoffman, 1974 en Johnsen & Sjøchting, 1973). Genoemde werkers kon 'n duidelike afname aantoon in bas-pH-waardes in die rigting van besoedelingsbronne. In die geval van die Pretoria-studiegebied was so 'n duidelike tendens nie aanwesig nie (Fig. 4.19), aangesien pH-waardes na beide die oostelike woongebiede en westelike gedeeltes van die studiegebied (industriële gebiede) gedaal het. Die hoogste waardes is tussen ongeveer 1 en 6 km vanaf die industriële gebied aangetref (Tab. 4.18 en Fig. 4.19).

Die verband tussen pH-waardes en afstand vanaf die industriële gebied word aangetoon in Tab. 4.19 en Fig. 4.20. Die berekende korrelasiekoëffisiëntwaardes (Tab. 4.19) het 'n onbenullige, negatiewe korrelasie getoon. Daar kon ook geen verklarende verband tussen afstand vanaf besoedelingsbron en bas-pH-waardes met behulp van die bepaaldheidskoëffisiëntwaardes (r^2) aangetoon word nie. Toenemende afstand vanaf die besoedelingsbronne was gevolglik nie die enigste

faktor wat verantwoordelik was vir die variasie in bas-pH-waardes nie.

Die bas-pH-waardes van forofiete in onbesoedelde gebiede (woongebied in Pietersburg) het daarop gedui dat die bas van J. mimosifolia tot 'n mate asidies was. Ten spyte van bogenoemde, toon onderstaande waardes die mate waartoe die pH van die bas van forofiete in die Pretoria-studiegebied verlaag is as gevolg van die invloed van besoedelde lug.

Besoedeld (Pretoria-studiegebied)

	Front:	Suid	Noord
Hoogte: 1300mm		5,55	5,56
300mm		5,88	5,71

Onbesoedeld (Woongebied in Pietersburg)

	Front:	Suid	Noord
Hoogte: 1300mm		6,20	6,40
300mm		6,45	6,20

Alhoewel die pH-waardes wat in die opnamegebied aangetref is, nie laer of net so laag was as die uiters toksiese pH waarde van 4 nie (Saunders & Wood, 1973), behoort die lae bas pH-waardes wat in die studiegebied aangetref is, wel 'n direkte rol te speel, of ten minste by te dra tot die verarming van ligeengroei in die studiegebied, na aanleiding van die bevindings wat in die literatuur vermeld word. Die bevindings van Barkman (1958), Bates & Brown (1981), Billings & Drew (1938), Du Reitz (1945; aangehaal deur Kalgutkar & Bird, 1969), Koskinen (1955) en Raschendorfer (1949), dat die pH van bas 'n belangrike ekologiese faktor is wat die

vertikale verspreiding van ligene teen forofietstamme beïnvloed, verleen bykomende bevestiging aan bovermelde waarneming.

Lae bas pH-waardes speel ook 'n indirekte rol deurdat daar in oplossings met pH-waardes laer as pH 6 toenemend meer bisulfaat en ongedissosieerde swawelligsuur vorme (beide uiters giftig) in oplossing teenwoordig is (Saunders & Wood, 1973). Bas-pH-waardes laer as 6 wat in die studiegebied aangetref is, sal gevolglik in alle waarskynlikheid bydra tot 'n verarming in die stad se ligenflora, veral in die omgewing van die industriële gebied en oostelike voorstede waar bas-pH-waardes laer as 5,55 aangetref is.

In teenstelling met die bevindings van bovermelde werkers maar in ooreenstemming met die resultate van die Pretoria-studiegebied (Tab. 4.20) het Young (1938), Patterson (1940), asook Kalgutkar & Bird (1969) gevind dat die pH van bas 'n relatief eenvormige baseienskap is. Volgens laasgenoemde werkers is bas-pH (in vergelyking met ander omgewingsfaktore) van minder belang as bepalende faktor in die verspreiding van ligene, veral in onbesoedelde gebiede.

4.2.2 Puntopname

4.2.2.1 Noordfront

4.2.2.1.1 Vertikale spesieverspreiding langs die noordfront van forofietstamme

Die vertikale verspreiding van ligenespesies op forofiet-

stamme word aangetoon in Fig. 4.21. Beide spesies wat as "raak" en "nie-raak" aangeteken is, is deur middel van simbole in die figuur aangedui. Plasing van die ligeengemeenskappe volg vanaf die oostelike (onbesoedelde) woongebiede na die industriële (besoedelde) gebiede en individuele strookpersele is in dieselfde volgorde gerangskik as die releves in Tab. 4.2.

Gedurende die bespreking van ligeengroei teen die noord-sowel as die suidfront van forofietstamme sal daar verwys word na die boonste en onderste segmente van die forofietstamme. Die onderste segment sal verwys na die gedeelte van die stam vanaf 20 mm bo grondvlak tot 1000 mm bo grondvlak. Die boonste segment verwys na die gedeelte van die stam 1200 mm bo grondvlak tot 2000 mm bo grondvlak.

Die teenwoordigheid van die betrokke spesies sal vir beide fronte bespreek word in terme van slegs die "rake" van die spesie, terwyl die aantal tallusse van 'n bepaalde spesie na beide die "rake" en "nie-rake" van die bepaalde spesie sal verwys.

Die gemiddelde jaarlikse SO_2 -konsentrasies in verskillende dele van die Pretoria-studiegebied is word grafies Fig. 4.21 A aangetoon. Gemiddelde SO_2 -konsentrasies van die onderskeie gedeeltes van die studiegebied is bereken vanaf gegewens aangegee in Kemeny (1979) en Kemeny, Walker & Ellerbeck (1984). Ongepubliseerde gemiddelde waardes vir 1985 is ver-

kry vanaf die Lugbesoedelingnavorsingsgroep, WNNR, Pretoria.

Die histogramme (Fig 4.21 A) toon hoedat die hoogste gemiddelde jaarlikse konsentrasie van die bepaalde besoedelstof in die omgewing van Kerkplein aanwesig was, gevolg deur die Pretoria-Wes, Arcadia, Scientia (N) en ten laaste die omgewing waar die Scientia (S) meetstasie opgerig is. Die laagste gemiddelde waardes is vir die betrokke meetstasie bereken.

Behalwe dat die posisies van die Scientia (N) en Scientia (S) stasies omgeruil was, het die afname in gemiddelde SO_2 konsentrasies gedurende die wintermaande dieselfde patroon gevolg as die van die gemiddelde jaarlikse waardes.

Die rigting van afname van gemiddelde SO_2 -konsentrasies gedurende die somermaande het dieselfde patroon as die van die SO_2 -konsentrasies gedurende die winter gevolg. Soos deur die verskillende histogramme aangetoon, was die gemiddelde SO_2 -konsentrasies van die oostelike woongebiede bykans die helfte van die gemiddelde waardes wat in die sentrale gedeelte van die stad en die westelike woongebied / industriële gedeelte van die stad teenwoordig was.

Pretoria val in die somerreënvalgebied van Suid-Afrika, aangesien ligene poikilohidriese organismes is, volg dit dat die gemiddelde somer SO_2 -konsentrasies van belang sal wees vir die voortbestaan en groei van ligeenspesies in die studiegebied.

4.2.2.1.2 Vertikale verspreiding van individuele ligeenspesies

Die vertikale verpreiding van die verskillende ligeenspesies teen die noordfront van forofietstamme in die studiegebied word in Figure 4.21 en 4.22 aangetoon.

Die volgende tendense kon deur middel van die verspreiding van basbewonende ligene langs die noordfront van forofietstamme in die opnamegebied aangetoon word:

- i) Duidelike verskille is tussen die onderskeie ligeengemeenskappe aangetref in terme van spesiesamestelling, bedekking en frekwensie van individuele ligeenspesies.
- ii) 'n Allogeniese regressiewe suksessiepatroon is deur die ligeengemeenskappe weerspieël.
- iii) Spesierykdom van die onderskeie ligeengemeenskappe het drasties afgeneem in die rigting van die besoedelde gebiede.
- iv) Ligeengroei het tot na aan die grondoppervlak voorgekom in die ligeengemeenskappe wat in die onbesoedelde gedeeltes van die studiegebied aangetref is.
- v) Vanaf die Physcia stellaris-Candelaria concolor-gemeenskap was die voorkoms van ligene toenemend onreëlmatig.

- vi) Vanaf bovermelde gemeenskap het ligeenspesies relatief meer dikwels teen die boonste as teen die onderste segment van forofietstamme voorgekom.

4.2.2.1.2.1 Teen individuele forofietstamme

Die verspreiding van die individuele spesies sal volgens spesiesensitiwiteitsklas (kyk 4.1.2) ten opsigte van lugbesoedeling bespreek word.

Uiters sensitiewe ligeenspesies:

i) Physcia dimidiata (no. 12)

Die verspreiding van hierdie spesie was beperk tot die Physcia dimidiata - Candelaria concolor-gemeenskap en slegs vier tallusse is aangetref. Twee tallusse is 340 en 360 mm vanaf die grondoppervlak aangetref terwyl die ander twee tallusse op hoogtes van 1 340 en 1 520 mm teen die noordelike fronte van forofietstamme voorgekom het.

ii) Pseudoparmelia salacinifera (no. 16)

Hierdie spesie is nie teen die noordfront van forofietstamme aangetref nie.

Sensitiewe ligeenspesies:

Subgroep nommer 1

i) cf. Dirinaria picta (no. 2a)

ii) Spesie nommer 8

Beide spesies is nie aan die noordfrontgedeeltes van forofietstamme aangetref nie.

iii) Spesie nommer 9

Slegs enkele tallusse van hierdie spesie is aangetref in die A₂ - en C₁ -gemeenskappe (Figure 4.21, 4.23 en 4.24). In die A₂ -gemeenskap het die spesie in beide die boonste en onderste segment van die stam voorgekom. In die C₁ -gemeenskap (nader aan die besoedelingsbron en in 'n opgeboude gebied, Fig. 4.21 A) het die spesie slegs in die boonste segment van forofietstamme voorgekom (Fig. 4.24).

Alhoewel die spesie in bovermelde gemeenskappe voorgekom het, is slegs 'n enkele tallus van die spesie in die A₂ -gemeenskap as 'n "raak" aangeteken. Die berekende bedekking en relatiewe bedekkingswaardes van die spesie is gevolglik baie laag (Fig. 4.23).

Subgroep nommer 2

i) Spesie nommer 18

Hierdie spesie is slegs in die A₁ - en A₂ -gemeenskappe

aangetref (Fig. 4.21). Beide gemeenskappe is in die oostelike gedeeltes van die studiegebied aangetref waar die besoedelingsgraad laer was as in die westelike gedeeltes van die studiegebied (kyk 4.1.1).

Die spesie is slegs op vyf forofietstamme in die betrokke ligeengemeenskappe aangetref. Slegs een tallus is as 'n "raak" in die boonste segment van 'n forofietstam aangeteken, die bedekkingswaardes van die spesie was gevolglik baie laag (Fig. 4.25).

Die oorblywende tallusse is in beide segment van forofietstamme in die A₂-gemeenskap aangetref (Figure 4.21 en 4.26). In die A₁-gemeenskap het die spesie slegs in die boonste segment van enkele forofietstamme voorgekom.

ii) Heterodermia albicans (no. 3)

Slegs een tallus van H. albicans is in die A₁-gemeenskap in die onderste segment van 'n forofietstam aangetref (Figure 4.21 en 4.26) met gevolglike lae bedekkingswaardes (Fig. 4.25). Weens die rariteit van die spesie sal die aanwesigheid daarvan nie verder bespreek word nie.

Subgroep nommer 3

i) Physconia grisea (no. 6)

Hierdie spesie is in die A₁-, A₂- en C₁-gemeenskappe aangetref (Fig. 4.21). Alhoewel die meerderheid tallusse in die

A₂-gemeenskap aangetref is, is slegs enkele "rake" vir die spesie in die betrokke gemeenskap aangeteken en lae bedekingswaardes is gevolglik ook vir hierdie spesie bereken (Figure 4.27 en 4.28).

ii) Pseudoparmelia aptata/texana (no. 17)

Aangesien die twee spesies nie sonder chemotaksonomiese metodes van mekaar onderskei kan word nie, is die twee spesies saamgegroepeer as nommer 17, gevolglik stel nommer 17 die respektiewelike aanwesigheid / bedekking, relatiewe bedekking van of P. aptata of P. texana in Figure 4.21, 4.27 en 4.28 voor.

Tallusse van die spesies het slegs op drie forofietstamme in die studiegebied voorgekom (Fig. 4.21) wat weerspieël is deur die lae bedekingswaardes (Fig. 4.27).

In die A₁-gemeenskap is meer tallusse in die onderste segment van forofietstamme aangetref as wat dit die geval met die boonste segment van forofietstamme was (Fig 4.28). In die A₂-gemeenskap is enkele tallusse van die spesie slegs in die onderste segment van forofietstamme gevind (Fig. 4.28).

iii) Spesie nommer 2

Hierdie spesie was beperk tot die noordfront gedeeltes van forofietstamme in die A₁- en A₂-gemeenskappe (beide gebiede met lae lugbesoedelingsgrade, Fig. 4.21 A). Tallusse van die spesie is uitsluitlik in die onderste segment van forofiet-

stamme aangetref (Figure 4.21, en 4.28). Spesie nommer 2 was die enigste ligeenspesie wat uitsluitlik tot die onderste segment van forofietstamme beperk was. Lae bedekkingswaardes is vir die spesie bereken (Fig. 4.27).

Semisensitiewe ligeenspesies:

i) Phyiscia stellaris (no. 1)

Lede van die semisensitiewe groep ligeenspesies was die eerste spesies wat voorgekom het vanaf die A₁ - tot die C₁ - gemeenskappe. Lede van hierdie groep spesies was ook die eerstes wat 'n relatief wye horisontale verspreiding binne die individuele ligeengemeenskappe vertoon het (Fig. 4.21).

Drie verspreidingspatrone kon vir tallusse van P. stellaris onderskei word (Figure 4.21 en 4.30). Alhoewel tallusse van die spesie in beide segment van die forofietstamme in die A₁ - , A₂ - en A₃ -gemeenskappe gevind is, was daar meer tallusse van die spesie in die boonste segment van forofietstamme in die A₁ -gemeenskap teenwoordig (Fig. 4.30). In die A₂ - en A₃ - gemeenskappe was daar egter meer individuele tallusse in die onderste segment van die stamme teenwoordig. Die derde voorkomspatroon is in die oorblywende twee gemeenskappe (A₃ en C₁) gevind waar geen tallusse van die spesie laer as 1 500 mm vanaf die grondoppervlak teenwoordig was nie (Figure 4.21 en 4.22).

Hierdie voorkomspatroon val saam met die lugbesoedelings-

patroon (Wessels, 1982) wat in die studiegebied teenwoordig was deurdat tallusse van die spesie dikwels teen boomstamme aangetref is waar die besoedelingsgraad relatief laag was (tot in die omgewing van die A₃-gemeenskap, Fig. 4.21 A). Die graad van lugbesoedeling het vanaf die B-gemeenskap toegeneem in die rigting van die westelike gedeeltes van die studiegebied - dele van die studiegebied waar die spesie nie meer gevind is nie (Figure 4.21 en 4.21 A).

Alhoewel die spesie meer dikwels in die A₂- as in die ander gemeenskappe aangetref is (Fig. 4.21), is lae bedekkingwaardes in hierdie gemeenskap gevind (Fig 4.29). Die hoogste bedekkingswaarde is in die A₁-gemeenskap gevind, terwyl die laagste bedekkingswaarde in die A₃-gemeenskap gevind is. Relatiewe bedekkingwaardes het 'n verskillende patroon vertoon (Fig. 4.29) en tallusse van P. stellaris het in die A₃-gemeenskap 15% van die totale bedekking van forofietstamme uitgemaak.

ii) Parmelia flaventior (no. 4)

Tallusse van hierdie spesie is in die A₁-, A₂-, A₃- en C₁-gemeenskappe aangetref (Fig 4.21). Die meerderheid tallusse is egter in die A₁- en A₂-gemeenskappe gevind en slegs enkele tallusse is in die A₃- en C₁-gemeenskappe aangetref. Tallusse van die spesie het 'n nouer horisontale verspreidingspatroon as die van Physcia stellaris vertoon deurdat minder tallusse van Parmelia flaventior op forofietstamme

aangetref is (Fig 4.21). Soortgelyk aan die teenwoordigheid van tallusse van Physcia stellaris het die van Parmelia flaventior dikwels in groepe teen die forofietstamme voorgekom.

Alhoewel talluse van P. flaventior oor die lengte van forofietstamme in die A₁ - en A₂ -gemeenskappe aangetref is, het die spesie meer dikwels in die boonste segment van forofietstamme voorgekom in beide die A₁ - en A₂ -gemeenskappe (Fig. 4.30). In teenstelling hiermee het die enkele tallusse wat in die A₃ - en C₁ -gemeenskappe teenwoordig was alleenlik in die boonste segment van forofietstamme voorgekom (Figure 4.21 en 4.30).

Figuur 4.29 stel die gesamentlike afname van bedekking- en relatiewe bedekkingswaardes vanaf die A₁ - tot die A₃ -gemeenskap voor -'n weerspieëling van die verband tussen toenemend ongunstiger ekologiese toestande en retrogressiewe regressie ten opsigte van ligeengroei.

iii) Parmotrema austrosinense (no. 19)

Die voorkoms van tallusse van hierdie spesie word deur middel van Fig. 4.21 aangetoon. Indiwidue van hierdie spesie is op 'n beperkte aantal forofiete aangetref in die A₁ -, A₂ -, A₃ - en B-gemeenskappe. In die A₁ -gemeenskap is daar meer tallusse in die onderste segment van forofietstamme aangetref (Fig. 4.30). Daarteenoor is in die A₂ -gemeenskap meer tallusse in die boonste segment van forofietstamme aangetref. In die

geval van die A - en B-gemeenskappe is daar geen tallusse van ³ P. austrosinense laer as 1 660 mm van die grondoppervlak aangetref nie. Hierdie spesie het ook - soos in die geval van bovermelde spesies, in groepies voorgekom.

Baie lae bedekkingswaardes is in die afsonderlike liggemeenskappe aangetref (Fig. 4.29) en die spesie het slegs in die A -gemeenskap noemenswaardig bygedra tot die totale ³ bedekking van forofietstamme.

Semitolerante spesie:

i) Physciopsis pyritrocardia (no. 11)

Figuur 4.21 toon die verspreiding van tallusse van P. pyritrocardia aan. Figuur 4.31 toon die onderskeie bedekkingswaardes van die spesie in die verskillende liggemeenskappe aan.

Naas talluse van Candelaria concolor het tallusse van P. pyritrocardia die wydste horisontale verspreiding in die opnamegebied vertoon. Tallusse van die spesie is aangetref vanaf die A - tot die C -gemeenskappe (Fig. 4.32). In die ¹ A -, B-, en C -gemeenskappe is slegs enkele tallusse in die ² boonste segment van die forofietstamme aangetref. Met die uitsondering van die A -gemeenskap waar daar bykans ewe veel ² tallusse bokant en onderkant 1 000 mm op die forofietstamme aangetref is (Fig. 4.32), is daar in die oorblywende gemeenskappe aansienlik meer tallusse in die boonste segment van

die forofietstamme aangetref. Tallusse van die spesie is dikwels in groot getalle op enkele forofietstamme aangetref (Fig. 4.21) en het gevolglik 'n gekonsentreerde horisontale en vertikale verspreidingspatroon vertoon (Fig. 4.21).

Alhoewel die spesie algemeen in die studiegebied voorgekom het, is daar relatief min "rake" vir die spesie aangeteken en lae bedekingswaardes is gevolglik vir die spesie bereken (Fig. 4.31). Die spesie se hoogste bedekkings- en relatiewe bedekingswaardes is in die A₁ - en A₂-gemeenskappe aangetref, beide gebiede met lae lugbesoedelingsgrade (Figure 4.21 en 4.21 A). In die ander gemeenskappe het die ligenespesie weinig tot die totale ligenbedekking van forofietstamme bygedra (Fig. 4.31).

ii) Candelaria concolor (no. 10)

Candelaria concolor is die algemeenste in die studiegebied aangetref en het in alle ligenegemeenskappe voorgekom. Hierdie spesie het uiteindelik alle ander ligenespesies teen die noordfront van forofietstamme vervang namate die ekologie van die verskillende gebiede toenemend ongunstig geraak het vir ligenegroei (Figure 4.21 en 4.21 A). In hierdie gebiede het die spesie oor die algemeen die laagste teen die stamme van forofiete af voorgekom. Vanaf die A₃-gemeenskap het die spesie egter hoër teen forofietstamme begin voorkom en tallusse van die spesie is ook meer dikwels in die boonste segment van forofietstamme aangetref (Fig. 4.32). Figuur 4.21 toon ook hoedat die teenwoordigheid van ligene en veral

C. concolor toenemend minder reëlmatig begin word het nader aan die besoedelingsbronne.

Ofskoon tallusse van C. concolor dikwels teen forofietstamme aangetref is, is daar egter min "rake" vir die spesie aange-teken, soos weerspieël deur die lae bedekkingwaardes in Fig. 4.31. Die toenemende bydrae van C. concolor tot die totale bedekking van forofietstamme in die studiegebied word eweneens in die figuur aangetoon en was veral betenisvol in die gemeenskappe met hoë lugbesoedelingsgrade.

Onidentifiseerbare ligeentallusse:

i) Physciaceae onvolwasse tallusse (no. 13)

Hierdie spesiegroep het 'n wye horisontale verspreiding getoon en individue van hierdie groep is aangeterf in die A₁ - A₂ -, A₃ -, B₁ - en C₁ -ligeengemeenskappe (Fig. 4.21).

Die invloed van lugbesoedeling kon duidelik deur middel van die verspreiding van hierdie spesiegroep aangetoon word. Lede van die spesiegroep is dikwels in veral die A₃ -ligeenge-meenskap aangetref (Figure 4.21 en 4.34). Hierdie ligeenge-meenskap is aan die noordoostelike grens van die opnamegebied aangetref en was beperk tot die oostelike lae intensiteitswoongebiede van Pretoria (Fig. 4.21 A).

'n Kombinasie van mikroklimatologiese- en lugbesoedelings-faktore (gesamentlik of afsonderlik) in die betrokke woonge-

bied (A³-ligeengemeenskap) het tot gevolg gehad dat 'n groot aantal onidentifiseerbare tallusse van die Physciaceae in die gedeelte van die studiegebied aangetref is. Hierdie omgewingsinvloede kon ten eerste tot gevolg gehad het dat die morfologie van tallusse van die betrokke spesies sodanig verander het dat hulle nie meer herkenbaar was nie. Ten tweede kon die groeiwyse van die betrokke spesie sodanig beïnvloed gewees het dat die tallusse verdwerg en gevolglik onherkenbaar voorgekom het.

Tallusse van die spesiegroep is in 'n toenemende mate minder dikwels in die oorblywende twee ligeengemeenskappe aangetref (Fig. 4.21). Figuur 4.21 toon hoedat die ligeengemeenskappe vanaf die A³-gemeenskap toenemend deur die aanwesigheid van meer weerstandbiedende ligeenspesies (Nos. 10 & 11) oorheers is.

Figuur 4.33 toon die lae bedekingswaardes wat in die afsonderlike ligeengemeenskappe vir die spesiegroep aangetref is aan. Ten spyte daarvan dat tallusse van die spesiegroep die volopste in die A³-gemeenskap was, was die bedekingswaarde van die spesiegroep in die gemeenskap baie laag. Hierteenoor was die relatiewe bedekingswaarde van die spesiegroep relatief hoog (Fig. 4.33).

Soos blyk uit Fig. 4.34, het tallusse van die spesiegroep hoofsaaklik in die boonste gedeeltes van forofietstamme voorgekom. Hierdie tendens was veral duidelik waarneembaar vanaf die A²-gemeenskap.

ii) Parmeliaceae onvolwasse tallusse (no.14)

Hierdie spesiegroep is in die A_1 -, A_2 -, A_3 -, B- en C_1 -gemeenskappe aangetref (Figure 4.21 en 4.34). Lae bedekingswaardes is eweneens vir die spesiegroep in die onderskeie ligeengemeenskappe bereken (Fig. 4.33).

Tallusse van hierdie spesiegroep het met die uitsondering van die A_1 -, A_2 - en C_1 -gemeenskappe uitsluitlik in die boonste gedeeltes van forofietstamme voorgekom (Fig. 4.34).

Alhoewel die patroon van voorkoms van hierdie spesiegroep minder ooglopend was as die van tallusse van die Physciaceae (onidentifiseerbare tallusse), het die voorkomspatroon van individue van die Parmeliaceae (onidentifiseerbare tallusse) op 'n soortgelyke wyse as die bespreek vir spesie nommer 10, die nadelige gevolge van omgewingsbeskadiging deur besoedelde lug aangetoon.

4.2.2.1.2.2 In die opnamegebied as geheel

Figuur 4.22 het die verspreiding van individuele ligeenspesies teen die noordfrontgedeelte van forofietstamme aangetoon; in die gedeelte van die opnamegebied waar ligeengroei nog aanwesig was.

Die volgende breë tendense kon in terme van vertikale sonasie onderskei word:

- i) Beide uiters sensitiewe en enkele van die sensitiewe ligeenspesies (nos. 8, 2a & 9) was

afwesig teen die noordfrontgedeelte van forofietstamme.

- ii) Subgroepe 2 en 3 van die sensitiewe groep ligeenspesies asook die semisensitiewe groep ligeenspesies is sporadies teen die noordfrontgedeelte van forofietstamme aangetref.
- iii) Met die uitsondering van spesie nommers 17, 18 & 19, is tallusse van die oorblywende spesies (nos. 2, 6, 19, 1 & 4) nooit laer as 980 mm bo die grondoppervlak aangetref nie. In die geval van spesie nommers 18 & 17 is daar meer tallusse van die spesies teen die onderste gedeeltes van forofietstamme aangetref as wat daar teen die boonste gedeeltes van die forofietstamme aangetref is.
- iv) Namate die ligeenspesies meer weerstandbiedend ten opsigte van lugbesoedeling was, is die spesies met 'n relatief groter reëlmaat teen die forofietstamme aangetref (vergelyk die voorkoms van spesie nos. 19, 7 & 4; Fig 4.20).
- v) Veral tallusse van Physciopsis pyritrocardia (11) en Candelaria concolor (10) - beide semitolerante spesies, het relatief reëlmatig teen die forofietstamme voorgekom.

- vi) Figuur 4.20 het uitgewys dat die ligeengroei wat teen die onderste, noordfrontgedeelte van forofietstamme in die opnamegebied teenwoordig was, hoofsaaklik uit Physciopsis pyritrocardia en Candelaria concolor bestaan het.
- vii) Die ligeengroei van die middelste gedeelte van forofietstamme hoofsaaklik saamgestel was uit spesie nommers 1, 4, 11 en 10. Soos in die geval van beide die boonste en onderste gedeelte van die forofietstamme was C. concolor weereens die prominente spesie.
- viii) Bovermelde spesies (1, 4, 11, & 10), tesame met spesie nommers 6 en 19 het in hoofsaak die ligeengroei uitgemaak wat hoër as 1 560 mm teen die boonste gedeeltes van forofietstamme in die studiegebied aangetref is. Spesie nommers 6, 19, 1 en veral 4 het nie hoër as 1 900 mm teen forofietstamme voorgekom nie.
- ix) Intra vertikale variasie is veral deur die teenwoordigheid van tallusse van Candelaria concolor aangetoon. Tallusse van hierdie spesie het vanaf minder dikwels teen die onderste gedeelte van forofietstamme tot meer dikwels teen die boonste gedeeltes gevarieer.

4.2.2.1.3 Diversiteitsindekse van die verskillende liggemeenskappe

4.2.2.1.3.1 Inleiding

'n Indeks van diversiteit is 'n beskrywende (unieke) kenmerk van 'n gemeenskap, soortgelyk aan byvoorbeeld 'n lys van spesies wat in 'n gemeenskap aangetref word (Barbour, Burk & Pitts, 1980).

Whittaker (1960, 1978) het drie groepe spesiediversiteit onderskei. Alfa - of intrahabitat-diversiteit wat na die spesierykdom van spesifieke gemeenskappe of individuele opnames van die betrokke gemeenskap verwys. Daarteenoor verwys beta- of tussen-habitat diversiteit na die graad van verandering in spesiesamestelling langs 'n omgewingsgradiënt. Gamma-diversiteit verwys na die diversiteit van 'n aantal stande wat saamgegroepeer is. Alfa-diversiteit is 'n definitiewe eienskap van die stand wat beskryf word en is die gevolg van die evolusie van spesies tot 'n gemeenskap wat verskil in terme van nisse, posisie of verwantskap ten opsigte van ander spesies binne die gemeenskap (Whittaker, 1978). Gamma-diversiteit is afhanklik van die reeks van stande wat saamgegroepeer is en maak dit tot 'n groot mate afhanklik van 'n spesifieke datastel. Beta-diversiteit in terme van 'n omgewingsgradiënt ontstaan as gevolg van die versameling van spesies wat ten opsigte van hulle habitatte van mekaar verskil en gevolglik 'n verspreidingsverwantskap toon met die omgewingsgradiënt. Beta-diversiteit is gevolglik geheel en al 'n eienskap van die betrokke datastel

(Whittaker, 1978).

In die geval van hoër plante word daar oor die algemeen 'n gradiënt van toenemende spesiediversiteit aangetref namate daar van die pole in die rigting van die ekwator, of van hoër na laer hoogtes bo seevlak beweeg word. Alhoewel dit nie in alle omstandighede geld nie, neem diversiteit oor die algemeen toe namate enige spanningsfaktor wat in 'n omgewing teenwoordig is, afneem (Krebs, 1972). Johnsen (1976) en Barbour et al. (1980) het egter daarop gewys dat die belang van spesiediversiteit op die huidige tydstip nog nie ten volle verstaan word nie. Hulle het dit aan die volgende moontlikhede toegeskryf; 'n gebrekkige model van 'n gemeenskap vanuit 'n teoretiese oogpunt, of dat daar tot dusver nog nie 'n geskikte formule bestaan wat spesiediversiteit kan uitdruk nie.

4.2.2.1.3.2 Bepaling van spesiediversiteit

4.2.2.1.3.2.1 Aantal spesies

Tydens die berekening van die verskillende indekse (Tab. 4.20), is slegs die ligeenspesies gebruik wat as "rake" aan die noordfronte van forofietstamme aangeteken is (Fig. 4.35).

Die aantal spesies wat in 'n gemeenskap voorkom is die eerste en oudste begrip van spesiediversiteit (Krebs, 1978) en word spesierykdom genoem (Barbour et al., 1980; Krebs, 1978).

Hierdie indeks behels slegs die tel van die verskillende spesies in die betrokke gemeenskap. 'n Nadeel verbonde aan hierdie metode is dat skaars spesies en spesies wat volop voorkom, gelykwaardig beskou word (Krebs, 1978).

Ten spyte van bovermelde nadeel, kon daar met behulp van hierdie indeks duidelike verskille in die ligeengemeenskappe aangetoon word wat aan die noordfront van forofietstamme in die studiegebied aangetref is (Tab. 4.20).

So byvoorbeeld was daar 'n duidelike gradiënt aanwesig in die aantal spesies wat vanaf die A₁- (onbesoedeld) na die D-gemeenskap (besoedelde gebied) aangetref is. Daar was ook duidelike verskille ten opsigte van die aantal spesies wat in die verskillende gedeeltes en ook die totale lengte van die stam in die verskillende gemeenskappe aangetref is. Hierdie verskille in die aantal spesies weerspieël die invloed van lugbesoedeling wat die konstante afname in spesieaantalle in die rigting van die besoedelingsbronne tot gevolg gehad het.

4.2.2.1.3.2.2 Simpson se Indeks van Diversiteit (D)

Heterogeniteit is 'n tweede konsep van diversiteit. Hierdie begrip sluit beide relatiewe voorkomdigtheid en aantal spesies in (Krebs, 1978).

Daar bestaan verskeie maatstawwe vir die kwantifisering van heterogeniteit (Peet, 1974). Die populêrste maatstawwe word

ontleen aan die informasieteorie (Shanon-Wiener Indeks) of die waarskynlikheidsteorie (Simpson se indeks) (De Jong, 1974; Peet, 1974).

Die formule waarvolgens Simpson se indeks bereken is, is onder 3.2.4.2.3 bespreek. Die indeks vermeerder vanaf 'n waarde van 0 vir 'n gemeenskap wat slegs uit een spesie bestaan (lae spesierykdom en -diversiteit), tot 'n maksimum waarde van $(1-1/S)$ vir 'n gemeenskap waar elke individu 'n verskillende spesie verteenwoordig (hoë spesierykdom en -diversiteit).

Die indeks gee relatief min gewig aan skaars spesies (Krebs, 1978) en is gevolglik meer sensitief vir die getalle van spesies wat die meeste voorkom. Ten spyte van die nadeel is die indeks (en so ook die Shannon-Wiener indeks) gevoelig vir veranderings in die aantal spesies asook veranderings in die verpreidingspatroon van individue van die spesies, beide eienskappe wat vermelde indekse meer bruikbaar as ander indekse maak (Cox, 1976).

Die volgende tendense kon met behulp van Simpson se indeks van spesiesdiversiteit ten opsigte van ligeengroei aan die noordfront van forofietstamme aangedui word (Tab. 4.20 en Fig. 4.35 A):

Aangesien Simpson se indeks deur verskille in monstergrootte beïnvloed word (in teenstelling met die Shannon-Wiener indeks) kan die vergelykings wat tussen die verskillende

gemeenskappe in die huidige geval getref is, slegs as relatief beskou word.

i) Die forofietstamme as geheel

i.i Lae indekswaardes (lae spesiesdiversiteit en rykdom) was kenmerkend van die B, en C₁ tot 2⁻ligeengemeenskappe.

i.ii In teenstelling met bovermelde was hoër indekswaardes (hoër spesiesdiversiteit en -rykdom) verteenwoordigend van die A₁ tot 3⁻gemeenskappe in die studiegebied as geheel.

ii) Vanaf grondvlak tot 1 000 mm

ii.i) Lae indekswaardes was ook kenmerkend van die B- en C₂-gemeenskappe. Die C₁-gemeenskap se hoër waarde word veroorsaak deur 'n kombinasie van 'n klein aantal individue en spesies en ook die verspreiding van die individue.

ii.ii) Die indekswaardes van die A₁ tot 3⁻ligeengemeenskappe was die hoogste wat aan die noordfronte van forofietstamme in die studiegebied aangetref is, waardes wat op die hoogste spesiesdiversiteit en spesierykdom in die studiegebied gedui het.

iii) Vanaf 1 tot 2 m

iii.i) Die indekswaardes van die B en C_1 tot 2^- gemeenskappe was, soortgelyk aan bovermelde gevalle (i.i & ii.i) laag.

iii.ii) Die indekswaardes van die A_1 tot 3^- gemeenskappe was hoër as die van ligeengemeenskappe genoem onder iii.i, maar was nogtans die laagste wat vir die betrokke gemeenskappe en gebied as geheel bereken is.

Die volgende algemene afleidings kon ten opsigte van alfa- en beta-diversiteit in die opnamegebied gemaak word.

i) Alfa-diversiteit (Tab. 4.21 en Fig 4.36):

Die verskillende waardes van die onderskeie gemeenskappe word aangetoon in Tab. 4.21 en kan soos volg opgesom word:

A_1 -gemeenskap:
Gemiddelde indekswaarde = 0,54
Minimum indekswaarde = 0,20
Maksimum indekswaarde = 0,70

A_2 -gemeenskap:
Gemiddelde indekswaarde = 0,34
Minimum indekswaarde = 0,00
Maksimum indekswaarde = 0,70

A_3 -gemeenskap:
Gemiddelde indekswaarde = 0,22
Minimum indekswaarde = 0,00
Maksimum indekswaarde = 0,50

B-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = (0,20)
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,20

 C₁-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = (0,50)
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,50

 C₂-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,00
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,00

D-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,00
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,00

Bovermelde lys toon dat die indekswaardes in die rigting van die D-gemeenskap afgeneem het en dat nulwaardes toenemend na die A₂-gemeenskap aangetref is. Dit dui, soos voorheen bespreek, op 'n toenemende verlaging in spesiesdiversiteit en spesierykdom.

Die verspreiding van die Simpson indekswaardes van individuele opnamepunte word in Fig 4.36 aangetoon. Soos aangedui op die verspreidingskaart kon drie groepe releves onderskei word. Die groepe het gewissel vanaf groep 3 waar individuele opnamepunte met die hoogste indekswaardes saamgegroepeer is tot groep 1 waar slegs nulwaardes aangetref is.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.20 en Fig 4.35)

ii.i) Ten opsigte van die hele stam het spesies-

diversiteit en spesierykdom in die volgende rigting afgeneem: $A_1 > A_3 > A_2$, terwyl die afname ten opsigte van die 0 tot 1 m gedeelte van stamme die volgende was: $A_2 > A_3 > A_1$. Die rigting van vermindering van die waarde van D vir ligeengemeenskappe teen die 1 tot 2 m gedeelte van die stamme was: $A_1 > A_3 > A_2$.

- ii.ii) Die verskillende B-gemeenskappe se indekswaardes het weinig van mekaar verskil.
- ii.iii) In die geval van die verskillende C-gemeenskappe was die rigting van verandering telkemale $C_1 > C_2$. Indekswaardes van die B- en C-gemeenskappe het op baie lae spesiesdiversiteit en -rykdom gedui.
- ii.iv) Beta-diversiteit het gevolglik parallel met alfa-diversiteit in die rigting van ongunstiger omgewingstoestande verminder (veranderings vanaf waardes hoër as 3 in die oostelike woongebiede tot waardes van slegs 1 in die omgewing van die westelike woongebiede).

4.2.2.1.3.2.3 Shannon-Wiener Indeks van Diversiteit (H)

Die Shannon-Wiener indeks is ontleen vanaf die sogenaamde informasieteorie ("information theory"), die hoofdoel daarvan is om die hoeveelheid orde (wanorde) in 'n sisteem te meet

(Krebs, 1978).

Die formule waarvolgens Shannon-Wiener indekswaardes bereken word, is onder 3.2.4.2.4 bespreek. Die indeks dui die moeilikheidsgraad aan waarmee die spesie van die volgende individu voorspel kan word wat ewekansig uit 'n populasie geneem word. Hoe groter die waarde van H , hoe meer veranderlik die samestelling van die gemeenskap (hoe groter die onsekerheid of onvoorspelbaarheid) en ook hoe meer veranderlik elke opnamepunt in die gemeenskap sal wees. Waardes van H varieer vanaf nul vir gemeenskappe wat uit slegs een spesie bestaan tot byvoorbeeld sewe, in die geval van spesiesryke woude.

Enkele nadele in verband met die gebruik van hierdie indeks bestaan, ten eerste is die indeks sensitief ten opsigte van die teenwoordigheid van skaars spesies. Dit is juis in sulke gevalle waar die grootste mate van monsterneemfout gemaak kan word (Barbour et al., 1980). Tweedens word daar vir die gebruik van die indeks aanvaar dat die monster ewekansig uit 'n oneindig groot populasie geneem is, 'n aanvaarding waaraan selde voldoen kan word (Poole, 1974). Hy het verder beweer dat die indeks slegs van pas is in versamelings van spesies met ongeveer dieselfde grootte en trofiese vlak.

Die volgende tendense, ten opsigte van die ligeengroei aan die noordfronte van forofietstamme, kon aangedui word met behulp van die Shannon-Wiener indeks van spesiesdiversiteit

(Tab 4.20 en Fig 4.35 B):

- i) Die forofietstamme as geheel
 - i.i) Indekswaardes na aan of gelyk aan nul (baie lae spesiesdiversiteit en -rykdom) was kenmerkend van die B en C_1 tot 2 -ligeengemeenskappe.
 - i.ii) In teenstelling met bovermelde is hoër indekswaardes (hoër spesiesdiversiteit en -rykdom) vir die A_1 tot 3 en die studiegebied as geheel bereken. Die A_1 -gemeenskap het die hoogste waarde vertoon.

- ii) Vanaf grondvlak tot 1 000 mm
 - ii.i) Baie lae indekswaardes (meestal nulwaardes) was kenmerkend van die B- en C_1 tot 2 -ligeengemeenskappe.
 - ii.ii) Die indekswaardes van die A_1 tot 2 -ligeengemeenskappe en die studiegebied as geheel, het op die hoogste spesiesdiversiteit en spesierykdom aan die gedeeltes van forofietstamme gedui.

- iii) Vanaf 1 000 tot 2 000 mm
 - iii.i) Die indekswaardes van die B- en C_1 -gemeenskappe was baie laag. Ten spyte daarvan, was die indekswaarde van die B-gemeenskap tot 'n geringe

mate hoër as die bereken vir die gemeenskap aan ander gedeeltes van die forofietstamme.

iii.ii) Alhoewel die indekswaardes van die A_1 tot 3^- gemeenskappe hoër was as die bespreek onder iii.i, was die waardes nogtans laer as die bespreek onder i.ii en ii.ii.

Die volgende globale tendense kon ten opsigte van alfa- en beta-diversiteit in die opnamegebied aangetoon word.

i) Alfa-diversiteit (Tab. 4.21 en Fig 4.37):

Indiwiduele waardes van opnamepunte in die onderskeie gemeenskappe word aangetoon in Tab. 4.21 en kan soos volg opgesom word:

A_1 -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 1,50
Minimum indekswaarde	= 0,60
Maksimum indekswaarde	= 2,30
A_2 -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,86
Minimum indekswaarde	= 0,00
Maksimum indekswaarde	= 2,10
A_3 -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,35
Minimum indekswaarde	= 0,00
Maksimum indekswaarde	= 1,30
B-gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= (0,50)
Minimum indekswaarde	= 0,00
Maksimum indekswaarde	= 0,50
C_1 -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,20
Minimum indekswaarde	= 0,00

Maksimum indekswaarde = 1,00

C_2 -gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,00
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,00

D-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,00
 Minimum indekswaarde = 0,00
 Maksimum indekswaarde = 0,00

Bovermelde lys toon dat die indekswaardes in die rigting van die D-gemeenskap afgeneem het en dat nulwaardes toenemend na die A_2 -gemeenskap aangetref is. Dit dui, soos voorheen bespreek, op 'n toenemende verlaging in spesiediversiteit en spesiesrykdom.

Tabel 4.21 dui ook op die toenemende aantal opnamepunte (forofiete) waarop geen ligeengroei (of geen "rake" van individuele tallusse) aan die noordfront aangeteken is nie.

Die Shannon-Wiener indekswaardes van individuele opnamepunte word aangetoon in Fig. 4.37. Soos aangedui op die verspreidingskaart kon drie groepe releves op grond van hulle indekswaardes onderskei word. Die groepe het gewissel vanaf groep 3 waar individuele opnamepunte met die hoogste indekswaardes (relatief hoër spesiediversiteit en spesierykdom) saamgegroepeer is, tot groep 1 waar slegs nulwaardes aangetref is.

Figure 4.37 en 4.38 toon die verband wat daar bestaan tussen

die verspreiding van individuele waardes van die twee indekse en ooreenkoms tussen die verspreiding van die onderskeie groepe.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.20 en Fig. 4.35)

ii.i) Ten opsigte van die hele stam het spesiesdiversiteit en spesierykdom in die volgende rigting afgeneem: $A_1 > A_2 > A_3$, terwyl die afnamerigting ten opsigte van die 0 tot 1 m gedeeltes van forofietstamme was: $A_2 > A_3 > A_1$. Die rigting van vermindering ten opsigte van die 1 tot 2 m gedeelte van die stamme was: $A_1 > A_3 > A_2$.

ii.ii) Die verskillende B-gemeenskappe se indekswaardes was baie laag en het min (verskilwaarde van 0.1) van mekaar verskil.

ii.iii) In die geval van die verskillende C-gemeenskappe was dit slegs die C_1 -gemeenskap wat nie nulwaardes vertoon het nie.

ii.iv) Beta-diversiteit het parallel met alfa-diversiteit in die rigting van ongunstiger omgewingstoestande verander (vanaf waardes hoër as 2 in die oostelike woongebiede tot nulwaarde in die omgewing van die westelike woongebiede).

4.2.2.1.3.2.4 Opsomming en vergelyking van die verskillende indekse van diversiteit

Aangesien die formules van mekaar verskil, het die absolute waardes van die Simpson en Shannon-Wiener indekse van mekaar verskil (Barbour et al., 1980).

Al drie die indekse van diversiteit; die aantal spesies (kyk 4.2.2.1.3.2.1) asook die D- en H-indekse het die retrogressie wat ten opsigte van ligeengroei in die studiegebied aanwesig was, aangetoon. Dit bevestig die gevolgtrekkings wat voorheen met behulp van ander metodes gemaak is (Wessels, 1982) en so ook die stelling van Krebs (1972) dat spesiediversiteit oor die algemeen toeneem namate enige spanningsfaktor afneem wat in 'n omgewing teenwoordig mag wees.

Beide indekse het ook die subtiele verskille in die ligeengroei van die verskillende dele van die forofietstamme uitgewys. Alfa- sowel as beta-diversiteit kon ook met behulp van die indekse aangetoon word en beta-diversiteit kon ook die invloed van besoedelde lug op ligeengroei in die studiegebied uitwys.

Bovermelde bevestig die bevinding van Krebs (1972). Hy het gevind dat dit in die praktyk nie veel saak maak watter van die verskillende spesiediversiteitmaatstawwe gebruik word nie. Hy het voorgestel dat 'n kombinasie van twee maatstawwe, (1) aantal spesies in die opname en (2) van die relatiewe voorkomsdigtheidpatrone (D of H), die meeste biologiese informasie ten opsigte van diversiteit opsom. Peet

(1974) het egter voorgestel dat waar die indekse verskil, die Shannon-Wiener indeks meer aanvaarbaar is aangesien die indeks volgens sy mening meer met die algemene begrip van diversiteit ooreenstem.

Daarteenoor het Simpson se indeks, beta-diversiteit veral in die geval van die B , C_1 en 2 en D -gemeenskappe duideliker uitgewys as wat die geval was met die Shannon-Wiener indeks.

Ten spyte van die aanbevelings van beide Krebs (1972) en Peet (1974) word die uiteindelijke keuse van 'n indeks van diversiteit wel beïnvloed deur die relatiewe belang wat die werker heg aan die invloed wat raar of volop spesies het op die waardes van die onderskeie indekse (Greig-Smith, 1983). Indien spesiesdominansie van primêre belang is, is die Simpson indeks 'n meer gepaste diversiteitsmaatstaf as die Shannon-Wiener indeks wat meer gevoelig is vir raar spesies (Poole, 1974).

Die resultate het voorts daarop gedui dat indien sulke indekse as moniteringsmaatstaf gebruik wil word, die posisie van die opname (tipe ligeengroei) teen die forofietstamme gestandaardiseer moet word.

Bogaande bespreking het daarop gewys dat daar voor-sowel as nadele aan beide die indekse verbonde is en dat daar -alvorens 'n opname gemaak word, besin moet word oor watter aspek van die gemeenskap(pe) stand beklemtoon wil word deur gebruikmaking van 'n spesifieke formule en dat die opname

sodanig aangepak word.

4.2.2.1.4 Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)

4.2.2.1.4.1 Inleiding

Die formule waarvolgens die IAP-waarde vir individuele opnamepunte bereken is, is bespreek onder 3.2.4.2.4. Hawksworth (1973) en Herben & Liska (1984, 1986) het verskillende gebruike van die IAP-metode, asook die verskillende formules waarvolgens IAP-waardes bereken kan word bespreek. Hawksworth het ook die gebruike van ander, soortgelyke indekse bespreek.

Herben & Liska (1986) het bo en behalwe die twee bestaande indekse 'n derde, nuwe indeks voorgestel wat veral geskik gevind is vir die indeksering van die ligeengroei in versteurde gebiede wat uit 'n groot aantal poleofiliese spesies bestaan. Gegrand op hulle bevindings is die formule wat in die huidige studie gebruik is die geskikste vir die tipe ligeengroei (verhouding van sensitiewe tot nie sensitiewe spesies) wat in die studiegebied aangetref is.

Die resulate wat met behulp van hierdie metode in die Pretoria-studiegebied verkry is, is aangegee in Tabela 4.20 en 4.21 en grafies voorgestel in Figure 4.35, 4.38, 4.39 en 4.40.

Deur gebruik te maak van indikatorspesies, skeep hierdie metode die moontlikheid om te onderskei tussen gebiede met hoë en lae grade van lugbesoedeling. Hoë IAP-waardes verteenwoordig 'n ryk epifietgroei, in relatief onbesoedelde gebiede, terwyl teenoorgestelde toestande deur lae IAP-waardes aangedui word.

Sodra die numeriese waarde vir elke opnamepunt bereken is, kan die IAP-waardes kartografies aangestip, of verskillende sones op grond van die verkreë waardes gekonstrueer word. Verskeie werkers het reeds van IAP-karteringstegnieke gebruik gemaak om isotoksiese sones om industriële gebiede af te baken (DeSloover, 1964; DeSloover & Le Blanc, 1968; Le Blanc & DeSloover, 1970; Le Blanc, Rao & Comeau, 1972; Mathis & Tomlinson, 1972; Stringer & Stringer, 1974; Case, 1980; Kauppi & Mikkonen, 1980). Die IAP-metode word ook dikwels gebruik in langtermyn moniteringstudies waardeur die invloed van nuwe, of uitbreidings aan bestaande, industriële gebiede op die bepaalde omgewings bepaal word (Richardson & Nieboer, 1981).

4.2.2.1.4.2 IAP-waardes van die verskillende gemeenskappe

Deur gebruik te maak van die voorkoms van ligene aan die noordfronte van forofietstamme en verwerking van die resultate met behulp van die IAP-metode, kon die volgende tendense met betrekking tot die impak van lugbesoedeling op

ligeengroei in die Pretoria-studiegebied aangedui word (Tabelle 4.20 & 4.21 asook Fig. 4.35 C):

i) Die forofietstamme as geheel

i.i) Lae indekswaardes (lae spesiediversiteit / rykdom, tesame met verhoogde lugbesoedlingsgraad) was kenmerkend van die A_3 -, B- en C_1 en 2 -gemeenskappe, maar veral die D-gemeenskappe.

i.ii) In teenstelling met bovermelde, was hoër IAP-waardes (hoër spesiediversiteit /-rykdom en ook laer graad van lugbesoedeling) verteenwoordigend van die A_1 - en A_2 -ligeengemeenskappe.

ii) Vanaf grondvlak tot 1 000 mm

ii.i) Die laagste IAP-waardes was verteenwoordigend van die ligeengroei wat teen hierdie gedeelte van forofietstamme in die A_3 , B, C_{1-2} en D-ligeengemeenskappe gevind is.

ii.ii) Die IAP-waardes van die A_1 en 2 -ligeengemeenskappe was aansienlik hoër as die IAP-waardes van die gemeenskappe wat hierbo bespreek is. Hierdie waardes het daarop gedui dat die gebied relatief onbesoedeld was en dat die ligeengroei 'n hoër graad van spesiediversiteit en spesie-

rykdom gehad het.

iii) Vanaf 1 000 tot 2 000 mm

- iii.i) Die indekswaardes van die A_3 , B en C_1 en 2^- gemeenskappe was hoër as in die voorafbespreekte gevalle en het gevolglik gedui op die teenwoordigheid van 'n laer graad van besoedeling en ook 'n hoër graad van spesiediversiteit en spesierykdom.
- iii.ii) Die hoogste IAP-waardes is in die A_1 en 3^- gemeenskappe gevind. Sulke waardes was verteenwoordigend van ligeengemeenskappe met 'n hoër spesiediversiteit en spesierykdom en ook gemeenskappe wat in toenemend onbesoedelde gebiede voorgekom het.

Die volgende algemene afleidings kon ten opsigte van alfa- en beta-diversiteit gemaak word.

i) Alfa-diversiteit (Tab. 4.21 en Fig. 4.38):

IAP-waardes van individuele opnamepunte (saamgegroepeer in die onderskeie ligeengemeenskappe), word aangetoon in Tab. 4.21 Die individuele gemeenskapswaardes kan soos volg opgesom word:

A ₁ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 4,33
Minimum indekswaarde	= 1,37
Maksimum indekswaarde	= 9,10
A ₂ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 4,23
Minimum indekswaarde	= 0,80
Maksimum indekswaarde	= 16,5
A ₃ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,74
Minimum indekswaarde	= 0,30
Maksimum indekswaarde	= 1,40
B-gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 1,00
Minimum indekswaarde	= 0,32
Maksimum indekswaarde	= 1,40
C ₁ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,32
Minimum indekswaarde	= 0,16
Maksimum indekswaarde	= 0,63
C ₂ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,21
Minimum indekswaarde	= 0,16
Maksimum indekswaarde	= 0,29
D-gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= (0,16)
Minimum indekswaarde	= ****
Maksimum indekswaarde	= 0,16

Weens die afwesigheid van die groot aantal nulwaardes, toon die IAP-indekswaardes die toenemende verlaging in spesie-diversiteit en spesiesrykdom (tegelyktydige toename in besoedelingsgraad) duideliker as die Simpson- en Shannon-Wiener indekse aan.

IAP-indekswaardes van individuele opnamepunte word aangetoon in Fig. 4.38. Soos aangedui op die verspreidingskaart kon drie groepe releves op grond van hulle indekswaardes onderskei word. Die groepe het gewissel vanaf groep 3 waar

indiwiduele opnamepunte met die hoogste indekswaardes (relatief hoër spesiediversiteit / spesierykdom en laer besoedelingsgraad) saamgegroepeer is, tot groep 1 waar IAP-waardes laer as 1 aangetref is (relatief laer spesiediversiteit / spesierykdom en hoër besoedelingsgraad).

Figure 4.36, 4.37 en 4.39 wys op die swak verband wat daar bestaan het tussen die verspreiding van indiwiduele IAP-waardes en waardes van die Simpson- en Shannon-Wiener indekse. Van die drie indekse het die verspreiding van IAP-waardes tot 'n groter mate ooreengestem met die sonegroeperings (gegrond op spesieaantalle en IL-waardes) van 'n vorige studie (Wessels, 1982).

Aangesien die indekse op verskillende formules gegrond is, kon 'n hoë mate van ooreenkoms nie verwag word nie. Dit was ook onwaarskynlik dat volkome ooreenkoms met die bevindings van die vorige studie aanwesig sou wees aangesien daar in die huidige studie na die ligenflora van 'n spesifieke gedeelte van die forofietstamme gekyk is. Soos voorheen bespreek, neig die ligeengroei van spesifieke fronte om spesifiek en relatief uniek te wees.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.20 en Fig. 4.35 C)

ii.i) Ten opsigte van die stam as geheel, asook die onderste en boonste segmente van die forofietstamme, het die IAP-waardes soos volg afgeneem:

$A_1 > A_2 > A_3$. Hierdie afnamerigting stem ooreen met die afnamerigting wat algemeen in die literatuur vermeld word, deurdat die hoogste indekswaardes in die omgewings weg van die besoedelingsbronne aangetref word.

- ii.ii) Die verskillende stamgedeeltes se indekswaardes in die B-gemeenskap het relatief min van mekaar verskil. Die hoogste berekende waardes was die vir ligeengemeenskappe teen die 1000 tot 2000 mm segment van forofietstamme.
- ii.iii) In die geval van die verskillende C-gemeenskappe was die rigting van verandering telkemale $C_1 > C_2$. Indekswaardes van die B- en beide C-gemeenskappe het op baie lae spesiediversiteit en -rykdom, maar tegelykertyd op verhoogde besoedelingsgrade gedui.
- ii.iv) Baie lae indekswaardes (baie lae spesiediversiteit en -rykdom, tesame met 'n toenemend verhoogde besoedelingsgraad) was verteenwoordigend van die ligeengroei teen die 1 - 2m gedeeltes van forofietstamme in die D-gemeenskappe.
- ii.v) Beta-diversiteit het gevolglik parallel met alfa-diversiteit in die rigting van ongunstiger omgewingstoestande verminder (veranderings vanaf waardes hoër as 3 in die oostelike woongebiede

tot waardes van slegs 1 in die omgewing van die westelike woongebiede).

4.2.2.1.5 Vergelyking tussen resultate verkry met behulp van twee konvensionele spesiediversiteitindekse en 'n indeks gegrond op indikator spesies (IAP)

Die resultate word aangegee in Tabelle 4.22 en 4.23 en Figure 4.39 tot 4.43.

4.2.2.1.5.1 Onderlinge vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener- en IAP-indekswaardes

Schuman & Bouwer (1969) het die volgende aanbevelings betreffende die beduidenheid van die korrelasie tussen twee stelde veranderlikes gemaak:

"As 'n betroubare korrelasiekoëffisiënt

- i) 'n numerieke waarde tussen nul en 0,25 het, dui dit op geen of onbenullige korrelasie,
- ii) 'n numerieke waarde tussen 0,25 en 0,50 het, dui dit op 'n lae korrelasie tussen die veranderlikes,
- iii) 'n numerieke waarde tussen 0,50 en 0,75 (in die huidige geval 0,50 - 0,80) het, dui dit op 'n noemenswaardige of redelike mate van korrelasie,
- iv) 'n numerieke waarde groter as 0,75 (0,80) het, dui dit op 'n hoë korrelasie."

In gevalle waar vervolgens na die mate van korrelasies verwys word, sal bovermelde onderskeidings gebruik word.

'n Aanvaarbare indeks vir die bepaling van die invloed van lugbesoedeling, soos byvoorbeeld die IAP-indeks wat gegrond

is op indikator spesies, behoort beduidenswaardig te korreleer met konvensionele (bewese) spesiediversiteitsindekse (Case, 1980).

Tabel 4.22 en Fig. 4.39 toon egter aan dat daar geen korrelasie bestaan het tussen die indekswaardes wat met behulp van die Simpson- en IAP-formules, bereken is nie. Daar was egter 'n redelike korrelasie tussen indekswaardes verkry met behulp van die Shannon-Wiener en IAP-metodes. Hierdie lae korrelasies tussen die verskillende indekse kan gedeeltelik toegeskryf word aan verskille in die formules wat gebruik word om die verskillende indekse te bereken, asook eienskappe inhirent aan die onderskeie formules, soos beïnvloed deur die bepaalde ligeengroei.

In teenstelling hiermee was daar 'n hoë onderlinge korrelasie tussen indekswaardes wat volgens die Simpson en Shannon-Wiener formules bereken is (Tab. 4.22 en Fig. 4.39).

4.2.2.1.5.2 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal tallusse wat per forofiet aangetref is

Volgens die waardes aangegee in Tab. 4.22 en aangetoon in (Fig. 4.41 A-C), was daar slegs 'n lae korrelasie tussen die spesiediversiteit-indekswaardes wat volgens die Simpson- en Shannon-Wiener formules bereken is en die aantal tallusse wat by elke opnamepunt teen die noordfront van forofietstamme aangetref is.

Daarteenoor was daar 'n hoë korrelasie tussen die aantal tallusse wat op die individuele forofietstamme aangetref is en die berekende IAP-waardes (Tab. 4.22 en Fig. 4.40 C).

Die bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.22) toon dat veranderinge in IAP-waardes, verklaar kon word in terme van veranderinge in die aantal tallusse wat teen die noordfront van forofietstamme in die studiegebied aangetref is. Daarteenoor was daar geen verklarende verband tussen die aantal tallusse per forofietstam en ooreenstemmende Simpson- of Shannon-Wiener indekswaardes nie.

4.2.2.1.5.3 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal spesies wat per forofiet aangetref is

Die waarde van die IAP indeks as metode vir die bepaling van die invloed van omgewingsbesoedeling, is tweedens afhanklik van die spesifieke voorvereiste dat dit dieselfde hoeveelheid informasie as meer konvensionele metodes vir die indeksering van spesiediversiteit moet verskaf.

Voorts word die waarde van 'n indeks wat die graad aantoon van, in die geval ligeengemeenskapbeskadiging, bepaal deur die hoeveelheid inligting wat behoue bly in verhouding tot die hoeveelheid inligting wat deur metodes verskaf word waar die totale komplement van spesies bestudeer word (Case, 1980). Hierdie voorvereiste is veral van belang in gevalle waar biomonitoringspunte verspreid oor groot oppervlaktes voorkom en waar die gebruik van enkele indikatorspesies vir

die opstel van IAP-kaarte dieselfde hoeveelheid inligting sou verskaf as waar alle spesies gebruik sou word.

Met behulp van Tab. 4.23 (grafies voorgestel in Fig. 4.41) kon aangetoon word dat daar 'n hoë korrelasie bestaan het tussen die aantal spesies en waardes van die Simpson- en Shannon-Wiener-indekse. 'n Redelike mate van korrelasie tussen die aantal spesies en IAP-indekswaardes kon aangetoon word (Tab. 4.23).

Die bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.23) wys daarop dat veranderinge in die geval van die Simpson- en Shannon-Wiener-indekswaardes slegs tot 'n redelike mate verklaar kon word in terme van veranderinge in die aantal spesies wat op die noordfront gedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is. Daarteenoor was daar 'n swak verklarende verband tussen die aantal spesies wat per forofietstam aangetref is en die ooreenstemmende IAP-indekswaarde.

Bovermelde wys daarop dat die aantal spesies nie betekenisvol met IAP-waardes gekorreleer was nie en dat slegs 'n klein hoeveelheid van die veranderlikheid van die indekswaarde daardeur verklaar kon word. Dit wys daarop dat IAP-indekswaardes nie slegs 'n uitdrukking was van die aantal spesies wat in 'n betrokke stand voorgekom het nie. Hierdie metode kan gevolglik met vrug gebruik word waar slegs enkele spesies in die opname ingesluit wil word.

4.2.2.1.5.4 Verband tussen toenemende afstand vanaf industriële gebied en verandering in die aantal spesies/tallusse op individuele forofietstamme.

Berekende waardes aangegee in Tabel 4.23 (grafies voorgestel in Fig. 4.22) toon dat daar geen verband bestaan het tussen 'n toename in die afstand vanaf die industriële gedeeltes van die Pretoria-studiegebied en verandering in die waardes van die drie indekse nie. Hierdie resultate dui daarop dat afstand nie die enigste faktor was wat verantwoordelik was vir verandering in die betrokke indekswaardes nie.

Die bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.23) dui daarop dat veranderinge in die aantal spesies, aantal tallusse en die onderskeie indekse, hoegenaamd nie verklaar kon word in terme van toenemende afstand vanaf die industriële gebiede nie. Hierdie bevindings dui daarop dat daar bo en behalwe afstand vanaf die industriële gebied bykomende faktore aanwesig was wat ligeengroei aan die noordfront van forofietstamme beïnvloed het.

Die aantal spesies en ook die aantal tallusse wat op individuele forofietstamme teenwoordig was, het aansienlik vanaf die een na die ander individuele stam en ook vanaf die een gedeelte van die stad na die ander gedeelte verskil (Fig. 4.43). Oor die algemeen toon die verspreiding van die ligeengroeiwaardes egter 'n stygende tendens in die rigting van die oostelike woongebiede (onbesoedelde gedeeltes).

4.2.2.1.5.5 Gevolgtrekkings aangaande die waarde en gebruik van IAP-waardes en twee spesiediversiteits-indekse

IAP-indekswaardes het nie betekenisvol met die Shannon-Wiener- en Simpson-indekswaardes gekorreleer nie. Daar was egter 'n betekenisvolle onderlinge korrelasie tussen die resultate van laasgenoemde twee indekse.

Die IAP-metode het betekenisvolle waardes in gebiede met hoër grade van lugbesoedeling gelewer. Daarteenoor het die ander twee indekse slegs nulwaardes vir dieselfde opnamepunte gelewer (Tab. 4.21).

Voorts het dit geblyk dat IAP-waardes 'n betroubare aanduiding verskaf het van die diversiteit van ligeengemeenskappe, sonder dat die volledige spektrum van spesies opgeneem hoef te word. Hierdie eienskap van die IAP-metode is byvoorbeeld veral van belang in uitgestrekte navorsingsgebiede waar tyd 'n belangrike faktor is.

Al drie die indekswaardes het verminder namate gebiede met hoër grade van lugbesoedeling genader is. Die tempo van afname (en ook plaaslike veranderde indekswaardes) hang af van 'n verskeidenheid faktore soos onder andere die heersende windrigting gedurende die ligeengroeiseisoen en plaaslike topografie. Dit word verder voorgestel dat veranderinge in IAP-, Simpson- en Shannon-Wiener indekswaardes geassosieer is met 'n komplekse begassingsfunksie wat onder andere bepaal word deur die duur van die begassingsperiode,

die gemiddelde konsentrasie wat gedurende so 'n periode bereik is, die frekwensie van sulke begassings, vogtigheids-toestand van ligene gedurende so 'n begassingsperiode asook substraat- en mikroklimatologiese faktore. Frekwensie van begassing is onder andere 'n funksie van afstand, rigting en tydperk van die jaar, daarteenoor word die konsentrasies wat besoedelstowwe gedurende begassingsinsidente bereik, primêr bepaal deur aspek, atmosferiese stabiliteit en ook afstand.

Voorafgaande bespreking dui daarop dat die IAP-metode in die geval van die Pretoria-studiegebied, die mees aanvaarbare resultate van die drie metodes gelewer het.

4.2.2.1.6 Geweegde gemiddeldes ordeningtegniek

Die gebruik van geweegde gemiddeldes is die eenvoudigste ordeningtegniek en dateer terug tot die vroeëre werk van Ellenberg (1948), Whittaker (1948) (aangehaal deur Gauch, 1982) en Rowe (1956).

Hierdie tegniek word gebruik om ordeningtellings vir elke opnamepunt te bereken met behulp van bestaande ekologiese kennis aangaande elke spesie wat in die ondersoek betrokke is.

Die formule wat gebruik is om die individuele ordeningtellings te bereken word onder 3.2.3.1.7 bespreek en die gewigte (sensitiwiteitswaardes) van die individuele ligeenspesies word in Tab. 4.24 aangegee. Die gewigte dui die posisie van elke spesie in terme van 'n ekologiese skaal aan. In die

betrokke geval het die sensitiviteitswaardes gewissel vanaf 1,1 vir uiters sensitiewe spesies tot 4,3 vir semitolerante spesies.

Orderingtellings van die individuele opnamepunte (saamgegroepeer in die onderskeie ligeengemeenskappe) word in Tab. 4.25 aangegee. Opnamepunt orderingtellings met lae waardes het gevolglik gedui op ligeengemeenskappe wat saamgestel was uit spesies wat gevoelig was vir besoedelde lug terwyl die teenoorgestelde gegeld het vir ligeengemeenskappe wat hoofsaaklik bestaan het uit spesies wat minder gevoelig was vir lugbesoedeling.

Individuele opnamepunte vanaf die A_1 -gemeenskap het toenemend meer ligeenspesies bevat wat minder gevoelig was vir lugbesoedeling (Tab. 4.25). Die lugbesoedeling-gevoelige spesies is toenemend deur meer weerstandbiedende ligeenspesies verdring. Vanaf die B-gemeenskap is daar slegs van laasgenoemde groep spesies by die onderskeie opnamepunte aangetref.

Drie isotoksiese sones kon in Fig. 4.44 onderskei word. Hierdie sones het vanaf sone III (waar al die opnamepunte met orderingtellings laer as 4 saamgegroepeer is), tot sone II verander, waar al die opnamepunte met orderingtellings gelykstaande of hoër as 4 saamgeroepeer was. Opnamepunte sonder ligeengroei het in groep I uitgeval.

Gauch (1982) het die gebruik van hierdie ordeningmetode gekritiseer en daarop gewys dat daar 'n aansienlike graad van subjektiwiteit verbonde is aan die metode, naamlik die bepaling van die gewigte wat gebruik word gedurende die verwerking van die data en dat daar boonop slegs 'n enkele gradiënt deur die metode gedefinieer word, terwyl daar gewoonlik ander ooglopende gradiënte in 'n opnamegebied teenwoordig is.

Ten spyte van Gauch se kritiek, wys die resultate (Fig. 4.44) egter daarop dat daar met behulp van hierdie metode isotoksiese sones in die gebied onderskei kon word - soos weerspieël deur die gepaardgaande retrogressiewe suksessie.

'n Vergelyking van Figure 4.37 & 4.38 met Fig.4.44 toon die breë tendens aan wat deur al drie die tegnieke uitgewys word. Die interpretasie van laasgenoemde figuur was egter eenvoudiger as die van eersgenoemde twee figure. So byvoorbeeld bevat Figuur 4.37 'n groot aantal nulwaardes in gebiede waar die ander twee tegnieke nog betekenisvolle waardes vertoon het. In teenstelling met die gradering van isosones in Fig. 4.44, was die gradering van isosones in Fig. 4.38 minder duidelik.

Alhoewel hierdie ordeningtegniek nie iets nuuts tot die interpretasie van die studiegebied se ligeengroei bygedra het nie, bly dit 'n aanvaarbare metode waarmee 'n datastel georden kan word (sonder die gebruik van rekenaars wat gewoonlik 'n voorvereiste is vir die ordening van ekologiese

data). 'n Nadeel van die metode bly egter die voorvereiste dat die waardes van die gewigte bekend moet wees en dat slegs 'n enkele gradiënt deur die metode gedefinieer word. Laasgenoemde kritiek teen die metode is egter van min belang in gebiede waar daar wel 'n enkele dominante gradiënt teenwoordig is, soos juis in die Pretoria-studiegebied aangetref is.

4.2.2.1.7 Indeks van ooreenkoms (IS_s) tussen die verskillende ligeengemeenskappe

Aangesien verskillende werkers gewoonlik verskil ten opsigte van die graad waartoe verskillende gemeenskappe met mekaar ooreenstem en dit moeilik is om 'n algemeen aanvaarbare maatstaf van ooreenstemming (of verskil) daar te stel, is verskeie formules gevolglik met die verloop van tyd voorgestel waarmee die graad van ooreenkoms tussen gemeenskappe of selfs opnamepunte statisties uitgedruk kan word (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Sørensen se indeks van ooreenkoms (Sørensen, 1948) is gebruik om die ooreenkoms tussen die verskillende ligeengemeenskappe aan die noordfronte van forofietstamme in die opnamegebied te bereken. Die formule waarmee die verskillende indekswaardes bereken is, word vermeld onder 3.2.3.1.8.

Die teenwoordigheid van die verskillende spesies in die onderskeie noordfront-ligeengemeenskappe word in Tab. 4.26 aangetoon. Berekende IS_s -waardes word aangegee in Tab. 4.27. Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) het op die volgende

gewys: "The application of mathematical methods in vegetation ecology becomes problematic where the initial stand choice is based on subjective judgment (soos in die geval van die Braun-Blanquet-metode). In such cases the basis for application of mathematical tests is inexact in the strict sense". Ten spyte daarvan word die tegniek dikwels gebruik vir die rangskikking van releves in 'n Braun-Blanquet-tabel.

Tabel 4.26 toon dat uiters sensitiewe ligeenspesies nie aan die noordfronte van forofietstamme in die studiegebied voorgekom het nie. Semisensitiewe ligeenspesies was die eerstes wat in meer as een gemeenskap in die opnamegebied aan die noordfrontgedeelte van forofietstamme aangetref is. Lede van die semitolerante groep spesies was toenemend in verskillende gemeenskappe aanwesig.

Vanweë die graad van ooreenstemming wat daar tussen die onderskeie IS_g -waardes aanwesig was (soos aangetoon in Tab. 4.27) kan die verskillende ligeengemeenskappe wat in 'n vorige studie met behulp van die Braun-Blanquet-metode onderskei is (Wessels, 1982), bevestig word. Genoemde groepeerings word ook deur die ligeengroei teenwoordig aan die noordfronte van forofietstamme weerspieël. So byvoorbeeld het die A-gemeenskappe onderling IS_g -waardes getoon wat gewissel het vanaf 62,5% (tussen A_2 en A_3); 72,7% (tussen A_1 en A_2) tot 80% (tussen A_1 en A_3). Die B-gemeenskap wat as oorgangsgemeenskap tussen die A-gemeenskappe (onbesoedelde woongebiede) en C- en D-gemeenskappe (besoedelde gedeeltes

van die stad) beskou is, het byvoorbeeld 57,1% ooreenkoms getoon met die A_3 -gemeenskap, maar slegs 30,8% ooreenkoms met die A_2 -gemeenskap wat verder suidoos as die A_3 -gemeenskap van die B-gemeenskap geleë was (Fig 4.2). Daarteenoor het die B-gemeenskap 80% ooreengestem met die C_1 -gemeenskap (naasliggend aan die B-gemeenskap), wat in meer besoedelde omgewings voorgekom het en slegs 66,6% ooreenkoms met die C_2 - en D-gemeenskappe wat in toenemend besoedelde gebiede aangetref is (Figure 4.2 en 4.21 A).

4.2.2.2 Suidfront

4.2.2.2.1 Vertikale spesieverspreiding langs die suidfront van forofietstamme

Die vertikale verspreiding van ligeenspesies teen die suidfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied word aangetoon in Fig. 4.45. Om oorlading van die figuur met simbole te vermy, is slegs die "rake" van die afsonderlike spesies in die figuur aangedui.

Plasing van die ligeengemeenskappe volg vanaf die oostelike (onbesoedelde) woongebiede na die industriële (besoedelde) gebiede en indiwiduele strookpersele is in dieselfde volgorde gerangskik as die releves in Tab 4.2.

Die volgende spesieverspreidingstendense kon in Fig 4.45 onderskei word:

- i) Duidelike verskille is tussen die onder-

skeie ligeengemeenskappe aangetref in terme van spesiesamestelling, bedekking en frekwensie van individuele ligeenspesies.

- ii) In die rigting van die industriële gebiede was 'n duidelike allogeniese regressiewe suksessiepatroon aanwesig.
- iii) Spesierykdom van die onderskeie ligeengemeenskappe het drasties afgeneem in die rigting van die besoedelde gebiede.
- iv) Ligeengroei het tot relatief na aan die grondoppervlak voorgekom.
- v) Vanaf die Physciopsis pyritrocardia-Candelaria concolor-gemeenskap het ligeentallusse van die onderskeie spesies minder reëlmatig voorgekom as in die voorgaande ligeengemeenskappe.

4.2.2.2.2 Vertikale verspreiding van individuele ligeenspesies

4.2.2.2.2.1 Teen individuele forofietstamme

Die vertikale verpreiding van die verskillende ligeenspesies teen die suidfront van forofietstamme in die studiegebied is voorgestel in Fig. 4.45.

Die individuele ligeenspesies is in hulle onderskeie

spesiesensitiwiteitsklasse (kyk 4.1.2) ten opsigte van lugbesoedeling saamgegroeper en sal in die betrokke volgorde bespreek word.

Uiters sensitiewe ligeenspesies:

i) Physcia dimidiata (no. 12)

Tallusse van hierdie uiters sensitiewe ligeenspesie was beperk tot slegs die ligeengemeenskappe wat in die oostelike woongebiede aangetref is. Alhoewel enkele tallusse van die spesie in die A_2 -gemeenskap aangetref is, was die verspreiding van hierdie spesie hoofsaaklik beperk tot die A_1 -gemeenskap - ekologies die mees onbeskadigde gedeelte van die studiegebied (Fig. 24 A).

Slegs drie tallusse van die spesie is as "raak" in die A_2 -gemeenskap aangeteken en wel op hoogtes van 1 340, 1 560 en 1 720 mm vanaf die grondoppervlak. Daarteenoor is aansienlik meer tallusse van die spesie teen die onderste segment van forofietstamme in die A_1 -gemeenskap aangetref (Fig. 4.47).

Berekende bedekking- en relatiewe bedekkingwaardes van die spesie was laag in die A_1 -gemeenskap en baie laag in die A_2 -gemeenskap (Fig. 4.46).

ii) Pseudoparmelia salacinifera (no. 16)

Hierdie spesie is selde teen die suidfrontgedeelte van forofietstamme gevind. In die A_2 -gemeenskap is dit een keer teen

die boonste segment en twee keer teen die onderste segment van forofietstamme aangetref. In die C_1 -gemeenskap is 'n enkele tallus teen die boonste segment van 'n forofietstam as "raak" aangeteken (Figure 4.45 en 4.47).

Weens die rariteit van die spesie is baie lae bedekingswaardes en relatiewe bedekingswaardes vir die spesie bereken (Fig. 4.46).

Sensitiewe ligeenspesies:

Subgroep nommer 1

i) cf. Dirinaria picta (no. 2a)

Hierdie spesie is nie teen die suidfront van forofietstamme aangetref nie.

ii) Spesie nommer 8

Twee tallusse van spesie nommer 8 is in die A_2 -gemeenskap as "raak" aangeteken en wel op hoogtes van onderskeidelik 1 160 en 1 740 mm (Fig. 4.45).

Baie lae bedekingswaardes is gevolglik vir die spesie bereken en die spesie het gevolglik ook 'n baie klein bydrae gemaak tot die totale ligeenbedekking (Fig. 4.48) van forofietstamme in die ligeengemeenskap.

iii) Spesie nommer 9

Slegs agt talluse van die spesie is op enkele forofietstamme in die A_2 -gemeenskap gevind, met gevolglik baie lae bedek-

king- en relatiewe bedekkingswaardes (Fig. 4.48).

Hierdie spesie is ook slegs teen die boonste segment van forofietstamme aangetref (Fig. 4.49).

Subgroep nommer 2

i) Spesie nommer 18

Hierdie spesie is in die A_1 tot A_3 -, B- en C_2 -gemeenskappe aangetref (Fig 4.45).

Berekende bedekking en relatiewe bedekkingswaardes en verspreiding van tallusse van die spesie in die onderskeie segmente van forofietstamme is voorgestel in Figure 4.50 en 4.51. Bedekking en relatiewe bedekkingswaardes het 'n maksimum in die A_2 -gemeenskap bereik en in die rigting van die A_1 - en C_2 - gemeenskappe afgeneem (Fig. 4.50).

Die aantal tallusse van die spesie het vanaf die A_1 -gemeenskap toegeneem tot die A_2 -gemeenskap waar die grootste aantal tallusse van die spesie teenwoordig was. Die aantal tallusse het vanaf hierdie ligeengemeenskap afgeneem en daarna effens toegeneem in die C_2 -gemeenskap. Geen tallusse is in die C_1 -gemeenskap aangetref nie. Behalwe vir die A_1 - en A_2 -gemeenskappe het die meeste tallusse van die spesie teen die boonste segment van forofietstamme voorgekom.

Die spesie het 'n nou vertikale sowel as horisontale verspreidingspatroon vertoon (Figure 4.45 en 4.51) en was beperk tot enkele forofiete en gedeeltes van forofietstamme.

ii) Heterodermia albicans (no. 3)

Tallusse van H. albicans is in die A_1 -, A_2 -, A_3 - en B-gemeenskappe aangetref (Fig. 4.45). Berekende bedekking en relatiewe bedekkingswaardes (Fig. 4.50) van die spesie was laer as die van spesie 18 wat ook tot dieselfde subgroep behoort het. Soortgelyk aan spesie nommer 18, is die hoogste bedekkingswaarde van spesie nommer 3 ook in die A_2 -gemeenskap gevind.

Die aanwesigheid van tallusse van H. albicans teen die onderskeie segmente van forofietstamme word aangetoon in Fig. 4.51. Behalwe vir die A_2 -gemeenskap, het meeste tallusse van die spesie teen die onderste segment van forofietstamme voorgekom en die spesie het 'n beperkte vertikale en horisontale verspreidingspatroon vertoon.

Subgroep nommer 3

i) Physconia grisea (no. 6)

Enkele tallusse van hierdie spesie is slegs in die A_1 - en A_2 -gemeenskappe aangetref (Fig 4.45). Baie lae bedekkings- en relatiewe bedekkingswaardes (Fig. 4.50) is gevolglik vir hierdie spesie bereken.

Die meerderheid tallusse van P. grisea is in die A_2 -gemeenskap aangetref (Fig. 4.53). Behalwe vir 'n enkele tallus wat 520 mm bo die grondoppervlak in die A_2 -gemeenskap gevind is, was alle ander tallusse hoër as 1 160 mm bo die

grondoppervlak teenwoordig. Die twee tallusse wat in die A_1 -gemeenskap teen forofietstamme aangetref is, is slegs teen die boonste segment van forofietstamme gevind.

ii) Pseudoparmelia aptata/texana (no. 17)

Hierdie spesies het op forofietstamme in die A_1 -, A_2 - en A_3 -gemeenskappe voorgekom (Fig. 4.45). Lae bedekkings- en relatiewe bedekkingswaardes is vir die spesies bereken (Fig. 4.52).

In die A_1 -gemeenskap is meer tallusse van die spesies teen die onderste segment van forofietstamme aangetref (Fig. 4.53). In die A_2 -gemeenskap daarteenoor is meer tallusse van die spesies teen die boonste segment van forofietstamme gevind. Geen tallusse van die spesies het in die onderste segment van forofietstamme in die A_3 -gemeenskappe voorgekom nie (Fig 4.53).

iii) Spesie nommer 2

Talluse van die spesie was beperk tot forofietstamme in die A_1 -, A_2 -, A_3 - B- en C_1 -gemeenskappe. 'n Klein aantal tallusse van die spesie is as "rake" aangeteken en lae bedekkingswaardes is gevolglik vir die spesie bereken (Fig. 4.52). Vanaf die A_1 -gemeenskap het die berekende bedekkingswaardes van die spesie afgeneem in die rigting van die A_3 -gemeenskap waarna dit effens toegeneem het in die B-gemeenskap. Die spesie het slegs in die A_1 - en B-gemeenskappe meer as 3%

bygedra tot die totale bedekking van forofietstamme in die betrokke gebiede.

Meer tallusse van spesie nommer 2 was teen die onderste segment van forofietstamme in die A₁-gemeenskap teenwoordig as wat teen die boonste segment aanwesig was (Fig. 4.53). In die A₂- en A₃-gemeenskappe is slegs enkele tallusse van die spesie teen die onderste segment van forofietstamme aangetref. Die spesie was afwesig teen die onderste segment van forofietstamme in die B-gemeenskap. In die C₁-gemeenskap is slegs 'n enkele oorblywende tallus teen die onderste segment van 'n enkele forofietstam gevind.

Semisensitiewe ligeenspesies:

i) Physcia stellaris (no. 1)

Tallusse van hierdie spesie is aangetref in die A₁-, A₂-, A₃- B-, C₁- en D-gemeenskappe (Figure 4.54 en 4.55).

Alhoewel tallusse van die spesie in beide segmente van forofietstamme in die A₁-, A₂-, A₃- en B-gemeenskappe gevind is, was die spesie meer volop teen die boonste segment van forofietstamme in genoemde gemeenskappe (Fig. 4.55). Behalwe vir 'n enkele tallus in die B-gemeenskap, is daar geen tallusse teen die onderste segment van forofietstamme in die C₁- en D-gemeenskappe gevind nie.

Hierdie voorkomspatroon korreleer met die lugbesoedelingspatroon wat in die studiegebied teenwoordig was, deurdat

tallusse van die spesie meer dikwels teen forofietstamme aangetref is waar die besoedelingsgraad relatief laag was - tot in die omgewing van die A₃-gemeenskap (Fig. 4.21 A). Vanaf die B-gemeenskap het die graad van lugbesoedeling egter toegeneem in die rigting van die westelike gedeeltes van die studiegebied (Fig. 4.21 A) - gedeeltes van die studiegebied waar die spesie minder gereeld voorgekom het of heeltemal afwesig was.

Relatief lae bedekingswaardes is vir die spesie bereken wat vanaf die A₁-gemeenskap toegeneem tot 'n maksimum in die A₃-gemeenskap (Fig. 4.54). Vanaf laasgenoemde gemeenskap het die bedekingswaardes egter skerp gedaal en baie lae waardes is vir die B-, C₁-, en D-gemeenskappe bereken.

Relatiewe bedekingswaardes het 'n patroon ooreenstemmend aan bovermelde vertoon (Fig 4.54). Tallusse van P. stellaris het in die A₃-gemeenskap 20,5% van die totale bedekking van forofietstamme uitgemaak. Die relatief hoë waarde wat in die D-gemeenskap aangetref is, kan toegeskryf word aan die feit dat daar in die gemeenskap slegs tallusse van Candelaria concolor en P. stellaris teenwoordig was.

ii) Parmelia flaventior (no. 4)

Tallusse van hierdie spesie is in die A₁-, A₂-, A₃- en C₂-gemeenskappe aangetref (Fig 4.45 en 4.55). Die meerderheid tallusse is egter in die A₁- en A₂-gemeenskappe gevind en slegs enkele individue was in die A₃-, en C₂-gemeenskappe

teenwoordig.

Figuur 4.54 toon die afname in bedekking- en relatiewe bedekkingswaardes van die spesie vanaf die A_1 - tot die A_3 -gemeenskap aan, 'n klaarblyklike weerspieëling van toenemend ongunstiger ekologiese toestande.

Parmelia flaventior het 'n nouer horisontale verspreidingspatroon as Physcia stellaris in die A_1 - en A_3 -gemeenskappe vertoon deurdat tallusse van Parmelia flaventior op minder forofietstamme aangetref is (Fig 4.45). In die A_2 -gemeenskap het die twee spesies egter dieselfde horisontale verspreidingspatroon gehad. Soos in die geval van Physcia stellaris was tallusse van Parmelia flaventior dikwels tot individuele forofietstamme beperk.

Talluse van P. flaventior het meer dikwels teen die boonste segment van forofietstamme in die A_1 -, A_2 - en A_3 -gemeenskappe voorgekom (Fig. 4.55). Die enkele individu van Parmelia flaventior wat in die C_1 -gemeenskappe gevind is, is teen die boonste segment van 'n forofietstamme gevind (Figure 4.45 en 4.55).

iii) Parmotrema austrosinense (no. 19)

Individue van Parmotrema austrosinense is aangetref in die A_1 -, A_2 -, A_3 - en B-gemeenskappe. "Rake" is slegs in eersgenoemde drie gemeenskappe aangeteken (Fig. 4.45). Lae bedekkingswaardes is vir die spesie bereken. Figuur 4.54 toon die afname in bedekkingswaardes vanaf die A_1 - tot die A_3 -

gemeenskap aan; 'n duidelike weerspieëling van toenemend ongunstiger omgewingstoestand. Relatiewe bedekkingswaardes het ook dieselfde tendens getoon, behalwe in die geval van die A_3 -gemeenskap waar die bydrae van tallusse van Parmotrema austrosinense tot die totale bedekking van forofietstamme toegeneem het.

In al die gemeenskappe waarin laasgenoemde spesie voorgekom het, is meer tallusse teen die boonste segment van die forofietstamme aangetref (Fig. 4.55). Tallusse van P. austrosinense het nooit laer as 320 mm vanaf die grondoppervlak voorgekom nie. P. austrosinense het ook, soos in die geval van tallusse van Parmelia flaventior in groepies op individuele forofietstamme voorgekom (Fig. 4.45).

Semitolerante spesie:

i) Physciopsis pyritrocardia (no. 11)

Die verspreiding van tallusse van P. pyritrocardia word aangetoon in Fig. 4.45. Figuur 4.56 toon die onderskeie bedekkingswaardes van die ligeenspesies in die verskillende ligeengemeenskappe aan.

Alhoewel tallusse van P. pyritrocardia dikwels in die studiegebied voorgekom het, is daar relatief min "rake" vir die spesie aangeteken, met gevolglik relatief lae bedekkingswaardes (Fig. 4.56). Die spesie se hoogste bedekkingswaarde is in die A_1 -gemeenskap aangetref. Die verspreiding van bedekkingswaardes van die spesie (Fig. 4.56)

verteenwoordig die omgekeerde verband wat daar bestaan het tussen die graad van lugbesoedeling / omgewingsbeskadiging en voorkoms van die spesie in die besonder en ligeengroei in die algemeen.

Die veranderende, toenemende bydrae wat die spesie tot die totale ligeenbedekking van forofietstamme in die studiegebied gelewer het, word aangetoon in Fig. 4.56. Die spesie het veral in die C_1 - en C_2 -gemeenskappe (ekologies meer versteurde omgewings, Fig. 4.21 A) aanmerklik bygedra tot die totale ligeenbedekking van die noordfrontgedeeltes van forofietstamme.

Naas talluse van Candelaria concolor het die van P. pyritrocardia die wydste horisontale en vertikale verspreidingspatroon in die Pretoria-studiegebied vertoon. Tallusse van P. pyritrocardia is oor die lengte van forofietstamme aangetref in die A_1 - tot die C_2 -gemeenskappe (Fig 4.57). Behalwe vir die C_2 -gemeenskap is daar in die oorblywende gemeenskappe waarin die spesie aangetref is, meer tallusse teen die onderste segment van forofietstamme aangetref.

ii) Candelaria concolor (no. 10)

Tallusse van Candelaria concolor is dikwels in die studiegebied aangetref en het in alle ligeengemeenskappe voorgekom (Fig. 4.45 en 4.57). Gedeeltes na aan die grondoppervlak is oor die algemeen deur tallusse van spesie nommers 10 en 11 gekoloniseer. Namate die ekologie van die verskillende

gebiede toenemend ongunstig geraak het vir die voortbestaan van / kolonisering deur minder weerstandbiedende ligeenspesies (Figure 4.21 A, 4.45 en 4.57), is die forofietstamme toenemend deur individue van C. concolor bedek (Figure 4.56 & 4.57).

Hierdie kolonisasietendens kon duidelik met behulp van Fig. 4.57 aangetoon word. Die figuur toon hoedat die aantal tallusse van C. concolor maksimumwaardes in die C_1 - en C_2 -gemeenskappe bereik het - in die gemeenskappe waar die meeste ander spesies minimumwaardes getoon het, of heeltemal afwesig was (vergelyk onder andere Figure 4.51, 4.53 en 4.55). Ten spyte daarvan dat die spesie dikwels teen die stamme van forofiete in die C_1 - tot D-gemeenskappe gevind is, is tallusse van die spesie minder reëlmatig in laasgenoemde ligeengemeenskappe gevind.

Ofskoon tallusse van C. concolor dikwels teen forofietstamme aangetref is, is daar egter min "rake" vir die spesie aange-teken, soos weerspieël deur die relatief lae bedekkingswaardes in Fig. 4.56. Bedekkingswaardes van die spesie het 'n maksimum in die A_2 -gemeenskap vertoon. Die bedekkingswaardes het tussen die onderlinge ligeengemeenskappe gevarieer (Fig. 4.56). Die toenemende bydrae van C. concolor tot die totale bedekking van forofietstamme in die studiegebied word eweneens in die figuur aangetoon en is veral duidelik waarneembaar in die gemeenskappe met hoë lugbesoedelingsgrade (gemeenskappe C_1 , C_2 en D; Fig. 4.21 A).

Tallusse van C. concolor het oor die lengte van forofietstamme in die studiegebied voorgekom (Figure 4.45 en 4.57) en het tesame met spesie nommer 11 'n wye horisontale verspreidingspatroon vertoon.

Onidentifiseerbare ligeentallusse:

i) Physciaceae onvolwasse tallusse (no. 13)

Indiwidue van hierdie spesiegroep het 'n wye horisontale verspreiding vertoon en is aangetref in die A₁-, A₂-, A₃-, B-, C₁- en C₂-gemeenskappe (Fig 4.45).

Toenemende beskadiging van die ekologie van die omgewing kon met behulp van die verspreiding van hierdie spesiegroep aangetoon word. Vanaf die A₁-gemeenskap het lede van die spesiegroep toenemend in die verskillende gemeenskappe voorgekom en is veral dikwels in die A₃-gemeenskap aangetref waar die spesie 6% tot die totale bedekking van forofietstamme bygedra het (Figure 4.45 en 4.58). Hierdie ligeengemeenskap was aan die noordoostelike grens van die opnamegebied geleë en was beperk tot die oostelike lae intensiteit woongebiede van Pretoria. Vanaf hierdie gemeenskap het die aantal tallusse in die rigting van die besoedelingsbronne afgeneem. In die B-gemeenskap ('n oorgangsgemeenskap tussen minder en meer besoedelde gebiede) is minder tallusse en ook slegs teen die boonste segment van forofietstamme aangetref. In die opeenvolgende twee ligeengemeenskappe is slegs enkele

tallusse van die spesiegroep aangetref.

'n Kombinasie van mikroklimatologiese- en lugbesoedelingsinvloede (gesamentlik of afsonderlik) in die betrokke woongebied (A_3) het tot gevolg gehad dat 'n groot aantal onidentifiseerbare tallusse van die Physciaceae in die gedeelte van die studiegebied aangetref is. Hierdie omgewingsinvloede kon ten eerste tot gevolg gehad het dat die morfologie van tallusse van die betrokke spesies sodanig verander het dat hulle nie meer herkenbaar was nie. Daarteenoor kon die groeiwyse van die betrokke spesie sodanig beïnvloed word dat die tallusse verdwerg en gevolglik onherkenbaar voorgekom het. Tallusse van die spesie is in 'n toenemende mate minder dikwels in die oorblywende ligeengemeenskappe aangetref (Fig. 4.45 en 4.59).

Soos blyk uit Fig. 4.59 het tallusse van die spesiegroep hoofsaaklik in die boonste gedeelte van forofietstamme voorgekom.

ii) Parmeliaceae onvolwasse tallusse (no.14)

Tallusse van hierdie spesiegroep is in die A_1 -, A_2 -, A_3 -, B-, C_1 - en C_2 -ligeengemeenskappe aangetref (Fig 4.45).

Lae bedekingswaardes is eweneens vir die spesiegroep in die onderskeie ligeengemeenskappe aangetref (Fig 4.58). Behalwe vir die A_3 -, en C_2 -gemeenskappe het die bedekingswaardes van die spesiegroep in die afsonderlike gemeenskappe toenemend in die rigting van die industriële gebiede verminder.

Alhoewel die voorkomspatroon minder duidelik was as die van tallusse van die Physciaceae (onidentifiseerbare tallusse) het die verspreiding van tallusse van die Parmeliaceae (onidentifiseerbare tallusse) soortgelyk aan voorafgaande bespreking (no. 10) ook die nadelige gevolge van ekologiese beskadiging deur besoedelde lug aangetoon (Fig. 4.59).

Tallusse van hierdie spesiegroep het hoofsaaklik teen die boonste segment van forofietstamme voorgekom (Figure 4.45 en 4.59). Die aantal tallusse van die spesie, soos per liggemeenskap, het 'n maksimum in die A_2 -gemeenskap bereik.

4.2.2.2.2 In die opnamegebied as geheel

Figuur 4.60 toon die verspreiding van individuele spesies teen die suidfronte van forofietstamme in die gedeelte van die studiegebied waarin ligene aangetref is. Alleenlik die "rake" van individuele spesies is in Fig. 4.60 aangetoon.

Die volgende breë tendense kon in terme van die vertikale en horisontale verspreiding van ligene onderskei word:

- i) Beide uiters sensitiewe liggenspesies (nos. 12 & 16) was teenwoordig teen die suidfront gedeeltes van forofietstamme. Slegs enkele individue van spesie nommer 16 is hoër as 690 mm van die grondoppervlak aangetref. Spesie nommer 12 was meer volop as spesie nommer 16 en is onreëlmatig

tussen 400 en 1800 mm vanaf die grondoppervlakte gevind. Meer individue van die spesie wat ook meer reëlmatig voorgekom het, is teen die onderste 1000 mm gedeelte van forofietstamme aangetref.

- ii) Behalwe vir spesie nommer 2a van die sensitiewe groep ligeenspesies is individue van al die ander lede van hierdie groep ligeenspesies teen die suidfronte van forofietstamme aangetref.
- iii) Met die uitsondering van spesie nommers 8, 9 en 6, is tallusse van die oorblywende spesies (nos. 2, 17, 3 en 18) dikwels teen die onderste gedeelte van forofietstamme aangetref. In die geval van spesie nommer 18 is meer individue meer reëlmatig teen die onderste 1000 mm gedeelte van forofietstamme aangetref. Die teenoorgestelde was egter waar vir spesie nommers 3, 17 en 2 wat meer reëlmatig en in groter getalle teen die boonste gedeeltes van forofietstamme voorgekom het.
- iv) Namate die spesies meer weerstandbiedend ten opsigte van lugbesoedeling was, is die spesies in groter getalle en meer reëlmatig teen die lengte van forofietstamme aangetref (vergelyk die voorkoms van spesie nommers 19 & 4 met die van spesie nommers 2 tot 8 in Fig 4.60).

Van die semisensitiewe groep spesies het nommer 1 meer dikwels en in groter getalle as nommers 4 en 9 teen die lengte van forofietstamme voorgekom. Daarteenoor was individue van spesie nommer 4 hoofsaaklik beperk tot die boonste 1000 mm gedeelte van forofietstamme aangetref. Indiwidue van spesie nommer 19 is minder reëlmatig as laasgenoemde twee spesies aangetref.

- v) Tallusse van Physciopsis pyritrocardia en Candelaria concolor (beide semitolerante spesies) het reëlmatig oor die lengte van forofietstamme voorgekom. Indiwidue van hierdie twee spesies het ook die naaste aan die grondoppervlak voorgekom.

Indiwidue van C. concolor is volop in die studiegebied aangetref. Die meeste individue (bedekkingsoptimum) is tussen ongeveer 440 mm en 1200 mm aangetref. Die aantal tallusse het geleidelik na die bopunte maar veral duidelik na die onderpunte van forofietstamme verminder.

Tallusse van P. pyritrocardia het bykans dieselfde vertikale verspreidingspatroon as C. concolor vertoon. Tallusse van Physciopsis pyritrocardia is egter meer dikwels tussen 340 en 1000 mm aangetref. Hoër as 1000 mm het die

aantal tallusse per opnamepunt gewissel. Oor die algemeen het die aantal tallusse ook in die rigting van die bopunte van forofietstamme verminder.

- vi) Die ligeengroei wat tussen grondvlak en 'n hoogte van 380 mm aangetref is, het hoofsaaklik bestaan uit individue van Physciopsis pyritrocardia (no. 11), en Candelaria concolor (no. 10), die dominante spesie; tesame met enkele tallusse van spesie nommer 18 (Fig. 4.60). Enkele tallusse van spesie nommers 19, 4, 2, 17, 3 en spesie-groepe 13 & 14 is ook teen die gedeelte van forofietstamme aangetref.

Die gedeelte van forofietstamme is gedomineer deur semitolerante ligeenspesies.

- vii) Die ligeengroei wat tussen 400mm en 1000 mm aangetref is, was saamgestel uit die volgende spesies (in volgorde van dominansie gerangskik): 10, 11, 1, 18, 3 19 en 12.

Tallusse van spesie nommers 6 en 16 is selde in die gedeelte van forofietstamme aangetref. Daar-teenoor het tallusse van spesie nommers 4, 2, 17, 13 en 14 meer dikwels, maar nog steeds in lae getalle, ook in die gedeelte voorgekom.

Alhoewel semisensitiewe en enkele sensitiewe ligeenspesies (veral spesie nommers 3 en 18) toenemend in die gedeelte aangetref is, is die ligeengroei van die gedeelte van die forofietstamme gekenmerk deur die dominante teenwoordigheid van semitolerante spesies (nos. 10 & 11).

- viii) Vanaf 1000 tot 2000 mm is die ligeengroei gekenmerk deur die teenwoordigheid van spesie nommers (weereens vanaf die dominante spesie gerangskik) 10, 11, 1, 4, 19, 2, 18 en 3.

Enkele tallusse van die oorblywende sensitiewe ligeenspesies (nos. 17, 6, 9, 2a, en 8) en uiters sensitiewe ligeenspesies (nos. 16 en 12) het ook deel uitgemaak van die ligeengroei wat in die gedeelte van forofietstamme gevind is.

Hierdie gedeelte van forofietstamme was ryker aan spesies as die onderste 1000 mm en die ligeengroei was saamgestel uit semitolerante, semisensitiewe en uiters sensitiewe ligeenspesies. Alhoewel spesie nommer 10 nog steeds die dominante spesie was, het lede van die semisensitiewe groep spesies meer dikwels in die gedeelte voorgekom en spesie nommer 1 het selfs spesie nommer 11 posisioneel in terme van dominansie vervang.

Beide spesie nommers 9 en 8 is slegs teen die gedeelte van forofietstamme aangetref. Daar is ook meer tallusse van die onidentifiseerbare spesies (nommers 13 en 14) teen die gedeelte van forofietstamme aangetref.

4.2.2.2.3 Diversiteitsindekse van die verskillende ligeengemeenskappe

4.2.2.2.3.1 Inleiding

Die verskillende indekse van diversiteit is onder 4.2.2.1.3.1 bespreek.

4.2.2.2.3.2 Bepaling van spesiesdiversiteit

4.2.2.2.3.2.1 Aantal spesies

Tydens die berekening van die verskillende indekse (Tab. 4.28), is slegs die ligeenspesies gebruik wat as "raak" teen die suidfront van forofietstamme aangeteken is.

Duidelike verskille tussen die onderskeie ligeengemeenskappe wat aan die suidfront van forofietstamme aangetref is, kon aangetoon word. Indekswaardes het gegrapeer vanaf maksimum waardes in die A-gemeenskappe (onbesoedeld) tot minimum waardes in die D-gemeenskap. Hierdie afname in spesie-aantalle in die rigting van die meer besoedelde gedeeltes van die opnamegebied weerspieël die invloed van besoedelde lug.

Die aantal spesies wat aangetref is in die verskillende segmente en ook teen die totale lengte van forofietstamme het ooglopend van mekaar in die onderskeie gemeenskappe verskil. Hierdie indeks het ook aangetoon dat die meeste spesies teen die boonste gedeelte van forofietstamme gegroei het (Fig. 4.28)

4.2.2.2.3.2.2 Simpson se Indeks van Diversiteit (D)

Die formule waarvolgens Simpson se indeks bereken is, asook die toepassing en gebreke daarvan is onder 3.2.4.2.3 en 4.2.2.1.3.2.2 bespreek.

Die volgende tendense kon met behulp van die Simpson indeks ten opsigte van die ligeengroei aan die suidfront van forofietstamme aangetoon word (Tab. 4.28 & Fig. 4.61 A) :

i) Die forofietstamme as geheel

i.i) Lae indekswaardes (lae spesiediversiteit en rykdom) is vir die B, en C₁₋₂-ligeengemeenskappe bereken.

i.ii) In teenstelling met bovermelde was aansienlik hoër indekswaardes (hoër spesiediversiteit en -rykdom) verteenwoordigend van die A₁₋₃-gemeenskappe, asook die studiegebied as geheel.

ii) Vanaf 0 tot 1 m

ii.i) Lae indekswaardes was ook kenmerkend van die B- en C_{1-2} -ligeengemeenskappe. Verskille tussen die boonste en onderste gedeeltes van forofietstamme in terme van verskille in spesiesrykdom en -diversiteit is deur verskille in die indekswaardes van vermelde gemeenskappe aangetoon.

ii.ii) Die indekswaardes van die A_{1-3} -ligeengemeenskappe was aansienlik hoër as die wat vir die B- en C_{1-2} -ligeengemeenskappe bereken is. Hierdie indekswaardes was egter laer as die wat vir die boonste gedeeltes van forofietstamme bereken is.

iii) Vanaf 1 tot 2 m

iii.i) Die indekswaardes van die B en C_{1-2} -gemeenskappe was, soortgelyk aan bovermelde gevalle (i.i & ii.i) laag en in die geval van twee gemeenskappe selfs laer as die bespreek onder ii.i.

iii.ii) Die mees heterogene ligeengroei is in die A_{1-3} -gemeenskappe teen hierdie gedeelte van forofietstamme aangetref, soos aangetoon deur die hoë indekswaardes.

Die volgende algemene afleidings kon ten opsigte van alfa- en

beta-diversiteit in die opnamegebied gemaak word.

i) Alfa-diversiteit

Die verskillende waardes van die onderskeie gemeenskappe word aangetoon in Tab. 4.29 en kan soos volg opgesom word:

A₁-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,63
Minimum indeks waarde = 0,26
Maksimum indeks waarde = 0,83

A₂-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,73
Minimum indeks waarde = 0,33
Maksimum indeks waarde = 0,87

A₃-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,61
Minimum indeks waarde = 0,26
Maksimum indeks waarde = 0,78

B-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,39
Minimum indeks waarde = 0,16
Maksimum indeks waarde = 0,69

C₁-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,16
Minimum indeks waarde = 0,00
Maksimum indeks waarde = 0,53

C₂-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,12
Minimum indeks waarde = 0,00
Maksimum indeks waarde = 0,57

D-gemeenskap:
Gemiddelde indeks waarde = 0,00
Minimum indeks waarde = 0,00
Maksimum indeks waarde = 0,00

Bostaande lys toon hoedat die indekswaardes in die rigting

van die D-gemeenskap afgeneem het. Nulwaardes is slegs in die D-gemeenskap aangetref. Soos voorheen vermeld toon so 'n toenemende verlaging van indekswaardes op 'n ooreenkomstige verlaging van spesiediversiteit en spesierykdom.

Spesiediversiteitwaardes van individuele opnamepunte word in Fig. 4.62 aangetoon. Op grond van gemiddelde waardes kon die releves saamgegroepeer word in drie groepe. Groep III het bestaan uit opnamepunte met die hoogste indekswaardes en is in die oostelike woongebiede met lae besoedelingsvlakke (Fig. 4.21 A) aangetref. Na gelang die ekologie van die afsonderlike gebiede beskadig is, het die gemiddelde indekswaardes afgeneem in die rigting van groep II - 'n oorgangsgroep met waardes tussen 0 en 0,5. In groep I was slegs nulwaardes teenwoordig, wat op baie lae spesiediversiteit en -rykdom gedui het.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.28 en Fig 4.61 A)

ii.i) Ten opsigte van die hele stam het spesiediversiteit en spesierykdom vanaf die A_1 - na die A_2 -gemeenskap toegeneem. Beide die A_2 - en A_3 -gemeenskappe het dieselfde waardes vertoon. Ten opsigte van die 0 tot 1 m gedeelte van forofietstamme was daar 'n geringe afname vanaf die A_1 na die A_3 -gemeenskap. Vermeerdering van D-waardes teen die 1 tot 2 m gedeeltes van forofietstamme het dieselfde patroon as die van

die stam as geheel gevolg.

- ii.ii) Vanaf die B-gemeenskappe was die indekswaardes aansienlik laer as die van die A-gemeenskappe (Fig. 4.61). Die hoogste indekswaardes is weereens teen die 1 tot 2 m gedeelte van forofietstamme aangetref.
- ii.iii) In die geval van die verskillende C-gemeenskappe het die indekswaardes vanaf die C_1 - na die C_2 - gemeenskap toegeneem. In teenstelling met bovermelde gevalle (ii.i en ii.ii) is die hoogste indekswaardes vir ligeengroei teen die 0 tot 1 m gedeelte van forofietstamme bereken.
- ii.iv) Weens die skaarste van ligene in die D-gemeenskap kon geen indekswaardes vir die gemeenskap bereken word nie.
- ii.v) Beta-diversiteit het gevolglik parallel met alfa-diversiteit in die rigting van ongunstiger omgewingstoestande verminder (veranderings vanaf waardes hoër as 0,8 in die oostelike woongebiede tot waardes laer as 0,5 in die omgewing van die westelike woongebiede).

4.2.2.2.3.2.3 Shannon-Wiener Indeks van Diversiteit (H)

Die berekening, asook voor en nadele van Shannon-Wiener indekswaardes is onder 3.2.4.2.4 en 4.2.2.1.3.2.3 bespreek.

Die volgende tendense, ten opsigte van die ligeengroei aan die suidfronte van forofietstamme, kon aangedui word met behulp van die Shannon-Wiener indeks van spesiediversiteit (Tab 4.28 en Fig 4.61 B):

i) Die forofietstamme as geheel

i.i) Lae indekswaardes (spesiediversiteit) was kenmerkend van die B- en C₁₋₂-ligeengemeenskappe.

i.ii) In teenstelling met voorafgaande, is hoër indekswaardes (hoër spesiediversiteit en -rykdom) vir die A₁₋₃-gemeenskappe en die studiegebied as geheel bereken. Die A₂-gemeenskap het die hoogste indekswaarde vertoon, gevolg deur die A₁- en A₃-gemeenskappe.

ii) Vanaf 0 tot 1 m

ii.i) Lae indekswaardes (bykans die helfte van die van die oorblywende gemeenskappe) was kenmerkend van ligeengroei teen die gedeelte van forofietstamme in die B en C₁₋₂-ligeengemeenskappe. In laasgenoemde twee gemeenskappe was hoër indekswaardes verteenwoordigend van die ligeengroei op die gedeelte van forofietstamme as in die opeenvolgende meter.

ii.ii) Die indekswaardes van die A_{1-3} -ligeengemeenskappe en die studiegebied as geheel, was aanmerklik hoër as die van die gemeenskappe hierbo bespreek, maar was nogtans laer as die wat vir die 1-2 m gedeeltes van forofietstamme bereken is.

iii) Vanaf 1 tot 2 m

iii.i) Alhoewel al die indekswaardes laag was, was die gemiddelde indekswaarde van die B-gemeenskap hoër as die bereken vir die C_1 & 2 -gemeenskappe.

iii.ii) Die indekswaardes van ligeengroei teen die gedeeltes van forofietstamme in die A_{1-3} - en B-gemeenskappe was hoër as die indekswaardes verteenwoordigend van die ligeengroei op die onderste metergedeelte van forofietstamme.

Die volgende globale tendense kon ten opsigte van alfa- en beta-diversiteit in die opnamegebied aangetoon word.

i) Alfa-diversiteit (Tab. 4.29 en Fig 4.63):

Indiwiduele waardes van opnamepunte in die onderskeie gemeenskappe word aangetoon in Tab. 4.29 en kan soos volg opgesom word:

A_1 -gemeenskap:
Gemiddelde indekswaarde = 2,05
Minimum indekswaarde = 1,58

Maksimum indekswaarde = 2,75

A₂-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 2,15
Minimum indekswaarde = 0,72
Maksimum indekswaarde = 3,20

A₃-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 1,97
Minimum indekswaarde = 0,62
Maksimum indekswaarde = 2,48

B-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 1,13
Minimum indekswaarde = 0,47
Maksimum indekswaarde = 1,98

C₁-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,36
Minimum indekswaarde = 0,00
Maksimum indekswaarde = 1,07

C₂-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,22
Minimum indekswaarde = 0,00
Maksimum indekswaarde = 1,46

D-gemeenskap:

Gemiddelde indekswaarde = 0,00
Minimum indekswaarde = 0,00
Maksimum indekswaarde = 0,00

Bovermelde lys toon die afname van indekswaardes in die rigting van die D-gemeenskap. Hierdie tendens dui, soos voorheen bespreek, op 'n toenemende verlaging in spesies-diversiteit en -rykdom wat die gevolg was van die ekologiese beskadiging van die omgewing deur lugbesoedeling.

Die Shannon-Wiener indekswaardes van individuele opnamepunte word aangetoon in Fig. 4.63. Soos aangedui op die verspreidingskaart kon vier groepe releves op grond van gemeenskaplike indekswaardes onderskei word. Die groepe het gewissel vanaf groep IV waar individuele opnamepunte met die

hoogste indekswaardes saamgegroepeer is (relatief hoë spesiediversiteit en spesierykdom), tot groep I. In groep I was daar of geen ligeengroei op individuele forofietstamme teenwoordig nie, of in die enkele gevalle waar ligeengroei teenwoordig was, was die ligeengroei so karig dat dit slegs deur nulwaardes voorgestel kon word.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.28 en Fig. 4.61 B)

ii.i) Ten opsigte van die forofietstam as geheel, asook die 0 tot 1 m gedeelte van forofietstamme het spesiediversiteit en spesierykdom vanaf die A_1 - en A_2 -gemeenskappe (wat dieselfde waardes gehad het) na die A_3 -gemeenskap afgeneem (Fig. 4.61). Die rigting van verandering ten opsigte van die indekswaardes van ligeengroei van die 1 tot 2 m gedeelte van forofietstamme was; 'n aanvanklike toename vanaf die A_1 - na die A_2 -gemeenskap waarna dit afgeneem het na die A_3 -gemeenskap.

ii.ii) Die B-gemeenskap se verskillende indekswaardes was laag en het ten opsigte van die onderskeie gedeeltes van die forofietstamme dieselfde patroon gevolg as die bespreek onder ii.i.

ii.iii) In die geval van die verskillende C-gemeenskappe is die hoogste indekswaardes vir ligeengroei

teen die onderste metergedeelte van forofietstamme bereken en die waardes was selfs hoër as die wat vir die B-gemeenskappe bereken is. Die onderskeie indekswaardes van ligeengroei in die C-gemeenskap het relatief min van mekaar verskil (Fig. 4.61).

- ii.iv) Beta-diversiteit het parallel met alfa-diversiteit in die rigting van ongunstiger omgewingstoestande verander (vanaf indekswaardes hoër as 2,5 vir ligeengroei aangetref in die oostelike woongebiede tot nulwaardes vir ligeengroei in die omgewing van die westelike woongebiede).

4.2.2.2.4 Indeks van atmosferiese suiwerheid (IAP)

4.2.2.2.4.1 Inleiding

Die formule waarvolgens die IAP-waarde van elke opnamepunte bereken is, asook die toepassings van die indeks, is bespreek onder 3.2.4.2.4 en 4.2.2.1.4.1.

Die resulate word aangegee in Tabela 4.28 & 4.29 en grafies voorgestel in Figure 4.61 en 4.64.

4.2.2.2.4.2 IAP-waardes van die verskillende gemeenskappe

Deur gebruik te maak van die IAP-metode, kon die volgende tendense met betrekking tot die invloed van lugbesoedeling op

ligeengroei in die Pretoria-studiegebied uitgewys word:

i) Alfa-diversiteit (Tab. 4.29 en Fig 4.64):

IAP-waardes van individuele opnamepunte (saamgegroepeer in die onderskeie ligeengemeenskappe), word aangetoon in Tab. 4.29. Die individuele gemeenskapswaardes kon soos volg opgesom word:

A ₁ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 29,5
Minimum indekswaarde	= 11,0
Maksimum indekswaarde	= 43,8
A ₂ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 27,6
Minimum indekswaarde	= 9,9
Maksimum indekswaarde	= 41,0
A ₃ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 20,4
Minimum indekswaarde	= 10,8
Maksimum indekswaarde	= 42,3
B-gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 12,5
Minimum indekswaarde	= 3,8
Maksimum indekswaarde	= 27,7
C ₁ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 4,0
Minimum indekswaarde	= 1,0
Maksimum indekswaarde	= 18,5
C ₂ -gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 2,3
Minimum indekswaarde	= 0,4
Maksimum indekswaarde	= 8,7
D-gemeenskap:	
Gemiddelde indekswaarde	= 0,7
Minimum indekswaarde	= 0,4
Maksimum indekswaarde	= 3,0

In teenstelling met die H- en D-indekse is meer positiewe

waardes met behulp van die IAP metode bereken en kon die toenemende verlaging in spesie-diversiteit en spesiesrykdom (wat 'n weerspieëling was van 'n toename in die besoedelingsgraad van die omgewing) duideliker as met behulp van die Simpson (H) - en Shannon-Wiener (D) indekse aangedui word.

Die IAP-indekswaardes van individuele opnamepunte word aange-
toon in Fig. 4.64. Vier groepe releves kon op grond van
ooreenkoms tussen die individuele indekswaardes onderskei
word. Die groepe het gewissel vanaf groep IV waar indwi-
duele opnamepunte met die hoogste indekswaardes (relatief hoë
spesiediversiteit / spesierykdom en lae besoedelingsgraad)
saamgegroepeer is, tot groep I. Behalwe vir enkele gevalle,
kon geen IAP-waardes vir die groep forofiete bereken word nie
- weens die afwesigheid van ligeengroei (hoër besoede-
lingsgraad as in groepe II tot IV).

Deur Figure 4.62, 4.63 en 4.64 met mekaar te vergelyk, kon
aangetoon word dat daar nie 'n direkte verband bestaan het
tussen die verspreiding van individuele IAP-, Simpson- en
Shannon-Wiener indekswaardegroepe nie. Groeperings van al
drie die indekswaardes het egter die ligeengroeigradiënt wat
daar in die studiegebied teenwoordig was, uitgewys. Aange-
sien die indekse op verskillende formules gegrond is, kan 'n
hoë mate van ooreenkoms nie verwag word nie.

ii) Beta-diversiteit (Tab. 4.28 en Fig 4.61 C)

ii.i Ten opsigte van die stam as geheel, asook die

onderste segment van forofietstamme, het die IAP-waardes soos volg afgeneem: $A_1 > A_2 > A_3$. Hierdie afnamerigting stem ooreen met die afnamerigting wat algemeen in die literatuur vermeld word, deurdat die hoogste indekswaardes in die omgewings weg van besoedelingsbronne aangetref word. In die geval van die boonste segmente was die afnamerigting egter verskillend aangesien die indekswaardes vanaf die A_1 - na die A_2 -gemeenskap effens toegeneem het. Vandaar het die waardes in die rigting van die D- gemeenskap afgeneem.

ii.ii Die indekswaardes wat 'n weerspieëling was van ligeengroei teen verskillende gedeeltes van forofietstamme in die B-gemeenskap het opmerklik van mekaar verskil en die gemiddelde indeks- waarde vir ligeengroei teen die 1 - 2m gedeelte van forofietstamme was bykans dubbeld die van die onderste gedeelte van die forofiestam (Fig 4.61 C).

ii.iii In die geval van die C-gemeenskappe was die verminderingsrigting vanaf die C_1 na die C_2 - gemeenskap.

ii.iv Lae indekswaardes (lae spesiediversiteit en - rykdom, wat verband hou met 'n verhoogde besoedelingsgraad) was kenmerkend van die

ligeengroei wat teen die 1 - 2m gedeeltes van forofietstamme in die D-gemeenskap teenwoordig was. Geen ligeengroei is teen die 0 - 1m gedeelte van forofietstamme gevind nie.

ii.v In die geval van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme het alfa- en beta-diversiteit soortgelyk aan die afnamepatroon aangetref teen die noordfront verander.

4.2.2.2.5 Vergelyking tussen resultate verkry met behulp van twee konvensionele spesiediversiteitindekse en 'n indeks gegrond op indikator spesies (IAP)

Die resultate word aangegee in Tabelle 4.30 en 4.31 asook in Figure 4.65 tot 4.69.

4.2.2.2.5.1 Onderlinge vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener- en IAP-indekswaardes

Soortgelyk aan die bevinding bespreek onder 4.2.2.1.5.1 het die indekswaardes wat met behulp van die Simpson- en IAP-formules bereken is, geen korrelasie getoon nie (Tab. 4.30 en Fig. 4.65 B) . Soos uitgewys onder 4.2.2.1.5.1 beteken so 'n negatiewe korrelasie nie dat die IAP-metode verwerp moet word nie, aangesien die Simpson indekseringsmetode onder hierdie spesifieke omstandighede nie die aangewese indekseringsmetode mag wees nie - vanweë inhirente swakhede van die metode.

Daar was egter 'n aansienlik hoër mate van korrelasie tussen indekswaardes bereken volgens die Shannon-Wiener en IAP-metodes (Fig. 4.65 C) as in die vorige geval waar die ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme ondersoek is (vergelyk Tabelle 4.22 & 4.30). Hierdie verhoogde korrelasie tussen die Shannon-Wiener- en IAP - indekswaardes, moet toegeskryf word aan eienskappe eie aan die onderskeie formules, soos beïnvloed deur die ligeengroei wat aan die onderskeie gedeelte van forofietstamme aangetref is.

In teenstelling met bovermelde was daar 'n hoë korrelasie tussen indekswaardes wat volgens die Simpson en Shannon-Wiener-formules bereken is (Tab. 4.30 en Fig. 4.65).

4.2.2.2.5.2 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal tallusse wat per forofiet aangetref is

Volgens die waardes aangegee in Tab. 4.30 (grafies voorgestel in Fig. 4.66 A), was daar slegs 'n lae korrelasie tussen die indekswaardes wat volgens die Simpson-formule bereken is en die aantal tallusse wat by elke opnamepunt teen die suidfront van forofietstamme aangetref is. Daar was 'n noemenswaardige korrelasie tussen die aantal tallusse teenwoordig by elke opnamepunt en berekende Shannon-Wiener indekswaardes (Tab. 4.30 en Fig 4.66 B).

Daarteenoor was daar 'n hoë korrelasie tussen die aantal tallusse wat op die individuele forofietstamme aangetref is en berekende IAP-waardes (Tab. 4.30 en Fig. 4.66 C).

Bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.30) dui daarop dat veranderinge in IAP-waardes tot 'n aansienlike mate verklaar kon word in terme van veranderinge in die aantal tallusse wat op die suidfrontgedeeltes van forofietstamme in die studiegebied aangetref is. Veranderinge in terme van Shannon-Wiener indekswaardes kon tot 'n redelike mate deur veranderinge in die aantal tallusse per forofietstam verklaar word (Tab. 4.30). Daarteenoor was daar 'n swak verklarende verband tussen die aantal tallusse per forofietstam en ooreenstemmende Simpson-indekswaardes.

4.2.2.2.5.3 Vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener-, IAP-indekswaardes en aantal spesies wat per forofiet aangetref is

Met behulp van Tab. 4.31 (grafies voorgestel in Fig. 4.67) kon aangetoon word dat daar 'n noemenswaardige korrelasie bestaan het tussen die aantal spesies en waardes van die Simpson- en Shannon-Wiener indekse. 'n Hoë mate van korrelasie tussen die aantal spesies en IAP-indekswaardes kon aangetoon word (Tab. 4.31).

Bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.31) toon dat veranderinge in die geval van die Simpson-indekswaardes slegs tot 'n redelike mate verklaar kon word in terme van veranderinge in die aantal spesies wat op die suidfrontgedeeltes van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is. Daarteenoor was daar 'n hoë verklarende verband tussen die aantal spesies wat per forofietstam aange-

tref is en ooreenstemmende IAP- en Shannon-Wiener indekswaardes.

Bovermelde gegewens toon dat die aantal spesies wat per opnamepunt teenwoordig was, gekorreleerd was met IAP-waardes en dat 'n gedeelte van die variabiliteit van die indekswaarde daardeur verklaar kon word.

4.2.2.2.5.4 Verband tussen toenemende afstand vanaf die industriële gebied en verandering in die aantal spesies/tallusse op individuele forofietstamme.

Berekende korrelasiewaardes toon dat daar 'n redelike verband bestaan het tussen toename in afstand vanaf die industriële gedeeltes van die Pretoria-studiegebied en verandering in die waardes van die drie indekse (Tabel 4.31 en Fig. 4.68).

Die bepaaldheidskoeffisiëntwaardes (r^2 , Tab. 4.31) toon dat verandering in die aantal spesies, aantal tallusse en die onderskeie indekse, hoegenaamd nie verklaar kon word in terme van toenemende afstand vanaf die industriële gebiede nie. Hierdie bevinding het daarop gedui dat daar bo en behalwe afstand vanaf die industriële gebied, bykomende faktore in die studiegebied aanwesig was wat ligeengroei aan die suidfront van forofietstamme beïnvloed het.

Die aantal spesies en ook die aantal tallusse wat op individuele forofietstamme teenwoordig was, het verskil vanaf die een na die ander individuele stam en ook vanaf die een na die

ander gedeelte van die stad (Fig. 4.69). Oor die algemeen was daar egter 'n stygende tendens in terme van die aantal spesies en tallusse teenwoordig - namate afstand vanaf die industriële gebied toegeneem het (Fig. 4.69 A & B).

4.2.2.2.6 Geweegde gemiddeldes ordeningtegniek

Hierdie tegniek is gebruik om ordeningtellings vir elke opnamepunt te bereken en is bespreek onder 3.2.4.2.5 en 4.2.2.1.6. Die gewigte (sensitiwiteitswaardes) van die individuele ligeenspesies word in Tab. 4.24 aangegee. Ordeningtellings van die individuele opnamepunte is in Tab. 4.32 aangegee.

Veranderinge in waarde van die ordeningtellings (Tab. 4.32) toon hoedat die individuele forofiete vanaf die A_1 -gemeenskap toenemend deur minder lugbesoedelinggevoelige ligeenspesies gekoloniseer is. Hierdie veranderinge in indekswaardes is duidelik waarneembaar vanaf die B-gemeenskap waar die eerste waardes hoër as 4,00 aangetref is - waardes wat dui op die teenwoordigheid van meer weerstandbiedende ligeenspesies.

Vier isotoksiese sones kon in Fig. 4.70 onderskei word. Hierdie sones het verander vanaf sone IV waarin die opnamepunte met ordeningtellings laer as 3,5 saamgegroepeer is, na sone III met waardes vanaf 3,5 tot 4,00 (nie ingesluit), tot sone II waarin al die opnamepunte met ordeningtellings gelykstaande of hoër as 4 saamgegroepeer is. Opnamepunte sonder ligeengroei en forofietstamme met oorblyfsels van ligeenge-

meenskappe (mengsel van indekswaardes) is saamgeroepeer in sone I.

Soos voorheen aangetoon (Fig. 4.44) kon daar met behulp van hierdie metode duidelike isotoksiese sones en gepaardgaande retrogressiewe suksessie in die studiegebied aangetoon word.

Indien Figure 4.44 en 4.70 met mekaar vergelyk word, blyk dit dat 'n breë retrogressiewe suksessionele tendens ten opsigte van ligeengroei in beide figure teenwoordig is. Die verskille in die aantal en posisie van die onderskeie sones is onder andere toeskryfbaar aan verskille in ligeengroei teen die verskillende fronte van die forofietstamme.

4.2.2.2.7 Indeks van ooreenkoms (IS_s) tussen die verskillende ligeengemeenskappe

Sørensen se indeks van ooreenkoms (Sørensen, 1948) is gebruik om die ooreenkoms tussen die verskillende ligeengemeenskappe aan die suidfronte van forofietstamme in die opnamegebied te bereken. Die formule waarmee die verskillende indekswaardes bereken is, is onder 3.2.4.2.6 vermeld. Die teenwoordigheid van die verskillende spesies in die onderskeie suidfront-ligeengemeenskappe word in Tab. 4.33 aangetoon. Berekende IS_s -waardes is aangegee in Tab. 4.34.

Uiters sensitiewe ligeenspesies was slegs tot die A_1 - en A_2 -gemeenskappe van die studiegebied beperk (Tab. 4.33). Semi-sensitiewe ligeenspesies was as 'n groep beperk tot die A-

tot B-gemeenskappe. Binne die groep was daar ook duidelike verskille ten opsigte van die verspreiding van die onderskeie spesies teenwoordig. So byvoorbeeld het spesie nommers 18, 2, 1 en 4 in alle gemeenskappe behalwe die C_1 & 2^- en D-gemeenskappe voorgekom (Tab. 4.33). Spesie nommers 3, 17 en 19 was slegs in die A-gemeenskappe teenwoordig. Daarteenoor is spesie nommers 9, 8 en 6 slegs in die A_2 -gemeenskap teen die suidfront van forofietstamme aangetref. Spesie nommer 2a is nie teen die noordfront van forofiete aangetref nie. Lede van die semitolerante groep spesies (10 en 11), is in bykans al die verskillende ligeengemeenskappe aangetref (Tab. 4.33).

Op grond van die graad van ooreenstemming wat daar tussen die onderskeie IS_s -waardes aanwesig was (soos aangetoon in Tab. 4.34), kon die verskillende ligeengemeenskappe wat in 'n vorige studie met behulp van die Braun-Blanquet-metode onderskei is (Wessels, 1982), bevestig word. So byvoorbeeld het die A-gemeenskappe onderling IS_s -waardes getoon wat gewissel het vanaf 81,5% (A_2 & A_3); 89,7% (A_1 & A_2) tot 91,7% (A_1 & A_3). Die B-gemeenskap wat as oorgangsgemeenskap tussen die A-gemeenskappe (onbesoedelde woongebiede) en C- & D-gemeenskappe (besoedelde gedeeltes van die stad) beskou is, het byvoorbeeld 84,2% ooreenkoms getoon met die A_3 -gemeenskap, maar slegs 66,7% ooreenkoms getoon met die A_2 -gemeenskap wat verder suidoos as die A_3 -gemeenskap van die B-gemeenskap geleë was (Fig 4.2). Daarteenoor het die B-gemeenskap onderskeidelik 71,4% en 76,9% ooreenkoms getoon

met die C_1 - en C_2 -gemeenskappe. Die C_1 - en C_2 -gemeenskappe het 72,7% met mekaar ooreengestem, terwyl die twee gemeenskappe onderskeidelik slegs 28,6 en 33,3% met die D-gemeenskap ooreengekom het.

4.2.2.2.8 Ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofietstamme, vergelyking van resultate met verwysing na die bevindings van ander werkers.

Die vertikale verspreiding / ekologie van forofietstamme in die algemeen, ekologiese vereistes en fisiologiese eienskappe van basbewonende ligene in die breë - soos gevind deur ander werkers, sal as agtergrond dien vir die bespreking van die bevindings wat betrekking het op die ligeengroei wat teen die noord- en suidfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied gemaak is.

Die ekologie en vertikale verspreiding van basbewonende epifitiese ligene is nagevors deur onder andere Barkman (1958) en Herben & Liska (1984) in Europa, deur Kauppi & Mikkonen (1980) in Finland, deur Brodo (1961, 1961a); Culberson (1955) en Hale (1950, 1952, 1955, 1965) in Amerika, deur Omura (1950) en Nakanishi (1960, 1962, 1966) in Japan en deur Kalgutkar & Bird (1969) en Addison (1984) in Kanada.

4.2.2.2.8.1 Substraatspesifisiteit

Adams en Risser (1971, 1971a), Brodo (1961), Culberson (1955), Hale (1955) en Hinds (1970) het gevind dat die tipe

substraat (forofietspesie) 'n belangrike faktor is wat die verspreiding van ligene bepaal. Harris (1971) het byvoorbeeld gevind dat die sonasiedetail tussen berke- en eikehout verskil het, maar dat die spesiespektrum vanaf die basis na die bopunte van die verskillende boomspesies tot 'n groot mate ooreengestem het.

Brodo (1961) het egter daarop gewys dat die spesifisiteit van 'n ligen vir 'n bepaalde forofietsoort met ekologiese toestande mag varieer in meer diverse gebiede.

Hierdie beïnvloedende faktor is gestandaardiseer deur die ligeengemeenskappe op hoofsaaklik J. mimosifolia te bestudeer (vergelyk ook die bespreking onder afdeling 4.2.1).

4.2.2.2.8.2 Substraatouderdom

Volgens Garren (1963) (aangehaal deur Hinds, 1970) hou die gemiddelde aantal ligeenspesies wat op 'n bepaalde hoogte van 'n forofiet voorkom, direk verband met die ouderdom van die forofiet by die spesifieke punt. Harris (1971) het gevind dat Parmelia caperata 'n bedekkingsoptimum bereik het op 30 tot 35 jaar oue berke- en eikebome. Hy het beweer dat die afname in gemiddelde bedekking van die ligeenspesie na hierdie substraatouderdom moontlik toegeskryf kon word aan ongunstige groeitoestande op die gasheer, of moontlik ook die gevolg mag wees van tallusveroudering.

Daar is tydens die huidige studie gepoog om die ouderdom van

forofiete te standaardiseer om sodoende die invloed van hierdie faktor te minimaliseer (vergelyk ook die bespreking onder afdeling 4.2.1).

4.2.2.2.8.3 Vertikale sonasie

Die duidelike vertikale sonasie wat teen die suid- en noordfront van forofietstamme in die studiegebied aangetref is (Figure 4.21 en 4.45), strook met die bevindings van werkers hieronder vermeld.

Slegs enkele ligeensosiologiese studies is egter tot dusver in besoedelde gebiede onderneem, die studies van Kauppi & Mikkonen (1980) is van die enkeles. Die volgende werkers het die vertikale verspreiding van ligene teen forofietstamme in onbesoedelde, natuurlike omgewings bestudeer : Barkman (1958), Hale (1955), Harris (1971, 1971a, 1972), Kershaw (1964) en McCarthy (1980).

Die teenwoordigheid van verskillende ligeenspesies teen die twee fronte is aangetoon in Figure 4.21 en 4.45. 'n Breedvoerige bespreking kan gevind word onder afdelings 4.2.2.1.2.1 en 4.2.2.2.1. 'n Vergelyking van die twee figure het die volgende breë tendense na vore gebring:

- i) Duidelike verskille is teen beide fronte aangetref in terme van die spesiesamestelling, bedekking en frekwensie van indiw-

dule ligeenspesies. Hierdie verskille is in elk van die onderskeie ligeengemeenskappe aangetref.

- ii) 'n Allogeniese retrogressiewe suksessiepatroon is deur die ligeengroei aan beide fronte van forofietstamme weerspieël.
- iii) Spesierykdom van die onderskeie ligeengemeenskappe het aan beide fronte dramaties afgeneem in die rigting van meer besoedelde gedeeltes van die studiegebied.
- iv) Aan die noordfront van forofietstamme het ligeengroei van die A- tot B-gemeenskappe na aan die grondoppervlak voorgekom. Aan die suidfront van forofietstamme het ligeengroei in slegs die A₁ - en A₂ -ligeengemeenskappe tot na aan die grondoppervlak voorgekom.
- v) Ligeengroei het vanaf die C₁ - (suidfront) en vanaf die A₃ -gemeenskap (noordfront) toenemend onreëlmatig en hoër op teen forofietstamme voorgekom. Teen die suidfront van forofietstamme was hierdie onreëlmatige voorkoms van ligeentallusse hoofsaaklik beperk tot die onderste segment van forofietstamme. Teen die noordfront van

forofietstamme was dieselrae tendens ook teen die boonste segment teenwoordig en in die C₂- en D-gemeenskappe is slegs enkele forofiete met ligeengroei aangetref.

- vi) In die breë gesien, het ligeentallusse vanaf die B-gemeenskap (in die geval van die suidfront) en vanaf die A₃-gemeenskap (in die geval van die noordfront) meer dikwels teen die boonste segment van forofietstamme voorgekom.
- vii) Die suidfront van forofietstamme was opmerklik ryker aan spesies (spesierykdom) as die noordfrontgedeelte van forofietstamme (Fig. 4.70a en Tab. 4.33).
- viii) Die verspreiding van individue tussen die verskillende spesies was aansienlik meer gelykmatig teen die suidfront van forofietstamme.
- ix) Teen die noordfront van forofietstamme was Candelaria concolor die dominante spesie (Fig. 4.21), terwyl die dominansie van die spesie teen die suidfront beperk was tot die B- en daaropvolgende ligeengemeenskappe.
- x) Daar was meer uiters sensitiewe en ook

sensitiewe ligeenspesies teen die suidfront van forofietstamme teenwoordig (Figure 4.21 en 4.45). Ten spyte van die verskille was daar 'n redelike mate van korrelasie tussen die aantal ligeenspesies en die aantal tallusse wat teen die verskillende fronte voorgekom het (Tab. 4.36).

Daar kon opsommenderwys met behulp van Tabel 4.33 uitgewys word hoedat die spesiesamestelling van die verskillende ligeengemeenskappe teen die verskillende segmente van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied van mekaar verskil het. Boonop kon daar ook met behulp van die tabel aangetoon word hoedat die spesiesamestelling van die verskillende gemeenskappe onderling van mekaar verskil het:

- i) Duidelike verskille ten opsigte van ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofietstamme kon met behulp van Tab. 4.35 uitgelig word. Soos deur Hale (1983) vermeld, was daar ook in die geval van die Pretoria-studiegebied duidelike verskille ten opsigte van ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofiëte aanwesig.
- ii) Ten spyte van onderlinge verskille - samehangend met die sensitiwiteitsgraad van

die onderskeie ligeenspesies, is die grootste aantal spesies en selfs tallusse teen beide die noord- en suidfronte van forofietstamme in die A-gemeenskappe aangetref. Slegs die semitolerante ligeenspesies nommers 11 en (veral) 10, is dikwels in die B-gemeenskap gevind.

- iii) Behalwe vir die ligeenspesies wat in sensitiwiteitsgraad II.I saamgeroepeer is, het al die ander ligeenspesies meer dikwels teen die suidfront van forofietstamme voorgekom.
- iv) Slegs spesie nommer 10 (sensitiwiteitgraad IV) het in alle ligeengemeenskappe teen beide die noord - en suidfronte van forofietstamme voorgekom. Spesie nommer 11 daarteenoor is nie in alle gemeenskappe aangetref nie. Teen die suidfront van forofietstamme was spesie nommer 11 hoofsaaklik beperk tot die A-gemeenskappe.
- v) Ligeenspesies wat tot sensitiwiteitgraad III behoort het, het meer dikwels en in groter getalle teen die suidfront van forofietstamme voorgekom, waar die spesies veral dikwels in die A-gemeenskappe aangetref is.

- vi) Tallusse van spesie nommers 6, 17 en 2 (sensitiwiteitgroep II.III) was swak verteenwoordig teen beide fronte. Alhoewel die spesies meer dikwels teen die suidfront van forofietstamme aangetref is.
- vii) Indiwidue van spesie nommers 18 en 3 (sensitiwiteitgraad II.II) is hoofsaaklik teen die suidfront van forofietstamme aangetref. Die spesies is veral dikwels teen forofietstamme in die A_2 -gemeenskap aangetref.
- viii) Uiters sensitiewe spesies, nommers 12 en 16 was hoofsaaklik beperk tot die suifrontgedeelte van forofietstamme.
- ix) Spesie nommers 8 en 16 was die enigste spesies wat uitsluitlik tot die suidfront van forofietstamme beperk was.
- x) Alhoewel daar in sommige gevalle slegs 'n enkele tallus van spesie nommer 6 aangetref is, was die spesie tesame met spesie nommer 9 die enigste twee spesies wat meer dikwels teen die noordfront van forofietstamme teenwoordig was.
- xi) Ten laaste kon met behulp van Tab. 4.35 aangetoon word hoedat 'n kombinasie van

mikro-omgewingsfaktore en mikro-klimatologiese faktore, tesame met lugbesoedeling, die samestelling van ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied beïnvloed het. Mikro-omgewings en -klimatologiese faktore lei in natuurlike, onbesoedelde omgewings tot verskille in die ligeengroei van die verskillende fronte van forofietstamme (vergelyk bespreking, afdeling 4.2.2.2.8.5). In die studiegebied was hierdie faktore ook teenwoordig, maar die invloed van die twee faktore is egter oorskadu deur die nadelige effek van die aanwesige graad van lugbesoedeling in die betrokke gemeenskappe. Die oorheersende invloed van lugbesoedeling is veral duidelik waarneembaar in die spesiesamestelling van die C-gemeenskappe.

Hierdie bevindings aangaande die ligeengroei teen die verskillende fronte van die stamme van J. mimosifolia is egter nie geldig vir die ligeengroei teen die stamme van die forofietspesie in die algemeen nie, aangesien die resulate wat hierbo bespreek is onder spesifieke omgewingstoestande en boonop in 'n stadsgebied met 'n aansienlike mate van lugbesoedeling gevind is.

Alhoewel die bevindings van laasvermelde werkers gegrond was

op studies van ligeengroei teen forofietstamme in onbesoedelde omgewings, dui die bevindings van die betrokke werkers daarop dat die vertikale sonasie wat teen die suid- en noordfronte van die stamme van J. mimosifolia in die studiegebied aangetref is, nie uitsluitlik die gevolg was van die invloed van lugbesoedeling en 'n onnatuurlike omgewing nie. Die onnatuurlike omgewingstoestand het verwys na die stadsgebied met ekologiese eienskappe eie aan so 'n gebied en die uitheemse forofietspesie wat as substraat deur die ligeenspesies gebruik word.

4.2.2.2.8.4 Horisontale verspreiding van ligene

Bo en behalwe die spesieverspreidingstendense wat voorheen uitgelig is (4.2.2.1.2.1, 4.2.2.1.2.2, 4.2.2.2.2.1 en 4.2.2.2.2.2), is 'n duidelike ruimtelike skeiding van ligeenspesies teen forofietstamme aangetref (Figure 4.22 en 4.60). Hierdie bevinding het ook gestrook met die van Hinds (1970).

Ooreenstemmend met die bevindings van Hale (1952, 1955) het die ligeengroei teen die suid- en noordfronte van forofietstamme 'n gradiënt van gemeenskappe gevorm wat elk 'n optimale ontwikkeling bereik het by een of ander segment van forofietstamme.

Geen korrelasie ($r = 0,38015$) kon gevind word tussen individuele stamhoogtes (soos bepaal met behulp van die puntopname) en die aantal spesies wat op bepaalde hoogtes teen die noordfront van forofietstamme voorgekom het nie. Teen die

suidfront van forofietstamme was daar egter 'n redelike mate van korrelasie ($r = 0,74792$) tussen individuele stamhoogtes en die aantal ligeenspesies wat op die bepaalde hoogte aangetref is.

Die teenwoordigheid van ligene teen die noordfront van forofietstamme (Fig. 4.22) het aanmerklik verskil van die teenwoordigheid van ligeenspesies teen die suidfront van forofietstamme (Fig. 4.60). Aansienlik minder ligeentallusse en ligeenspesies was teen die noordfront van forofietstamme teenwoordig. Meer spesies was ook tot die boonste gedeelte van forofietstamme beperk as wat die geval was met ligeengroei teen die suidfront van forofietstamme (Fig. 4.60). Tallusse van die verskillende ligeenspesies was ook aanmerklik meer reëlmatig teenwoordig teen die suidfront van forofietstamme.

Harris (1971) het beweer dat die vertikale sonasie van spesies dikwels 'n verandering in voorkomdigtheid ("abundance") van een sone na 'n ander vertoon, in plaas van 'n verandering in die teenwoordigheid van spesies. In die opnamegebied is daar egter in teenstelling met Harris (1971) se bevinding (maar in ooreenstemming met die van Brodo, 1961), gevind dat die aan- of afwesigheid van ligeenspesies (tesame met voorkomdigtheid) van die een sone na die ander oor die opnamegebied verskil het (Figure 4.22 en 4.60).

Ligene wat op die sytakke van forofiete in die studiegebied

voorgekom het, het hoofsaaklik op die boonste oppervlak van die takke voorgekom. Hierdie waarneming strook met die van Kalgutkar & Bird (1969) en Takahashi (1954). Volgens genoemde werkers kan hierdie verskynsel toegeskryf word aan die feit dat hierdie oppervlaktes direk aan sonlig en presipitasie blootgestel word.

4.2.2.2.8.5 Mikrohabitatspesifisiteit

Volgens Fenton (1960), Gilbert (1965), Hinds (1970), Jones (1952) en Phillips (1951) is mikrohabitatspesifisiteit in ligene goed ontwikkel en daar is sterk getuienis dat die sonasie op forofietstamme te weeg gebring word deur interaksies tussen die fisiologie van tallusse en die mikro-omgewing van die spesifieke punt teen die forofietstam (Kershaw, 1964).

Brodo (1961), Culberson (1955) en Hale (1955) het gevind dat klimaat die belangrikste faktor is wat ligeengroei teen 'n stam beïnvloed. Hiervan is temperatuur- en humiditeit-gradiënte die belangrikste faktore wat 'n rol speel in die bepaling van die verspreiding van ligene teen forofietstamme (Harris, 1971a; Hinds, 1970; McCarthy, 1980; Patterson, 1940).

Barkman (1958) het vyf aspekte uitgesonder wat die beskikbaarheid van water op epifiete beïnvloed; - presipitasie, stroming, atmosferiese humiditeit, absorpsie van vog deur die substraat en verdamping. 'n Kombinasie van sommige van

hierdie faktore veroorsaak 'n skerp vogtigheidsgradiënt wat weerspieël word deur die vertikale sonasie van ligeengroei. McCarthy (1980) het daarop gewys dat selfs die inplantingshoek van raamtakke van belang is deurdad dit die hoeveelheid stamafloop bepaal.

Aangesien die ligeenflora van hoofsaaklik een forofietspesie in die opnamegebied bestudeer is, kan tot 'n redelike mate aanvaar word dat die forofietmikroklimaat in die studiegebied ooreengestem het - binne perke van biologiese en omgewingsvariasie. Mikroklimaat as sulks was gevolglik nie die uitsluitlike faktor wat verantwoordelik was vir die aansienlike gradiënt wat daar ten opsigte van die ligeengroei van die gebied as geheel gevind is nie.

4.2.2.2.8.6 Korrelasie tussen verspreiding van spesie-diversiteitsones en isotoksiese sones teen verskillende fronte van forofietstamme, soos onderskei met behulp van verskillende indekswaardes.

Die verspreiding van spesiediversiteitsones en isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied word aangetoon in Figure 4.36 tot 4.38 en 4.62 tot 4.64. Figure 4.2 tot 4.10 stel die verspreiding van ligeengemeenskappe in die Pretoria-studiegebied, soos geïdentifiseer met behulp van die Braun-Blanquet-metode voor.

Onderlinge ooreenkomste / verskille tussen Simpson-, Shannon-Wiener- en IAP-indekswaardes teen onderskeidelik die noord-

en suidfronte van forofietstamme is in besonderhede bespreek onder afdelings 4.2.2.1.5.1 en 4.2.2.2.5.2. Die hieropvolgende bespreking sal konsentreer op die verband wat daar bestaan het tussen die verspreiding van die verskillende sones teen die twee fronte en die verband tussen die verspreiding van sones en ligeengemeenskappe wat volgens die Braun-Blanquet-metode onderskei is.

4.2.2.2.8.6.1 Verspreiding van Simpson indekswaardes

Drie spesiesdiversiteitsones wat op die progressiewe verarming van ligeengemeenskappe (en tesame daarmee 'n toename in omgewingsbeskadiging) gedui het, kon met behulp van hierdie metode in die studiegebied vir onderskeidelik die noord- en suidfronte van forofietstamme geïdentifiseer word (Figure 4.36 en 4.62).

Soos aangetoon deur middel van Fig. 4.36 was die verspreiding van sones II en III beperk tot klein gedeeltes van die studiegebied en sone I het 'n relatief groot gedeelte van die studiegebied beslaan. Daarteenoor was sone I, gegrond op eienskappe van die ligeengroei teen die suidfront van forofietstamme, aansienlik kleiner (Fig. 4.62). Sones II en III het egter groter oppervlaktes van die studiegebied beslaan as ooreenstemmende sones aangedui in Fig. 4.36.

Indien die verspreiding van die verskillende spesiesdiversiteitsones soos aangetoon in Figure 4.36 en 4.62 met mekaar vergelyk word, kan gesien word tot water mate die ligeenge-

meenskappe teen die noordfront van forofietstamme meer as die ligeengroei teen die suidfrontgedeelte verarm was.

'n Vergelyking van Figure 4.36 en 4.62 het aangetoon dat die besondere onderskeiding van verskillende isotoksiese / iso-sosiologiese sones met behulp van die Braun-Blanquet-metode (Fig. 4.2), nie met behulp van groeperings van Simpson indekswaardes geëwenaar kon word nie. Slegs die verspreiding van spesiediversiteitsones teen die suidfront van forofietstamme het tot 'n mate ooreengestem met die verspreiding van ligeengemeenskappe onderskei volgens die Braun-Blanquet-metode. So byvoorbeeld is opnamepunte wat in die A-gemeenskappe saamgegroepeer is, op grond van ooreenstemmende Simpson indekswaardes in sone III saamgegroepeer. Forofiete wat in die B- en C-gemeenskappe saamgegroepeer (Fig. 4.2) is, is hoofsaaklik in sone II aangetref.

Met behulp van Tabel 4.36 kon aangetoon word dat 'n swak korrelasie bestaan het tussen Simpson indekswaardes - soos bereken vir ligeengroei teen die noord- en suifronte van forofietstamme.

4.2.2.2.8.6.2 Verspreiding van Shannon-Wiener indekswaardes

Slegs drie spesiediversiteitsones kon sinvol met behulp van verwante Shannon-Wiener indekswaardes vir die noordfrontgedeelte van forofietstamme onderskei word (Fig. 4.32). Daarteenoor kon met behulp van hierdie metode vier spesies-

diversitietsones vir ligeengroei teen die suidfront van forofietstamme onderskei word (Fig. 4.63).

Soos aangetoon in Fig. 4.37 was die verspreiding van sones II en III beperk tot die oostelike woongebiede. Sone I, bestaande uit nulwaardes wat op die teenwoordigheid van slegs enkele ligeenspesies gewys het, het soos in die geval van sones II en III 'n relatief klein gedeelte van die studiegebied beslaan. Daar was ook talle opnamepunte in die studiegebied waarvoor daar geen Shannon-Wiener indeks waarde vir ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme bereken kon word nie.

Bovermelde was 'n negatiewe eienskap van die indekseringsmetode, aangesien sulke opnamepunte nie in 'n gradiëntposisie ten opsigte van die ander opnamepunte geplaas kon word nie. Bykomend het die verspreiding van die waardes aangetoon dat die bruikbaarheid van die metode as indeks van ligeengroeibeskadiging in gebiede met verhoogde grade van lugbesoedeling nie na wense was nie, varal nie as die bespreking van die waardes teen die suidfront van forofiete betrek word nie. Ten spyte van die bespreekte tekortkominge, is daar duidelike sones met behulp van indekswaardes van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme onderskei. Hierdie sones (I tot IV in Fig. 4.63) het relatief groot gedeeltes van die opnamegebied beslaan en min forofiete met onberekenbare Shannon-Wiener indekswaardes is aangetref.

Die mate waartoe ligeengroei teen die noordfront van foro-

fietstamme bykomend verarm was, blyk uit 'n vergelyking van Figure 4.37 en 4.63.

'n Vergelyking van die verspreiding van spesie diversiteitsones gekarteer vir die noord- en suidfronte van forofietstamme (Figure 4.37 en 4.63) en die verspreiding van verskillende Braun-Blanquet-ligeengemeenskappe (Fig. 4.2), het aangetoon dat 'n aansienlike hoeveelheid detail deur gebruikmaking van die verspreiding van Shannon-Wiener indekswaardes verlore gegaan het. Slegs die verspreiding van spesie diversiteitsones teen die suidfront van forofietstamme het tot 'n mate ooreengestem met die verspreiding van Braun-Blanquet-ligeengemeenskappe. So byvoorbeeld is al die opnamepunte wat in die A-gemeenskappe saamgegroepeer was (Fig. 4.2), op grond van ooreenkoms met behulp van die Shannon-Wiener indekswaardes in sone III geplaas. Opnamepunte wat saamgegroepeer was in die B- en C-gemeenskappe (Fig. 4.2), het versprei tussen sones I en II in Fig. 4.63 voorgekom.

Soos aangetoon deur die numerieke waarde van 0,43891 (Tab.4.36) was daar swak korrelasie tussen Shannon-Wiener indekswaardes - soos bereken vir ligeengroei teen die noord- en suifronte van forofietstamme.

4.2.2.2.8.6.3 Verspreiding van IAP-waardes

Vier isotoksiese sones kon met behulp van ligeengroei teen beide die noord- en suidfronte van forofietstamme onderskei

word (Figure 4.38 en 4.64).

Alhoewel die oppervlakte van die onderskeie sones van mekaar verskil het, was die verspreiding van isotoksiese sones III en IV in die geval van beide die noord- en suidfronte van forofietstamme beperk tot die oostelike woongebiede van die studiegebied (Figure 4.38 en 4.64). Sone II het in die geval van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme gestrek oor 'n hoër intensiteit woongebied, gedeeltes om die Universiteit van Pretoria en woongebiede in die noordoostelike gedeelte van die stad (Fig. 4.38). Daarteenoor het sone II in die geval van ligeengroei teen die suidfront van forofietstamme ook bovermelde gebiede ingesluit maar het meer uitgebreid in die rigting van die middestad voorgekom (Fig. 4.64). Sone I, bestaande uit nulwaardes wat op die teenwoordigheid van relatief hoër grade van ligeengroeibeskadiging gewys het, het in die geval van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme groot gedeeltes van die studiegebied beslaan (Fig. 4.38; vergelyk verspreiding van die sone in Fig. 4.64).

Alhoewel daar weinig ooglopende ooreenkoms was tussen die verspreiding van die verskillende isotoksiese sones (vergeelyk verspreiding van sones in Figure 4.38 en 4.64), het 'n vergelyking van die figure duidelik aangetoon tot watter mate ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme toenemend beskadig was.

'n Vergelyking van die verspreiding van isotoksiese sones

gekarteer vir die noord- en suidfronte van forofietstamme (Figure 4.38 en 4.64) met die verspreiding van die verskillende Braun-Blanquet-ligeengemeenskappe (Fig. 4.2), het getoon dat daar in die geval van Fig. 4.38 weinig ooreenkoms tussen die verspreiding van die verskillende sones / ligeengemeenskappe aanwesig was.

Slegs die verspreiding van spesiediversiteitssones teen die suidfront van forofietstamme het tot 'n mate ooreengestem met die verspreiding van Braun-Blanquet-ligeengemeenskappe. So byvoorbeeld is meeste van die opnamepunte wat in die A_1 - en A_2 -gemeenskappe saamgegroepeer was (Fig. 4.2), in sone IV gevind. Opnamepunte wat deel gevorm het van die A_3 -gemeenskap (Fig. 4.2), het verspreid tussen sones III en IV voorgekom (Fig. 4.64). 'n Gedeelte van die opnamepunte wat in die C_1 -gemeenskap aangetref is, het ook in sone III voorgekom. Meeste van die opnamepunte wat tot die oorblywende Braun-Blanquet-ligeengemeenskappe behoort het, is saamgegroepeer in sone II.

Daar was 'n swak korrelasie tussen IAP indekswaardes bereken vir ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofietstamme (Tab. 4.36).

4.2.2.2.8.6.4 Opsomming

Die verwerkte gegewens van puntopnames van ligeengroei teen die noord- en suidfronte van forofietstamme het aangetoon dat

ligeengroei teen die verskillende fronte duidelik van mekaar verskil het.

Hierdie verskille word verder uitgelig in Figure 4.70b en 4.70e. Die resultate van die groeiperingsanalise van releves toon duidelike groeiperings van releves aan albei fronte. Die aantal groeiperings en samestelling van die relevegroepe aan die twee fronte verskil ooglopend van mekaar (Figure 4.70b en 4.70d).

Ordering van die spesies (Figure 4.70c en 4.70d) toon dat verwantskappe tussen die verskillende spesies teen die twee fronte aanmerklik verskil het. Ligeenspesies wat teen die noordfront aangetref is, was onderling nader aan mekaar verwant as ligeenspesies wat teen die suidfront van forofietstamme aangetref is. Teen die noordfront het spesie nommers 2, 14, 19, 18, 12, 6, 9, 3 en 17 sterk onderlinge verwantskappe vertoon en het gesamentlik in die posisie aangedui met behulp van 9 in Figuur 4.70d voorgekom. Aan die suidfront was slegs spesie nommers 19 en 2 op 'n soortgelyke wyse aan mekaar verwant. Spesie nommers 10 en 11 het 'n swak verwantskap vertoon met die ander spesies wat teen die onderskeie fronte aangetref is (Figure 4.70c en 4.70d).

Aan die hand van die resultate wat in voorafgaande gedeeltes bespreek is, is dit gewens dat daar onder bepaalde omstandighede op 'n bepaalde front besluit sal moet word en deurgaans daarby gehou word tydens opnames wat daarop toegespits is om die gevolge van besoedelde lug te monitor of aan te toon.

Die resultate moet ook na gelang van omstandighede (vergelyk byvoorbeeld die bespreking van Herben en Liska, 1986 van IAP-waardes) deur middel van 'n bepaalde indekseringmetode opgesom en voorgestel word. Hierdie bevindings, tesame met die inagneming van die standaardisasie van forofiet- en mikro-klimaateienskappe, is van pertinente belang in die beplanning en uitvoering van moniteringstudies.

4.2.3 Braun-Blanquet opname

4.2.3.1 Inleiding

Tot op hede was een van die belangrikste oogmerke van werkers wat ligene as biologiese moniteerders van lugbesoedeling gebruik het, om die betrokke studiegebiede in isotoksiese sones te verdeel wat die nadelige gevolge van lugbesoedeling op ligeengroei uitgewys het. Sulke studies het die verspreiding van sekere spesies en verskille in bedekkingswaardes van een of meer spesies as kriterium geneem (Beschel, 1958; Skye, 1968; Gilbert, 1970; Hawksworth & Rose, 1970; Wirth, 1978, 1980, 1983; Masuch, 1981; Jahns, 1982; S ochting & Ramkaer, 1982; Engelmann & Weeks, 1984).

Verskeie werkers het bykomend van onder andere die Indeks van Atmosferiese Suiwerheid (IAP) gebruik gemaak - 'n indekseeringsmetode wat beide kwalitatiewe en kwantitatiewe eienskappe van ligeengroei insluit om isotoksiese sones te onderskei (Le Blanc & DeSloover, 1970; Trass, 1973; Mitsugi, Nakagawa & Takata, 1978).

Gedurende die afgelope dekade is daar toenemend klem gelê op onder andere die kartering van chemiese faktore - byvoorbeeld die swawelinhoud van ligeentallusse (Addison & Puckett, 1980; Krouse & Case, 1981; Pakarinen, 1981, Garty, Ronen & Galun, 1985; Jackson, Engelman & Peard, 1985), konsentrasies van verskeie elemente in ligeentallusse (oorsigsartikels deur onder andere Nieboer, Richardson & Tomassini, 1978; Martin &

Cloughtry, 1982; Steubing & Jager, 1982; Hale, 1983; Hawksworth & Hill, 1984).

Die invloed van lugbesoedeling op fisiologiese faktore soos byvoorbeeld ensiemaktiwiteit (Hällgren, 1978; Perezurria, Legaz & Vicente, 1986), stikstofbinding (Hällgren & Huss, 1975; Hallbom & Bergman, 1979; Henriksson & Pearson, 1981; Fritz-Sheridan, 1985), veranderinge in die R_f -waardes van sommige aminosure in ligeentallusse (Pearson, 1973) en fotosintese (Beekly & Hoffman, 1981; Nieboer & Kershaw, 1983; Fields & St Clair, 1984) word dikwels gebruik om die invloed van besoedelde lug op ligene aan te toon en te kwantifiseer. Uitwendige asook inwendige morfologiese kenmerke van ligene is dikwels gebruik om die gevolge van besoedelde lug op verskillende ligeenspesies uit te wys en te kwantifiseer (Kauppi, 1980; Will-Wolf, 1980; Pearson & Henriksson, 1981; Holopainen, 1984; Holopainen & Kärenlampi, 1984; Pearson, 1985; Purvis, Gilbert & James, 1985; Schuster, 1985; Schuster, Ott & Jahns, 1985). Bykomende verwysings kan gevind word onder die toepaslike trefwoorde wat in die inhoudsopgawe van die literatuurbasis in Hoofstuk 2 en in Volume II aangegee word.

Ligeensosiologiese studies van basbewonende ligene is reeds in verskeie dele van die wêreld onderneem. In Europa is sulke studies deur onder andere Barkman (1958), Fremstad & Øvstedal (1979); Kauppi & Mikkonen, 1980; Øvstedal (1980); Wirth (1983); Herben & Liska (1984) en Macher & Steubing

(1985) onderneem. Soortgelyke studies wat in die Britse Eilande onderneem is, is oorsigtelik bespreek deur James, Hawksworth & Rose (1977). Ligeensosiologiese studies op forofiete is in Noord Amerika onderneem deur Culberson (1955), Hale (1952, 1955, 1965), Brodo (1961) en Addison (1984). Enkele ligeensosiologiese studies van ander wêrelddele is vermeld deur Hawksworth (1977).

Met die uitsondering van Hurka & Winkler (1973), Wirth & Brinckmann (1977), Kauppi & Mikkonen (1980) en die uitstekende studie van Köstner & Lange (1986), het die ander werkers ligeengemeenskappe op forofiete in onbesoedelde gebiede bestudeer. Tot dusver is daar weinig Braun-Blanquet studies (geen in Afrika) op basbewonende ligeengemeenskappe in besoedelde gebiede onderneem wat spesifieke ten doel gehad het om isotoksiese sones, verskille in ligeengemeenskappe teen verskillende fronte en hoogtes in besoedelde stadsomgewings uit te wys.

Hierdie nie-statistiese tabuleringstegniek is gebruik om 'n duideliker beeld van die studiegebied se ligeengroei te verkry. Die voor- en nadele van hierdie metode is breedvoerig bespreek deur Shimwell (1971), Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) en Westhof & Van der Maarel (1978).

Daar is besluit om nie die ligeengemeenskappe formeel te klassifiseer nie, aangesien daar tot op hede weinig kennis oor die Suid-Afrikaanse ligeengemeenskappe bestaan. Ten tweede was die doel van die ondersoek om moontlike sosio-

logiese verskille tussen ligeengemeenskappe op verskillende hoogtes en fronte teen forofietstamme uit te wys en moontlike verskille in spesiesamestelling te beklemtoon. 'n Formele klassifikasie sou bloot 'n Babelse verwarring tot gevolg gehad het. Daar sal gevolglik deurgaans van slegs Romeinse syfers gebruik gemaak word vir die benaming van die onderskeie gemeenskappe. Elke front se gemeenskappe sal met die toepaslike kompasrigting se afkorting geïdentifiseer word.

Bowendien is ligeengemeenskappe bestudeer wat in ekologies versteurde gebiede aangetref is, wat tot vereenvoudigde ligeengemeenskappe aanleiding gegee het. James (1973), asook Hawksworth & Rose (1976) het daarop gewys dat sulke ligeengemeenskappe inderdaad nie formeel erken behoort te word nie.

Vir die doel van die bespreking sal daar gebruik gemaak word van die terme borshoogte en 1,3m, in albei gevalle dui dit die posisie (hoogte) teen forofietstamme aan waar die monsterpersele uitgeplaas is.

4.2.3.2 Basbewonende ligeengemeenskappe op borshoogte

Vanweë die groot aantal gemeenskappe wat betrokke is, sal elke gemeenskap nie in besonderhede bespreek word nie. Slegs die voorkoms van die diagnostiese spesies sal telkemale bespreek word, bykomende inligting kan vanuit die onderskeie tabelle verkry word. Die waardes wat in die tabelle aangegee

word, verteenwoordig die middelpuntwaardes van die onderskeie klasintervalle (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Ter vergelyking van die onderskeie sosiologiese tabelle, sal daar deurgaans van dieselfde spesiegroepering en rangskikking van spesiegroepe gebruik gemaak word. Diagnostiese spesiegroepe sal gevolglik eerste geplaas word, gevolg deur die gemeenskaplike spesiegroepe. Hierdie spesiegroepe het onderskeidelik bestaan uit onvolwasse/onherkenbare spesies van die Physciaceae en Parmeliaceae en die spesiegroep wat saamgestel was uit tallusse van Physciopsis pyritrocardia en Candelaria concolor. Opeenvolgend op laasgenoemde spesiegroep is die uiters sensitiewe groep ligeenspesies saamgeroepeer wat saamgestel was uit tallusse van Physcia dimidiata (sp. no. 12) en Pseudoparmelia salcinifera (sp. no. 16) en ten laaste die groep spesies wat bestaan het uit 'n versameling sensitiewe ligeenspesies wat onreëlmatig in die studiegebied voorgekom het (vergelyk Tab. 4.37).

4.2.3.2.1 Ligeengemeenskappe teen die suidfront van forofietstamme

Verwerkte resultate word aangegee in Tabela 4.37 tot 4.43 asook in Figure 4.71 tot 4.81.

4.2.3.2.1.1 Bespreking van die gemeenskappe

Die ligeengroei wat op 1,3m teen die suidfront van forofietstamme angetref is, kon in vyf assosiasies verdeel word (S-I

tot S-V, Tab. 4.37). Sommige van hierdie assosiasies kon onderverdeel word. Agt subassosiasies, S-I.I, S-I.II, S-I.III, S-II.I, S-II.II, S-II.III, S-III.I, en S-III.II kon onderskei word (Tab. 4.37).

Die onderskeie assosiasies en subassosiasies kon van mekaar op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese spesies onderskei word:

Assosiasie S-I

Karakterspesie:

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

Subassosiasies:

S-I.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesie nommer 18

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

S-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Pseudoparmelia aptata/texana sp. no. 17

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

Tesame met die ooglopende afwesigheid van spesie nommer 18.

S-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

Tesame met die ooglopende afwesigheid van tallusse van spesie nommers 17 en 18.

Assosiasie S-II

Karakterspesie:

Heterodermia albicans sp. no. 1

Subassosiasies:

S-II.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep B, bestaande uit;

Physcia stellaris sp. no. 1

Heterodermia albicans sp. no. 3

S-II.II

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep B, bestaande uit;

Parmelia flaventior sp. no. 4

Physcia stellaris sp. no. 1

Tesame met die afwesigheid van tallusse van sp. no. 3.

S-II.III

Differensiërende spesiegroep:

Physcia stellaris sp. no. 1

Tesame met die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 3 en 4 van spesiegroep B.

Assosiasie S-III

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie S-IV

Karakterspesie:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Subassosiasies:

S-IV.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep C

Hierdie spesiegroep het bestaan uit onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae.

S-IV.II

Differensiërende spesies:

Spesiegroep D

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Tesame met die afwesigheid van tallusse van die spesies wat saamgegroepeer is in spesiegroepe A, B en C.

Assosiasie S-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.2.1.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe

Subassosiasie S-I.I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 1 het die meeste bygedra het tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe A en B (Fig. 4.71 en Tab. 4.38). Slegs tallusse van spesies nommers 18 en 19 is konstant in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.37). In teenstelling met die verspreiding van spesie nommer 19 is spesie nommer 18 in ander assosiasies aangetref. Indiwidue van spesie nommer 3 (spesiegroep B) was in slegs 'n derde van die subassosiasie se releves teenwoordig. Spesie nommer 17 was hoofsaaklik beperk tot die S-I assosiasie.

Konstante metgeselle:

Indiwidue van die ligeenspesies wat tot spesiegroep D behoort het, is konstant in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.37). Spesie nommer 10 het die grootste bydrae gelewer tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep C en D (Tab. 4.38 en Fig. 4.71).

Sensitiewe spesies:

Slegs spesie nommer 2 was in meer as 50% van die releves van die S-I.I subassosiasie teenwoordig. Laasgenoemde spesie het die hoogste gemiddelde bedekingswaarde van spesiegroepe E en F vertoon.

Daar het gemiddeld nege ligeenspesies en 91 tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie was 100% (Fig. 4.71 en Tab. 4.38).

Subassosiasie S-I.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 19 het die meeste bygedra het tot die bedekking van monsterpersele deur lede van die diagnostiese spesiegroep A (Fig. 4.72 en Tab. 4.38). Spesie nommer 18 is nie in die subassosiasie aangetref nie. Daarteenoor is indiwidue van spesie nommers 17 en 19 konstant in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.37). Indiwidue van spesie nommer 4 is meer gereeld as die van spesie nommers 3 en 1 (spesiegroep B) in die subassosiasie gevind.

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 10 van spesiegroep D het meer dikwels as spesie nommer 11 in die subassosiasie voorgekom. In die subassosiasie het spesie nommer 10 die grootste bydrae gelewer tot die bedekking van monsterpersele deur talluse van ligeenspesies wat in groepe A en B geplaas is (Tab. 4.72).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele deur ligene was onbeduidend (Tab. 4.38).

Daar het gemiddeld nege ligeenspesies en 100 ligeentallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 39% gehad (Fig. 4.72 en Tab. 4.38).

Subassosiasie S-I.III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 1 het die meeste bygedra het tot die totale bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe A en B (Fig. 4.73 en Tab. 4.38). Spesie nommer 19, karakterspesie van die subassosiasie het die tweede hoogste gemiddelde bedekkingswaarde vertoon (Fig 4.73 en Tab. 4.38). Tallusse van spesie nommers 17 en 18 is nie in die subassosiasie aangetref nie. Indiwidue van spesie nommer 4 is in teenstelling met die van spesie nommers 3 en 1 konstant in die subassosiasie gevind.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 14 en 10 (spesiegroepe C en D onderskeidelik) het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 13 in die subassosiasie voorgekom. Van die spesies wat as konstante metgeselle beskou is, het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Tab. 4.38).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tabelle 4.37 en 4.38).

Daar het gemiddeld agt ligeenspesies en 77 ligeentallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 56% gehad (Fig. 4.72 en Tab. 4.38).

Assosiasie S-I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die karakter- of differentiërende ligeenspesies het spesie nommer 1 die hoogste gemiddelde bedekking- en relatiewe digtheidwaardes vertoon, ten spyte daarvan dat tallusse van spesie nommer 4 meer dikwels as die van spesie nommer 1 in monsterpersele van die assosiasie gevind is (Tab. 4.39). Tallusse van spesie nommer 19 het teen 'n gemiddelde bedekking van 4,4% en 'n relatiewe frekwensie van 9,2% in monsterpersele van die assosiasie voorgekom.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 14 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 13 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.39). Meer individue van spesie nommer 10 het teen 'n hoër gemiddelde bedekking as enige van die ander spesies in monsterpersele van die assosiasie voorgekom (Tab. 4.39).

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van individuele lede van hierdie groep spesies was laer as 2% en die hoogste relatiewe frekwensie was slegs 3,8%, spesie nommer 2. Soos aangetoon in Tab. 4.39 het lede van spesiegroepe E en F (Tab. 4.37) in 'n beperkte mate bygedra tot die ligeengroei wat in monsterpersele van die S-I assosiasie aangetref is.

Assosiasie S-II

Subassosiasie S-II.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Figuur 4.74 en Tab. 4.38 toon dat spesie nommer 1 die meeste bygedra het tot die totale bedekking van monsterpersele deur lede van diagnostiese spesiegroepe A en B. Tallusse van spesie nommer 19 is nie in die subassosiasie aangetref nie. Individue van spesie nommers 18, 17 en 4 is onreëlmatig in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.37). Daarteenoor is individue van spesie nommers 3 en 1 (spesiegroep B) konstant

in monsterpersele van die subassosiasie waargeneem.

Konstante metgeselle:

Die ligeenspesies wat in spesiegroepe C en D saamgeroepeer is was in elke releve van die subassosiasie teenwoordig. Tallusse van spesie nommers 14 en 10 het onderskeidelik die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Fig. 4.74) deur lede van spesiegroepe C en D.

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.37).

Daar het gemiddeld nege spesies en 76 tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele van forofietstamme in die S-II.I subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 64% gehad (Fig. 4.74 en Tab. 4.38).

Subassosiasie S-II.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroep B saamgeroepeer is, het spesie nommer 1 die meeste bygedra tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die S-II.II subassosiasie (Figuur 4.75 en Tab. 4.38). Tallusse van spesie nommers 17, 19 en 3 is nie in die subassosiasie aangetref nie. Indiwidue van spesie nommer 18 is in drie van die sewe releves van die subassosiasie aangetref (Tab. 4.37). In teenstelling met die afwesigheid van spesie nommer 3 van spesiegroep B is

indiwidue van spesie nommers 4 en 1 konstant in hierdie subassosiasie gevind met 'n gemiddelde bedekking van onderskeidelik 5,5 en 9,2%.

Konstante metgeselle:

Spesie nommers 13 en 14 (spesiegroep C) en 10 (spesiegroep D), was in elk van die releves van die S-II.II subassosiasie teenwoordig. Van genoemde spesies, het tallusse van spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele in die S-II.II subassosiasie (Fig. 4.75).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van forofietstamme was aansienlik minder as die bydraes van spesies van spesiegroepe A tot D (Tab. 4.38). Slegs spesie nommer 2 is in meer as twee monsterpersele van die subassosiasie gevind.

Daar het gemiddeld sewe ligeenspesies en 85 indiwidue per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele teen die stamme van forofiete in die gebied beslaan deur die S-II.I subassosiasie het 'n gemiddelde totale ligenbedekking van 53% gehad (Fig. 4.75 en Tab. 4.38).

Subassosiasie S-II.III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroepe A en B saamgegroeper is, is slegs tallusse van spesie nommer 1 konstant in

monsterpersele van die S-II.III subassosiasie gevind (Tab. 4.37 en Fig. 4.76). Die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 18 (behalwe vir 'n enkele geval), 17, 19, 4 en 3 was 'n kenmerk waarvolgens hierdie subassosiasie van die ander assosiasies en subassosiasies onderskei kon word (Tab. 4.37).

Konstante metgeselle:

Tallusse van die ligeenspesies wat in spesiegroepe C en D saamgegroepeer is, het konstant in die subassosiasie voorgekom. Van die vier betrokke ligeenspesies, het spesie nommers 13 en 11 (spesiegroepe C en D onderskeidelik), die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Fig. 4.76).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van forofietstamme was onbeduidend (Tab. 4.38).

Gemiddeld ses ligeenspesies en 72 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die S-II.I subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 33% gehad (Fig. 4.76 en Tab. 4.38).

Assosiasie S-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het spesie nommer 1 (karakter-spesie van die assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking, -frekwensie en -digtheid vertoon (Tab. 4.40). Tallusse van die oorblywende spesies van spesiegroepe A en B het ten spyte

van relatief hoë frekwensiewaardes, lae bedekkings- en digtheidwaardes vertoon (Tab. 4.40).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as indiwidue van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.40). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.40). Ten spyte daarvan dat meer talluse van spesie nommer 13 meer dikwels as die van spesie nommer 14 in monsterpersele aangetref is, het beide dieselfde gemiddelde en relatiewe bedekkingswaardes vertoon. Dit het daarop gedui dat tallusse van spesie nommer 14 oor die algemeen groter oppervlakte beslaan het as die van spesie nommer 13.

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laer as 2% (Tab. 4.40) en die spesies is selde in monsterpersele van die assosiasie aangetref. Die hoogste relatiewe frekwensie van 'n spesie van die spesiegroepe E en F (Tab. 4.37) was slegs 2,6% (sp. no. 12).

Assosiasie S-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van Parmelia flaventior (sp. no. 4) was die enigste spesies van A en B wat oorgebly het in die S-III assosiasie

(Fig. 4.77 en Tab. 4.37). Die spesie het gemiddeld 3,4% van monsterpersele bedek (Tab. 4.38).

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 11 het die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele deur ligeentallusse van spesiegroepe C en D (Fig. 4.77).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.38).

Gemiddeld ses ligeenspesies en 54 tallusse was in elk van die releves van die S-III assosiasie teenwoordig. Monsterpersele in die S-III assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 33% gehad (Fig. 4.76 en Tab. 4.38). Hierdie assosiasie was 'n oorgangsassosiasie tussen assosiasies S-I, S-II en S-IV, S-V en was die laaste assosiasie waarin een of ander verteenwoordiger van spesiegroepe A en B dikwels aangetref is (Tab. 4.37).

Assosiasie S-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat aanvanklik in spesiegroepe A en B saamgegroeper is, het slegs tallusse van spesie nommers 18, 4 en 3 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.37 en 4.41). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van spesie nommer 4 (karakterspesie van die assosiasie) het was konstant hoër as

die van die oorgeblewe spesies van spesiegroepe A en B (Tab. 4.41).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 11 asook 13 en 14 is onderskeidelik teen dieselfde frekwensie in monsterpersele van die assosiasie gevind. Van die spesies wat in spesiegroepe C en D saamgegroepeer is (Tab. 4.37), het spesie nommers 10 en 14 die hoogste bedekking en ander waardes vertoon (Tab. 4.41).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele spesies van spesiegroepe E en F is in die S-III assosiasie aangetref en wel teen lae frekwensies en digthede. Die bedekking en relatiewe bedekking van spesies was laag (Tab. 4.41).

Assosiasie S-IV

Subassosiasie S-IV.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Op 'n enkele uitsondering na is lede van spesiegroepe A en B nie in hierdie assosiasies aangetref nie (Tab. 4.37).

Hierdie subassosiasie was die laaste van die verskillende assosiasies waarin tallusse van spesiegroep C aanwesig was. Dit was gevolglik een van die differentieërende kenmerke van die S-IV.I subassosiasie.

Van die ligeenspesies wat as karakter- of differensiërend beskou is, het tallusse van spesie nommer 11 (spesiegroep D) die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Fig. 4.77).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 is konstant in die subassosiasie aangetref (Tabelle 4.37 en 4.38).

Sensitiewe spesies:

Tallusse van ligeenspesies wat in spesiegroepe E en F saamgegroepeer is, is op 'n enkele uitsondering na nie in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.37).

Daar het gemiddeld vier spesies en 55 tallusse per monsterperseel in die S-IV.I subassosiasie voorgekom en monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 46% gehad (Fig. 4.78 en Tab. 4.38).

Subassosiasie S-IV.II

Met die uitsondering van enkele tallusse met (lae bedekingswaardes), is lede van spesiegroepe A, B en C nie in hierdie subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.37).

Karakter- / Differensiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom. Hierdie subassosiasie was die laaste van die onderskeie gemeenskappe waarin tallusse van beide spesie nommers 11 en 10 voorgekom

het.

Die S-IV.II subassosiasie is van alle ander assosiasies gedifferensieer op grond van die teenwoordigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11, tesame met die afwesigheid van spesies van spesiegroepe A, B en C.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D) het konstant in die subassosiasie voorgekom (Fig. 4.79) en het gemiddeld 17% van monsterpersele bedek.

Sensitiewe spesies:

Tallusse van lede van spesiegroepe E en F, is nie in hierdie subassosiasie gevind nie (Tab. 4.37).

Gemiddeld twee ligeenspesies en 37 tallusse is per monsterperseel in die S-IV.II subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die S-IV.II subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 19% gehad (Fig. 4.79 en Tab. 4.38).

Assosiasie S-IV

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 18 en 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.37 en 4.42). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die twee spesies was egter relatief laag (Tab. 4.42).

Tallusse van spesie nommer 11 (karakterspesie van die assosiasie) het in 95% van die monsterpersele van die S-IV assosiasie voorgekom, teen 'n gemiddelde bedekking van 13% (Tab. 4.42). Die bedekking en ander waardes bereken vir spesie nommers 13 en 14 (Tab. 4.42) was laag aangesien die spesies tot slegs 'n gedeelte van die assosiasie beperk was (Tab. 4.37).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het 50,5% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in elk van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.42).

Sensitiewe spesies:

Slegs twee spesies van spesiegroepe E en F (Tab. 4.37) is in die assosiasie aangetref en wel teen lae frekwensies en digthede (Tab. 4.42). Die bedekking- en relatiewe bedekkingwaardes van die twee spesies was ook laag (Tab. 4.42).

Assosiasie S-V

Slegs enkele tallusse van lede van spesiegroepe B en C - meestal met lae bedekkingwaardes, is in die S-V assosiasie aangetref. Tallusse van ligeenspesie nommers 18, 17 en 19 is nie in die assosiasie aangetref nie.

Karakter- / Differentiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D) het konstant in die S-V assosiasie voorgekom.

Sensitiewe spesies:

Met die uitsondering van twee gevalle is verteenwoordigers van hierdie groep ligeenspesies nie in die assosiasie gevind nie (Tab. 4.37).

Daar het slegs een ligeenspesie met 'n noemenswaardige gemiddelde bedekking in die S-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele teen forofietstamme in die S-V assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van slegs 6,2% vertoon (Fig. 4.80 en Tab. 4.38). Daar is gemiddeld 17 ligeentallusse per monsterperseel in die assosiasie gevind.

Assosiasie S-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 1, 3 en 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.37 en 4.43). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die betrokke spesies was relatief laag (Tab. 4.43) en slegs waardes van spesie nommer 1 het op 'n noemenswaardige bydrae van die spesie tot die ligeengroei van die assosiasie gedui (Tab. 4.43).

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 92% van die ligeen-

bedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in die meeste monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.43). In vergelyking met die ander spesies, was hierdie spesie die enigste wat betekenisvol (meer as 1%) tot die bedekking van monsterpersele in die assosiasie bygedra het (Tab. 4.43).

4.2.3.2.1.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die suidfront van forofietstamme

Die verspreiding van ses isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied kon aangetoon word deur die verpreiding van releves van die verskillende assosiasies te karteer. Die verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones word aangetoon in Fig. 4.81.

Sones I en II was beperk tot die oostelike woongebiede (Fig. 4.81). Die twee sones het naasliggend aan mekaar voorgekom. Releves van assosiasie S-III was hoofsaaklik beperk tot sone IV in die omgewing van die oorgangsgebied tussen sones IV en II. Sones IV en V, wat in gebiede met hoër besoedelingsgrade voorgekom het, is opgevolg deur 'n gebied waarin geen ligeengroei aangetref is nie. Die aanwesigheid en gemiddelde bedekkingwaardes van die onderskeie ligeenspesies (Tab. 4.38), tesame met die verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones (Fig.4.81) in die studiegebied benadruk die agteruitgang wat ligeengroei in die studiegebied ondergaan het in die rigting van die industriële gebiede / middestad.

4.2.3.2.2 Ligeengemeenskappe teen die noordfront van forofietstamme

Resultate van die Braun-Blanquet opname van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme, word aangegee in Tabelle 4.44 tot 4.50 en in Figure 4.82 tot 4.88.

4.2.3.2.2.1 Bespreking van die gemeenskappe

Die ligeengroei wat in monsterpersele op borshoogte teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, kon in vyf assosiasies, N-I tot N-V (Tab. 4.44) verdeel word. Slegs die N-I assosiasie is onderverdeel in twee subassosiasies, N-I.I en N-I.II.

Die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese spesies is gebruik om die onderskeie assosiasies en subassosiasies van mekaar te onderskei:

Assosiasie N-I

Karakterspesiegroep:

Physcia stellaris sp. no. 1
Parmelia flaventior sp. no. 4

Subassosiasies:

N-I.I

Differensiërende spesie:

Spesie nommer 18

N-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Parmelia flaventior sp. no. 4
Physcia stellaris sp. no. 1
Tesame met die ooglopende afwesigheid van
spesie nommer 18.

Assosiasie N-II

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie N-III

Karakterspesie:

Physcia stellaris sp. no. 1

Assosiasie N-IV

Karakterspesiegroep:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11
Candelaria concolor sp. no. 10
Tesame met die afwesigheid van herkenbare tallusse
van spesiegroep A

Assosiasie N-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.2.2.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies
in die onderskeie ligeengemeenskappe

Assosiasie N-I:

Subassosiasie N-I.I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die groep diagnostiese spesies het spesie nommer 4 die
meeste bygedra tot die ligenbedekking wat in monsterpersele

teen die betrokke forofietstamme gevind is (Tab. 4.45 en Fig. 4.82). In teenstelling met die tallusse van spesie nommer 4, is tallusse van spesie nommers 18 en 1 konstant in die subassosiasie aangetref (Tabelle 4.44 en 4.45).

Konstante metgeselle:

Indiuidue van spesies wat in spesiegroepe B en C saamgegroepeer is, is gereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.44). In vergelyking met die gemiddelde bedekkingswaardes van spesie nommers 13, 14 en 11, het tallusse van spesie nommer 10 die hoogste gemiddelde bedekkingswaarde vertoon (Tab. 4.45 en Fig. 4.72).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies is ongereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.44).

Daar het gemiddeld agt ligeenspesies en 65 talluse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in die N-I.I subassosiasie was 41% (Fig. 4.72 en Tab. 4.45).

Subassosiasie N-I.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die groep spesies het nommer 1 die hoogste gemiddelde bedekking gehad (Fig. 4.83). In teenstelling met die afwesigheid van spesie nommer 18, is indiuidue van spesie nommers 4 en 1 konstant in die subassosiasie aangetref (Tabelle 4.44

en 4.45).

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 10 van spesiegroep C het meer dikwels as spesie nommer 11 in die subassosiasie voorgekom en het van die spesiegroep 82,9% van die bedekking uitgemaak wat toegeskryf kon word aan lede van spesiegroepe B en C (Tab. 4.45).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies het ongereeld in die subassosiasie voorgekom en het gevolglik min tot die totale ligenbedekking van monsterpersele bygedra (Tab. 4.45).

Gemiddeld 51 individuele ligeentallusse en ses spesies is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Die gemiddelde ligenbedekking van monsterpersele in die bepaalde gebied was 29% (Fig. 4.83 en Tab. 4.45).

Assosiasie N-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is (Tab. 4.44), het spesie nommers 1 en 4 (karakterspesies van die assosiasie) hoër gemiddelde bedekking- en ander waardes as die van spesie nommer 18 vertoon (Tab. 4.46). Eersgenoemde twee spesies was in meer releves en teen hoër digthede in monsterpersele teenwoordig as spesie 18 en lede van spesiegroep E.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11, 13 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.46). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 aansienlik meer tot die totale ligenbedekking van monsterpersele bygedra as spesie nommers 11, 13, 14 en lede van spesiegroep A (Tab. 4.46).

Sensitiewe spesies:

Ten spyte daarvan dat sommige van die spesies (sp. 2) dikwels in monsterpersele gevind is, was die relatiewe bedekking- en relatiewe digtheidwaarde van lede van spesiegroepe D en E laag, vergeleke met soortgelyke waardes bereken vir ander spesies in die assosiasie (Tab. 4.46).

Assosiasie N-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Alleenlik tallusse van spesie nommer 4 (spesiegroep A) is in die N-II assosiasie gevind. Die spesie het konstant in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.40) teen 'n gemiddelde bedekking van 3,5% vertoon. Dit was in der waarheid die laaste assosiasie / gebied waarin tallusse van die spesie konstant teen forofietstamme aangetref is.

Konstante metgeselle:

Slegs spesie nommer 10 van spesiegroep C het konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.44) en het 84% uitgemaak van die gesamentlike bedekking van lede van spesiegroepe C en D.

Vergelyking met die gemiddelde bedekking van spesie nommer 10 was die van spesie nommers 13, 14 en 11 laag. (Tab. 4.41).

Sensitiewe spesies:

Talluse van sensitiewe spesies is selde in die N-II assosiasie aangetref (Tab. 4.44).

Daar het gemiddeld ses spesies en 48 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van die monsterpersele was 28% (Fig. 4.84 en Tab. 4.45).

Assosiasie N-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het slegs tallusse van spesie nommers 4 en 18 in die assosiasie voorgekom. Van die twee spesies het spesie nommer 4 (karakterspesie van die assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking, frekwensie en digtheid vertoon (Tab. 4.47).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 11 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 13 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.47). Spesie nommer 10 het die meeste bygedra (63%) tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.47).

Sensitiewe spesies:

Slegs spesie nommer 6 het 'n gemiddelde bedekkingwaarde hoër as 1% gehad (Tab. 4.47).

Assosiasie N-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 1, die enigste lid van spesiegroep A wat oorgebly het en konstant in die N-III assosiasie aangetref is, het gemiddeld 3,5% van die oppervlak monsterpersele bedek (Tabelle 4.44 en 4.45).

Konstante metgeselle:

Slegs spesie nommer 10 van spesiegroep C het konstant in die assosiasie voorgekom met 'n gemiddelde berekende bedekking van 8,1%. Tallusse van die oorblywende drie spesies (Tab. 4.44) is ongereeld in die assosiasie aangetref - veral tallusse van spesie nommer 11. Die betrokke drie spesies het min tot die bedekking van monsterpersele in die N-III assosiasie bygedra (Fig. 4.85).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies was in slegs twee releves van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.44).

Gemiddeld vier spesies en 43 individuele tallusse is per monsterperseel in die N-III assosiasie aangetref. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 28% gehad (Fig. 4.85 en Tab. 4.45).

Assosiasie N-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die oorspronklike spesiegroep A, het slegs tallusse van spesie nommer 1 in die N-III assosiasie voorgekom (Tabelle 4.44 en 4.48). Genoemde spesie het naas spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.48).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 13 en 14 is elk teen 'n frekwens van 42,9% in monsterpersele van die assosiasie gevind (Tab. 4.48). Spesie nommer 13 het 'n hoër relatiewe digtheid - maar 'n laer relatiewe bedekking as spesie nommer 14 gehad. Van al die ligenespesies wat in die assosiasie aangetref is, het spesie nommer 10 die meeste tot die ligenbedekking van monsterpersele bygedra. Die spesie was in al die monsterpersele van die assosiasie teenwoordig. Alhoewel meer tallusse van spesie nommer 11 in meer monsterpersele as spesie nommers 13 en 14 aangetref is, was die bydrae van die spesie tot die totale bedekking van monsterpersele in dieselfde rangorde as die van spesie nommers 13 en 14 (Tab. 4.48). Hierdie verskille het moontlik gedui op verskille in grootte tussen tallusse van spesie nommer 11, 13 en 14. Die resultate dui daarop dat die tallusse van spesie nommer 11 wat in die assosiasie teenwoordig was, oor die algemeen kleiner was as die van spesies 13 en 14.

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele verteenwoordigers van spesiegroepe D en E is in die assosiasie teen lae frekwensie- digtheid en bedekking-waardes aangetref (Tab. 4.48).

Assosiasie N-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Identifiseerbare tallusse van die ligeenspesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is, is nie in hierdie en in die volgende assosiasie aangetref nie (Tab. 4.44). Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesiegroep B aangetref is. Die gemiddelde bedekking van beide spesies 13 en 14 was laag (Tab. 4.45).

Die afwesigheid van herkenbare tallusse van lede van spesiegroep A, tesame met die teenwoordigheid van tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep C), is as diagnosties van die assosiasie beskou. Van laagenoemde twee spesies het spesie nommer 10 die hoogste gemiddelde bedekkingswaarde vertoon (Tab. 4.44 en Fig. 4.86).

Sensitiewe spesies:

Geen sensitiewe ligeenspesies is in hierdie assosiasie aangetref nie.

Daar het gemiddeld vier ligeenspesies en 42 tallusse per monsterperseel in die N-IV assosiasie voorgekom. Forofietstamme in die assosiasie het op die bepaalde hoogte en front

'n gemiddelde ligenbedekking van 13% gehad (Fig. 4.86 en Tab. 4.45).

Assosiasie N-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van spesie nommers 13, 14 en 11 is in die assosiasie as karakter- / differentiërende spesies beskou (Tabelle 4.37 en 4.49). In vergelyking met die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van spesie nommer 11 was die ooreenstemmende waardes van spesies 13 en 14 relatief laag (Tab. 4.49).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het 90,4% van die totale ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitmaak en was in elk van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.49).

Assosiasie N-V

Karakter- / Differentiërende spesie:

Op enkele uitsonderings na, is slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep C - karakterspesie van die N-V assosiasie) in die assosiasie aangetref (Tabelle 4.44 en 4.45).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie spesiegroep is in slegs 7% van die releves van die assosiasie gevind.

Daar het gemiddeld een spesie en 23 tallusse in monsterper-

sele van die N-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die N-V assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van slegs 9,1% vertoon (Fig. 4.87 en Tab. 4.45).

Assosiasie N-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 98% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in meeste monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.50). Die digtheid- frekwensie- en bedekking van alle ander ligenespesies wat in monsterpersele van assosiasie N-V aangetref is, was laag (Tab. 4.50).

4.2.3.2.2.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die noordfront van forofietstamme

Die verspreiding van isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied (Fig. 4.88) kon aangetoon word deur die verskillende subassosiasies (Tab. 4.45) saam te groepeer in assosiasies en die verspreiding van die onderskeie releves te karteer. Geen duidelike sonering kon verkry word nie deurdat die verspreiding van die releves heterogeen was (Fig. 4.88).

Sones I tot III (Fig. 4.88) is in die oostelike woongebiede met lae besoedelingsgrade (Fig. 4.21 A) aangetref. Releves van die N-III assosiasie het in beide sones II en III

voorgekom, wat die karakterisering van die N-III assosiasie as 'n oorgangsassosiasie bevestig. Sone IV het soos aangedui in Fig. 4.88 in digbeboude gebiede, asook in woongebiede van die studiegebied voorgekom. Sone IV het bestaan uit relevs van beide assosiasies N-IV en N-V. Gebiede beslaan deur sone IV was geassosieer met hoër grade van lugbesoedeling (Figure 4.21 A en 4.88). Sone IV is opgevolg deur die gedeelte van die opnamegebied waarin geen ligeengroei aangetref is nie.

Die mate waartoe ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme verarm is in die rigting van die industriële gebied, word aangetoon in Fig.4.88 en Tabelle 4.44 en 4.45.

4.2.3.2.3 Ligeengemeenskappe teen die oosfront van forofietstamme

Resultate van die Braun-Blanquet opname word aangegee in Tabelle 4.51 tot 4.57 asook Figure 4.89 tot 4.98.

4.2.3.2.3.1 Bespreking van die gemeenskappe

Ligeengroei teen die oosfront van forofietstamme kon in vyf assosiasies saamgegroepeer word (O-I tot O-V; Tab. 4.51). Sommige van die assosiasies kon onderverdeel word. Sewe subassosiasies O-I.I, O-I.II, O-II.I, O-II.II, O-II.III, O-IV.I, en O-IV.II is onderskei (Tab. 4.51).

Die verskillende assosiasies en subassosiasies kon van mekaar op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese spesies onderskei word:

Assosiasie O-I

Karakterspesie:

Spesie nommer 2

Subassosiasies:

O-I.I

Differensiërende spesie:

Physconia grisea Sp. no. 6

O-I.II

Differensiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 2, tesame met die afwesigheid van tallusse van spesie nommer 6.

Assosiasie O-II

Karakterspesie:

Physconia grisea sp. no. 1

Subassosiasies:

O-II.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep B, bestaande uit;
Heterodermia albicans sp. no. 3
Parmotrema austrosinense sp. no. 19

O-II.II

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep C, bestaande uit;
Parmelia flaventior sp. no. 4
Physcia stellaris sp. no. 1

O-II.III

Differensiërende spesiegroep:

Physcia stellaris sp. no. 1
Tesame met die afwesigheid van tallusse
van spesie nommer 4 van spesiegroep C
asook spesies van spesiegroepe A en B.

Assosiasie O-III

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie O-IV

Karakterspesie

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Subassosiasies:

O-IV.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep D

Hierdie spesiegroep het bestaan uit
onherkenbare tallusse van die Parmelia-
ceae en Physciaceae.

O-IV.II

Differensiërende spesies:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11
Tesame met die afwesigheid van tallusse
van spesies van spesiegroepe A, B, C
en D.

Assosiasie O-V

Karakterspesie

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.2.3.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe

Assosiasie O-I

Spesie nommer 2 is as karakterspesie van die assosiasie beskou. Die assosiasie kon in twee subassosiasies onderverdeel word.

Subassosiasie O-I.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bogenoemde groep ligeenspesies het spesie nommer 2, differentiërende spesie van subassosiasie O-I.I, het die meeste bygedra (49%) tot die ligeenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie (Fig. 4.89 en Tab. 4.52). Van die diagnostiese spesiegroepe (A, B en C; Tab. 4.51), het slegs tallusse van spesie nommers 6 en 2 konstant in die O-I.I subassosiasie voorgekom (Tabelle 4.51 en 4.52).

Konstante metgeselle:

Talluse van spesies wat in spesiegroepe D en E saamgeroepeer is, is gereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.51). Spesie nommer 10 het gemiddeld 25,3% van die ligeenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie uitgemaak. Daarteenoor het talluse van spesies wat in spesiegroep D saamgeroepeer is, slegs 1,2% en 2,5% van die ligeenbedekking van monsterpersele uitgemaak (Tab 4.52 en Fig. 4.89).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies is by uitsondering (Tab. 4.52) in die subassosiasie aangetref.

Daar het gemiddeld agt spesies en 78 talluse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in die O-I.I subassosiasie was 51% (Fig. 4.87 en Tab. 4.52).

Subassosiasie O-I.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die bedekking wat toeskryfbaar was aan die hierbo vermelde groep ligenespesies het spesie nommer 1 van spesiegroep A, 59,9% uitgemaak van die totale ligenbedekking van monsterpersele. Tallusse van spesie nommer 6 is nie in die O-I.II subassosiasie teekom nie. Daarteenoor het individue van spesie nommer 1 meer dikwels in die O-I.II as in die O-I.I subassosiasie voorgekom (Tabelle 4.51 en 4.52). Individue van spesie nommers 3 en 19 (spesiegroep B) het soos in die geval van die O-I.I subassosiasie ongereeld in die O-I.II subassosiasie voorgekom.

Konstante metgeselle:

Spesies van spesiegroepe D en E het konstant in die O-I.II subassosiasie voorgekom. Spesie nommer 10 het bykans 56% uitgemaak van die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur spesiegroepe D en E (Fig. 4.90).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.52).

Gemiddeld 74 indiwiduele tallusse en nege spesies per monsterperseel is in hierdie subassosiasie aangetref, terwyl die gemiddelde ligenbedekking 44% was (Fig. 4.90 en Tab. 4.52).

Assosiasie O-I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die bovermelde groep spesies het spesie nommer 1 die hoogste gemiddelde bedekking- en relatiewe digtheidwaarde vertoon. Tallusse van spesie nommer 2 (karakterspesie van die assosiasie), het met 'n gemiddelde bedekking van 1,5% en 'n relatiewe frekwensie van 6,3% in monsterpersele van die assosiasie voorgekom (Tab.4.53).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.53). Van al die ligenespesies wat in hierdie assosiasie aangetref is, het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.53).

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laer as 1% en die hoogste relatiewe frekwensie was slegs 3,1% (sp. no. 18). Waardes aangegee in Tab. 4.50 toon dat die bydrae van lede van spesiegroepe F en G (Tab. 4.51) tot ligeengroei van monsterpersele in die O-I assosiasie beperk was.

Assosiasie O-II

Subassosiasie O-II.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het spesie nommer 1 die meeste bygedra tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele (Fig. 4.91 en Tab. 4.52). Spesie nommers 6 en 2 (spesiegroep A) is nie in hierdie subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.51).

Met die uitsondering van 'n enkele monsterperseel waarin talluse van spesie nommer 19 nie aangetref is nie, was hierdie subassosiasie die enigste waarin lede van spesiegroepe B en C konstant aangetref is (Tabelle 4.51 en 4.52). Die teenwoordigheid van individue van spesie nommers 3 en 19, tesame met die afwesigheid van lede van spesiegroep A is as differensiërend vir hierdie subassosiasie beskou (Tab. 4.52).

Konstante metgeselle:

Ten spyte daarvan dat spesie nommers 13, 14 en 10 van spesiegroepe D en E konstant (Tab. 4.52) in die subassosiasie aangetref is, het slegs tallusse van spesie nommer 10 meer as 10% van die totale ligenbedekking van monsterpersele deur lede van die twee spesiegroepe uitgemaak (Fig. 4.91). Tallusse van spesie nommer 11 het 'n geringe bydrae tot die totale ligenbedekking van monsterpersele gelewer (Tab. 4.52).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.52).

Daar het gemiddeld agt spesies en 60 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele was 47% (Fig. 4.91 en Tab. 4.52).

Subassosiasie O-II.II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van spesiegroep C, het spesie nommer 1 die hoogste gemiddelde bedekingswaarde gehad (Fig. 4.92 en Tab. 4.52). Spesie nommer 6 is slegs in twee monsterpersele aangeteken. Geen tallusse van spesie nommers 2, 3 en 19 is in die O-II.II subassosiasie aangetref nie. In teenstelling daarmee is individue van spesie nommers 4 en 1 konstant in die O-II.II subassosiasie gevind (Tab. 4.52). Spesies van spesiegroep C

is as differensiërend vir hierdie subassosiasie beskou.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 13, 11 en 10 van onderskeidelik spesiegroepe C en D, het konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.52). Spesie nommer 10, het 45,6% bygedra tot die gesamentlike ligenbedekking van monsterpersele deur spesiegroepe C en D het (Fig. 4.92).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele tallusse van ligeenspesies wat tot spesiegroepe F en G behoort het, was op die forofietstamme aanwesig (Tab. 4.52).

Gemiddeld sewe spesies en 62 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie gevind. Monsterpersele in die O-II.II subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 21% gehad (Fig. 4.92 en Tab. 4.52).

Subassosiasie O-II.III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 1 (karakterspesie van die subassosiasie) was die enigste spesie van spesiegroepe A, B en C wat noemenswaardig bygedra het tot die ligenbedekking van monsterpersele in die O-II.III subassosiasie (Fig. 4.93 en Tab. 4.52). Die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 6, 2, 3 en 19 (uitgesonder 'n enkele geval) was een van die kenmerke van hierdie subassosiasie (Tabelle 4.51 en 4.52).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesies wat tot spesiegroepe D en E behoort het, het gereeld in die subassosiasie voorgekom. Van die betrokke spesies, het spesie nommers 13 en 10 van die onderskeie spesiegroepe, die meeste bygedra tot die ligenbedekking van monsterpersele (Fig. 4.93) in die subassosiasie.

Sensitiewe spesies:

Behalwe vir 'n enkele geval, is tallusse van spesiegroepe F en G nie in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.51).

Gemiddeld vyf ligenespesies en 41 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Monsterpersele van die O-II.III subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 33% gehad (Fig. 4.92 en Tab. 4.52).

Assosiasie O-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van spesiegroepe A, B en C, het spesie nommer 1 (karakterespesie van die assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking, -frekwensie en -digtheidwaardes vertoon (Tab. 4.54). Tallusse van die oorblywende spesies van spesiegroepe A, B en C (Tab. 4.51) het relatief lae frekwensie-, bedekking- en digtheidwaardes vertoon (Tab. 4.54).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.54). In hierdie assosiasie het tallusse spesie nommer 10 58,6% van die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.54) gevorm. Tallusse van spesie nommer 13 het meer dikwels as die van spesie nommer 14 in monsterpersele voorgekom en daar was ook gemiddeld meer individue van eersgenoemde groep ligene (spesie nommer 13) in die afsonderlike monsterperseel teenwoordig. Die gemiddelde en relatiewe bedekkingwaardes van spesie nommer 13 was hoër as die van spesie nommer 14.

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laag (Tab. 4.54) en 'n klein aantal tallusse van die afsonderlike spesies is in 'n klein aantal monsterpersele van die assosiasie aangetref.

Assosiasie O-III**Karakter- / Differentiërende spesies:**

Figuur 4.93 en Tab. 4.52 toon dat van spesiegroepe A, B en C, Spesie nommer 4 was enigste verteenwoordiger van spesiegroep C, wat konstant in die O-III assosiasie aangetref is. Die spesie het met 'n gemiddelde bedekking van 2,7% in die assosiasie voorgekom en 55,9% van die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur die spesiegroep uitgemaak (Fig.

4.94).

Konstante metgeselle:

Spesies van spesiegroep D is konstant in elk van die monsterpersele van die assosiasie aangetref. Tallusse van spesie nommer 14 het slegs 1,52% van die gesamentlike bedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak (Fig. 4.94). Spesie nommer 10 van spesiegroep D het meer dikwels en teen 'n hoër gemiddelde bedekking as spesie nommer 11 in die assosiasie voorgekom (Fig. 4.94).

Sensitiewe spesies:

Slegs 'n enkele tallus van spesie nommer 9 is in die subassosiasie aangetref. Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van forofietstamme was gevolglik onbeduidend .

Gemiddeld vyf spesies en 46 individuele tallusse is per monsterperseel in die O-III assosiasie aangetref. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 25% gehad (Fig. 4.94 en Tab. 4.52). Hierdie assosiasie was 'n oorgangsassosiasie tussen assosiasies O-I, O-II aan die een kant en O-IV en O-V aan die ander kant (Tab. 4.51).

Assosiasie O-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die ligenespesies wat oorspronklike in spesiegroepe A, B

en C saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 6, 3 en 19 het in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.51 en 4.55). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van spesie nommer 4 (karakterspesie van die assosiasie) was konstant hoër as die van die oorblywende spesies van spesiegroepe A, B en C (Tab. 4.55).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 is in elk van die monsterpersele van die assosiasie gevind. Van spesiegroepe D en E het spesie nommers 14 en 10 respektiewelik hoër gemiddelde bedekking- en ander waardes vertoon (Tab. 4.55).

Sensitiewe spesies:

Slegs 'n enkele spesie van spesiegroepe F en G is in die assosiasie aangetref teen 'n lae frekwensie, digtheid en gemiddelde bedekking.

Assosiasie O-IV

Subassosiasie O-IV.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Geen tallusse van die spesies wat in spesiegroepe A, B en C saamgegroepeer is, is in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.51). Die teenwoordigheid van onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae was die eienskap wat die O-IV.I subassosiasie van die O-IV.II subassosiasie onderskei het (Tab. 4.51). Tallusse van die Parmeliaceae het die

meeste bygedra tot die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep D (Fig. 4.95). Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesiegroep D aangetref is.

Spesie nommer 11 van spesiegroep D het die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele deur ligeenspesies wat as karakter- / differensiërende spesies saamgegroepeer is (Fig. 4.95).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep E), het konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.52).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie spesies (spesiegroepe F en G) tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.52).

Daar het gemiddeld vier ligeenspesies en 34 tallusse per monsterperseel in die O-IV.I subassosiasie voorgekom. Forofietstamme in die subassosiasie het op die bepaalde hoogte en front 'n gemiddelde ligeenbedekking van 8% gehad (Fig. 4.95 en Tab. 4.52).

Subassosiasie O-IV.II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D),

het konstant in die subassosiasie voorgekom. Hierdie subassosiasie was die laaste waarin tallusse van spesie nommers 11 en 10 gesamentlik aanwesig was.

Hierdie gemeenskap is van die O-IV.I gemeenskappe gedifferensieer op grond van die teenwoordigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11), tesame met die afwesigheid van ligeenspesies saamgegroepeer in spesiegroepe A, B, C en D.

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 10 (spesiegroep D), het konstant in die O-IV.I subassosiasie voorgekom teen 'n gemiddelde bedekking van 6% wat hoër was as die gemiddelde bedekking van spesie nommer 11 (Tab. 4.52).

Sensitiewe spesies:

Geen sensitiewe ligeenspesies is in hierdie subassosiasie gevind nie.

Gemiddeld 37 tallusse en twee ligeenspesies is per monsterperseel op forofietstamme in die O-IV.II subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 10% gehad (Fig. 4.96 en Tab. 4.52).

Assosiasie O-IV

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A, B en C

saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 1 en 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.51 en 4.56). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die twee spesies was relatief laag (Tab. 4.56).

Tallusse van spesie nommer 11 (karakterspesie van die assosiasie) het in net meer as 43% van die monsterpersele in die O-IV assosiasie voorgekom, teen 'n gemiddelde bedekking van 3,7% (Tab. 4.56). Die bedekking en ander waardes aangegee vir spesie nommers 13 en 14, maar veral die van spesie nommer 13, was laag. Die lae waardes kan gedeeltelik toegeskryf word aan die feit dat die twee spesies tot 'n gedeelte van die assosiasie beperk was (Tabelle 4.51 en 4.56). Hierdie lae waardes (Tab. 4.56) wys egter ook daarop dat die ekologie van die gebied waarin die assosiasie aangetref is, ongunstig was vir die voortbestaan van die ligeenspesies wat in spesiegroepe A, B, C, F en G saamgeroepeer is.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het 53,2% van die ligeenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in 91,7% van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.56).

Sensitiewe spesies:

Slegs een spesie van spesiegroepe F en G (Tab. 4.51) is in die assosiasie aangetref en wel teen 'n lae frekwensie, digtheid en ander waardes aangegee in Tab. 4.56.

Assosiasie O-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Met die uitsondering van enkele tallusse het lede van spesie-groepe A tot C nie in hierdie assosiasie voorgekom nie.

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D en karakter-spesie van assosiasie O-V) het in die assosiasie oorgebly en konstant daarin voorgekom (Tab. 4.52).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe F en G is uiters selde in hierdie assosiasie aangetref (Tab. 4.52).

Daar het gemiddeld een spesie en 22 tallusse in monsterpersele van die O-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die O-V assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van slegs 5,6% vertoon (Fig. 4.97 en Tab. 4.52).

Assosiasie O-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 93% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in die meeste monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.57). Hierdie spesie was die enigste wat betekenisvol tot die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie bygedra het (Tab. 4.57).

4.2.3.2.3.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die oosfront van forofietstamme

Die verspreiding van releves van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones word aangetoon in Fig. 4.98.

Figuur 4.98 toon dat Sones I en II in die oostelike, minder besoedelde (Fig 4.21 A) gedeeltes van die studiegebied aangetref is. Releves van assosiasie O-III het in beide sones I en II voorgekom, wat die klassifisering daarvan as 'n oorgangsassosiasie bevestig. Sone III (Fig. 4.98) het hoofsaaklik in digbehoude gebiede met hoër besoedelingsgrade voorgekom (Fig. 4.21 A). Sone IV (Fig 4.98) het in die een geval aangrensend aan Sone III en in die ander geval aangrensend aan Sone II voorgekom. Sone IV is opgevolg deur die gebied waarin geen ligeengroei in die monsterpersele aangetref is nie. Die aanwesigheid / bedekkingswaardes van die onderskeie ligeenspesies (Tab. 4.52) asook die verspreiding van die onderskeie assosiasies in die studiegebied (Fig.4.98), beklemtoon die graad van retrogressiewe suksessie wat plaasgevind het in die ligeengroei wat op borshoogte teen die oosfront van forofietstamme in die studiegebied bestudeer is.

4.2.3.2.4 Ligeengemeenskappe teen die wesfront van forofietstamme

Tabelle 4.58 tot 4.64 asook Figure 4.99 tot 4.108 toon die resultate van die Braun-Blanquet opname wat gemaak is van die

ligeengroei wat op borshoogte teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aanwesig was.

4.2.3.2.4.1 Bespreking van die gemeenskappe

Ligeengroei teen die wesfront van forofietstamme kon in vyf assosiasies saamgegroepeer word (W-I tot W-V; Tab. 4.58). Sommige van die assosiasies kon onderverdeel word naamlik: subassosiasies W-I.I, W-I.II, W-II.I, W-II.II, W-II.III, W-IV.I, en W-IV.II (Tab. 4.58).

Die verskillende assosiasies en subassosiasies kon onderskei word op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese ligeenspesies:

Assosiasie W-I

Karakterspesie:

Sp. no. 19

Subassosiasies:

W-I.I

Differensiërende spesies:

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

Talluse van spesie nommer 2

Tesame met die afwesigheid van tallusse van Physconia grisea sp. no. 1.

W-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Physcia grisea sp. no. 1

Assosiasie W-II

Karakterspesie:

Physconia grisea sp. no. 1

Subassosiasies:

W-II.I

Differensiërende spesie:

Tallusse van spesie nommer 2, tesame met die afwesigheid van tallusse van spesie nommer 19.

W-II.II

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep B, bestaande uit;
Parmelia flaventior sp. no. 4
Physcia stellaris sp. no. 1
Tesame met die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 19 en 2.

W-II.III

Die uitsluitlike teenwoordigheid van tallusse van Physcia stellaris sp. no. 1 van spesiegroepe A en B.

Assosiasie W-III

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie W-IV

Karakterspesie:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Subassosiasies:

W-IV.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep C
Hierdie spesiegroep het bestaan uit

onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae.

W-IV.II

Differensiërende spesies:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11
Tesame met die afwesigheid van tallusse van spesies saamgegroepeer in spesiegroepe A, B en C.

Assosiasie W-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.2.4.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe

Subassosiasie W-I.I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Figuur 4.99 toon dat spesie nommer 19 van spesiegroep A, 50,6% uitgemaak het van die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe A en B. In teenstelling met die W-I.II subassosiasie, is tallusse van spesie nommer 1 konstant in die W-I.I subassosiasie aangetref. Indiwidue van spesie nommer 2 is egter minder dikwels in die W-I.I as in die W-I.II subassosiasie gevind (Tabelle 4.58 en 4.59).

Konstante metgeselle:

Lede van spesiegroepe D en E het konstant in die W-I.I subassosiasie voorgekom (Tab. 4.58). Spesie nommer 10 het bykans 69% van die gesamentlike ligeenbedekking van monster-

persele deur lede van spesiegroepe D en E uitgemaak (Fig. 4.99).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.59).

Gemiddeld 68 individuele tallusse en nege ligeenspesies per monsterperseel is in hierdie subassosiasie aangetref. Die gemiddelde ligenbedekking van die monsterpersele was 40% (Fig. 4.99 en Tab. 4.59).

Subassosiasie W-I.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 4 het die meeste bygedra tot die gesamentlike ligenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie deur lede van spesiegroepe A tot C (Fig. 4.100 en Tab. 4.59). Van die spesies saamgegroeper is as diagnostiese spesiegroepe (A en B), het alleenlik tallusse van spesie nommers 19 en 2 konstant in die W-I.II subassosiasie voorgekom (Tabelle 4.58 en 4.59).

Konstante metgeselle:

Met die uitsondering van tallusse van spesie nommer 13 (spesiegroep C) is tallusse van spesiegroepe C en D gereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.58). In hierdie subassosiasie het spesie nommer 10 gemiddeld 12,5% van die ligenbedekking van monsterpersele uitgemaak. Tallusse van

spesie nommer 13 het die minste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele deur lede van bovermelde spesiegroepe (Fig. 4.100).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies is by uitsondering (Tab. 4.59) in die subassosiasie aangetref.

Daar het gemiddeld sewe spesies en 67 talluse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in die W-I.II subassosiasie was 32,5% (Fig. 4.100 en Tab. 4.59).

Assosiasie W-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die ligenespesies wat in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het spesie nommer 19 (karakterspesie van die assosiasie) die hoogste bedekking- en frekwensiewaardes gehad (Tab. 4.60). Van die twee spesiegroepe was daar egter meer individue van spesie nommer 4 in die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.60).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 14 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 13 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.60). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele.

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laer as 2,5% en die hoogste relatiewe frekwensie was slegs 3,2% (sp. no. 6). Waardes aangegee in Tab. 4.60 toon die beperkte bydrae van lede van spesiegroepe E en F (Tab. 4.58) aan tot ligeengroei van monsterpersele van die W-I assosiasie.

Assosiasie W-II

Subassosiasie W-II.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het spesie nommer 1 die meeste bygedra tot die totale bedekking van monsterpersele (Figuur 4.101 en Tab. 4.59). Tallusse van spesie nommer 4 is ongereeld in die subassosiasie aangetref en tallusse van spesie nommer 19 is nie in die subassosiasie gevind nie (Tab. 4.58). Die uitsluitlike aanwesigheid van individue van spesie nommer 2 van spesiegroep A, is as differentiërend vir hierdie subassosiasie beskou (Tab. 4.58).

Konstante metgeselle:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 is gereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.58). Tallusse van spesie nommer 10 het bykans 63% uitgemaak van die totale bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe B en C (Fig. 4.101). Tallusse van spesie nommer 13 het 'n geringe bydrae

gelewer tot die totale bedekking van monsterpersele (Tab. 4.59).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van forofietstamme was onbeduidend (Tab. 4.58).

Daar het gemiddeld sewe ligeenspesies en 56 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele was 41% (Fig. 4.101 en Tab. 4.59).

Subassosiasie W-II.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van spesiegroep B, het spesie nommer 1 die hoogste gemiddelde bedekingswaarde vertoon (Fig. 4.102 en Tab. 4.59). Geen tallusse van spesie nommers 19 en 2 is in die W-II.II subassosiasie gevind nie. Die teenwoordigheid van individue van spesiegroep B en die afwesigheid van lede van spesiegroep A is as differensiërend vir hierdie subassosiasie beskou.

Konstante metgeselle:

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (Spesiegroepe D) het konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.59) en ook die meeste bygedra (69,9%) tot die totale ligenbedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe C en D in hierdie subassosiasie (Fig. 4.102).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele tallusse van lede van spesiegroepe E en F was in die monsterpersele aanwesig (Tab. 4,59). Die bydrae van hierdie spesies tot die totale ligenbedekking van monsterpersele in die W II.II assosiasie was derhalwe onbeduidend (Tab. 4.59).

Gemiddeld ses ligenespesies en 55 tallusse is per monsterpersele in hierdie subassosiasie gevind. Monsterpersele in die W-II.II subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 42% gehad (Fig. 4.102 en Tabelle 4.58 en 4.59).

Subassosiasie W-II.III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Figuur 4.103 en Tab. 4.58 dui daarop dat slegs tallusse van spesie nommer 1 (karakterspesie van die W-II assosiasie) in die W-II.III subassosiasie oorgebly het. Die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 19, 2 en 4 was in der waarheid een van die onderskeidende kenmerke van hierdie subassosiasie (Tabelle 4.58 en 4.59).

Konstante metgeselle:

Slegs tallusse van spesie nommer 13 het gereeld in die subassosiasie voorgekom. Ten spyte daarvan het tallusse van spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Fig. 4.103).

Sensitiewe spesies:

Behalwe vir enkele gevalle, is tallusse van hierdie spesie-groepe nie in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.58).

Gemiddeld vyf ligeenspesies en 45 ligeentallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Monsterpersele van die W-II.III subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 17% gehad (Fig. 4.103 en Tab. 4.59).

Assosiasie W-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is (Tab. 4.58), het spesie nommer 1 (karakterspesie van die W-II assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking, -frekwensie en -digtheid vertoon (Tab. 4.61). Die oorblywende spesies van spesiegroepe A en B het in vergelyking met die van spesie nommer 1 lae bedekking- en digtheidwaardes vertoon (Tab. 4.61).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.61). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.61). Ten spyte daarvan dat talluse van spesie nommer 13 meer dikwels as die van spesie nommers 14 en 11 in monsterpersele van die W-II assosiasie aangetref is, was die digtheid en bedekkingwaardes van laasgenoemde

twee spesies hoër as die van spesie nommer 13.

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laer as 5,6% (Tab. 4.61) en die spesies is selde in monsterpersele van die assosiasie aangetref.

Assosiasie W-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Figuur 4.104 en Tab. 4.58 toon dat slegs tallusse van spesie nommer 4 in die oorgangsassosiasie oorgebly het. Die spesie het teen 'n gemiddelde bedekking van 2,5% in die onderskeie monsterpersele voorgekom.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 13, 14 en 10 is konstant in assosiasie aangetref. Spesie nommer 10 van spesiegroep D het die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe C en D (Fig. 4.103).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe E en F is nie in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.58).

Gemiddeld vier ligeenspesies en 40 individuele tallusse is per monsterperseel in die W-III assosiasie aangetref. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 21% gehad (Fig. 4.104 en Tab. 4.58).

Assosiasie W-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommer 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.58 en 4.62). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die spesie was hoër as ooreenstemmende waardes wat vir die spesie in voorgaande tabelle aangegee is (Tabelle 4.60 en 4.61). Die toename in digtheid, frekwens en bedekking van die spesie mag toegeskryf word aan die afwesigheid van kompeterende ligeenspesies wat in spesiegroepe A, B, E en F saamgeroepeer is.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 11 het die meeste tot die bedekking van monsterpersele in die assosiasie bygedra (Tab. 4.62). Tallusse van spesie nommers 11 en 13 het teen dieselfde frekwensie in monsterpersele van die assosiasie voorgekom maar het aansienlik meer tot die bedekking van monsterpersele bygedra as spesie nommer 14 wat meer dikwels as eersvermelde twee spesies in monsterpersele aangetref is (Tab 4.62).

Assosiasie W-IV

Subassosiasie W-IV.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Die teenwoordigheid van onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae was die eienskap wat die W-IV.I en W-IV.II subassosiasie van mekaar onderskei het (Tab. 4.58). Tallusse van die Parmeliaceae (no. 14) het die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep C (Fig. 4.105). Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesiegroep C aangetref is.

Spesie nommer 11 (spesiegroep D) wat in hierdie subassosiasie as diagnostiese spesie erken is, het die grootste bydrae gelewer tot die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur ligeenspesies wat saamgegroepeer is as karakter- / differentiërende spesies (Fig. 4.105).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom en gemiddeld 5,9% van monsterpersele bedek (Tab. 4.59).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie spesies (groepe F en G) tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend.

Daar het gemiddeld drie ligeenspesies en 35 tallusse per monsterperseel in die W-IV.I subassosiasie voorgekom. For-

fietstamme in die subassosiasie het op die bepaalde hoogte en front 'n gemiddelde ligenbedekking van 8% gehad (Fig. 4.105 en Tab. 4.59).

Subassosiasie W-IV.II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom. Hierdie subassosiasie was die laaste waarin tallusse van beide spesie nommers 11 en 10 voorgekom het.

Hierdie subassosiasie is van die W-IV.I subassosiasie onderskei op grond van die teenwoordigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11), tesame met die afwesigheid van spesies van spesiegroepe A, B en C. Die status van spesie nommer 11 is in hierdie subassosiasie verander vanaf 'n konstante metgesel tot 'n differensiërende spesie (Fig. 4.106).

Konstante metgesel:

Spesie nommer 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie teen 'n gemiddelde bedekking van 12,5% voorgekom (Tabelle 4.58 en 4.59).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele tallusse van spesiegroepe E en F is in hierdie subassosiasie gevind (Tab. 4.58).

Gemiddeld 50 tallusse en twee ligeenspesies is per monster-

perseel in die W-IV.II subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 20% gehad (Fig. 4.106 en Tab. 4.59).

Assosiasie W-IV

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommer 1 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.58 en 4.63). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die spesies was laag (Tab. 4.63).

Tallusse van spesie nommer 11 (karakterspesie van die assosiasie) het in meer as 72% van die monsterpersele van die S-IV assosiasie voorgekom, teen 'n gemiddelde bedekking van 5,1% (Tab. 4.63). Die bedekking en ander waardes aangegee vir spesie nommers 13 en 14 (Tab. 4.63) was aansienlik laer as die van spesie nommer 11 aangesien tallusse van spesie nommers 13 en 14 slegs tot 'n gedeelte van die assosiasie beperk was (Tab. 4.58).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het 56,3% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in bykans 96% van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.63).

Sensitiewe spesies:

Slegs drie spesies van spesiegroepe E en F (Tab. 4.58) is in die assosiasie aangetref en wel teen lae frekwensies en digthede (Tab. 4.63). Die bedekking- en relatiewe bedekking van die drie spesies was ook laag (Tab. 4.63).

Assosiasie W-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Met die uitsondering van enkele tallusse, het lede van spesiegroepe A tot C nie in hierdie assosiasie voorgekom nie (Tab. 4.58).

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D en karakterspesie van assosiasie W-V) het in die assosiasie oorgebly en inderdaad konstant daarin voorgekom (Fig. 4.107 en Tab. 4.59).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe E en F is nie in hierdie assosiasie gevind nie (Tab. 4.58).

Daar het gemiddeld een spesie en 19 tallusse in monsterpersele van die W-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die W-V assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 8% vertoon (Fig. 4.107 en Tab. 4.59).

Assosiasie W-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A en B saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 1 en 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.58 en 4.63). Die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van die betrokke spesies was laag (Tab. 4.59) en slegs waardes van spesie nommer 1 het op 'n noemenswaardige bydrae tot ligeengroei in die assosiasie gedui.

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 80% van die totale ligeenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitmaak en was in die meeste monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.64).

4.2.3.2.4.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 1,3m teen die wes-front van forofietstamme

Figuur 4.108 toon die verspreiding van die onderskeie assosiasies soos hierbo bespreek. Sinvolle verspreidingspatrone (Fig 4.108), kon alleenlik verkry word deur die verskillende subassosiasies saam te groepeer in assosiasies. In die geval van assosiasies W-I en W-II moes beide assosiasies saamgeroepeer word om 'n betekenisvolle verspreidingspatroon te verkry (Fig. 4.108).

Sones I en II was beperk tot die oostelike, minder besoedelde (Fig 4.24 A) woongebiede (Fig. 4.108). Relevés van assosiasie W-III, 'n oorgangsassosiasie, het hoofsaaklik in sones I en II voorgekom.

Relevés van beide sone IV en V het soos aangedui in Fig. 4.108 in twee groepe voorgekom. Ligeengroei in sone IV het uit 'n mengsel van semisensitiewe en semitolerante ligeenspesies bestaan. Die ligeengroei in sone V het hoofsaaklik uit tallusse van spesie nommer 10 (die mees tolerante spesie in die studiegebied) bestaan.

Voorafvermelde dui op die graad van agteruitgang wat ligeengroei teen die gedeeltes van forofietstamme in die gebiede ondergaan het. Sone V is opgevolg deur sone VI waarin geen ligeengroei teen forofietstamme gevind nie.

4.2.3.2.5 Onderlinge vergelyking van eienskappe van ligeenspesies teenwoordig in ligeensosiologiese tabelle. Ligeengroei aangetref op borshoogte teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied

4.2.3.2.5.1 Rangorde van ligeenspesies in die verskillende relevés, gegrond op belangrikheidwaardes

Die posisies wat ligeenspesies volgens belangrikheidwaardes in die verskillende assosiasies van die vier stande beklee het, is aangetoon in Tabelle 4.65 tot 4.68. Die onderskeie waardes is aangegee in Tabelle 4.39 tot 4.43, 4.46 tot 4.50,

4.53 tot 4.57 en 4.60 tot 4.64.

Verskeie tendense in terme van die rangorde (posisie) van die onderskeie ligeenspesies kon met behulp van Tabela 4.65 tot 4.68 aangetoon word.

Candelaria concolor (spesie nommer 10) het in alle assosiasies teen alle fronte die hoogste belangrikheidswaarde gehad en gevolglik die eerste posisie in die tabel beklee (Tabelle 4.39 en 4.65). Die spesie was soos aangedui deur hoë belangrikheidswaardes die belangrikste in al die assosiasies. Verskille in belangrikheidswaarde (Tabelle 4.65 tot 4.68) tussen die spesie nommer 10 en opeenvolgende spesies in rangorde, het aanmerklik toegeneem vanaf assosiasie X-III tot X-IV. (Die afkorting X-... (byvoorbeeld X-III) sal vervolgens gebruik word in gevalle waar daar in die algemeen verwys word na assosiasies N-, S-, O- & W-III). Hierdie tendens het aangetoon dat Candelaria concolor (die mees weerstandbiedende ligeenspesie in die opnamegebied), toenemend die nisse ingeneem het van ander, minder weerstandbiedende ligene in die gedeeltes van die studiegebied met minder gunstige omgewingstoestande (Figure 4.81 en 4.21 A). Die toename in verskille ten opsigte van belangrikheidswaarde tussen die weerstandbiedende en minder weerstandbiedende ligeenspesies beklemtoon die ondergeskikte teenwoordigheid en ekologiese rol wat die laasgenoemde groep ligeenspesies in veral die X-IV en X-V assosiasies gespeel het.

In die geval van die X-I tot X-III assosiasies is die tweede

posisie teen die suid- en wesfronte beklee deur individue van spesie nommer 11. Teen die noord- en oosfronte is die posisie ingeneem deur tallusse spesie nommers 1, 4 of 11 (Tabelle 4.66 en 4.68). In die geval van die X-IV assosiasies is die tweede posisie teen alle fronte beklee deur spesie nommer 11. Die tweede posisie is in die geval van die X-V assosiasies ingeneem deur spesie nommers 1, 11 of 18. Die posisie wat spesie nommer 11 in die rangorde beklee het (Tabelle 4.65 tot 4.68), het bevestig dat spesie nommer 11, naas spesie nommer 10 die mees weerstandbiedende ten opsigte van lugbesoedeling was, aangesien die spesie slegs in drie gevalle (slegs in assosiasies X-I en X-II) deur ander ligeenspesies ten opsigte van rangorde verplaas is (Tabelle 4.66 en 4.67). Die posisies wat spesie nommers 10 en 11 in die tabelle beklee het, het voorts daarop gedui dat die spesies suksesvolle kompeteerdere was deurdat hulle in staat was om in gedeeltes waar die omgewing gunstig was vir die voortbestaan van minder sensitiewe ligeenspesies (vergelyk Figure 4.21 A, 4.81, 4.88, 4.98 en 4.108), hulle posisies in die rangorde (behalwe vir twee gevalle) kon behou.

In die assosiasies waar spesie nommer 11 die tweede posisie beklee het, is die derde posisie in die geval van die X-I tot X-III assosiasies dikwels beklee deur spesie nommer 1 of 4. In die geval van die X-IV assosiasies, is die posisie met die uitsondering van stande teen die suidfront van forofietstamme beklee deur spesie nommer 14. Die derde posisie is in die

geval van die X-V assosiasies hoofsaaklik gevul deur spesie nommer 13.

Die vierde en vyfde belangrikste spesies in assosiasies X-I tot X-IV was in meeste van die gevalle tallusse van spesie nommers 13 of 14. Van die twee ligeenspesies het spesie nommer 14 diwels die hoogste belangrikheidwaarde gehad. Dit is interessant om daarop te let dat die rangorde van die twee spesies opgeskuif het vanaf die X-I tot die X-IV assosiasies. So byvoorbeeld was die rangorde van die twee spesies in die S-I assosiasie 5 en 6, 4 en 5 in assosiasies S-II en S-III en 3 en 4 in assosiasie S-IV (Tab. 4.65). Die tendens dui daarop dat toenemend meer tallusse wat onherkenbaar was in gebiede voorgekom met hoër grade van lugbesoedeling (Tabelle 4.37, 4.44, 4.51 en 4.58 en Fig. 4.21 A).

Die teenwoordigheid van die verskillende ligeenspesies in posisies 7 tot 12 het geen ooglopende patroon gevorm nie. Dit het egter geblyk dat die groep spesies wat hierdie posisies bekleed het, almal tot 'n mindere of meerdere mate gevoelig vir versteurings in die omgewing was, aangesien die spesies hoofsaaklik beperk was tot die X-I en X-II assosiasies. Hierdie verskille in sensitiwiteit ten opsigte van versteurings in die omgewing / kompeteringsvermoë word geïllustreer deur die posisies wat spesie nommers 18 en 2a bekleed het ten opsigte van belangrikheid in die verskillende assosiasies. Die belangrikheid van spesie nommer 18 het byvoorbeeld gewissel tussen vyfde en negende Tabelle 4.65 tot

4.68. Alhoewel die spesie hoofsaaklik tot assosiasies X-I en X-II beperk was, is die spesie teen sommige fronte ook in ander assosiasies net hoër vlakke van lugbesoedeling aangetref (Tabelle 4.65 tot 4.68 en Fig 4.21 A). Behalwe vir gevalle teen die suidfront van forofietstamme was spesie nommer 2a hoofsaaklik tot die die X-I assosiasies beperk (Tab. 4.66). In hierdie assosiasies het spesie nommer 2a lae belangrikheidsposisies bekleed.

Resultate aangetoon en die tendense aanwesig in Tabelle 4.65 tot 4.68 moet egter geïnterpreteer word aan die hand van die resultate aangetoon in Tabelle 4.37, 4.44, 4.51 en 4.58, aangesien sommige van die spesies onreëlmatig en teen lae bedekkingswaardes in sommige van die assosiasies teenwoordig was. 'n Voorbeeld is die posisies en aanwesigheid van die gevoelige ligeenspesies in assosiasie N-III (Tabelle 4.44 en 4.66).

Tabelle 4.65 tot 4.68 het opsommenderwys aangetoon hoedat spesierykdom teen die verskillende fronte van mekaar verskil het en dat spesierykdom teen alle fronte verminder het vanaf die X-I tot die X-V assosiasies.

4.2.3.2.5.2 Diversiteit van die verskillende assosiasies

Indekse van diversiteit is bereken vir elk van die assosiasies wat op borshoogte teen verskillende fronte van forofietstamme in die studiegebied aangetref is. Hierdie waardes word aangetoon in Tab. 4.69. Die voor- en nadele van die

gebruik van Simpson (D) en Shannon-Wiener (H) indekse van diversiteit is bespreek deur Hurlbert (1971) en ook onder 4.2.2.1.3.2.2 en 4.2.2.1.3.2.3.

Beta diversiteit:

Daar is gevind dat die berekende waardes van beide indekse in die geval van al die verskillende assosiasies en teen die vier fronte aanmerklik verminder het vanaf die X-I - tot die X-V assosiasies (Tab. 4.69). Dit het daarop gedui dat spesiediversiteit en spesierykdom aanmerklik afgeneem het vanaf die X-I - (onbesoedelde omgewing) na die X-V assosiasies (meer besoedelde omgewing nader na die middestad; vergelyk Figure 4.21 A, 4.81, 4.88, 4.98 en 4.108).

Indekswaardes van die assosiasies wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, was in alle gevalle laer as die van ooreenstemmende assosiasies teen ander fronte van forofietstamme (Tab. 4.69). Hierdie laer indekswaardes van ligenassosiasies teen die noordfront van forofietstamme het op 'n laer spesiediversiteit en spesierykdom van die N-I tot N-V assosiasies gedui. Indekswaardes van die S-I - en S-II assosiasies was aansienlik hoër as die indekswaardes van ooreenstemmende assosiasies teen die ander drie fronte. Onderling het die oorblywende assosiasies relatief min van mekaar verskil. Lae indekswaardes en relatief klein onderlinge verskille in indekswaardes tussen assosiasies S-V, N-V, O-V en W-V (Tab. 4.69) het gewys op die mate van ooreen-

koms wat daar bestaan het tussen genoemde assosiasies. Die lae indekswaardes van laasgenoemde assosiasies het die lae spesierykdom en spesiediversiteit van genoemde assosiasies beklemtoon (vergeelyk Tabelle 4.37, 4.44, 4.67 en 4.51).

Die hoogste indekswaarde ('n hoë indekswaarde dui in die geval van beide die D- en H indekse op 'n gemeenskap met 'n hoë spesiediversiteit en -rykdom) wat vir 'n assosiasie bereken is, was die van die S-I assosiasie. Daarteenoor was die laagste indekswaarde die van die N-V assosiasie.

Gegrand op gemiddelde indekswaardes (Tab. 4.69) kon die volgende gradiënt in terme van spesiediversiteit en rykdom van die verskillende stande in die studiegebied as geheel aangetoon word:

Suid > Wes > Oos > Noord.

4.2.3.2.5.3 Bepaling van die verspreidingspatroon van ligeenspesies met behulp van die indeks van Morista

Die struktuur van 'n natuurlike gemeenskap is afhanklik van die wyse waarop organismes binne die gemeenskap versprei is (Michael, 1984). Die verspreidingspatroon van organismes word deur verskeie faktore in die natuur bepaal en kan breedweg saamgeroepeer word as eenvormig (uniform), ewekansig (random) en gegroepeerd (clumped). Laasgenoemde verspreidingspatroon word algemeen in die natuur aangetref (Michael, 1984).

Michael (1984) en Greig-Smith (1983) het die verskillende metodes bespreek waarvolgens die verspreidingspatroon van individue in 'n bepaalde gemeenskap vasgestel kan word. Hulle het ook op die voor- en nadele van die verskillende metodes gewys. Volgens (Michael, 1984) is die indeks van Morista relatief onafhanklik van die tipe verspreiding, die aantal monsters en die grootte van die gemiddeld, gebreke wat geassosieer word met ander soortgelyke indekse.

Die waardes van Morista se maatstaf van verspreiding wat in Tab. 4.69 aangegee word, getoon dat met die uitsondering van die N-IV - en O-IV assosiasies, die verspreiding van liggenspesies in al die ander assosiasies gegroepeerd was. In die geval van die N-IV assosiasie was die verspreiding van individue ewekansig, terwyl die verspreiding van individue in die O-IV assosiasie eenvormig was. Sulke verskille in verspreidingspatroon mag toegeskryf word aan veranderings in die omgewing (Michael, 1984). Michael (1984) het vermeld dat 'n ewekansige verspreidingspatroon aangetref mag word in gebiede wat deur 'n organisme gekoloniseer word, veral gedurende die aanvangsfase van binnedringing van die betrokke gebied. Volgens hom verander die verspreidingspatroon daarna na gegroepeerd wanneer die individu begin reproduseer. In die geval van die N-IV assosiasie mag die ewekansige verspreidingspatroon van individue toegeskryf word aan die teenoorgestelde van kolonisasie en mag 'n toevallige of onnatuurlike verskynsel wees.

4.2.3.2.5.4 Bestendigheid van ligeentaksons in stande onderskei in die studiegebied

Greig-Smith (1983) het 'n stand soos volg gedefinieer: "an area considered as a unit for purposes of description of vegetation". Vir die doel van hierdie bespreking word 'n stand beskou as die ligeengroei wat op 'n bepaalde hoogte teen 'n bepaalde front van forofietstamme in die studiegebied as geheel aangetref is.

Teenwoordigheid is die verspreiding van 'n takson in 'n plantegroeitabel (Whittaker, 1978). Teenwoordigheid word gewoonlik uitgedruk as 'n persentasie en verteenwoordig die gedeelte van die totale aantal releves waarin die takson teenwoordig was.

In gevalle waar monsterpersele van dieselfde grootte vergelyk word, word die ooreenstemmende persentasie verspreiding van 'n takson, bestendigheid 'constancy' genoem (Whittaker, 1978). Bestendigheid van taksons wat in die studiegebied gevind is, is gekategoriseer met behulp van die bestendigheidsklasse aangegee in Tab. 4.70.

4.2.3.2.5.4.1 Homogeniteit

Die aantal taksons wat in die verskillende bestendigheidsklasse geval het, is in Tab. 4.71 aangegee en grafies in Fig. 4.109 A voorgestel. Die asimmetriese verspreiding van frekwensiewaardes (Fig. 4.109 A) het op die heterogeniteit van die individuele sosiologiese tabelle gedui (Tabelle 4.37,

4.44, 4.51 en 4.58). In terme van die verspreiding van frekwensiewaardes het die tabelle onderling met mekaar ooreengestem. Soos blyk uit die histogramme (Fig. 4.109 A) het die frekwensiekromme vir elk van die tabelle geneig na 'n J-vorm (Schumann & Bouwer, 1969). Die verpreidingspatroon het daarop gedui dat meer spesies met lae bestendigheidklasse in elk van die onderskeie stande voorgekom het.

Die heterogeniteit wat in die tabelle gevind is - ten spyte van voorsorgmaatreëls wat tydens die opname van die monsterpersele getref is (kyk Hoofstuk 2), kan toegeskryf word aan nadelige ekologiese faktore soos onder andere die graad van lugbesoedeling wat in die studiegebied teenwoordig was.

4.2.3.2.5.4.2 Homotoniteit

Whittaker (1978) het homotoniteit soos volg gedefinieer: 'homotoniety is a synthetic concept, based on comparing similar plots from different stands of the same community-type or phytocoenon'.

Volgens Whittaker (1978), aan die hand van die werk van Raunkaier (1934), is die klassieke konsep van die verhouding tussen bestendigheidklasse die volgende:

$$\begin{array}{c}
 > \\
 S_I > S_{II} > S_{III} = S_{IV} < S_V \\
 <
 \end{array}$$

Die verhouding tussen bestendigheidklasse in Tabelle 4.37,

4.44, 4.51 en 4.58) was soos volg:

Suid: 8 : 3 : 4 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} < S_{III} > S_{IV} = S_V$

Noord: 9 : 2 : 2 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} = S_{III} > S_{IV} = S_V$

Oos: 9 : 2 : 3 : 0 : 1
 $S_I > S_{II} < S_{III} > S_{IV} < S_V$

Wes: 8 : 3 : 2 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} > S_{III} > S_{IV} = S_V$

Bogaande toon dat nie een van die tabelle aan die klassieke beskrywing van 'n bestendigheiddiagram voldoen het nie.

Volgens Whittaker (1978) bestaan die volgende verwantskappe in homotone tabelle:

i) $S_{IV} + S_V / S_{II} + S_{III}$ het 'n waarde effens groter as 1,0

en dat

ii) $S_{III} + S_{IV} / S_{II}$ in die meeste gevalle 'n waarde van 2 het.

Die volgende waardes is bereken vanaf gegewens verkry uit Tabelle 4.37, 4.44, 4.51 en 4.58:

Suid: i) 0,3 en ii) 1,7 (Tabel 4.37)

Noord: i) 0,5 en ii) 2,0 (Tabel 4.44)

Oos: i) 0,2 en ii) 0,8 (Tabel 4.51)

Wes: i) 0,4 en ii) 1,3 (Tabel 4.58)

Bovermelde waardes dui daarop dat die tabelle heterotoon was en dat die aantal senone (= 'coenon' volgens Whittaker, 1978) wat in die tabelle onderskei is geregverdig was. Die waardes dui voorts daarop dat alhoewel Tabel 4.44 heterotoon was, dit van die ander tabelle verskil het deurdat die berekende waardes nader was aan die waardes wat vir homotone tabelle voorgelê word.

Tabel 4.72 toon dat dit inderdaad die geval was en dat daar in terme van die aantal fitosone 'n verband was tussen die oorblywende drie tabelle. In terme van heterotoniteit kon die verwantskap tussen die verskillende tabelle soos volg voorgelê word: Oos > Wes > Suid > Noord.

'n Tweede eienskap waarmee die homotoniteit van 'n tabel bepaal kan word is om die variasie te bepaal in terme van die aantal taksons wat per releve van die tabel voorkom. Goed ontwikkelde stande van 'n senon verskil gewoonlik min van mekaar in terme van die aantal spesies (Whittaker, 1978). Aansienlike variasie dui egter daarop dat meer as een senon in die tabel aanwesig is.

Nadat die releves van die afsonderlike tabelle (Tabelle 4.37, 4.44, 4.51 en 4.58) in groepe geklassifiseer is op grond van die aantal spesies wat in elk van die releves teenwoordig was, is histogramme van die frekwensie van releves in die klasse saamgestel (Fig. 4.109 B). Die oneweredige verspreiding van die frekwensieverdelings in die verskillende histo-

gramme (Fig. 4.109 B) het daarop gedui dat die tabelle heterotoon was en dat verskillende senone in die onderskeie tabelle teenwoordig was. Die verspreiding van senone in die afsonderlike stande word aangetoon in Tab. 4.72.

4.2.3.2.5.5 Graad van ooreenkoms tussen stande

Spatz (1970) se indeks van ooreenkoms is gebruik om die graad van ooreenkoms te bepaal wat bestaan het tussen die verskillende ligeengroeistande wat op borshoogte teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is (Tab. 4.73).

Ligeengroei wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, het die minste ooreenstemming getoon met ligeengroei wat teen die suidfront van forofietstamme teenwoordig was. Daarteenoor het ligeengroei wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, die meeste ooreenstemming getoon met ligeengroeistande wat teen die wesfront van forofietstamme aangetref is. Die noord- en oosfrontstande het tot dieselfde mate met mekaar ooreengestem as wat stande teen die oos- en wesfronte van forofietstamme met mekaar ooreengestem het. Daar was 'n sterker onderlinge verwantskap tussen stande wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofiete in die studiegebied aanwesig was, as die tussen die suid- en noord-, suid- en oos- en suid en wesfrontstande (Tab. 4.73).

Ligeengroei wat teen die suidfront van forofietstamme aange-

tref is, het min ooreenstemming getoon met ligeengroei wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme voorgekom het (Tabelle 4.47, 4.48 en 4.49). Spatz se indekswaardes vir vermelde stande het gewissel vanaf 26% tot 'n maksimum van 43% (Tab. 4.73). Volgens die waardes aangegee in Tab. 4.73 het dit geblyk dat stande teen die wes- en suidfronte van forofiete die meeste (43,4%) met mekaar ooreengestem het.

Bovermelde verskille word weerspieël deur die aantal spesies wat teen die suidfront van forofietstamme gevind is (vergelyk Tabelle 4.37, 4.44, 4.51 en 4.58), die gemiddelde bedekking van die spesies (Tab. 4.74) en die verspreiding van releves met ligeengroei in die studiegebied (vergelyk Figure 4.81, 4.88, 4.98 en 4.109 B).

4.2.3.2.6 Interspesifieke assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref in monsterpersele op borshoogte teen verskillende fronte van forofietstamme

Die objektiewe bepaling van die graad van ruimtelike assosiasie tussen individue van verskillende spesies is onder andere van belang in gevalle waar die samestelling en dinamiek van gemeenskappe bestudeer word (Cox, 1976). Die bepaling van interspesifieke assosiasies tussen spesies vergemaklik ook die objektiewe erkenning van natuurlike spesiegroeperings (Cole, 1949).

'n Positiewe assosiasie tussen twee spesies in 'n heterogene omgewing mag die gevolg wees van gemeenskaplike aanpassings

van die spesies ten opsigte van omgewingstoestande. In 'n heterogene omgewing mag negatiewe assosiasies tussen spesies 'n aanduiding wees van die reaksie van individue van die verskillende spesies op verskillende komponente van die omgewing.

Die verskillende metodes wat gebruik is om die inter-spesifieke assosiasie tussen ligeenspesies te bepaal is onder 3.2.4.2.3 bespreek.

Interpretasie en betekenis van die waardes wat in Tabelle 4.75 tot 4.78 aangegee is, is kortliks die volgende:

Chi-kwadraattoets:

Die chi-kwadraatwaardes (aangedui met X^2) wat met behulp van die formule aangegee in 3.2.4.2.3 bereken is, is vergelyk met X^2 tabelwaardes met een vryheidsgraad. Berekende X^2 waardes (Tabelle 4.75 tot 4.78) groter as 5,02 was betekenisvol by 'n betekenispeil van 2,5%.

Die chi-kwadraattoets bevestig slegs die teenwoordigheid of afwesigheid van een of ander vorm van assosiasie tussen twee spesies en dui nie aan of die spesies negatief of positief met mekaar geassosieer is nie.

Die sterkte van die assosiasie tussen die twee spesies is geskat deur puntkorrelasiekoëffisiëntwaardes vir die betrokke spesiekombinasie te bereken.

Puntkorrelasiekoëffisiëntwaardes (V):

Die formule waarvolgens die V waardes bereken is, is bespreek onder 3.2.4.2.3.3. V waardes varieer vanaf -1 tot +1. Nulwaardes dui daarop dat die verspreiding van die twee spesies onafhanklik is.

Die assosiasie tussen ligeenspesies is alleenlik bepaal vir die spesies wat as alomteenwoordige - of karakterspesies in die onderskeie ligeensosiologiese tabelle saamgegroepeer is (Tabelle 4.37, 4,44, 4.51 en 4.58).

4.2.3.2.6.1 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die suidfront van forofietstamme

Slegs enkele ligeenspesies was betekenisvol geassosieer in die monsterpersele wat teen die suidfront van forofietstamme op borshoogte uitgeplaas is, (Tab. 4.75). Hierdie betekenisvolle assosiasie tussen ligeenspesies geld egter net vir die betrokke studiegebied en ook net vir die spesifieke gedeeltes van forofietstamme wat deur monsterpersele beslaan is (Goodall, 1978).

Spesies wat betekenisvol geassosieerd was:

Spesie nommer 18 met spesie nommers 1 en 11

Spesie nommer 17 met spesie nommer 4

Spesie nommer 19 met spesie nommers 4, 3 en 1

Spesie nommer 4 met spesie nommers 3, 1 en 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie

nommers 19 & 4 en 4 & 1 was hoogs betekenisvol. Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.75 aangegee is, was al bogenoemde spesies positief geassosieer. Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende spesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieer, vergelyk die V-waardes van onder andere spesie nommers 18 & 19 en 19 & 11 met die van 17 & 3 (Tab. 4.75).

4.2.3.2.6.2 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die noordfront van forofietstamme

Al die ligeenspesies wat saamgeroepeer is as karakter - of alomteenwoordig in Tabel 4.44 was betekenisvol geassosieer (Tab. 4.76).

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie nommers 4 & 11 en 4 & 18 was hoogs betekenisvol. Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.76 aangegee is, was die assosiasie tussen al die ligeenspesies positief en ook redelik sterk geassosieer.

4.2.3.2.6.3 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die oosfront van forofietstamme

Slegs enkele van die ligeenspesies wat teenwoordig was in monsterpersele wat teen die oosfront van forofietstamme gevind is, was betekenisvol geassosieer (Tab. 4.77). Die volgende spesies was betekenisvol geassosieerd:

Spesie nommer 6 met spesie nommer 2
Spesie nommer 2 met spesie nommer 19
Spesie nommer 3 met spesie nommer 4
Spesie nommer 4 met spesie nommers 1 en 11
Spesie nommer 1 met spesie nommer 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie nommers 6 & 2, 4 & 11 en 1 & 11 was hoogs betekenisvol (Tab. 4.77). Daarteenoor was die geassosieerde verspreiding van spesie nommers 2 & 19 en 3 & 4 nie so betekenisvol soos die tussen voorafvermelde spesies nie. Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.77 aangegee is, was al bogenoemde spesies positief geassosieer en veral die assosiasie tussen spesie nommers 6 & 2 en 4 & 11 was sterk positief.

Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende ligeenspesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieerd - vergelyk die V-waardes van onder andere spesie nommers 6 & 19 en 3 & 11 met die van 3 & 19 (Tab. 4.77).

4.2.3.2.6.4 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die wesfront van forofietstamme

Slegs enkele van die ligeenspesies wat in monsterpersele teen die wesfront van forofietstamme gevind is, was betekenisvol geassosieer (Tab. 4.78). Die volgende spesies was betekenisvol geassosieer:

Spesie nommer 19 met spesie nommers 2 en 4

Spesie nommer 2 met spesie nommers 4, 1 en 11

Spesie nommer 4 met spesie nommers 1 en 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie nommers 19 & 2 en 4 & 1 was hoogs betekenisvol (Tab. 4.78). Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.78 aangegee is, was al bogenoemde spesies positief geassosieer en veral die assosiasie tussen spesie nommers 19 & 2 was sterk positief.

Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende ligeenspesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieerd (Tab. 4.78).

4.2.3.2.6.5 Vergelyking van die assosiasie tussen ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme

Assosiasies tussen verskillende kombinasies van ligeenspesies wat met die Chi-kwadraatmetode as betekenisvol bewys is, word aangegee in Tabel 4.79.

Slegs tallusse van Parmelia flaventior (sp. no. 4) en Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11) was teen alle fronte van forofietstamme positief geassosieer (Tab. 4.79). Die positiewe assosiasie tussen die twee spesies het op die moontlikheid gedui dat die twee spesies op dieselfde wyse ten opsigte van omgewingstoestande reageer en dat die twee spesies oor 'n relatief wye ekologiese aanpasbaarheidsamplitude beskik.

Tallusse van Parmelia flaventior (sp. no. 4) en Physcia stellaris (sp. no. 1) was teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme positief geassosieer. Die positiewe assosiasie tussen die twee spesies het op moontlikhede soortgelyk aan die bespreking hierbo gedui, alhoewel die skaal van aanpassing meer beperk was.

Die assosiasie tussen meeste van die ligeenspesies was egter beperk tot enkele fronte (Tab. 4.79) wat daarop gedui het dat die twee spesies gemeenskaplik op 'n beperkte aantal omgewingfaktore gereageer het. Dit was 'n moontlike aanduiding van die beperkte ekologiese aanpasbaarheidsamplitude van die betrokke spesies.

4.2.3.3 Basbewonende ligeengemeenskappe 300mm vanaf die grondoppervlak

4.2.3.3.1 Ligeengemeenskappe teen die suidfront van forofietstamme

Verwerkte resultate is aangegee in Tabelle 4.80 tot 4.86 asook in Figure 4.110 tot 4.119.

4.2.3.3.1.1 Bespreking van die gemeenskappe

Ligeengroei wat 300mm vanaf grondvlak teen die suidfront van forofietstamme teenwoordig was, kon in vyf assosiasies verdeel word (SO-I tot SO-V, Tab. 4.80). Sommige van hierdie

assosiasies kon onderverdeel word en ses subassosiasies is onderskei; SO-I.I, SO-I.II, SO-II.I, SO-II.II, SO-II.III en SO-II.IV (Tab. 4.80).

Die onderskeie assosiasies en subassosiasies kon van mekaar op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese spesies onderskei word:

Assosiasie SO-I

Karakterspesie:

Parmotrema austrosinense sp. no. 19

Subassosiasies:

SO-I.I

Differensiërende spesiegroep:

Dirinaria picta sp. no. 2a
Parmotrema austrosinense sp. no. 19

SO-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Parmotrema austrosinense sp. no. 19
Spesie nommer 2

Assosiasie SO-II

Karakterspesie:

Heterodermia albicans sp. no. 1

Subassosiasies:

SO-II.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesie nommer 2
Spesie nommer 18

SO-II.II

Differensiërende spesie:

Spesie nommer 18

SO-II.III

Differensiërende spesiegroep:

Heterodermia albicans sp. no. 3
Parmelia flaventior sp. no. 4

SO-II.IV

Differensiërende eienskap:

Heterodermia albicans (sp. no. 1), teame
met die swak verteenwoordiging van
spesies van spesiegroepe A en B.

Assosiasie SO-III

Karakterspesie:

Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11), tesame met
die aanwesigheid van tallusse van spesie nommers
13 en 14.

Assosiasie SO-IV

Karakterspesies:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11
Candelaria concolor sp. no. 10
Tesame met die afwesigheid van tallusse van
spesies saamgegroepeer in spesiegroepe A tot C.

Assosiasie SO-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.3.1.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie ligeengemeenskappe

Subassosiasie SO-I.I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 19 het die meeste bygedra het tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe A en B (Fig. 4.110 en Tab. 4.81). Slegs tallusse van spesies nommers 2a, 19 en 1 van spesiegroepe A en B is konstant in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.80). Tallusse van spesie nommer 2a was uitsluitlik tot hierdie subassosiasie beperk. Indiwidue van spesie nommers 2 en 18 (spesiegroep A) en 3 en 4 (spesiegroep B) het sporadies in die SO-I.I subassosiasie voorgekom.

Konstante metgeselle:

Indiwidue van die twee ligeenspesies wat in spesiegroep D saamgeroepeer is en slegs die van spesie nommer 13 (spesiegroep C), is konstant in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.80). Spesie nommer 10 het 58,8% bygedra tot die bedekking van monsterpersele wat toegeskryf kon word aan lede van spesiegroep C en D (Tab. 4.81 en Fig. 4.110).

Sensitiewe spesies:

Slegs spesie nommer 12 is in meer as 50% van die releves van die subassosiasie gevind en was die enigste van die groep sensitiewe ligene wat betekenisvol tot die bedekking van monsterpersele bygedra het (Tab. 4.81).

Daar het gemiddeld agt ligeenspesies en 72 tallusse per

monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie was 81,1% (Fig. 4.110 en Tab. 4.81).

Subassosiasie SO-I.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 1 het die meeste (36,8%) bygedra het tot die totale bedekking van monsterpersele deur lede van diagnostiese spesiegroepe A en B (Fig. 4.111 en Tab. 4.81). Indiwidue van spesie nommers 3 en 4 (spesiegroep B) is meer gereeld as indiwidue van spesie nommers 18 en 1 (spesiegroep A) in die subassosiasie gevind.

Konstante metgeselle:

Tallusse van die vier spesies wat in spesiegroepe C en D saamgeroepeer is, is konstant in die subassosiasie aangetref. Spesie nommer 10 het die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe C en D (Fig. 4.111).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.81).

Daar het gemiddeld tien ligenespesies en 89 ligenallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 84% gehad (Fig. 4.111 en Tab. 4.81).

Assosiasie SO-I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies, het spesie nommers 19 en 1 die hoogste gemiddelde bedekking- (beide 8,2%) en relatiewe digtheidwaardes vertoon (Tab. 4.82). Tallusse van spesie nommer 19 het egter meer dikwels in monsterpersele van die assosiasie voorgekom. In terme van digtheid was die waardes verteenwoordigend van spesie nommers 2a en 1 die hoogste (Tab.4.82).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.82). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele. Daar is ook meer tallusse van Candelaria concolor per monsterperseel aangetref as enige van die ander ligenespesies (Tab. 4.81).

Sensitiewe spesies:

Behalwe vir die teenwoordigheid en bydrae van spesie nommers 12 en 17 tot die totale ligenbedekking van monsterpersele, was die bydrae van die oorblywende lede van spesiegroepe E en F (Tab. 4.80) beperk (Tab 4.82).

Assosiasie SO-II

Subassosiasie SO-II.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Figuur 4.112 en Tab. 4.81 het getoon dat spesie nommer 18 die meeste bygedra het tot die bedekking van monsterpersele deur lede van diagnostiese spesiegroepe A en B. Tallusse van spesie nommers 19 en 2a is nie in die subassosiasie aangetref nie. Indiwidue van spesie nommer 3 is selde in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.80). Daarteenoor is indiwidue van spesie nommers 1 en 4 (spesiegroep B) dikwels in hierdie subassosiasie gevind.

Konstante metgeselle:

Die ligeenspesies wat in spesiegroepe C en D saamgeroepeer is, is konstant in monsterpersele van die subassosiasie aangetref. Van spesiegroepe C en D, het tallusse van spesie nommers 11 en 13 onderskeidelik die meeste bygedra tot die ligeenbedekking van monsterpersele (Fig. 4.112).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.81).

Daar het gemiddeld agt spesies en 71 tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele van forofietstamme in die SO-II.I subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 46% gehad (Fig. 4.112 en Tab. 4.81).

Subassosiasie SO-II.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Figuur 4.113 en Tab. 4.81 het getoon dat spesie nommer 18 die meeste bygedra het tot die ligenbedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe A en B. Tallusse van spesie nommers 2a, 19 en 2 is nie in die subassosiasie aangetref nie. Indiwidue van spesie nommers 3 en 4 is elk eenmalig in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.80). In teenstelling met spesie nommers 3 en 4 (spesiegroep B) is indiwidue van spesie nommers 1 en 18 (spesiegroep A) konstant in hierdie subassosiasie aangetref, met 'n gemiddelde bedekking van onderskeidelik 1,7 en 4,1%.

Konstante metgeselle:

Spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D) het konstant in die subassosiasie voorgekom. Van laasgenoemde spesies, het tallusse van spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie (Fig. 4.113). Tallusse van spesie nommers 13 en 14 was in slegs drie van die vyf releves teenwoordig en het onderskeidelik 4,7 en 10,6% uitgemaak van die gesamentlike bedekking van spesiegroepe C en D.

Sensitiewe spesies:

Lede van die twee groepe spesies (E en F) is nie in die subassosiasie gevind nie (Tab. 4.80).

Daar het gemiddeld ses ligenespesies en 55 indiwidue per

monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele teen die stamme van forofiete in die gebied beslaan deur die SO-II.II subassosiasie het 'n gemiddelde totale ligenbedekking van 36% gehad (Fig. 4.113 en Tab. 4.81).

Subassosiasie SO-II.III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 3 het die meeste bygedra het tot die ligenbedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep B (Fig. 4.114). Behalwe vir enkele waarnemings, het tallusse van spesie nommers 2a, 19, 2 en 18 nie in die subassosiasie voorgekom nie. Indiwidue van spesie nommers 3 en 4 (differensiërende spesies van die subassosiasie) is konstant in releves van die subassosiasie aangetref (Tab. 4.80). In teenstelling met die konstante teenwoordigheid van spesie nommers 3 en 4 (spesiegroep B) is indiwidue van spesie nommer 1 (karakterspesie van die assosiasie) nie in elk van die releves aangetref nie. In ooreenstemming met die vereistes vir die aanwys van 'n karakterspesie (Westhoff en Van der Maarel, 1978), het die spesie in ten minste 50% van die releves van die assosiasie voorgekom.

Konstante metgeselle:

Spesie nommers 13 en 14 (spesiegroep D) het konstant in die subassosiasie voorgekom. Eersgenoemde spesie het van die twee spesies die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie (Fig. 4.114). In

teenstelling met die teenwoordigheid van spesie nommer 10 was spesie nommer 13 nie in alle releves teenwoordig nie (Tab. 4.80). Tallusse van spesie nommer 10 het 58,9% uitgemaak van die totale bedekking van monsterpersele deur lede van spesie-groepe C en D (Tab. 4.81 en Fig. 4.114).

Sensitiewe spesies:

Lede van die twee groepe spesies (E en F) is uitsonderlik in die subassosiasie gevind (Tab. 4.80).

Daar het gemiddeld sewe ligeenspesies en 68 individue per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Monsterpersele van die SO-II.III subassosiasie het 'n gemiddelde totale ligeenbedekking van 61% gehad (Fig. 4.114 en Tab. 4.81).

Subassosiasie SO-II.IV

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroepe A en B saamgeroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommer 1 konstant in monsterpersele van die SO-II.IV subassosiasie voorgekom (Tab. 4.80 en Fig. 4.115). Die afwesigheid van spesie nommers 2a, 19, 2, 3 en 4 (behalwe vir 'n enkele geval) was 'n kenmerk waarvolgens hierdie subassosiasie onderskei kon word van die ander subassosiasies wat deel gevorm het van die SO-II assosiasie (Tab. 4.80).

Konstante metgeselle:

Behalwe vir tallusse van spesie nommer 11 is tallusse van die ander ligeenspesies wat in spesiegroepe C en D saamgegroepeer is, konstant in die subassosiasie aangetref. Ten spyte daarvan dat tallusse van spesie nommer 11 nie gereeld in die assosiasie teenwoordig was nie, het die spesie 47,4% bygedra tot die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur spesiegroepe C en D (Fig. 4.115).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van forofietstamme was onbeduidend (Tab. 4.81).

Gemiddeld vyf ligeenspesies en 61 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die SO-II.IV subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 38% gehad (Fig. 4.115 en Tab. 4.81).

Assosiasie SO-II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het spesie nommer 1 (karakter-spesie van die assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking, -frekwensie en -digtheid vertoon (Tab. 4.83). Spesie nommers 2 en 4 van spesiegroepe A en B (Tab. 4.80) het, ten spyte van relatief hoë frekwensiewaardes lae bedekking- en digtheid-waardes vertoon (Tab. 4.82). Die oorblywende spesies van spesiegroepe A en B het vanaf 4 tot bykans 8% van die bedekking van monsterpersele uitgemaak. Spesie nommer 2a is nie

in die assosiasie aangetref nie.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 is meer dikwels as die van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie teëgekrom (Tab. 4.83). In die SO-II assosiasie het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.83). Ten spyte daarvan dat die tallusse van spesie nommers 13 en 14 teenwoordig was in onderskeidelik 60% en 74% van die monsterpersele, het die twee spesies weinig tot die totale ligenbedekking van monsterpersele bygedra (Tab. 4.82).

Sensitiewe spesies:

Die spesies is selde in monsterpersele van die assosiasie aangetref en die relatiewe bedekking van die oorblywende lede van hierdie groep spesies was laer as 1,5% (Tab. 4.83).

Assosiasie SO-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Verteenwoordigers van spesiegroepe A en B is by hoë uitsondering in die assosiasie gevind (Tab. 4.80).

Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesiegroep C aanwesig was. Dit was gevolglik een van die differensiërende kenmerke van die SO-III assosiasie.

Tallusse van spesie nommer 11 (spesiegroep D) het die groot-

ste bydrae gelewer (90%) tot die bedekking van monsterpersele deur ligeenspesies wat as karakter- of differensiërend saamgegroeper is (Fig. 4.116).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 is konstant in die subassosiasie aangetref en het uiteraard 100% van die bedekking van monsterpersele deur lede van die groep spesies uitgemaak (Tabelle 4.80 en 4.81 en Fig. 4.116).

Sensitiewe spesies:

Tallusse van ligeenspesies wat in spesiegroepe E en F saamgegroeper is, is nie in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.80).

Daar het gemiddeld vier spesies en 35 tallusse per monsterperseel in die SO-III assosiasie voorgekom en monsterpersele in die assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 18% gehad (Fig. 4.116 en Tab. 4.81).

Assosiasie SO-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat aanvanklik in spesiegroepe A en B saamgegroeper is, is tallusse van spesie nommers 18, en 4 slegs in enkele van die releves aangetref (Tabelle 4.80 en 4.84). Tallusse van die twee differensiërende spesies (13 en 14) is teen 'n frekwensie van meer as 40% in releves van die assosiasie gevind, die bydrae van die spesies tot die ligen-

bedekking van monsterpersele in die assosiasie was egter laag (Tab. 4.84). Tallusse van die diagnostiese spesie Physciopsis pyritrocardia, is daarteenoor teen 'n frekwensie van 68%, met 'n gemiddelde bedekking van bykans 9% en 'n relatiewe digtheid van 34% in monsterpersele van die assosiasie gevind.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het met 'n gemiddelde bedekking van 11,9%, 'n frekwensie van 90,9% en 'n relatiewe digtheid van 51,9% die belangrikste bydrae gelewer tot die bedekking van monsterpersele in die assosiasie (Tab. 4.84).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van die enkele verteenwoordiger van die spesie-groep was weglaatbaar klein (Tab. 4.84).

Assosiasie SO-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Lede van spesiegroepe A en B is nie in die assosiasies aange-tref nie (Tab. 4.80).

Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11, spesiegroep D) het die grootste bydrae gelewer tot die bedekking van monsterpersele deur ligene (Fig. 4.117). Geen konstante metgeselspesies is in die assosiasie onderskei nie en die gesamentlike teenwoordigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11) en Candelaria concolor (sp. no. 10), tesame met die

afwesigheid van tallusse van die spesies wat in spesiegroepe A, B en C saamgeroepeer is, was karakteristiek van die assosiasie (Tab. 4.80).

Sensitiewe spesies:

Ligeenspesies wat in spesiegroepe E en F saamgegroepeer is, is nie in die assosiasie aangetref nie (Tab. 4.80).

Daar het gemiddeld twee ligeenspesies en 38 tallusse per monsterperseel in die SO-IV assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 16% gehad (Fig. 4.117 en Tab. 4.81).

Assosiasie SO-IV

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A tot E saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 10 en 11 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.80 en 4.85). Beide spesies is in al die monsterpersele van die assosiasie gevind. Meer tallusse van spesie nommer 11 as die van spesie nommer 10 is per monsterperseel aangetref en eersgenoemde spesie het ook meer as laasgenoemde spesie tot die bedekking van monsterpersele in die assosiasie bygedra (Tab. 4.85).

Assosiasie SO-V

Slegs enkele tallusse van spesiegroepe B en C (meestal met lae bedekkingwaardes), is in die SO-V assosiasie aangetref

(Tab. 4.80). Tallusse van spesie nommers 2a, 19, 2, 3, 4, 13 en 1 is nie in die assosiasie aangetref nie.

Karakter- / Differensiërende spesies:

Slegs tallusse van Candelaria concolor (sp. no. 10) het konstant in die SO-V assosiasie voorgekom en gemiddeld 8% van die monsterpersele bedek (Tab. 4.80 en Fig. 4.118).

Sensitiewe spesies:

Verteenwoordigers van hierdie groep ligeenspesies is nie in die SO-V assosiasie gevind nie (Tab. 4.80).

Daar het gemiddeld een ligeenspesie in die SO-V assosiasie voorgekom teen 'n gemiddelde bedekking van 8% (Fig. 4.118 en Tab. 4.81). Daar is gemiddeld 20 ligeentallusse per monsterperseel in die assosiasie gevind.

Assosiasie SO-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroepe A, B en C saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommers 3 en 14 in die assosiasie voorgekom teen lae bedekking en ander waardes soos aangetoon in Tabela 4.80 en 4.86.

Candelaria concolor (sp. no. 10) het meer as 83% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie gevorm. Die spesie was in meer as 85% van die monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.86).

4.2.3.3.1.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 300m teen die suidfront van forofietstamme

Die teenwoordigheid van vier isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied kon aangetoon word deur die verpreiding van die verskillende assosiasies te karteer (Fig. 4.119).

Sone I was beperk tot die oostelike woongebiede (Fig. 4.119). Sone II het tussen sones I en III voorgekom. Relieves van assosiasie SO-III was hoofsaaklik beperk tot sone II. Sone II het 'n deel van die sentrale gedeelte van Pretoria, 'n deel van Sunnyside en 'n gedeelte van 'n woongebied beslaan (Fig. 4.119). Sone II is opgevolg deur sone IV, die gedeelte van die studiegebied waar geen ligeengroei teen forofietstamme aangetref is nie. Sones III het bestaan uit relieves van assosiasies SO-IV en SO-V. Die sone is opgevolg deur 'n gebied waarin geen ligeengroei aangetref is nie. Die aanwezigheid en gemiddelde bedekingswaardes van die onderskeie ligeenspesies (Tab. 4.81), tesame met die verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones (Fig. 4.119) in die studiegebied benadruk die agteruitgang wat die bepaalde ligeengemeenskappe in die rigting van die industriële gebiede / middestad ondergaan het.

4.2.3.3.2 Ligeengemeenskappe teen die noordfront van forofietstamme, 300mm vanaf grondvlak

Resultate van die Braun-Blanquet opname word aangegee in Tabelle 4.87 tot 4.94 en in Figure 4.120 tot 4.126.

4.2.3.3.2.1 Bespreking van die gemeenskappe

Die ligeengroei wat in monsterpersele, 300mm vanaf die grondoppervlak, teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, kon in vyf assosiasies, NO-I tot NO-V (Tab. 4.87) verdeel word. Slegs die NO-I assosiasie is onderverdeel in twee subassosiasies, NO-I.I en NO-I.II.

Die volgende diagnostiese spesies is gebruik om die onderskeie assosiasies en subassosiasies van mekaar te onderskei:

Assosiasie NO-I

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Subassosiasies:

NO-I.I

Differensiërende spesie:

Die teenwoordigheid van tallusse van slegs
Parmelia flaventior sp. no. 4

NO-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Die gesamentlike aanwesigheid van:
Parmelia flaventior sp. no. 4
Physcia stellaris sp. no. 1

Assosiasie NO-II

Karakterspesie:

Physcia stellaris sp. no. 1

Assosiasie NO-III

Karakterspesie:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Assosiasie NO-IV

Karakterspesiegroep:

Candelaria concolor sp. no. 10
Tesame met die aanwesigheid van tallusse
van spesie nommers 13 en 14.

Assosiasie NO-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.3.2.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies
in die onderskeie ligeengemeenskappe

Assosiasie NO-I:

Subassosiasie NO-I.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die diagnostiese groep spesies (A, Tab. 4.87) is slegs tallusse van spesie nommer 4 in monsterpersele van die subassosiasie gevind (Tab. 4.88 en Fig. 4.120).

Konstante metgeselle:

Indiwidue van spesie nommer 11 is selde in die subassosiasie aangetref. Tallusse van spesie nommers 13 en 14 is meer dikwels as die van spesie nommer 11 in die subassosiasie gevind maar met eweneens lae gemiddelde bedekkingwaardes (Tab. 4.88). Tallusse van spesie nommer 10 is gereeld in die

subassosiasie aangetref (Tab. 4.87), teen aansienlik hoër gemiddelde bedekkingswaardes as die van spesie nommers 13, 14 en 11 (Tab. 4.88).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies is ongereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.87).

Daar het gemiddeld vyf ligeenspesies en 42 talluse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in die NO-I.I subassosiasie was 15% (Fig. 4.120 en Tab. 4.88).

Subassosiasie NO-I.II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 4 het die hoogste gemiddelde bedekkingswaarde van die groep spesies gehad (Fig. 4.121 en Tab. 4.88). Hierdie subassosiasie was die enigste waarin tallusse van spesie nommers 1 en 4 gesamentlik in monsterpersele gevind is en dit was ook die laaste subassosiasie waarin tallusse van laasgenoemde spesie gevind is (Tab. 4.88).

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 10 van spesiegroep C het meer dikwels as spesie nommer 11 in die subassosiasie voorgekom en het ook die hoogste gemiddelde bedekkingswaarde (Fig. 4.121) van die groep ligene vertoon (Tab. 4.88).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies het ongereeld in die subassosiasie voorgekom en het in meeste van die monsterpersele 'n onbeduidende bydrae gelewer tot die totale ligenbedekking (Tab. 4.87).

Gemiddeld 63 individuele ligenantallusse en agt spesies is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref. Die gemiddelde ligenbedekking van monsterpersele in die bepaalde gebied was 47% (Fig. 4.121 en Tab. 4.88).

Assosiasie NO-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die spesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is (Tab. 4.87), het spesie nommer 4 (karakterspesie van die assosiasie) hoër gemiddelde bedekking- en ander waardes as die van spesie nommer 1 vertoon (Tab. 4.89). Daar was bykans dubbeld die aantal individue van spesie nommer 4 in monsterpersele teenwoordig as die van spesie nommer 1 (Tab. 4.89).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 is, in teenstelling met die van spesie nommers 11, 13 en 14, in elke monsterperseel van die assosiasie aangetref (Tab. 4.89). Spesie nommer 10 het aansienlik meer as spesie nommers 11, 13 en 14 tot die totale ligenbedekking van monsterpersele bygedra (Tab. 4.89).

Sensitiewe spesies:

Hierdie groep spesies het in nie meer as 20% van die monsterpersele van die assosiasie voorgekom nie en die hoogste digtheid- en relatiewe bedekkingswaardes was onderskeidelik 4,1 en 8,2%, wat laag was in terme van soortgelyke waardes wat vir ander spesies in die assosiasie bereken is (Tab. 4.89).

Assosiasie NO-II**Karakter- / Differensiërende spesies:**

Van spesiegroep A, is slegs tallusse van spesie nommer 1 in die NO-II assosiasie aangetref. Die spesie het konstant in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.87) teen 'n gemiddelde bedekking van 4,6%. Dit was die laaste assosiasies waarin die liguren aangetref is.

Konstante metgeselle:

Van die groep spesies het slegs spesie nommer 10 konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.87) en het die meeste bygedra tot die ligurenbedekking van monsterpersele in die NO-II assosiasie (Tab. 4.88 en Fig. 4.122).

Sensitiewe spesies:

Enkele spesies van die groep ligene is in 'n beperkte aantal releves van die NO-II assosiasie gevind (Tab. 4.87).

Daar het gemiddeld vier spesies en 38 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die

gemiddelde totale ligenbedekking van die monsterpersele was 16% (Fig. 4.122 en Tab. 4.88).

Assosiasie NO-II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommer 4, van spesiegroep A het in die assosiasie voorgekom en gevolglik as enigste verteenwoordiger uitsluitlik tot die ligenbedekking en -groei van monsterpersele in die assosiasie bygedra (Tabelle 4.80 en 4.90).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.90). Van al die ligenespesies wat in monsterpersele van die NO-II assosiasie gevind is, het spesie nommer 10 die meeste bygedra (30,2%) tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Fig. 4.122). Daar is ook meer individue van laasgenoemde spesie as enige van die ander ligenespesies in monsterpersele gevind.

Sensitiewe spesies:

Lede van die spesiegroep is in slegs 2 releves van die assosiasie aangetref (Tabelle 4.87, 4.88 en 4.90) en het gevolglik nie 'n noemenswaardige rol gespeel in die ligenegroei wat teen die gedeelte van forofietstamme aangetref is nie.

Assosiasie NO-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Ligeenspesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is, is nie in die assosiasie aangetref nie (Tab 4.87). Physciopsis pyritrocardia (karakterspesie van die NO-III assosiasie) is konstant in die assosiasie aangetref en het aansienlik meer as spesie nommers 13 en 14 tot die bedekking van monsterpersele bygedra (Fig. 4.123). Hierdie assosiasie was die laaste waarin tallusse van beide spesie nommers 11 en 10 saam aangetref is (Tab. 4.87).

Konstante metgeselle:

Spesie nommer 10 het konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.87) en as enigste konstante metgeselspesie uitsluitlik tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die NO-II assosiasie bygedra (Fig. 4.123 en Tab. 4.88).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies was op 'n enkele geval na nie in die assosiasie teenwoordig nie (Tab 4.87).

Gemiddeld drie ligeenspesies en 34 individuele tallusse is per monsterperseel in die NO-III assosiasie aangetref. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 11% gehad (Fig. 4.123 en Tab. 4.88).

Assosiasie NO-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 11 het aansienlik meer as spesie nommer 13 en 14 bygedra tot die bedekking van monsterpersele in die NO-III assosiasie (Tab. 4.91). Daar was meer individue van spesie nommer 11 as die van spesie nommers 13 en 14 in monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.91).

Assosiasie NO-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesie-groep B aangetref is. Die gemiddelde bedekkingwaardes van beide spesies 13 en 14 was laag (Tab. 4.88).

Tesame met die afwesigheid van herkenbare tallusse van lede van spesiegroep A is die teenwoordigheid van tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep C), as karakteristiek vir die assosiasie beskou. Spesie nommer 10 het aansienlik meer as die spesies van spesiegroep B tot die bedekking van monsterpersele bygedra (Fig. 4.124).

Sensitiewe spesies:

Lede van hierdie groep spesies was op 'n enkele geval na nie in die assosiasie teenwoordig nie (Tab 4.87).

Daar het gemiddeld drie ligeenspesies en 24 tallusse per monsterperseel in die NO-IV assosiasie voorgekom. Forofietstamme in die assosiasie het op die bepaalde hoogte en front

'n gemiddelde ligenbedekking van 26% gehad (Fig. 4.124 en Tab. 4.88).

Assosiasie NO-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommers 13, 14 en 10 het in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.87 en 4.92). In vergelyking met die digtheid- frekwensie- en bedekkingwaardes van spesie nommer 10 was die ooreenstemmende waardes van spesie nommers 13 en 14 laag (Tab. 4.92).

Assosiasie NO-V

Karakter- / Differentiërende spesie:

Op 'n enkele uitsondering na, is slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep C en karakterspesie van die NO-V assosiasie) in die assosiasie aangetref (Tabelle 4.87 en 4.88). Die spesie was gevolglik die enigste wat die monsterpersele van die assosiasie bedek het (Fig 4.125).

Sensitiewe spesies:

Geen sensitiewe ligenespesies is in die NO-V asossosiasie gevind nie (Tab. 4.87).

Daar het gemiddeld een ligenespesie en 14 tallusse per monsterperseel in die NO-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die NO-V assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van slegs 3% gehad (Fig. 4.125 en Tab. 4.88).

Assosiasie NO-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 99% van die ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in meeste van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.93).

Die ligenespesies wat in die verskillende assosiasies aangetref is, is volgens belangrikheidswaarde gerangskik in Tabel 4.94. Tendense in terme van die rangorde van die verskillende ligenespesies sal onder 4.2.3.3.5 bespreek word.

4.2.3.3.2.3 Verspreiding van ligenassosiasies / isotoksiesones in die Pretoria-studiegebied

Die verspreiding van isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, gegrond op die verspreiding van assosiasies word aangetoon in Fig. 4.126.

Sones I en II (Fig. 4.126) is in die oostelike woongebiede met lae besoedelingsgrade (Fig. 4.21 A) aangetref. Relieves van assosiasie NO-III het tesame met relieves van assosiasie NO-IV sone III gevorm, wat beperk was tot die oostelike woongebiede. Sone IV het hoofsaaklik uit relieves van assosiasie NO-V bestaan. Die sone het in digbeboude gebiede asook in woongebiede voorgekom (Fig. 4.126). Sone IV is opgevolg deur sone V, die gedeelte van die studiegebied waarin geen ligenegroei aangetref is nie.

4.2.3.3.3 Ligeengemeenskappe teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak

Resultate van die Braun-Blanquet opname word aangegee in Tabelle 4.95 tot 4.101 asook Figure 4.127 tot 4.135.

4.2.3.3.3.1 Bespreking van die gemeenskappe

Die ligeengroei wat teen die oosfront van forofietstamme, 300mm vanaf die grondoppervlak aangetref is, kon in vyf assosiasies saamgegroepeer word (OO-I tot OO-V; Tab. 4.96). Sommige van die assosiasies kon onderverdeel word en ses subassosiasies is onderskei; OO-I.I, OO-I.II, OO-II.I, OO-II.II, OO-IV.I, en OO-IV.II (Tab. 4.95).

Die verskillende assosiasies en subassosiasies kon van mekaar onderskei word op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese spesies:

Assosiasie OO-I

Karakterspesie:

Spesie nommer 2

Subassosiasies:

OO-I.I

Differensiërende spesie:

Die afwesigheid van tallusse van Physconia grisea sp. no. 1, tesame met die teenwoordigheid van tallusse van spesie nommer 2.

OO-I.II

Differensiërende spesiegroep:

Tallusse van spesie nommer 2
Physconia grisea sp. no. 1

Assosiasie OO-II

Karakterspesie:

Physconia grisea sp. no. 1

Subassosiasies:

OO-II.I

Differensiërende spesie:

Die uitsluitlike aanwesigheid Physconia
grisea sp. no. 1

OO-II.II

Differensiërende spesiegroep:

Parmelia flaventior sp. no. 4
Physcia stellaris sp. no. 1

Assosiasie OO-III

Karakterspesie:

Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie OO-IV

Karakterspesie

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Subassosiasies:

OO-IV.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep B

Hierdie spesiegroep het bestaan uit onher-
kenbare tallusse van die Physciaceae.

OO-IV.II

Differensiërende spesies:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11
Tesame met die afwesigheid van tallusse
van verteenwoordigers van spesiegroepe A
en B.

Assosiasie OO-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.3.3.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies
in die onderskeie ligeengemeenskappe

Assosiasie OO-I

Spesie nommer 2 is as karakterspesie van die assosiasie
beskou. Die assosiasie kon in twee subassosiasies onderver-
deel word.

Subassosiasie OO-I.I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Spesie nommer 2, differensiërende spesie van subassosiasie
OO-I.I, was die enigste spesie van spesiegroep A wat konstant
in die subassosiasie voorgekom het. Tallusse van spesie
nommer 1 is nie in die subassosiasie aangetref nie, 'n
bykomende differensiërende eienskap van die subassosiasie.
Spesie nommer 4 het gevolglik die meeste bygedra tot die
ligeenbedekking van monsterpersele deur lede van die diagnos-
tiese groep spesies (Tab. 4.95).

Konstante metgeselle:

Slegs die spesies wat in spesiegroep C saamgegroeper is, is gereeld in die subassosiasie aangetref (Tab. 4.95). Spesie nommer 10 het gemiddeld 18,8% van die ligenbedekking van monsterpersele in hierdie subassosiasie uitgemaak. Daarteenoor het talluse van die spesies wat in spesiegroep B saamgegroeper is, slegs 2,8% en 1,9% van die ligenbedekking van monsterpersele uitgemaak (Tab 4.95 en Fig. 4.127).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele lede van spesiegroepe D en E is in monsterpersele van die subassosiasie aangetref (Tab.4.95).

Daar het gemiddeld sewe ligeenspesies en 65 talluse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligenbedekking van monsterpersele in die OO-I.I subassosiasie was 43% (Fig. 4.127 en Tab. 4.95).

Subassosiasie OO-I.II**Karakter- / Differentiërende spesies:**

Tabel 4.95 dui aan dat tallusse van spesie nommers 1 en 4 (spesiegroep A), konstant in die subassosiasie aangetref is. Die twee spesies het onderskeidelik 'n gemiddelde bedekking van 0,9 en 4% in die subassosiasie vertoon. Tallusse van spesie nommer 4 is in slegs een releve aangetref (Tab. 4.95).

Konstante metgeselle:

Spesies van spesiegroep C het konstant in die OO-I.II subassosiasie voorgekom. Spesie nommer 10 het met 'n gemiddelde bedekking van bykans 18% in die monsterpersele voorgekom en 63,4% van die gemeenskaplike bedekking van spesiegroepe B en C gevorm (Fig. 4.128).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale ligenbedekking van monsterpersele was onbeduidend (Tab. 4.96).

Gemiddeld 50 individuele tallusse en ses ligeenspesies is per monsterperseel in hierdie subassosiasie aangetref, terwyl die gemiddelde ligenbedekking van monsterpersele 33% was (Fig. 4.128 en Tab. 4.96).

Assosiasie OO-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die bovermelde groep spesies het spesie nommer 2 (karakterspesie van die assosiasie) die hoogste gemiddelde bedekking-, frekwensie- en digtheidwaardes vertoon. Tallusse van spesie nommer 2 het met 'n gemiddelde bedekking van 2,4% en 'n relatiewe frekwensie van 14,3% in monsterpersele van die assosiasie voorgekom (Tab.4.97). Laasgenoemde waardes vergelyk goed met die waardes van die konstante metgeselspesies nommer 13, 11 en 10 (Tab. 4.97).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.97). Van al die ligeenspesies wat in monsterpersele van die OO-I assosiasie aangetref is, het spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.97).

Sensitiewe spesies:

Die gemiddelde bedekking van lede van hierdie groep spesies was laer as 1,5% en die hoogste relatiewe frekwensie was slegs 4,8% (Tab. 4.97). Soos aangetoon deur die waardes aangegee in Tab. 4.97 was die bydrae van lede van spesiegroepe D en E (Tab. 4.95) tot die ligeengroei wat in monsterpersele van die N-I assosiasie aangetref is, beperk.

Assosiasie OO-II

Subassosiasie OO-II.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 1 was die enigste van spesiegroep A wat in die subassosiasie aanwesig was (Fig. 4.129 en Tab. 4.96). Die aanwesigheid van spesie 1, gekoppel aan die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 2 en 4 is as differentiërende kenmerk van die assosiasie beskou.

Konstante metgeselle:

Slegs die tallusse van spesie nommers 13 en 10 (onderskeidelik spesiegroepe B en C), was in elk van die releves van die subassosiasie teenwoordig (Tab. 4.95).

Van al die spesies wat in monsterpersele van die subassosiasie teenwoordig was, was die gemiddelde bedekking van spesie nommer 11 die hoogste en die spesie het ook die grootste bydrae gelewer (76,8%) tot die gesamentlike ligenbedekking van monsterpersele deur spesiegroepe B en C (Fig. 4.129 en Tab.4.96).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van lede van hierdie groep spesies tot die totale bedekking van monsterpersele in die OO-II.I assosiasie was onbeduidend (Tab. 4.95).

Gemiddeld vyf ligenespesies en 37 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie gevind. Monsterpersele in die OO-II.I subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 21% gehad (Fig. 4.129 en Tab. 4.95).

Subassosiasie OO-II.II

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van bovermelde groep spesies het spesie nommer 4 meer tot die totale ligenbedekking van monsterpersele bygedra as tallusse van spesie nommer 1, karakterspesie van die subassosiasie (Fig. 4.130 en Tab. 4.95). Spesie nommer 2 is nie in

hierdie subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.96).

Hierdie subassosiasie was die enigste waarin tallusse van spesies 1 en 4 gesamentlik en in die afwesigheid van spesie nommer 2 in monsterpersele aangetref is (Tab. 4.96). Die gelyktydige teenwoordigheid van individue van spesie nommers 1 en 4 is gevolglik as differensiërend vir hierdie subassosiasie beskou (Tab. 4.95).

Konstante metgeselle:

Ten spyte daarvan dat tallusse van spesie nommers 13 en 14 (spesie groep B, Tab. 4.95) in alle releves van die subassosiasie teenwoordig was, was die bydrae van die twee spesies tot die totale bedekking van monsterpersele gering - vanweë relatief lae gemiddelde bedekkingswaardes (Tab. 4.95). Spesie nommer 11 het meer tot die totale bedekking van monsterpersele bygedra as spesie nommer 10 (Tab. 4.96).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele tallusse van ligeenspesies wat tot spesiegroepe D en E behoort het, was op die forofietstamme aanwesig (Tab. 4.96). Die sensitiewe ligeenspesies wat wel in die subassosiasie teenwoordig was, was hoofsaaklik beperk tot 2 van die 4 monsterpersele van die subassosiasie (Tab. 4.95).

Daar het gemiddeld agt ligeenspesies en 60 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele was 58% (Fig. 4.130 en Tab. 4.96).

Assosiasie OO-II

Karakter- / Differensiërende spesies:

'n Hoër relatiewe bedekingswaarde is vir spesie nommer 4, as vir spesie nommer 1 bereken, karakterspesie van die assosiasie (Tab. 4.98). Laasgenoemde spesie is egter in meer monsterpersele as spesie nommer 4 aangetref. Daar het ook in die monsterpersele meer individue van spesie nommer 1 as 4 voorgekom. Dit het daarop gedui dat die tallusse van spesie nommer 1 aansienlik kleiner was as die van spesie nommer 4.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 14 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 13 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.98). In hierdie assosiasie het spesie nommer 11 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.98). Tallusse van spesie nommer 13 het meer dikwels as die van spesie nommer 14 in monsterpersele voorgekom en daar was oor die algemeen meer individue van die Physciaceae (sp. no. 13) in die afsonderlike monsterpersele teenwoordig. Die gemiddelde en relatiewe bedekingswaardes van spesie nommer 13 was laer as die van spesie nommer 14 wat gedui het op 'n situasie soortgelyk aan die bespreek vir spesie nommers 1 en 4.

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe bedekking van lede van hierdie groep spesies was laag (Tab. 4.98) en die spesies was tot enkele monsterpersele beperk (Tab. 4.96).

Assosiasie OO-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Spesie nommer 4 was die enigste verteenwoordiger van spesiegroep - A (Tab. 4.96), wat konstant in die OO-III assosiasie aangetref is en het gevolglik uitsluitlik tot die bedekking van monsterpersele in die gebied bygedra (Fig. 4.131). Die spesie is teen 'n gemiddelde bedekking van 1,2% in die assosiasie aangetref (Tab. 4.96).

Konstante metgeselle:

Spesie nommers 13 en 14 is in meeste releves van die assosiasie met lae bedekkingwaardes aangetref. Spesie nommer 10 van spesiegroep D het meer dikwels en teen 'n hoër gemiddelde bedekking as tallusse van spesie nommer 11 in die assosiasie voorgekom (Fig. 4.131).

Sensitiewe spesies:

Enkele verteenwoordigers van die groep spesies is in slegs een releve van die asosiasie aangetref (Tab. 4.96). Die spesies het gevolglik 'n klein gedeelte van die ligeengroei teen die onderkant van forofietstamme in die assosiasie uitgemaak.

Gemiddeld vyf ligeenspesies en 41 indiuiduele tallusse is per monsterperseel in die OO-III assosiasie aangetref. Monsterpersele van die assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 8% gehad (Fig. 4.131 en Tab. 4.95). Hierdie assosiasie was 'n oorgangsassosiasie tussen assosiasies OO-I en OO-II aan die een kant en OO-IV en OO-V aan die ander kant (Tab. 4.96).

Assosiasie OO-III

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat oorspronklik in spesiegroep A saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommer 4 in die assosiasie voorgekom (Tabelle 4.96 en 4.99). Die spesie is in 60% van die monsterpersele van die assosiasie aangetref teen 'n relatiewe digtheid van 13%. Tallusse van die spesie het egter gemiddeld slegs 0,7% van die oppervlakte van monsterpersele bedek en het soos aangetoon in Tab. 4.99, relatief min tot die totale bedekking van monsterpersele bygedra (Tab. 4.99).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 is in elk van die monsterpersele van die assosiasie gevind. Daarteenoor is spesie nommer 11 in slegs 50% van die monsterpersele aangetref. Ten spyte daarvan dat laasgenoemde spesie in minder releves en in kleiner getalle in die monsterpersele teenwoordig was, het die spesie groter gedeeltes van monsterpersele in die

assosiasie bedek. Hierdie assosiasie was een van die weinige assosiasies in die studigebied waar Candelaria concolor in terme van bedekking nie die ligengroei in die monsterpersele oorheers het nie. Spesie nommers 13 en 14 het lae gemiddelde bedekking- en ander waardes vertoon (Tab. 4.98).

Sensitiewe spesies:

Slegs twee spesies van spesiegroepe D en E is in die assosiasie aangetref, met gepaardgaande lae frekwensie- en ander waardes (Tab. 4.98).

Assosiasie OO-IV

Subassosiasie OO-IV.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Geeneen van die spesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is, is in die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.96). Die teenwoordigheid van onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae was die eienskap wat die OO-IV.I subassosiasie van die OO-IV.II subassosiasie onderskei het (Tab. 4.96). Van die spesiegroep het tallusse van die Parmeliaceae die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele (Fig. 4.95). Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van spesiegroep B aangetref is.

Spesie nommer 11 van spesiegroep C het die meeste bygedra tot die bedekking (74,1%) van monsterpersele deur ligeenspesies wat as karakter- / differentiërende spesies saamgegroepeer is

(Fig. 4.132).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep C), het konstant in die subassosiasie voorgekom en was die enigste konstant metgesel spesie (Tab. 4.95 en Fig. 4.132).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie spesies (spesiegroepe F en G) tot die totale bedekking van monsterpersele was gering (Tab. 4.95).

Daar het gemiddeld vier ligeenspesies en 56 tallusse per monsterperseel in die OO-IV.I subassosiasie voorgekom. Forofietstamme in die subassosiasie het op die bepaalde hoogte en front 'n gemiddelde ligenbedekking van 19% gehad (Fig. 4.132 en Tab. 4.96).

Subassosiasie OO-IV.II

Karakterspesiegroep:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom. Hierdie subassosiasie was die laaste waarin tallusse van beide spesie nommers 11 en 10 gesamentlik aanwesig was (Tab 4.95).

Hierdie gemeenskap is van die OO-IV.I gemeenskap gedifferensier op grond van die afwesigheid van die ligene wat in spesiegroepe A, B, D en E saamgeroepeer is (Tab. 4.95).

Spesie nommer 10 (spesiegroep D), was, soos spesie nommer 11

in elk van die releves teenwoordig. Tallusse van eersgenoemde spesie het egter groter gedeeltes van die monsterpersele as spesie nommer 11 bedek (Tab. 4.96).

Gemiddeld 25 tallusse en twee ligeenspesies is per monsterperseel in die OO-IV.II subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 4% gehad (Fig. 4.133 en Tab. 4.95).

Assosiasie OO-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Die grootte en uitwendige morfologie van tallusse van die spesies wat oorspronklik in spesiegroep A saamgegroepeer is (moontlik ook van groepe D en E), was sodanig dat hulle as spesies 13 of 14 saamgeroepeer is. Hierdie ligeenspesies en veral die van nommer 14 is teen lae digthede, frekwensies en bedekkings in die assosiasie gevind (Tab. 4.100).

Tallusse van spesie nommer 11 (karakterspesie van die assosiasie) het in net meer as 39% van die monsterpersele van die OO-IV assosiasie voorgekom, teen 'n gemiddelde bedekking van 2,8% (Tab. 4.100). Die bedekking en ander waardes aangegee vir spesie nommers 13 en 14, maar veral die van spesie nommer 14, was laag. Die lae waardes kan gedeeltelik toegeskryf word aan die feit dat die twee spesies tot 'n gedeelte van die assosiasie beperk was (Tab. 4.95). Hierdie lae waardes (Tab. 4.100) het daarop gewys dat die ekologie van die gebied waarin die assosiasie aangetref is ongunstig was

vir die voortbestaan van ligeenspesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is.

Konstante metgesel/differensiërende spesie:

Tallusse van spesie nommer 10 het 64,4% van die totale ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in 95,8% van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.100).

Sensitiewe spesies:

Slegs twee spesies van spesiegroepe D en E (Tab. 4.95) is in die assosiasie aangetref en wel teen lae frekwensies en digthede (Tab. 4.100). Die bedekking- en relatiewe bedekkingwaardes van die twee spesies was ook laag (Tab. 4.100).

Assosiasie OO-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Met die uitsondering van enkele tallusse het lede van spesiegroepe A, B, D en E nie in hierdie assosiasie voorgekom nie (Tab. 4.95).

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D en karakterspesie van assosiasie OO-V) het konstant in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.96 en Fig. 4.134).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe D en E is uiters selde in hierdie assosiasie aangetref (Tab. 4.96).

Daar het gemiddeld een ligeenspesie en 20 tallusse in monsterpersele van die OO-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die OO-V assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van slegs 5% gehad (Fig. 4.134 en Tab. 4.96).

Assosiasie OO-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 96% van die ligeenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitgemaak en was in al die monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.101). Hierdie spesie was die enigste wat vermeldenswaardig tot die ligeenbedekking van monsterpersele in die OO-V assosiasie bygedra het (Tab. 4.101).

4.2.3.3.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 300mm teen die oosfront van forofietstamme

Relevés van die verskillende subassosiasies (Tab. 4.95) is saamgegroepeer in die onderskeie assosiasies en die verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones word aangetoon in Fig. 4.135.

Sones I en II was beperk tot die oostelike woongebiede (Fig. 4.135), met laer vlakke van lugbesoedeling (Fig 4.21 A). Relevés van assosiasie OO-III het in beide sones I en II voorgekom, wat die klassifisering daarvan as 'n oorgangsassosiasie

siasie bevestig. Sone IV (Fig. 4.135) het hoofsaaklik in digbeboude gebiede met hoër besoedelingsgrade voorgekom (Fig. 4.21 A). Sone IV (Fig 4.135) het aangrensend aan sones II en III voorgekom. Sone IV is opgevolg deur sone V, die gebied waarin geen ligeengroei in die monsterpersele waarneembaar was nie.

Die aanwesigheid / bedekingswaardes van die onderskeie ligeenspesies (Tabelle 4.95 en 4.96) asook die verspreiding van die onderskeie assosiasies in die studiegebied (Fig.4.135), beklemtoon die retrogressiewe suksessie in terme van ligeengroei wat op 'n hoogte van 300mm teen die oosfront van forofietstamme in die studiegebied aanwesig was.

4.2.3.3.4 Ligeengemeenskappe teen die wesfront van forofietstamme

Resultate van die Braun-Blanquet opname van ligeengroei wat 300mm vanaf die grondoppervlak teen die wesfront van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aanwesig was, word aangetoon in Tabelle 4.102 tot 4.108 asook Figure 4.136 tot 4.142.

4.2.3.3.4.1 Bespreking van die gemeenskappe

Ligeengroei teen die wesfront van forofietstamme kon in vyf assosiasies saamgegroeper word (WO-I tot WO-V; Tab. 4.102). Die WO-IV assosiasies is onderverdeel in twee subassosiasies (Tab. 4.102).

Die verskillende assosiasies en subassosiasies kon onderskei word op grond van die teenwoordigheid van die volgende diagnostiese ligeenspesies:

Assosiasie WO-I

Karakterspesie:

Sp. no. 2

Assosiasie WO-II

Karakterspesiegroep:

Physconia grisea sp. no. 1
Parmelia flaventior sp. no. 4

Assosiasie WO-III

Karakterspesie:

Die uitsluitlike teenwoordigheid van:
Physcia stellaris sp. no. 1

Assosiasie WO-IV

Karakterspesie:

Physciopsis pyritrocardia sp. no. 11

Subassosiasies:

WO-IV.I

Differensiërende spesiegroep:

Spesiegroep D

Hierdie spesiegroep het bestaan uit onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae.

WO-IV.II

Differensiërende spesies:

Die gesamentlike aanwesigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia en Candelaria concolor, tesame met die afwesigheid van

tallusse van spesies saamgegroepeer in spesiegroepe A en B.

Assosiasie WO-V

Karakterspesie:

Candelaria concolor sp. no. 10

4.2.3.3.4.2 Verspreiding van die verskillende ligeenspesies in die onderskeie assosiasies

Assosiasie WO-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Figuur 4.136 toon dat spesie nommer 2 van spesiegroep A, 44,8% bygedra het tot die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep A (Tab. 4.102). Hierdie was die enigste assosiasie waarin tallusse van spesie nommer 2 aangetref is. Indiwidue van spesie nommer 4 is minder dikwels as die van spesie nommers 2 en 1 in die WO-I assosiasie gevind (Tabelle 4.102 en 4.103).

Konstante metgeselle:

Lede van spesiegroep B het konstant in die WO-I assosiasie voorgekom (Tab. 4.102). Spesie nommer 10 het teen 'n gemiddelde bedekking van meer as 27% in monsterpersele van die assosiasie voorgekom (Tab. 4.103 en Fig. 4.136).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe D en E is ongereeld in die onderskeie monsterpersele aangetref. Die bydraes van die onderskeie spesies tot die bedekking van monsterpersele het gewissel

tussen gemiddelde bedekkingwaardes van 4,6 en 0,3% (Tab. 4.103).

Gemiddeld 69 individuele tallusse en agt ligeenspesies is per monsterperseel in hierdie assosiasie aangetref. Die gemiddelde ligeenbedekking van die monsterpersele was 51% (Fig. 4.136 en Tab. 4.103).

Assosiasie WO-I

Karakter- / Differensiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is, het spesie nommer 2 (karakterspesie van die assosiasie) die hoogste gemiddelde - en relatiewe bedekkingwaardes gehad (Tab. 4.104). Daar was egter meer individue van spesie nommers 1 en 4 as die van spesie nommer 2 in monsterpersele van die WO-I assosiasie teenwoordig (Tabelle 4.103 en 4.104). Dit het daarop gedui dat die tallusse van spesie nommer 2 oor die algemeen groter was as die van spesie nommers 1 en 4.

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer dikwels as tallusse van spesie nommers 11 en 14 in die assosiasie voorgekom (Tab. 4.104). In hierdie assosiasie het spesie nommer 10 die meeste (54,1%) bygedra tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele (Tab. 4.104).

Sensitiewe spesies:

Volgens gemiddelde waardes aangegee in Tab. 4.104 kom dit voor asof sommige lede van spesiegroep E (Tab. 4.102), meer as lede van spesiegroep A tot die bedekking van monsterpersele bygedra het. Aangesien die spesies egter tot enkele forofiete beperk was (Tab. 4.102), het die spesies in der waarheid 'n klein gedeelte van die gebied se ligeengroei uitgemaak.

Assosiasie WO-II**Karakter- / Differentiërende spesies:**

Tallusse van spesie nommers 4 en 1 was konstant in die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.103). In terme van bedekking het spesie nommer 1 'n groter gedeelte as spesie nommer 4 van die totale ligeenbedekking van monsterpersele uitgemaak (Figuur 4.137 en Tab. 4.103).

Konstante metgeselle:

Slegs spesie nommer 11 is nie in elk van die releves van die subassosiasie aangetref nie (Tab. 4.102). Die bydrae van spesie nommer 10 tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele was aansienlik meer as die van spesie nommers 13, 14 en 11 (Tab. 4.103).

Sensitiewe spesies:

Die bydrae van hierdie groep spesies tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele was beperk tot enkele forofiete en het gewissel tussen gemiddelde bedekkingswaardes van 0,3

en 4,0% (Tab. 4.102).

Daar het gemiddeld sewe ligeenspesies en 51 individuele tallusse per monsterperseel in hierdie subassosiasie voorgekom. Die gemiddelde totale ligeenbedekking van monsterpersele was 25% (Fig. 4.137 en Tab. 4.103).

Assosiasie WO-II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die ligeenspesies wat in spesiegroep A saamgegroepeer is (Tab. 4.102), het spesie nommer 1 (een van die karakterspesies van die WO-II assosiasie) die hoogste relatiewe bedekking en -frekwensie en -digtheidwaardes gehad (Tab. 4.105). Van die twee karakterspesies (Tab. 4.102) was spesie nommer 1 in hierdie assosiasie die belangrikste (Tab. 4.105).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 13, 14 en 10 is ewe dikwels in monsterpersele van die assosiasie aangetref (Tab. 4.105). Spesie nommer 10 het agter aansienlik meer bygedra tot die totale ligeenbedekking van monsterpersele as enige van die ander lede van spesiegroepe A, B of C (Tab. 4.105).

Sensitiewe spesies:

Die relatiewe frekwensie van lede van hierdie groep spesies was laer as 5,2% (Tab. 4.105) en die spesies is sporadies teen forofietstamme van die assosiasie aangetref (Tab. 4.102).

Assosiasie WO-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommer 1 (spesiegroep A) is in die assosiasie aangetref (Fig. 4.138 en Tab. 4.103). Die afwesigheid van tallusse van spesie nommers 2 en 4 (spesiegroep A) is as onderskeidend van hierdie assosiasie beskou.

Konstante metgeselle:

Van spesiegroepe B en C het slegs tallusse van spesie nommers 10 (spesiegroep C) en 13 (spesiegroep D) konstant in die subassosiasie voorgekom (Tab. 4.103). In hierdie subassosiasie het tallusse van spesie nommer 10 die meeste bygedra tot die totale ligenbedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroepe B en C (Fig. 4.138).

Sensitiewe spesies:

Slegs een spesie van spesiegroep E was in twee van die drie releves van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.102).

Gemiddeld vyf ligenespesies en 41 tallusse is per monsterperseel in hierdie subassosiasie gevind. Monsterpersele in die WO-III assosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 17% gehad (Fig. 4.138 en Tabela 4.102 en 4.103).

Assosiasie WO-III

Karakter- / Differentiërende spesies:

Van die spesies wat oorspronklik in spesiegroep A saamgegroepeer is, het slegs tallusse van spesie nommer 1 in die

assosiasie voorgekom (Tabelle 4.102 en 4.106). Die waardes wat vir die spesie in Tab 4.106 aangegee is, was laer as ooreenstemmende waardes van Tab. 4.105 maar hoër as soortgelyke waardes wat in Tab 4.104 vir die spesie aangegee is. Naas spesie nommer 10 het tallusse van spesie nommer 1 die meeste tot die bedekking van monsterpersele bygedra (Tab. 4.106).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommers 10 en 13 het meer as die van spesie nommers 11 en 14 tot die bedekking van monsterpersele in die assosiasie bygedra (Tab. 4.106). Tallusse van spesie nommer 14 het teen 'n lae frekwensie, digtheid en gemiddelde bedekking in monsterpersele van die assosiasie voorgekom (Tab 4.106).

Sensitiewe spesies:

Indiuidue van spesie nommer 18, met uiteenlopende gemiddelde bedekkingwaardes, is teen twee forofietstamme van die assosiasie aangetref (Tab. 4.102).

Assosiasie WO-IV

Subassosiasie WO-IV.I

Karakter- / Differentiërende spesies:

Die teenwoordigheid van onherkenbare tallusse van die Parmeliaceae en Physciaceae was die eienskap wat die WO-IV.I en WO-IV.II subassosiasies van mekaar onderskei het (Tab.

4.102). Tallusse van die Parmeliaceae (spesie nommer 14) het die meeste bygedra tot die bedekking van monsterpersele deur lede van spesiegroep B (Fig. 4.139). Hierdie was die laaste assosiasie waarin tallusse van lede van spesiegroep C aangetref is.

Spesie nommer 11 (spesiegroep D en karakterspesie van die subassosiasie) het 85,3% uitgemaak van die gesamentlike bedekking van monsterpersele deur ligeenspesies wat saamgegroepeer is as karakter- / differensiërende spesies (Fig. 4.139).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom en gemiddeld 6,3% van monsterpersele bedek (Tab. 4.103).

Sensitiewe spesies:

Spesies van spesiegroepe D en E het sporadies in die assosiasie voorgekom, teen lae gemiddelde bedekkings (Tabelle 4.102 en 4.103).

Daar het gemiddeld vyf ligeenspesies en 45 tallusse per monsterperseel in die WO-IV.I subassosiasie voorgekom. Forofietstamme in die subassosiasie het op die bepaalde hoogte en front 'n gemiddelde ligeenbedekking van 28% gehad (Fig. 4.139 en Tab. 4.103).

Subassosiasie WO-IV.II

Karakter- / Differentiërende spesies:

Slegs tallusse van spesie nommers 11 en 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie voorgekom. Hierdie subassosiasie was die laaste waarin tallusse van beide spesie nommers 11 en 10 voorgekom het.

Die WO-IV.II subassosiasie is van die WO-IV.I subassosiasie onderskei op grond van die teenwoordigheid van tallusse van Physciopsis pyritrocardia (sp. no. 11), tesame met die afwesigheid van spesies van spesiegroepe A en B (Tab. 4.102).

Konstante metgesel:

Spesie nommer 10 (spesiegroep D), het konstant in die subassosiasie teen 'n gemiddelde bedekking van 4,2% voorgekom (Fig. 4.140 en Tabelle 4.102 en 4.103).

Sensitiewe spesies:

Slegs enkele tallusse van spesiegroepe D en E is in hierdie subassosiasie gevind (Tab. 4.102).

Gemiddeld 38 tallusse en twee ligeenspesies is per monsterperseel in die WO-IV.II subassosiasie aangetref. Monsterpersele in die subassosiasie het 'n gemiddelde ligenbedekking van 10% gehad (Fig. 4.140 en Tab. 4.103).

Assosiasie WO-IV

Karakter- / Differentiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 11 (karakterspesie van die assosiasie) het in meer as 83% van die monsterpersele van die WO-IV assosiasie voorgekom, teen 'n gemiddelde bedekking van 5,6% (Tab. 4.107). Die bedekking - en ander waardes aangegee vir spesie nommers 13 en 14 (Tab. 4.107) was aansienlik laer as die van spesie nommer 11 aangesien tallusse van spesie nommers 13 en 14 slegs tot 'n gedeelte van die assosiasie beperk was waar die twee spesies ook teen lae gemiddelde bedekking - en ander waardes teenwoordig was (Tab. 4.102).

Konstante metgeselle:

Tallusse van spesie nommer 10 het 36,4% van die gesamentlike ligenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitmaak en was in bykans 91% van die monsterpersele teenwoordig (Tab. 4.107).

Sensitiewe spesies:

Enkele spesies van spesiegroepe D en E (Tab. 4.102) is in die assosiasie aangetref en wel teen lae frekwensies en digtheid (Tab. 4.107). Die bedekking- en relatiewe bedekking van die betrokke spesies was ook laag (Tab. 4.107).

Assosiasie WO-V

Karakter- / Differentiërende spesies:

Met die uitsondering van enkele gevalle het lede van

spesiegroepe A en B nie in hierdie assosiasie voorgekom nie (Tab. 4.102).

Slegs tallusse van spesie nommer 10 (spesiegroep D en karakterspesie van die WO-V assosiasie) het konstant in die assosiasie voorgekom (Fig. 4.141 en Tab. 4.103).

Sensitiewe spesies:

Lede van spesiegroepe D en E het vir alle praktiese doeleindes nie in hierdie assosiasie voorgekom nie (Tab. 4.102).

Daar het gemiddeld een ligeenspesie en 18 tallusse in monsterpersele van die WO-V assosiasie voorgekom. Monsterpersele van die WO-V assosiasie het 'n gemiddelde ligeenbedekking van 4,0% vertoon (Fig. 4.141 en Tab. 4.103).

Assosiasie WO-V

Karakter- / Differensiërende spesies:

Tallusse van spesie nommer 10 het meer as 96% van die totale ligeenbedekking van monsterpersele in die assosiasie uitmaak en was in meeste van die monsterpersele van die assosiasie teenwoordig (Tab. 4.108).

4.2.3.3.4.3 Verspreiding van die onderskeie assosiasies / isotoksiese sones in die Pretoria-studiegebied, onderskei op 'n hoogte van 300mm teen die wesfront van forofietstamme

Figuur 4.142 toon die verspreiding van die onderskeie asso-

siasies soos hierbo bespreek. Sinvolle verspreidingspatrone (Fig 4.108), kon alleenlik verkry word deur die verskillende subassosiasies saam te groepeer in assosiasies. In die geval van assosiasies WO-I en WO-II is beide assosiasies saamge-groepeer om 'n sinvolle verspreidingspatroon te verkry (Fig. 4.142).

Sones I en II was beperk tot die oostelike en noordoostelike woongebiede (Fig. 4.142). Relaves van assosiasie WO-III, 'n oorgangsassosiasie, het aangrensend aan sone I tussen relaves van sone II voorgekom.

Die ligeengroei in sone III het hoofsaaklik uit individue van spesie nommer 10 (die mees tolerante spesie in die studie-gebied) bestaan. Sone III is opgevolg deur sone IV waarin geen ligeengroei teen forofietstamme aanwesig was nie.

4.2.3.3.5 Onderlinge vergelyking van eienskappe van ligeenspesies teenwoordig in die ligeensosiologiese tabelle.

4.2.3.3.5.1 Rangorde van ligeenspesies in die verskillende relaves, gegrond op belangrikheidwaardes

Die posisies wat ligeenspesies volgens belangrikheidwaarde in die verskillende assosiasies van die vier stande bekleed het, word aangetoon in Tabelle 4.94 en 4.109 tot 4.111. Die waardes is geneem uit Tabelle 4.82 tot 4.86, 4.89 tot 4.93, 4.97 tot 4.101 en 4.104 tot 4.108.

Verskeie tendense in terme van die rangorde (posisie) van die onderskeie ligeenspesies kon met behulp van Tabelle 4.94 en

4.109 tot 4.111 aangetoon word.

Candelaria concolor (spesie nommer 10) het met die uitsondering van die OO-II assosiasie teen alle fronte die hoogste belangrikheidswaarde gehad het en gevolglik die eerste posisie in die tabelle beklee (Tabelle 4.39 en 4.94). Verskille in belangrikheidswaarde (Tabelle 4.94 en 4.409 tot 4.111) tussen die van spesie nommer 10 en opeenvolgende spesies, het aanmerklik toegeneem vanaf die X-III* tot die X-IV assosiasies. Die tendens bevestig die afleidings wat aangaande Candelaria concolor gemaak is in afdeling 4.2.3.2.5.

Die toename in verskille ten opsigte van belangrikheidswaarde tussen weerstandbiedende en minder weerstandbiedende ligeenspesies beklemtoon die ondergeskikte ekologiese rol en posisies wat laasgenoemde groep ligeenspesies in veral die X-IV en X-V assosiasies ingeneem en gespeel het.

In die geval van die X-I tot X-III assosiasies is die tweede posisie teen die suid- en oosfronte hoofsaaklik ingeneem deur individue van spesie nommer 11. Teen die wesfront is die tweede posisie deur spesie nommers 11 en 1 (elk in twee van die vyf assosiasies) en 18 ingeneem (Tab. 4.111). Aan die noordfront was die tweede belangrikste spesie nommers 11 (in twee van die vyf assosiasies) en 1, 4 en 13 elk in een van die assosiasies (Tab. 4.94). Met die uitsondering van die NO-IV assosiasie is die tweede posisie in al die ander stande beklee deur spesie nommer 11. In die geval van die X-V

assosiasies is die tweede posisie ingeneem deur spesie nommers 1, 11 of 3. Die posisie wat spesie nommer 11 in die rangorde beklee het (Tabelle 4.94 en 4.109 tot 4.111), het bevestig dat spesie nommer 11, naas spesie nommer 10 die mees weerstandbiedende ten opsigte van lugbesoedeling was. Anders as teen 'n hoogte van 1,3m was die dominansie van die tweede posisie deur spesie nommer 11 minder volledig aangesien die posisie van die spesie in meer assosiasies deur ander spesies ingeneem is (Tabelle 4.94, 4.110 en 4.111). Hierdie tendens dui moontlik daarop dat omgewingstoestande aan die onderkant van forofietstamme minder gunstig was vir die betrokke spesie. Die posisie wat spesie nommer 10 teen die onderkant van forofietstamme beklee het, het die aggresiewe kompetisie-vermoë van die spesie bevestig.

In assosiasies waar spesie nommer 11 die tweede posisie beklee het, is die derde posisie in die geval van die X-I tot X-III assosiasies hoofsaaklik beklee deur spesie nommer 13. Spesie nommers 1, 4, 14 of 19 het elk een keer die derde posisie in die verband beklee. In die geval van die X-IV assosiasies, is die derde posisie beklee deur spesie nommers 13, 14 en 19. Die derde posisie is in die geval van die X-V assosiasies hoofsaaklik gevul deur spesie nommer 13.

Die vierde en vyfde belangrikste spesies in assosiasies X-I tot X-IV was in die meeste gevalle tallusse van spesie nommer 14, gevolg deur spesie nommers 13 en 18. Spesie nommers 2, 2a, 4, 11 en 12 het ook in posisies 4 en 5 voorgekom

(Tabelle 4.94 en 4.109 tot 4.111). Daar was egter geen deurlopende patroon in die voorkoms van ligeenspesies in posisies 4 en 5 teenwoordig nie.

Die teenwoordigheid van die verskillende ligeenspesies in posisies 7 tot 12 het geen ooglopende patroon gevorm nie. Dit het egter geblyk dat die groep spesies wat hierdie posisies beklee het, almal tot 'n mindere of meerdere mate gevoelig vir versteurings in die omgewing was, aangesien die spesies hoofsaaklik beperk was tot die X-I en X-II assosiasies. Die meer sensitiewe ligeenspesies soos byvoorbeeld 2a, 12 en 8 het dikwels die laaste posisies in die rangorde beklee.

Tabelle 4.94 en 4.109 tot 4.111 toon opsommenderwys aan hoedat spesierykdom teen die verskillende fronte van mekaar verskil het. Voorts toon die tabelle dat spesierykdom teen alle fronte verminder het vanaf die X-I tot die X-V assosiasies en dat die spesiesamestelling van die verskillende assosiasies vanaf die X-I na die X-IV assosiasies toenemend na meer weerstandbiedende ligeenspesies verander het.

4.2.3.3.5.2 Diversiteit van die verskillende assosiasies

Indekse van diversiteit is bereken vir elk van die assosiasies wat teen die onderkant van forofietstamme teen verskillende fronte in die studiegebied aangetref is (Tab. 4.112). Die voor- en nadele van die gebruik van Simpson (D) en Shannon-Wiener (H) indekse van diversiteit is bespreek onder

4.2.2.1.3.2.2 en 4.2.2.1.3.2.3.

Beta diversiteit:

Daar is gevind dat die berekende waardes van beide indekse in die geval van alle assosiasies en teen alle fronte aanmerklik verminder het vanaf die X-I - tot die X-V assosiasies (Tab. 4.112). Hierdie verandering in indekswaardes het daarop gedui dat spesiediversiteit en spesierykdom afgeneem het vanaf die X-I - (onbesoedelde omgewing) na die X-V assosiasies (meer besoedelde omgewing nader na die middestad; vergelyk Figure 4.21 A, 4.119, 4.126, 4.135 en 4.142).

Indekswaardes van die ligenassosiasies wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, was met die uitsondering van die OO-III assosiasie in alle ander gevalle laer as die indekswaardes van ooreenstemmende assosiasies teen ander fronte van forofietstamme (Tab. 4.112). Sulke laer indekswaardes van ligenassosiasies wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, het op 'n laer spesiediversiteit en spesierykdom van die NO-I, NO-II, NO-IV en NO-V assosiasies gedui. Indekswaardes van die S-I - en S-II assosiasies was aansienlik hoër as indekswaardes van ooreenstemmende assosiasies teen die ander drie fronte.

Lae indekswaardes en relatief klein onderlinge verskille tussen (die hoogste en laagste D waardes het slegs 0,06 van mekaar verskil, Tab. 4.112) indekswaardes van assosiasies SO-V, NO-V, OO-V en WO-V (Tab. 4.112) het die mate van ooreen-

koms wat daar bestaan het tussen genoemde assosiasies beklemtoon. Die lae indekswaardes van laasgenoemde assosiasies het die lae spesierykdom en spesiediversiteit van genoemde assosiasies onderstreep (vergeelyk Tabelle 4.80, 4.87, 4.95 en 4.102).

Die hoogste indekswaarde wat vir 'n assosiasie bereken is, was die van die S-I assosiasie. Daarteenoor was die laagste indekswaarde in Tab. 4.112 die van die N-V assosiasie. Hierdie twee indekswaardes het met 'n waarde van 4,53 van mekaar verskil.

Volgens die waardes wat in Tab. 4.112 aangegee, is kom dit voor asof daar 'n sterker verband bestaan het tussen die suid- en wesfrontstande, as wat daar bestaan het tussen die noord- en wesfrontstande.

Gegronde op gemiddelde indekswaardes (Tab. 4.112) is die volgende vergelyking opgestel wat die verband (gradiënt) tussen die verskillende stande in die studiegebied aantoon:

Spesiediversiteit / Spesierykdom
 Hoog Laag
 Suid > Wes > Oos > Noord

4.2.3.3.5.3 Bepaling van die verspreidingspatroon van ligeenspesies met behulp van die indeks van Morista

Die waardes van Morista se maatstaf van verspreiding wat in Tab. 4.112 aangegee word, toon dat die verspreiding van ligeenspesies in al die assosiasies gegroepeerd was.

4.2.3.3.5.4 Bestendigheid van ligeentaksons in stande onderskei in die studiegebied

4.2.3.3.5.4.1 Homogeniteit

Die aantal taksons wat in die verskillende bestendigheidsklasse geval het, word in Tab. 4.113 aangegee en grafies in Fig. 4.143 voorgestel. Die asimmetriese verspreiding van frekwensiewaardes (Fig. 4.143) het op die heterogeniteit van die individuele sosiologiese tabelle gedui (Tabelle 4.80, 4.87, 4.95 en 4.102). In terme van die verspreiding van frekwensiewaardes het die tabelle onderling met mekaar ooreengestem, soos blyk uit die histogramme (Fig. 4.143). Die frekwensiekromme, verteenwoordigend van die onderskeie sosiologiese tabelle, het geneig na 'n J-vorm (Schumann en Bouwer, 1969). Hierdie verpreidingspatroon het daarop gedui dat meer spesies met lae bestendigheidsklasse in elk van die onderskeie stande aanwesig was.

Die heterogeniteit wat in die tabelle gevind is - ten spyte van voorsorgmaatreëls wat tydens die opname van die monsterpersele getref is (kyk Hoofstuk 2), kan toegeskryf word aan nadelige ekologiese faktore soos onder andere die graad van lugbesoedeling wat in studiegebied (die verkillende senone) teenwoordig was.

4.2.3.3.5.4.2 Homotoniteit

Die verhouding tussen bestendigheidsklasse in (Tabelle 4.80,

4.87, 4.95 en 4.102) was soos volg:

Suid: 8 : 3 : 0 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} > S_{III} < S_{IV} = S_V$

Noord: 10 : 2 : 0 : 0 : 1
 $S_I > S_{II} > S_{III} = S_{IV} < S_V$

Oos: 8 : 2 : 0 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} > S_{III} < S_{IV} = S_V$

Wes: 9 : 2 : 0 : 1 : 1
 $S_I > S_{II} > S_{III} < S_{IV} = S_V$

Bogaande toon dat slegs die sosiologiese tabel verteenwoordigend van ligeengroei teen die noordfront van forofietstamme (Tab. 4.87) aan die klassieke beskrywing van 'n bestendigheiddiagram (Whittaker, 1978) voldoen het.

Sosiologiese tabelle verteenwoordigend van die ander drie stande (Tabelle 4.80, 4.95 en 4.102) het nie aan die klassieke beskrywing voldoen nie, maar onderling ooreengestem. Die waardes het getoon dat Tabelle 4.80, 4.95 en 4.102 heterotoon was en dat die aantal senone wat in die tabelle onderskei is geregverdig was.

Die waardes het voorts getoon dat Tabel 4.87 van die ander tabelle verskil het deurdat die berekende waardes ooreengekom het met die verhouding van waardes wat vir homotone tabelle voorgehou word. Dit was inderdaad die geval aangesien daar daar minder senone in Tabel 4.87 aanwesig was as in die ander

drie tabelle (Tabelle 4.80, 4.95 en 4.102). Daar was in terme van die aantal fitosonone wat in die tabelle onderskei is, 'n verband tussen sosiologiese tabelle verteenwoordigend van ligeengroei teen die oos-, wes- en suidfront van forofietstamme (Tab. 4.114).

In terme van heterotoniteit kon die verwantskap tussen die verskillende tabelle soos volg voorgestel word: Suid > Oos > Wes > Noord.

4.2.3.3.5.5 Graad van ooreenkoms tussen stande

Spatz (1970) se indeks van ooreenkoms is gebruik om die graad van ooreenkoms te bepaal wat bestaan het tussen die verskillende ligeengroeistande wat 300mm vanaf die grondoppervlak teen verskillende fronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied aangetref is (Tab. 4.115).

Ligeengroei wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, het die minste ooreenstemming getoon met ligeengroei wat teen die suidfront van forofietstamme teenwoordig was. Daarteenoor het ligeengroei wat teen die noordfront van forofietstamme aangetref is, die meeste ooreenstemming getoon met ligeengroeistande wat teen die oosfront van forofietstamme aangetref is. Daar was 'n sterker onderlinge verwantskap tussen stande wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofiete in die studiegebied aanwesig was, as die tussen die suid- en noord-, suid- en oos- en suid en wesfrontstande (Tab. 4.115).

Ligeengroei wat teen die suidfront van forofietstamme aangetref is, het min ooreenstemming getoon met ligeengroei wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme voorgekom het. Spatz se indekswaardes vir vermelde stande het gewissel vanaf 29% tot 'n maksimum van 39% (Tab. 4.115). Volgens die waardes aangegee in Tab. 4.115 het dit geblyk dat stande teen die wes- en suidfronte van forofiete die meeste (maar slegs 39,3%) met mekaar ooreengestem het.

Bovermelde verskille word weerspieël deur die aantal spesies wat teen die suidfront van forofietstamme gevind is (vergeelyk Tabelle 4.80, 4.87, 4.95 en 4.102), die gemiddelde bedekking van die spesies (Tab. 4.116) en die verspreiding van releves met ligeengroei in die studiegebied (vergeelyk Figure 4.119, 4.126, 4.135 en 4.142).

4.2.3.3.6 Interspesifieke assosiasie tussen verskillende ligeenspesies aangetref in monsterpersele op 'n hoogte van 300mm vanaf grondvla teen verskillende fronte van forofietstamme

Die verskillende metodes wat gebruik is om die interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies te bepaal, is onder 3.2.4.2.3 bespreek.

Interpretasie en betekenis van die waardes wat in Tabelle 4.117 tot 4.120 aangegee is, is kortliks die volgende:

Chi-kwadraattoets:

Die chi-kwadraatwaardes (aangedui met X^2) wat met behulp van die formule aangegee in 3.2.4.2.3 bereken is, is vergelyk met X^2 tabelwaardes met een vryheidsgraad. Berekende X^2 waardes (Tabelle 4.117 tot 4.120) groter as 5,02 was betekenisvol by 'n betekenispeil van 2,5%.

Die chi-kwadraattoets bevestig slegs die teenwoordigheid of afwesigheid van een of ander vorm van assosiasie tussen twee spesies en dui nie aan of die spesies negatief of positief met mekaar geassosieer is nie.

Die sterkte van die assosiasie tussen die twee spesies is geskat deur puntkorrelasiekoëffisiëntwaardes vir die betrokke spesiekombinasie te bereken.

Punktkorrelasiekoëffisiëntwaardes (V):

Die formule waarvolgens die V waardes bereken is, is bespreek onder 3.2.4.2.3.3. V waardes varieer vanaf -1 tot +1. Nulwaardes dui daarop dat die verspreiding van die twee spesies onafhanklik is.

Die assosiasie tussen ligeenspesies is alleenlik bepaal vir die spesies wat as alomteenwoordige - of karakterspesies in die onderskeie ligeensosiologiese tabelle saamgegroepeer is (Tabelle 4.80, 4.87, 4.95 en 4.102).

4.2.3.3.6.1 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die suidfront van forofietstamme

Slegs enkele ligeenspesies was betekenisvol geassosieer in die monsterpersele wat op 300mm teen die suidfront van forofietstamme uitgeplaas is, (Tab. 4.117). Hierdie betekenisvolle assosiasie tussen ligeenspesies geld egter net vir die betrokke studiegebied en ook net vir die spesifieke gedeeltes van forofietstamme wat deur monsterpersele beslaan is (Goodall, 1978).

Spesies wat betekenisvol geassosieerd was:

Spesie nommer 2a met spesie nommer 19

Spesie nommer 19 met spesie nommers 2, 3, 4 en 1

Spesie nommer 2 met spesie nommers 18, 4, 1 en 11

Spesie nommer 18 met spesie nommers 2, 3, 4, 1 en 11

Spesie nommer 3 met spesie nommers 4 en 1

Spesie nommer 4 met spesie nommers 1 en 11

Spesie nommer 1 met spesie nommer 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van sommige spesies, soos byvoorbeeld die tussen spesie nommers 19, 2a, & 3 was hoogs betekenisvol (Tab. 4.117). Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.117 aangegee word, was al die spesies wat hierbo aangetoon is, positief geassosieer. Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende spesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieer - vergelyk die V-waardes van onder andere spesie nommers 19 & 11 en 2a & 1 met die van 2a

& 2 (Tab. 4.117).

4.2.3.3.6.2 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die noordfront van forofietstamme

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie nommers 4 & 11 en 1 & 11 was betekenisvol. Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.118 aangegee word, was die assosiasie tussen vermelde ligeenspesies positief en die assosiasie redelik sterk.

4.2.3.3.6.3 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die oosfront van forofietstamme

Slegs enkele van die ligeenspesies wat in monsterpersele teen die oosfront van forofietstamme gevind is, was betekenisvol geassosieer (Tab. 4.119) Die volgende spesies was betekenisvol geassosieer:

Spesie nommer 2 met spesie nommers 1 en 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van spesie nommers 2 & 11 was swakker as die tussen spesie nommers 2 & 1 (Tab. 4.119). Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.119 aangegee is, was al bogenoemde spesies positief geassosieer.

Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende ligeenspesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieerd (Tab. 4.119).

4.2.3.3.6.4 Interspesifieke assosiasie tussen ligeenspesies aangetref in monsterpersele teen die wesfront van forofietstamme

Slegs enkele van die ligeenspesies wat teenwoordig was in monsterpersele wat teen die wesfront van forofietstamme gevind is, was betekenisvol geassosieer (Tab. 4.120). Die volgende spesies was betekenisvol geassosieer:

Spesie nommer 2 met spesie nommers 4 en 1

Spesie nommer 4 met spesie nommer 11

Die geassosieerde verspreiding van individue van bovermelde spesies was hoogs betekenisvol (Tab. 4.120). Volgens die V-waardes wat in Tab. 4.120 aangegee is, was al bogenoemde spesies positief geassosieer en veral die assosiasie tussen spesie nommers 4 & 1 was sterk positief.

Alhoewel nie betekenisvol nie, was die oorblywende ligeenspesies tot 'n mindere of meerdere mate positief geassosieer (Tab. 4.120).

4.2.3.3.6.5 Vergelyking van die assosiasie tussen ligeenspesies teen verskillende fronte van forofietstamme

Betekenisvolle assosiasies tussen verskillende spesiekombinasies is in Tabel 4.121 aangetoon.

Geen spesies was teen alle fronte van die forofietstamme betekenisvol geassosieer (Tab. 4.121) nie. Slegs enkele

spesies was teen meer as een front met mekaar geassosieer en slegs spesie nommers 2 en 4 het geassosieerd in drie van die vier fronte voorgekom (Tab. 4.121).

Die assosiasie tussen meeste van die ligeenspesies was egter beperk tot 'n enkele front (Tab. 4.121). Dit was 'n moontlike aanduiding van die beperkte ekologiese aanpasbaarheidsamplitude van die betrokke spesies.

4.2.3.3.7 Vergelyking van ligeengroeistande op 1,3m en 300mm

4.2.3.3.7.1 Spesierykdom

Figuur 4.144 toon dat spesierykdom van die verskillende stande soos volg afgeneem het Suid > Oos > Wes > Noord. Binne die stande het die verskillende assosiasies die volgende tendense vertoon:

X-I assosiasies:

Spesierykdom van die X-I assosiasies was in twee gevalle dieselfde op 1,3m (borshoogte) en 300mm (basis van forfietstamme).

In twee gevalle was die spesierykdom van die assosiasies op borshoogte hoër as die aan die basis van forofietstamme.

X-II assosiasies:

Spesierykdom van die X-II assosiasies was in drie van die vier gevalle hoër in die stande wat op

borshoogte aangetref is.

In die geval van die SO-II assosiasie het die spesierykdom van die assosiasie die spesierykdom van die S-II assosiasie oortref.

X-III assosiasies:

Spesierykdom van die X-III assosiasies wat op borshoogte aangetref is, was teen die noord en suidfronte hoër as die van stande wat teen die basis van forofietstamme aangetref is.

In die geval van die WO-III assosiasie het die spesierykdom van die assosiasie die spesierykdom van die W-III assosiasie oortref. Spesierykdom van die NO-III en N-III assosiasies was dieselfde.

X-IV assosiasies:

Spesierykdom van die X-IV assosiasies wat op borshoogte aangetref is, was teen die noord en suidfronte hoër as die van stande wat teen die basis van forofietstamme aangetref is.

In die geval van die WO-III assosiasie het die spesierykdom van die assosiasie die spesierykdom van die W-III assosiasie oortref. Spesierykdom van die NO-III en N-III was dieselfde.

X-V assosiasies:

Spesierykdom van die X-V assosiasies was in alle

gevalle dieselfde (Fig. 4.144).

Volgens Pyatt (1970) is daar gepaardgaande met 'n afname in die graad van lugbesoedeling, 'n verandering in die posisies waarteen ligeentallusse op forofietstamme aangetref word. Hy het gevind dat in die besoedelde gedeeltes die meeste ligeenspesies aan die basis van forofietstamme gekonsentreer was. In die Pretoria-studiegebied was die teenoorgestelde situasie aanwesig deurdat meer ligeenspesies in die meeste gevalle op 1,3m aanwesig was.

4.2.3.3.7.2 Gemiddelde bedekking van releves

Die gemiddelde bedekking van monsterpersele aan die suidfront van forofietstamme was in die geval van die S-I tot S-IV assosiasies in alle gevalle hoër as die van die SO-I tot SO-IV assosiasies (Fig. 4.145). Lang, Reiners & Pike (1980) het in teenstelling met toestande in die Pretoria-studiegebied, gevind dat die ligeenbedekking aan die basis van Abies balsamea in hulle studiegebied laer was as die ligeenbedekking wat hoër op teen stamme van die forofiet gevind is. In teenstelling met voorafvermelde was die gemiddelde bedekking van die SO-V assosiasie hoër as die van die S-V assosiasie.

Aan die noord- en oosfront van forofietstamme was die gemiddelde bedekking van monsterpersele in die geval van die X-I tot X-I.III en N-V assosiasies aan die bokant van forofietstamme hoër as die van monsterpersele op 300mm (Fig.

4.145). Die teenoorgestelde toestand was aanwesig in die X-IV assosiasies.

Aan die wesfront was die bedekking van monsterpersele in die W-I en WO-I assosiasies teen die basis van forofietstamme hoër as die bedekking van monsterpersele wat op borshoogte uitgeplaas is (Fig. 4.145). In die geval van die W-II, WO-II, W-III, WO-III, W-V en WO-V assosiasies was die gemiddelde bedekking van monsterpersele aan die basis van forofietstamme laer as die hoër op. Die W-IV en WO-IV assosiasies het dieselfde gemiddelde ligenbedekking gehad (Fig. 4.145).

Kalgutkar & Bird (1969), Yarranton (1972), Mickle (1977) en Wirth & Brinckmann (1977) het gevind dat die bedekking van stamme deur ligenespesies aan die noordekant hoër was as die aan die suidekant. Soos te wagte (weens bekende ekologiese verskille tussen die noordelike en suidelike halfronde) is die teenoorgestelde (behalwe in die geval van die X-V assosiasies) teen forofietstamme in die Pretoria-studiegebied gevind.

Soortgelyk aan die tendens wat in die afsonderlike histogramme aangetoon word (Fig. 4.145), het Hurka & Winkler (1973) en Sigal & Nash (1983) gevind dat gebiede met die hoogste grade van lugbesoedelstowwe, die laagste waardes in terme van ligenbedekking en frekwensie vertoon het.

4.2.3.3.7.3 Gemiddelde aantal tallusse per monsterperseel

Met die uitsondering van die S-V & SO-V en O-IV & OO-IV assosiasies, is meer tallusse in monsterpersele gevind wat op borshoogte teen die suid-, noord- en oosfronthe van forofietstamme uitgeplaas is, as die wat teen die basis van sulke forofietstamme uitgeplaas is (Fig. 4.146).

Met die uitsondering van die W-I en WO-I assosiasies, was daar 'n gelykmatige verspreiding in die aantal spesies wat aanwesig was in monsterpersele wat op borshoogte en teen die basis van forofietstamme uitgeplaas is (Fig. 4.146).

4.2.3.3.7.4 Spesiesamestelling van die stande

Die spesiesamestelling van ligeengroei-stande wat onderskeidelik op borshoogte en teen die basis van forofietstamme aangetref is, is getabuleer in Tabelle 4.122 tot 4.125.

Aan die suidfront het vyf van die diagnostiese spesies op borshoogte asook teen die basis van stamme voorgekom (Tab. 4.122). Spesie nommers 2 en 2a het aan die basis van forofietstamme as diagnostiese spesies voorgekom, terwyl dieselfde spesies in monsterpersele op borshoogte selde aangetref is. Pseudoparmelia salacinifera is nie teen die basis van forofietstamme aangetref nie.

Teen die noordfront was spesie nommer 18 een van die drie diagnostiese spesies, teen die basis van forofietstamme is die spesie selde aangetref (Tab. 4.123). Indiwidue van

spesie nommer 16 is nie aan die basis of op borshoogte aangetref nie. Spesie nommer 17 is daarteenoor slegs teen die basis van forofietstamme gevind.

Indiuidue van spesie nommers 6, 3 en 19 is selde aan die basis van forofietstamme teen die oosfront aangetref (Tab. 4.124). Dieselfde spesies is daarteenoor gebruik om ligeen-assosiasies op borshoogte van mekaar te onderskei. Indiuidue van spesie nommers 2a, 16 en 17 het soms nie in die stande voorgekom nie (Tab. 4.124).

Die stande wat teen die wesfront van forofietstamme aangetref is, het soos in die geval van die noordfront (Tab.4.122) slegs ten opsigte van een diagnostiese spesie van mekaar verskil (Tab. 4.125). Spesie nommer 16 is nie in die twee stande aangetref nie en spesie nommer 8 is nie op borshoogte teen stamme aangetref nie.

Indiuidue van Pseudoparmelia salacinifera (spesienommer 16) is slegs teen die suidfront van forofietstamme op borshoogte aangetref (Tab. 4.122). Die beperkte verspreiding van die spesie bevestig die klassifisering van hierdie spesie as 'n uiters sensitiewe ligeenspesie (Tab. 4.3).

Armstrong (1978) het aangetoon dat kolonisasie van substrate deur ligene vanaf bo na onder plaasvind. Aangesien Pseudoparmelia salacinifera slegs op borshoogte aangetref is (Tab. 4.122), wil dit voorkom asof die spesie geassosieerd is met 'n gevorderde suksessionele stadium. Die voorkoms van

die spesie aan slegs die suidfront van forofietstamme dui moontlik op gespesialiseerde omgewingsvereistes en 'n beperkte aanpasbaarheidsamplitude.

Met die uitsondering van die noordfront is individue van spesie nommer 2 (Sensitiewe spesie, subgroep 3, Tab. 4.3) teen alle fronte gevind en op beide hoogtes waarteen die opnames gemaak is. Tallusse van Physcia stellaris (sp. no. 1) en Parmelia flaventior (sp. no. 4) (beide semisensitiewe ligeenspesies) is teen alle fronte, op beide hoogtes van forofietstamme gevind (Tabelle 4.122 tot 4.125). Die wye verspreiding van die spesies het gedui op 'n wyer aanpasbaarheidsamplitude van die drie spesies - teenoor die van spesie nommers 18, 17, en 19. Laasgenoemde drie spesies het onderskeidelik tot die volgende sensitiwiteitsgroepe behoort: Sensitief, subgroepe 2 en 3 en Semisensitief (Tab. 4.3). Die beperkte teenwoordigheid van spesie nommers 3 en 6 as diagnostiese spesies in die verskillende stande (Tab. 4.123) het op die beperkte aanpasbaarheidsamplitude van die twee spesies gedui. Slegs een spesie (2a) wat as sensitief (subgroep 1) geklassifiseer is (Wessels, 1982), is as 'n diagnostiese spesie in 'n stand aangetref. Die spesie was as diagnostiese spesie beperk tot die suidfront van forofietstamme waar tallusse van die spesie aan die basis van forofietstamme voorgekom het.

Tabelle 4.122 tot 4.125 toon dat slegs meer weerstandbiedende ligeenspesies wat aan die volgende sensitiwiteitsklasse

behoort het; Sensitief subgroep 3, Semisensitief en Semi-tolerant (Tab. 4.3) dikwels voorgekom het en as diagnostiese spesies in die verskillende stande gebruik is. Van vermeldede drie groepe spesies het uiteindelik net die gehardste spesies in die assosiasies oorgebly, soos aangetoon in die sosiologiese tabelle. Tabelle 4.122 tot 4.125 toon voorts dat, gegrond op spesierykdom, omgewingstoestande op borshoogte en aan die suidfront van stamme van Jacaranda mimosifolia die gunstigste was vir die ontwikkeling van ligeengemeenskappe. Die spesielyste het ook getoon hoedat die samestelling van die ligeengemeenskappe binne sentimeters van mekaar op 'n horisontale en binne meters op 'n vertikale vlak van mekaar kan verskil.

Hurka & Winkler (1973) en Lang et al. (1980) het ook gevind dat verskillende ligeengemeenskappe teen verskillende fronte voorgekom het en dat verskillende sones teen die afsonderlike fronte aanwesig was, soortgelyk aan die resultate aangetoon in Tabelle 4.122 tot 4.125. Hulle het, soortgelyk aan die tendense aangetoon in Tabelle 4.122 tot 4.126 tot die slotsom gekom dat die ekologiese optimum van sommige ligeenspesies verander met blootstelling. Daarteenoor behou ander spesies hulle ekologiese optimum (Spesie nommers 10 en 11, Tabelle 4.122 tot 4.125), ten spyte van veranderde blootstellings en posisies op die betrokke substraat.

Bovermelde resultate bevestig die bevinding van Adams & Risser (1971) dat 'n spesifieke forofiet nie tot dieselfde

mate geskik is vir alle ligeenspesies of selfs genera nie.

Skye & Hallberg (1969) het gevind dat sommige basbewonede ligeenspesies in die omgewing van Stockholm deur ander spesies verplaas is nadat die gebied vir 'n tydperk blootgestel was aan lugbesoedeling.

In teenstelling met die bevinding van bovermelde werkers en resultate gevind in Pretoria, kon Becker, Reeder & Stetler (1977) geen verskille in die teenwoordigheid van 'n aantal stikstofbindende ligeenspesies teen die fronte van die hoofkompasrigtings vind nie.

4.2.3.3.7.5 Gemiddelde bedekking van ligeenspesies aangetref in die verskillende stande

'n Vergelyking van die gemiddelde bedekking van ligeenspesies in die verskillende stande, aangetoon in Tab. 4.126 het die volgende tendense getoon:

Die gemiddelde bedekking van ligeenspesies aangetref op borshoogte aan die suidfront, was oor die algemeen hoër as die van ooreenstemmende ligeenspesies aan die basis van forofietstamme.

Aan die noordfront van forofietstamme was die gemiddelde bedekking van ligeenspesies aan die basis van forofietstamme dikwels hoër as die gemiddelde bedekking van soortgelyke spesies wat op borshoogte teen forofietstamme gevind is.

Teen die oos- en wesfronte van forofietstamme was die gemiddelde bedekking van ligeenspesies wat op borshoogte aanwesig was, soos in die geval van die suidfront, ook hoër as die gemiddelde bedekking van dieselfde ligeenspesies wat teen die basis van forofietstamme aangetref

is. Die aantal kere wat eersgenoemde stel waardes laasgenoemde stel waardes (Tab. 4.126) oortref het, was egter aansienlik minder as in die geval van die suidfront.

Hierdie verskille in gemiddelde bedekkingwaardes dui daarop dat ligeengroei wat op borshoogte teen die suidfront van forofietstamme aangetref is, aanmerklik verskil het van die ligeengroei wat in enige van die ander stande aangetref is. Die gegewens (Tab. 4.126) toon voorts aan dat die ligeengroei wat aan die basis van forofietstamme, teen die noordfront gevind is, opvallend verskil het van ligeengroei wat op borshoogte aangetref is.

Hierdie waarnemings word gestaaf deur Kalgutkar & Bird (1969) en Hale (1983) wat daarop gewys het dat die ekologie van die basale gedeelte van forofietstamme verskil van die gedeeltes hoër op. Volgens eersgenoemde twee werkers is die omgewing van die basale gedeelte van forofietstamme meer vogtig, warmer, minder winderig en meer skaduryk (ook aangetoon deur Hale, 1983) as gedeeltes hoër op. Volgens Wirth & Brinckmann, (1977) is sulke betekenisvolle verskille in ligeengroei wat teen verskillende fronte van forofiete gevind word, 'n wydverspreide eienskap.

Aan die oos- en wesfronte van forofietstamme was die vertikale verskille in ligeengroei minder opvallend (Tab. 4.126).

Gepaardgaande met 'n afname in die totale bedekking van monsterpersele, is daar ook gevind dat die tallusse van

sommige van die ligeenspesies kleiner geword het in die rigting van die industriële gebiede (spesie nommers 13 en 14) en dat die aanwesigheid van onidentifiseerbare tallusse in veral die X-IV assosiasies as diagnosties kenmerk gebruik is. Pyatt (1970) het dieselfde tendens in die suide van Wallis gevind. Volgens sy bevindings en die gemaak na afloop van hierdie studie, wil dit voorkom asof die groeitempo van ligene toeneem namate daar 'n afname is in die konsentrasies van besoedelstowwe, met die voorbehoud dat alle ander faktore dieselfde bly. Bo en behalwe die kleinerwording van tallusse is die morfologiese agteruitgang van tallusse van Hypogymnia enteromorpha in gebiede met hoër grade van lugbesoedeling deur Sigal & Nash (1983) gedokumenteer. Ongedokumenteerde waarnemings, soortgelyk aan die van laasgenoemde twee werkers is ook in die Pretoria-studiegebied gemaak.

Soortgelyk aan die bevindings van Hurka en Winkler (1973), het die teenwoordigheid of afwesigheid van ligeenspesies 'n duidelike gradiënt vertoon vanaf die industriële na die oostelike, minder besoedelde gedeeltes van die studiegebied.

4.2.3.3.7.6 Verspreiding van releves in die verskillende assosiasies

Verskillende tendense in terme van die verspreiding van releves in die verskillende assosiasies kon met behulp van Tab. 4.127 aangetoon word:

Met die uitsondering van die SO-IV en SO-V assosiasies het alle ander soortgelyke assosiasies meer as 47% van die

totale aantal releves uitgemaak. Die X-IV en X-V assosiasies was in al die verskillende stande verteenwoordigend van die assosiasies waarin 'n klein aantal spesies teenwoordig was. Die belangrikste spesies van die assosiasies was ook semitolerante spesies en meer sensitiewe spesies is selde in die assosiasies aangetref.

In terme van vertikale verskille was daar 'n toename in die aantal releves wat in die X-IV en X-V assosiasies geplaas is in beide die oos- en wesfront ligeengroei-stande, asook die SO-IV en NO-V assosiasies. Die teenoorgestelde tendens was in die SO-V en NO-IV assosiasies aanwesig (Tab. 4.127).

'n Afname in die aantal releves wat aan die basis van forofietstamme teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme in assosiasies X-I en X-II saamgegroepeer is. Die teenoorgestelde tendens was aanwesig in die ligeengroei wat teen die suidfront aan die basis van forofietstamme, aangetref is.

Daar was 'n toename in die aantal releves wat saamgegroepeer is in die X-III assosiasies van die noord- en oosfronte aan die basis van forofietstamme. Die teenoorgestelde tendens was aanwesig teen die suid- en wesfronte, aan die basis van forofietstamme.

Hierdie tendense het daarop gedui dat die aantal releves wat verteenwoordigend was van releves met 'n meer diverse ligeengroei teen die basis van forofietstamme afgeneem het in die geval van die noord-, oos- en wesfronte. Aan die basis van forofietstamme, teen die suidfront was die teenoorgestelde tendens egter teenwoordig.

4.2.3.3.7.7 Assosiasie tussen ligeenspesies in die verskillende stande

Daar was 'n positiewe betekenisvolle assosiasie tussen verskillende ligeenspesies (Tab. 4.128). In die meeste

gevalle was die assosiasie tussen kombinasies van ligeenspesies beperk tot enkele fronte en teen enkele hoogtes van forofietstamme. Alhoewel die spesies verskil het van die wat in die Pretoria studiegebied gevind is, is dieselfde patroon in Tübingen gevind deur Hurka, Fuchs & Tress (1974). Adams & Risser (1971) het aangetoon dat die assosiasie tussen ligeenspesies soms radikaal van die een boomspesie na die ander varieer. Hulle het voorgestel dat substraatspesifisiteit in sommige gevalle die oorsaak is van die assosiasie tussen twee ligeenspesies. Dit is gevolglik gewens dat die ligeengroei van slegs 'n enkele forofietspesie in ekologiese / sosiologiese ondersoeke gebruik moet word. Na aanleiding van hulle bevindings het hulle tot die slotsom gekom dat die assosiasie tussen ligeenspesies wat gegrond is op saamgevoegde data wat op verskillende forofiete ingewin is, met skeptisisme bejeën behoort te word.

Gegrond op die bevindings wat in voorafgaande gedeeltes aangaande die Pretoria-studiegebied se ligeengroei bespreek is, is die resultate van Adams & Risser (1971) nie bo verdenking nie. Hulle het naamlik van silindriese kwadrante gebruik gemaak tydens hulle opname van ligeengroei teen forofiete. Soos aangetoon tydens hierdie en ander studies (Hurka et al., 1974), bestaan daar duidelike verskille ten opsigte van byvoorbeeld die spesiesamestelling, bedekking en assosiasie tussen verskillende spesies teen die verskillende fronte, op dieselfde hoogte van forofietstamme. Dit volg dat silindriese kwadrante in alle waarskynlikheid nie die aanwe-

sige heterogeniteit weerspieël nie en die assosiasies tussen ligeenspesies wat Adams & Risser (1971) gevind het, gevolglik heel waarskynlik anders sou gewees het as hulle van optimale monsterperseelgroottes gebruik gemaak het. Die variasie wat teen forfietstamme aanwesig is, soos aangetoon deur resultate van hierdie studie, toon dat dit nie gewens is om met ekologiese studies vir die bepaling van interspesifieke assosiasies van sulke monsterpersele gebruik te maak nie.

Kalgutkar & Bird (1969) het soortgelyk aan Adams & Risser (1971) van monsterpersele gebruik gemaak wat die stam omsirkel het. Hulle het egter hulle waarnemings van ligeengroei teen die noordelike en suidelike helftes afsonderlik aangeteken. Aangesien die moontlike variasie aanwesig in ligeengroei van die oostelike en westelike gedeeltes van die stamme nie deur hulle opnametegniek in aanmerking geneem is nie, mag 'n ander opnametegniek hulle afleiding dat daar geen verskille in kompetisie tussen spesies van die noordelike en suidelike helftes van forofietstamme gevind is nie, moontlik anders gewees het.

Spesie nommers 4 & 11 en 4 & 1 was die enigste spesies wat teen alle fronte positief met mekaar geassosieer was. Hierdie positiewe assosiasie tussen die twee spesiekombinasies is egter nie in alle gevalle teen beide hoogtes van forofietstamme gevind nie (Tab. 4.128).

In terme van sensitiwiteit ten opsigte van lugbesoedeling was

beide spesie nommers 4 en 1 semisensitief en spesie nommer 11 semitolerant. Die assosiasie tussen die drie spesies het onder andere daarop gedui dat die drie spesies op dieselfde omgewingstoestande gereageer het en dat die spesies in staat is om onder 'n verskeidenheid van mikro-ekologiese toestande te groei.

Spesie nommers 19 & 2, 2 & 11, 2 & 1 en 1 & 11 was op verskillende hoogtes teen drie van die vier fronte positief met mekaar geassosieer.

Patrone in die verspreiding van liggewig- en plantspesies word deur 'n verskeidenheid van morfologiese-, omgewings- en sosiologiese faktore bepaal (Kershaw, 1974; Hoffman, 1977; Kiss, 1981). Aangesien die bepaling van sulke faktore 'n diepgaande studie vereis, wat buite die bestek van die huidige studie geval het, is dit onmoontlik om die faktore te verklaar wat aanleiding gegee het tot die assosiasies wat tussen verskillende liggewigs spesies in die Pretoria-studiegebied gevind is.

4.2.3.3.7.8 Ooreenkoms tussen die verskillende stande

Spatz se indeks van ooreenkoms tussen verskillende kombinasies van liggewigtoestande aangetref in die studiegebied is aangegee in Tab. 4.129.

Liggewigtoestande wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme op borshoogte en teen die basis van forofietstamme

gevind is, het onderskeidelik 66,6, 63,1 en 63,5% met mekaar ooreengestem (Tab. 4.129). Die swakste ooreenstemming is gevind tussen stande wat die suidfront van forofiete, op die verskillende hoogtes, aangetref is. Ligeengroei wat aan die basis van forofietstamme teen die suid-, noord- en wesfronte aangetref is het minder as 49% ooreenstemming getoon met ligeengroei wat teen die ander drie fronte op borshoogte aangetref is (Tab. 4.129). Daarteenoor het ligeengroei wat teen die oosfront, aan die basis van forofietstamme aangetref is meer as 63% ooreengestem met ligeengroei wat teen die oos- en wesfronte op borshoogte aangetref is (Tab. 4.129).

Soortgelyk aan die resultate van die Pretoria-studiegebied (Tabelle 4.73 en 4.115) het Sheard & Jonescu (1974) gevind dat ligeengroei wat teen die oos- en wesfronte van forofiete aanwesig was, die meeste met mekaar ooreengestem het en dat die noord- en suidfrontligeengemeenskappe die meeste van mekaar verskil het. Volgens hulle was hierdie verskille toeskryfbaar aan vogtigheidsverskille teen die betrokke fronte. Hulle het gevind dat die rigting waarheen die monsterpersele gefront het, krities was in gebiede waar vog 'n beperkende faktor was.

Wirth & Brinckmann (1977) het daarop gewys dat die verskille in ligeengroei wat teen die verskillende fronte van forofietstamme aangetref word, beïnvloed mag word deur 'n komplekse mikroklimaat wat onder andere ook afhanklik is van verskille in SO_2 -konsentrasies - met gepaardgaande verskille in die

graad van beskadiging. So byvoorbeeld mag verskille in die graad van benatting van forofietoppervlaktes deur (SO_2 gelaaide) reënwater aanleiding gee tot verskillende grade van tallusbenatting en miskien tallusbeskadiging aangesien sensitiwiteit van ligene ten opsigte van SO_2 ten nouste saamhang met die benattingstatus ligeentallusse. Hulle het voorts daarop gewys dat die digste ligeengroei gewoonlik teen die front aangetref word wat die meeste neerslag ontvang.

Dit is 'n aanvaarde feit dat die suidfront van habitatte in Suid-Afrika meer mesies is as die wat byvoorbeeld na die ander drie hoofkompasrigtings front. Die suidfront het gevolglik gewoonlik 'n meer diverse en digter groei van byvoorbeeld hoër plante as enige van die ander fronte. Hierdie verskille in die mikroklimaat van die suidfrontgedeeltes van habitatte word beklemtoon deur die resultate van die Braun-Blanquet opname, aangesien ligeengroei teen die suidfront aansienlik verskil het van die ligeengroei aangetref teen die ander drie fronte.

Aangesien weinig kennis op 'n globale skaal (maar veral in Suid-Afrika) bestaan oor die faktore wat die vertikale verspreiding van ligeenspesies beïnvloed (Hale, 1983), is dit op hierdie stadium onmoontlik om onomwonde die vertikale verspreiding en interaksies tussen verskillende ligeenspesies teen stamme van Jacaranda mimosifolia in die Pretoria-studiegebied te verklaar.

HOOFSTUK 5

	Bladsy
OPSOMMING EN GEVOLGTREKKINGS	426
5.1 Korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei	426
5.2 Puntopname	427
5.3 Braun-Blanquet opname	430
5.4 Gevolgtrekkings	434

HOOFSTUK 5

OPSOMMING EN GEVOLGTREKKINGS

5.1 Korrelasie tussen enkele habitatkenmerke en ligeengroei

Die verband tussen enkele habitatkenmerke en ligeenspesies wat dikwels in die studiegebied aangetref is, is statisties bepaal.

Daar is 'n betekenisvolle negatiewe verband gevind tussen stamomtrek (forofietouderdom) en die bedekingswaardes van spesie nommers 2, 4, 19, 1 en 10. Eweneens is daar 'n negatiewe verband tussen stamomtrek en spesierykdom in die Pretoria-studiegebied gevind.

Stamomtrek het in die rigting van besoedelde gebiede toegeneem, wat op ouer forofiete (koloniseerbare substrate) gedui het. Aangesien ouer forofiete gewoonlik ryker en eweneens spesifieke ligeengroei onderhou, word die nadelige gevolge van toenemende grade van lugbesoedeling deur bovermelde bevindings beklemtoon.

'n Negatiewe verband is gevind tussen die bedekking van spesie nommer 1 en stamafskilfering. Daarteenoor het spesie nommer 2 'n betekenisvolle positiewe verband getoon met stamafskilfering, 'n bevinding wat dikwels in die literatuur vermeld is (Topham & Boe, 1977).

Spesie nommer 8 was die enigste van die groep ligeenspesies

waar die verband met habitatkenmerke ondersoek is, wat 'n betekenisvolle positiewe verband getoon het met baskleur.

Vergelyking van die pH van bas van Jacaranda mimosifolia in onbesoedelde gebiede het getoon dat die bas van die forofiet in die Pretoria-studiegebied tot 'n mate suur was. Alhoewel die pH-waardes van bas in die opnamegebied nie laer, of net so laag was as die uiters toksiese pH-waarde van 4 nie, speel die bas van forofiete in die opnamegebied met lae pH-waardes in alle waarskynlikheid 'n direkte rol, of dra ten minste tot die verarming van ligeengroei in die opnamegebied by.

5.2 Puntopname

Die vertikale verspreiding van ligeenspesies teen die noord- en suidfronte van forofietstamme is met behulp van puntopnames bepaal. Figure 4.21, 4.22, 4.45 en 4.60 toon die verspreiding van individuele ligeenspesies teen onderskeidelik die noord- en suidfronte van forofietstamme aan. Die volgende verskille / tendense kon aangetoon word in die ligeengroei wat aanwesig was teen die noord- en suidfronte van forofietstamme in die Pretoria-studiegebied:

- i.) Duidelike verskille is teen albei fronte aangetref in terme van die spesiesamestelling, bedekking en frekwensie van individuele ligeenspesies. Hierdie verskille is in elk van die onderskeie ligeengemeen-

skappe aangetref.

- ii.) 'n Allogeniese retrogressiewe suksessiepatroon is deur ligeengroei aan albei fronte van forofietstamme weerspieël.
- iii.) Spesierykdom van die onderskeie ligeengemeenskappe het aan albei fronte dramaties afgeneem in die rigting van meer besoedelde gedeeltes van die studiegebied.
- iv.) Aan die noordfront van forofietstamme het ligeengroei van die A- tot B-gemeenskappe na aan die grondoppervlak voorgekom. Aan die suidfront van forofietstamme het ligeengroei in slegs die A_1 en A_2 -ligeengemeenskappe tot na aan die grondoppervlak voorgekom.
- v.) Ligeengroei het vanaf die C_1 - (suidfront) en vanaf die A_3 -gemeenskap (noordfront) toenemend onreëlmatig en hoër op teen forofietstamme voorgekom. Teen die suidfront van forofietstamme was hierdie onreëlmattige voorkoms van ligeentallusse hoofsaaklik beperk tot die onderste segment van forofietstamme. Teen die noordfront van forofietstamme was dieselfde tendens ook teen die boonste segment teenwoordig en in die

C_2 - en D-gemeenskappe is slegs enkele forofiete met ligeengroei aangetref.

- vi.) In die breë gesien, het ligeentallusse vanaf die B-gemeenskap (in die geval van die suidfront) en vanaf die A_3 -gemeenskap (in die geval van die noordfront) meer dikwels teen die boonste segment van forofietstamme voorgekom.
- vii.) Spesierykdom van die suidfront van forofietstamme was opmerklik hoër as die van die noordfront.
- viii.) Die verspreiding van individue tussen die verskillende spesies was aansienlik meer gelykmatig teen die suidfront van forofietstamme.
- ix.) Teen die noordfront van forofietstamme was Candelaria concolor die dominante spesie. Dominansie van die spesie teen die suidfront was beperk tot die B- en daaropvolgende ligeengemeenskappe.
- x.) Meer uiters sensitiewe en sensitiewe ligeenspesies is teen die suidfront as teen die noordfront van forofietstamme aangetref.

'n Onderlinge vergelyking van Simpson-, Shannon-Wiener en IAP-indekswaardes het aangetoon dat daar 'n hoër mate van korrelasie bestaan het tussen indekswaardes bereken volgens die Simpson- en Shannon-Wiener formules. In teenstelling met die lae korrelasie tussen indekswaardes van die IAP- en Simpson- metodes, was die korrelasie tussen die IAP - en Shannon-Wiener indekswaardes hoër. Berekende IAP waardes het die beste met die aantal spesies en tallusse per forofietstam gekorreleer. Dit blyk na aanleiding van die resultate dat die IAP-waardes meer geskik is as indekseringsmiddel as waardes bereken volgens die Simpson- en Shannon-Wiener formules.

Vergelyking van die verspreiding van gekarteerde Shannon-Wiener-, Simpson-, IAP-waardes het getoon dat daar verskille bestaan het in die verspreidingspatrone van die verskillende sones teen die verskillende fronte en ook tussen die verskillende sones. Al die verspreidingskaarte het egter die progressiewe agteruitgang in ligeengroei vanaf die oostelike voorstede in die rigting van die industriële gedeelte van die studiegebied aangetoon.

5.3 Braun-Blanquet opname

Die volgende tendense was aanwesig in die resultate van die Braun-Blanquet opname van ligeengroei wat aangetref is teen verskillende fronte en hoogtes van forofietstamme in die

Pretoria-studiegebied:

- i.) Spesierykdom van die verskillende stande het soos volg afgeneem Suid > Oos > Wes > Noord. Die resultate het getoon dat gegrond op spesierykdom, omgewingstoestande op 1,3m en aan die suidfront van stamme van Jacaranda mimosifolia die gunstigste was vir die ontwikkeling van ligeengemeenskappe.
- ii.) Die gemiddelde bedekking van monsterpersele op 1,3m teen die verskillende fronte van forofietstamme was in die meeste gevalle hoër as die van monsterpersele op 300mm vanaf die grondoppervlak teen die verskillende fronte.
- iii.) In die geval van die suid-, noord- en oosfronte is daar op enkele uitsonderings na, meer tallusse in monsterpersele van dieselfde forofiet gevind op 1,3m as op 300mm. Aan die wesfront van forofiete is daar met die uitsondering van twee assosiasies egter ewe veel tallusse in monsterpersele gevind op onderskeidelik 1,3m en 300mm.
- iv.) Die spesiesamestelling van ligeengroei-stande wat onderskeidelik op 1,3m en 300mm

teen verskillende fronte van forofietstamme aangetref is, het van mekaar verskil en in elke stand is 'n unieke kombinasie van ligeenspesies aangetref.

v.) Slegs tallusse van spesie nommers 1, 4, 10 en 11 is in elk van die stande aangetref en as diagnostiese spesies gebruik.

vi.) Slegs meer weerstandbiedende ligeenspesies wat aan die volgende sensitiviteitsklasse behoort het, het dikwels voorgekom en is as diagnostiese spesies in die verskillende stande gebruik: Sensitief subgroep 3, Semi-sensitief en Semitolerant (Tab. 4.3) Van vermelde drie groepe spesies het uiteindelik net die gehardste spesies in die assosiasies oorgebly, soos angetoon in die sosiologiese tabelle.

vii.) Die sosiologiese tabelle het getoon dat op 'n horisontale vlak die samestelling van ligeengemeenskappe wat millimeters van mekaar verwyder was, duidelik van mekaar verskil het.

viii.) In terme van die gemiddelde bedekking van ooreenstemmende ligeenspesies wat op verskillende hoogtes teen forofietstamme aan-

getref is, het die ligeengroei wat op borshoogte teen die suidfront van forofietstamme aangetref is, aanmerklik verskil het van die ander drie ligeengroeistande.

ix.) Ligeengroei wat aan die basis van forofietstamme aan die noordfront gevind is, het opvallend verskil van die ligeengroei wat op borshoogte aangetref is. Aan die oos- en wesfronte van forofietstamme was die verskille in ligeengroei op 'n vertikale vlak minder prominent.

x.) Die aantal releves wat verteenwoordigend was van monsterpersele met 'n meer diverse ligeengroei, het op 300mm vanaf grondvlak afgeneem in die geval van die noord-, oos- en wesfronte. Teen die suidfront van forofietstamme was die teenoorgestelde tendens egter teenwoordig. Teen die noord-, oos- en wesfronte was daar 'n toename in die aantal releves wat in die oorgangsassosiasie saamgeroepeer is.

'n Betekenisvolle positiewe assosiasie is tussen verskillende ligeenspesies gevind. In die meeste gevalle was die assosiasies tussen die ligeenspesies beperk tot enkele

fronte en spesifieke hoogtes van forofietstamme. Slegs spesie nommers 4 & 11 en 4 & 1 was teen alle fronte, maar slegs teen sekere hoogtes positief met mekaar geassosieer. Spesie nommers 19 & 2, 2 & 11, 2 & 1 en 1 & 11 was op verskillende hoogtes teen drie van die vier fronte positief met mekaar geassosieer.

Spatz se indeks van ooreenkoms (Spatz, 1970) tussen verskillende ligeengroei-stande het getoon dat ligeengroei wat teen die noord-, oos- en wesfronte van forofietstamme, op 1,3m en 300mm is, onderskeidelik 66,6%, 63,1% en 63,5% met mekaar ooreengestem het. Die swakste ooreenstemming tussen ligeengroei-stande was tussen stande wat onderskeidelik op 1,3m en 300mm teen die suidfront van forofietstamme aanwesig was.

5.4 Gevolgtrekkings

Verwerkte gegewens van puntopnames teen die noord- en suidfronte van forofietstamme het aangetoon dat ligeengroei teen die twee fronte duidelik van mekaar verskil het. Die Braun-Blanquet opnames van ligeengroei teen die noord-, suid-, oos- en wesfronte van forofietstamme het aangetoon dat ligeengroei

teen die verskillende fronte duidelik van mekaar verskil het.

Dit is gevolglik uiters gewens dat alvorens 'n opname van 'n gebied se ligeengroei vir moniteringsdoeleindes gemaak word, daar op 'n bepaalde front(e) besluit moet word en dat alle opnames deurgaans teen die bepaalde front(e) en hoogte van die substraat gemaak moet word.

Die resultate behoort ook na gelang van omstandighede deur middel van 'n bepaalde indekseringmetode opgesom en kartografies voorgestel word.

Bovermelde bevindings/aanbevelings, tesame met die inagneming van die standaardisasie van forofiet- en mikroklimateienskappe, is van pertinente belang in die beplanning en uitvoering van moniteringstudies met behulp van ligeengroei.

Die rangskikking van die epilitiese ligeenspesies wat teen die stamme van forofiete in die Pretoria-studiegebied aangetref is in verskillende sensitiwiteitsklasse (Wessels, 1982) is tydens die studie herbevestig.

Sommige Suid-Afrikaanse ligeenspesies kan op grond van hulle differensiële sensitiwiteit beslis gebruik word om die invloed van lugbesoedeling kwalitatief voor te stel. Veral Candelaria concolor, Parmelia flaventior, Physcia stellaris en Physciopsis pyritrocardia is geskikte ligeenspesies wat met vrug as bioindikatore gebruik kan word. Genoemde vier spesies is maklik herkenbaar, kom wydverspreid in Suid-Afrika voor en is differensieel sensitief ten opsigte van lugbe-

soedeling.

Ten slotte behoort ligene toenemend as bioindikatore van lugbesoedeling op 'n nasionale grondslag gebruik word om 'n moniteringsnetwerk te skep. So 'n noukeurig beplande en onderhoude netwerk wat voortdurend gemonitor word, sal vroegtydig die nadelige gevolge van lugbesoedeling kan aantoon, nog voordat organismes skadetekens toon. Die nodige korrektiewe aksies kan dan geneem word.

HOOFSTUK 6

LITERATUURVERWYSINGS

Bladsy

437

HOOFSTUK 6

LITERATUURVERWYSINGS

- Adams, D.B. & Risser, P.G., 1971. Some factors influencing the frequency of bark lichens in north central Oklahoma. Amer. J. Bot. 58, 752-757.
- Adams D.B. & Risser, P.G., 1971a. The effect of host specificity on the interspecific associations of bark lichens. Bryologist 74, 451-457.
- Addison, P.A., 1984. Quantification of branch dwelling lichens for the detection of air pollution impact. Lichenologist 16, 297-304.
- Addison, P.A. & Puckett, K.J., 1980. Deposition of atmospheric pollutants as measured by lichen element content in the Athabasca area. Can. J. Bot. 58, 2323-2334.
- Ahmadjian, V., 1966. Lichens. Ch. 2 in: Symbiosis Vol 1. Ed. S.M. Henry. Academic Press: New York & London.
- Ahmadjian, V. & Hale, M.E., 1973. The lichens. Academic Press: New York & London.
- Alvin, K.L., 1960. Observations on the lichen ecology of South Haven Peninsula, Studland Heath, Dorset. J. Ecol. 48, 331-339.
- Archibald, E.E.A., 1949. The specific character of plant communities. I. Herbacious communities. J. Ecol. 37, 260-273
- Archibald, E.E.A., 1949a. The specific character of plant communities. II. A quantitative approach. J. Ecol. 37, 274-288.
- Armstrong, R.A., 1978. The colonization of a slate rock surface by a lichen. New Phytol. 81, 85-88.

- Barkman, J.J., 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum: Assen.
- Barbour, M.G., Burk, J.H. & Pitts, 1980. Terrestrial plant ecology. Benjamin/Cummings: Menlo Park, California & Reading, Massachusetts.
- Bates, J.W. & Brown, D.H., 1981. Epiphyte differentiation between Quercus petraea and Fraxinus excelsior trees in a maritime area of south west England. Vegetatio 46, 61-70.
- Becker, V.E., Reeder, J. & Stetler, R., 1977. Biomass and habitat of nitrogen fixing lichens in an oak forest in the North Carolina Piedmont. Bryologist 80, 93-99.
- Beekly, P.K., & Hofman, G.R., 1981. Effects of sulphur dioxide fumigation on photosynthesis, respiration and chlorophyll content of selected lichens. Bryologist 84, 379-389.
- Beschel, R., 1958. Flechtenvereine der Städte, Stadtflechten und ihr Wachstum. Ber. Naturwiss. Med. Ver. Innsbruck 52, 1-158.
- Billings, W.D. & Drew, W.D., 1938. Bark factors affecting the distribution of corticolous bryophytic communities. Amer. Midland Natur. 20, 302-333.
- Braun-Blanquet, J., 1928. Pflanzensoziologie. 1. Aufl. Springer Verlag: Wien.
- Brodo, I.M., 1961. A study of lichen ecology in Central Long Island, New York. Amer. Midland Natur. 65, 290-310.
- Brodo, I.M., 1961a. Transplant experiments with corticolous lichens using a new technique. Ecology 42, 838-841.
- Brown, R.F., 1974. Furnace fuel, air pollution accumulated in snow and lichen growth on trees. Michigan Academician 7, 149-156.

- Brown, D.H., 1976. Mineral uptake by lichens. Ch 17 in: Lichenology: Progress and problems. Ed. D.H. Brown, D.L. Hawksworth & R.H. Bailey. Academic Press: London, New York & San Francisco.
- Brown, D.H., 1980. Notes on the instability of extracted chlorophyll and a reported effect of ozone on lichens. Lichenologist 12, 151-154.
- Brown, D.H., Hawksworth, D.L. & Bailey, R.H., 1976. Lichenology: Progress and problems. Academic Press: London, New York & San Francisco.
- Brown, D.H. & Smirnoff, N., 1978. Observations on the effect of ozone on Cladonia rangiformis. Lichenologist 10, 91-94.
- Carmer, M.B., 1975. Corticolous lichens of riparian deciduous trees in the Central Front Range of Colorado. Bryologist 78, 44-56.
- Case, J.W., 1977. Lichens on Populus tremuloides in west central Alberta, Canada. Bryologist 80, 48-70.
- Case, J. W., 1980. The influence of three sour gas processing plants on the ecological distribution of epiphytic lichens in the vicinity of Fox Creek and Whitecourt, Alberta, Canada. Water Air Soil Pollut. 45-68.
- Coker, P.D., 1967. The effects of sulphur dioxide pollution on bark epiphytes. Trans. Br. bryol. Soc. 5, 341.
- Cole, L.C., 1949. The measurement of interspecific association. Ecology 19, 226-233.
- Cooke, R., 1977. Lichens. Ch. 13 in: Symbiotic fungi. Ed. R. Cooke. John Wiley & Sons: London & New York.
- Coppins, B.J., & Shimwell, D.W., 1971. Cryptogamic complement and biomass in dry Calluna heath of different ages. Oikos 22, 204-209.

- Cox, G.W., 1976. Laboratory manual of general ecology. Wm. C. Brown Company Publishers: Dubuque, Iowa.
- Culberson, W.L., 1955. The corticolous communities of lichens and bryophytes in the upland forests of northern Wisconsin. Ecol. Monogr. 30, 101-104.
- Curtis, J.T. & McIntosh, R.P., 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32, 476-496.
- Daubenmire, R., 1968. Plant communities: A textbook of plant synecology. Harper & Row: New York & London.
- De Jong, T.M., 1974. A comparison of three diversity indices based on their components of richness and evenness. Oikos 26, 222-227.
- DeSloover, J., 1964. Vegetaux epiphytes et pollution de l'air. Revue Quest. scient. 25, 531-561.
- DeSloover, J., 1969. Pollutions atmospheriques et tolerance specifique chez les lichens. Bull. Soc. r. Bot. Belg. 98, 229-273.
- DeSloover, J. & Le Blanc, F., 1968. Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. Ch. 1 in: Proceedings of the symposium on recent advances in tropical ecology. Ed. R. Misra & B. Gopal. India: Varanasi.
- Digby, P.G.N. & Kempton, R.A., 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman and Hall: London.
- Du Reitz, G.E., 1945. Om fattigbark- och riksbarksamhallen. Svensk Botan. Tidskr. 39, 147-150.
- Ellenberg, H., 1948. Unkrautgesellschaften als Mass für den Säuregrad, die Verdichtung und andere Eigenschaften des Ackerbodens. Berichte über Landtechnik, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft 4, 130-146.

- Engelmann, M.H. & Weaks, T., 1984. Patterns of bryophyte distribution and community structure in relation to strip mining in West-Virginia. Amer. J. Bot. 71, 7.
- Eversman, S. & Sigal, L.L., 1984. Ultrastructural effects of peroxyacetylnitrate (PAN) in two lichen species. Bryologist 87, 112-119.
- Eversman, E., 1978. Effects of low-level SO₂ on Evernia hirta and Parmelia chlorochroa. Bryologist 81, 285-294.
- Ewald, D. & Schlee, D., 1983. Biochemical effects of sulphur dioxide on proline metabolism in the alga Trebouxia sp. New Phytol. 71, 986-998.
- Farrar, J.R., 1973. Lichen Physiology: Progress and Pitfalls. Ch. 12 in: Air pollution and lichens. Eds. B.W. Ferry, M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth. The Athlone Press: London.
- Farrar, J.R., 1976. The lichen as an ecosystem: Observation and experiment. Ch. 15 in: Lichenology: Progress and problems. Eds. D.H. Brown, D.L. Hawksworth & R.H. Bailey. Academic Press: London, New York & San Francisco.
- Fenton, A.F., 1960. Lichens as indicators of atmospheric pollution. Irish Naturalists' Jour. 13, 153-159.
- Ferry, B.W., Baddeley, M.S. & Hawksworth, D.L., 1973. Air pollution and lichens. The Athlone Press: London.
- Fields, R.D. & St Clair, L.L., 1984. The effects of sulphur dioxide on photosynthesis and carbohydrate transfer in the two lichens Collema polycarpon and Parmelia chlorochroa. Amer. J. Bot. 71, 986-998.
- Fremstad, E. & Øvstedal, D.O., 1979. The phytosociology and ecology of grey alder (Alnus incana). Astarte 11, 93-112.
- Fritz-Sheridan, R.P., 1985. Impact of simulated acid rains on nitrogenase activity in Peltigera apthosa and Peltigera polydactyla. Lichenologist 17, 27-32.

- Garren, D.R., 1963. The vertical distribution of lichens on Aspens. Unpublished paper on file at Lake Itaska Biological Station, Minnesota.
- Garty, J., Perry, A.S. & Mozel, J., 1983. Accumulation of polychlorinated biphenyls (PCB) in the transplanted lichen Ramalina duriaei in air quality biomonitoring experiments. Nord. J. Bot. 2, 583-586.
- Garty, J., Ronen, R. & Galun, M., 1985. Correlation between chlorophyll degradation and the amount of some elements in the lichen Ramalina duriaei. Environ. Exp. Bot. 25, 67-74.
- Gauch Jr., H.G., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press: Cambridge, London & New York.
- Gilbert, O.L., 1965. Lichens as indicators of air pollution in the Tyne Valley. In Ecology and the industrial society. Ed. G.T.Goodman. Oxford: Oxford.
- Gilbert, O.L., 1968. Biological indicators of air pollution. Ph.D. Thesis, University of Newcastle upon Tyne.
- Gilbert, O.L., 1969. The effect of SO₂ on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. Section 9 (pp. 223-235) in: Air pollution, proceedings of the first European congress on the influence of air pollution on plants and animals. Centre for Agricultural Publishing and Documentation: Wageningen.
- Gilbert, O.L., 1970. Further studies on the effect of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. New Phytol. 69, 605-627.
- Gilbert, O.L., 1973. Lichens and air pollution. Ch. 13 in: The lichens. Eds. V. Ahmadjian & M.E. Hale. Academic Press: New York & London.
- Gilbert, O.L., 1986. Field evidence for an acid rain effect on lichens. Environ. Pollut. Ser. A 40, 227-232.

- Goodall, D.W., 1978. Sample similarity and species correlation. Ch. 5 in: Ordination of plant communities. Ed. R.H. Whittaker. Junk: The Hague & Boston.
- Gordy, V.W., 1980. Effects of air pollution on lichen distribution and physiology. Ph. D. Thesis, University of Houston.
- Greig-Smith, P., 1964. Quantitative plant ecology. 2nd edn. Butterworth: London.
- Greig-Smith, P., 1983. Quantitative plant ecology. 3rd edn. Blackwell: London.
- Grodzinska, K., 1971. Acidity of tree bark as a measure of air pollution in southern Poland. Bull. Acad. Polon. Sci. ser. sci. biol. II. 19, 189-195.
- Grodzinska, K., 1977. Acidity of tree bark as a bioindicator of forest pollution in southern Poland. Water Air Soil Pollut. 8, 3-7.
- Hale, M.E., 1950. The lichens of Anton Forest, Connecticut. Bryologist 53, 181-213.
- Hale, M.E., 1952. Vertical distribution of cryptogams in a virgin forest in Wisconsin. Ecology 33, 181-213.
- Hale, M.E., 1954. First report on lichen growth rate and succession at Aton Forest, Connecticut. Bryologist 57, 244-247.
- Hale, M.E., 1955. Phytosociology of corticolous cryptogams in the upland forests of southern Wisconsin. Ecology 33, 398-63.
- Hale, M.E., 1965. Vertical distribution of cryptogams in a red maple swamp in Connecticut. Bryologist 68, 193-197.
- Hale, M.E., 1973. Growth. Ch. 14 in: The lichens. Eds. V. Ahmadjian & M.E. Hale. Academic Press: New York & London.

- Hale, M.E., 1976. Lichen structure viewed with the scanning microscope. Ch. 1 in: Lichenology: Progress and Problems. Eds. D.H. Brown & R.H. Hailey. Academic Press: London.
- Hale, M.E., 1983. The Biology of Lichens 3rd edn. Edward Arnold: London.
- Hallbom, L. & Bergman, B., 1979. Influence of certain herbicides on nitrogen fixation by the lichen Peltigera praetextata. Oecologia 40, 19-27.
- Hällgren, J.-E., 1978. Physiological and biochemical effects of sulfur dioxide on plants. Ch. 5 in: Sulfur in the environment: Part II Ecological impacts. Ed. J.O. Nriagu. John Wiley: New York & London.
- Hällgren, J.-E. & Huss, K., 1975. Effects of SO₂ on photosynthesis and nitrogen fixation. Physiol. Plant. 34, 171-176.
- Harris, G.P., 1971. The ecology of corticolous lichens. I The zonation on oak and birch on South Devon. J. Ecol. 59, 431-439.
- Harris, G.P., 1971a. The ecology of corticolous lichens. II. The relationship between physiology and the environment. J. Ecol. 59, 441-452.
- Harris, G.P., 1972. The ecology of corticolous lichens. III. A simulation model of productivity as a function of light intensity and water availability. J. Ecology 59, 19-40.
- Hawksworth, D.L., 1971. Lichens as litmus for air pollution: a historical review. Environ. Studies 1, 281-296.
- Hawksworth, D.L., 1973. Mapping studies. Ch. 3 in: Air pollution and lichens. Eds. B. W. Ferry, M. S. Baddeley & D. L. Hawksworth. The Athlone Press: London.

- Hawksworth, D.L., 1977. A bibliography of the lichen floras of the world. Appendix A in: Lichen ecology. Ed. M.R.D. Seaward. Academic Press: London & New York.
- Hawksworth, D.L., 1982. Co-evolution and detection of ancestry in lichens. J. Hattori Bot. Lab. 52, 323-329.
- Hawksworth D.L., & Hill, D.J., 1984. The Lichen-Forming Fungi. Blackie: Glasgow & London.
- Hawksworth, D.L. & Rose, F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature (Lond.) 227, 145-148.
- Hawksworth, D.L. & Rose, F., 1976. Lichens as pollution monitors. Edward Arnold: London.
- Haynes, F.N. & Morgan-Huws, D.I., 1970. The importance of field studies in determining the factors influencing the occurrence and growth of lichens. Lichenologist 4, 362-368.
- Henrikson, E. & Pearson, L.C., 1981. Nitrogen fixation rate and chlorophyll content of the lichen Peltigera canina exposed to sulphur dioxide. Amer. J. Bot. 68, 680-684.
- Henry, M.S., 1966. Symbiosis, Vol 1. Academic Press: New York.
- Herben, T. & Liska, J., 1984. The use of average number of neighbours for predicting lichen sensitivity, a case study. Lichenologist 16, 289-296.
- Herben, T. & Liska, J., 1986. A simulation study on the effect of flora composition, study design and index choice on the predictive power of lichen bioindication. Lichenologist 18, 349-362.
- Hill, D.J., 1971. Experimental study of the effect of sulphite on lichens with reference to atmospheric pollution. New Phytol. 70, 831-836.

- Hill, D.J., 1976. The physiology of lichen symbiosis. Ch 19 in: Lichenology: Progress and problems. Eds. D.H. Brown, D.L. Hawksworth & R.H. Bailey. Academic Press: London, New York & San Francisco.
- Hinds, H.R., 1970. Vertical distribution of lichens on Aspens in Michigan. Bryologist 73, 626-628.
- Hoffman, G.R., 1974. The influence of a paper pulp mill on the ecological distribution of epiphytic cryptogams in the vicinity of Lewiston, Idaho and Clarkston, Washington. Environ. Pollut. 7, 283-301.
- Hoffman, G.R., 1971. An ecologic study of epiphytic bryophytes and lichens on Pseudotsuga menziesii on the Olympic Peninsula, Washington. II. Diversity of the vegetation. Bryologist 74, 413-427.
- Hoffman, G.R., 1977. The influence of a paper pulp mill on the ecological distribution of epiphytic cryptogams on Populus deltoides in northeast South Dakota and adjacent Minnesota. Bryologist 80, 32-47.
- Hoffman, G.R. & Boe, A.R., 1977. Ecological study of cryptogams on Populus deltoides in northern Dakota and adjacent Minnesota. Bryologist 80, 32-47.
- Hoffman, G.R. & Kazmierski, R.G., 1969. An ecological study of epiphytic bryophytes and lichens on Pseudotsuga menziesii on the Olympic Peninsula, Washington I. A description of the vegetation. Bryologist 72, 1-18.
- Holopainen, T.H., 1984. Types and distribution of ultrastructural symptoms in epiphytic lichens in several urban and industrial environments in Finland. Ann. bot. fenn. 21, 213-230.
- Holopainen, T.H. & Kärenlampi, L., 1984. Injuries to lichen ultrastructure caused by sulfur dioxide fumigations. New Phytol. 98, 285-294.

- Huebert, D.B., L'Hirodelle, S.J. & Addison, P.A., 1985. The effect of sulphur dioxide on net carbon dioxide assimilation in the lichen Evernia mesomorpha. New Phytol. 100, 643-652.
- Hurlbert, S.H., 1971. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. Ecology 52, 577-586.
- Hurka, H., Fuchs, H. & Tress, A., 1974. Quantitative Analyse der Flechtenvegetation entlang der geplanten Boden-seeautobahn bei Tübingen. Bot. Jahrb. Syst. 94, 413-436.
- Hurka, H. & Winkler, S., 1973. Statistische Analyse der rindenbewohnende Flechtenvegetation einer Allee Tübingens. Flora Bd. 162, 61-80.
- Jaccard, P., 1901. Etude comparative de la distriburion florale dans une portion des Alpes et du Jura. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 37, 547-579.
- Jaccard, P., 1912. The distribution of the flora of the alpine zone. New. Phytol. 11, 37-50.
- Jaccard, P., 1928. Die statistisch-florisistische Methode als Grundlage der Pflanzensoziologie. In Abderhalden, Handb. biol. Arbeitemeth. 11, 165-579.
- Jackson, L.L., Engelman, E.E. & Peard, J.L., 1985. Determination of total sulphur in lichens and plants by combustion IR analysis. Ann. bot. fenn. 18, 265-274.
- James, P.W., 1973. The effect of air pollutants other than hydrogen fluoride and sulphur dioxide on lichens. Ch. 8 in: Air pollution and lichens. Eds. B.W. Ferry, M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth. The Athlone Press: London.
- James, P.W., Hawksworth, D.L. & Rose, F., 1977. Lichen communities in the British Isles: A preliminary conspectus. Ch. 10 in: Lichen ecology. Edited by M.R.D. Seaward. Academic Press: London & New York.

- Jahns, H. M., 1982. Luftversmutzung und Krustflechten im Frankfurt Stadtgebiet. Natur Mus. Frankf. 112, 334-343.
- Johnsen, I., 1976. Problems in relation to the use of plants as monitors of air pollution with metals. Pages 110-114 in: Proceedings of the Kuopio meeting on plant damages caused by air pollution. Ed. L. Kärenlampi. University of Kuopio/Kuopio Naturalists' Society: Kuopio.
- Johnsen, I. & Söchting, V., 1973. Air pollution influence upon the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the Copenhagen area. Oikos 24, 344-351.
- Jones, E.W., 1952. Some observations on the lichen flora of tree boles, with special reference to the effect of smoke. Rev. Bryol. & Lichenol. 21, 96-115.
- Joubert, D.M., 1974. Handleiding by die skrywe van seminare en verhandelinge. 6de hersiening. Departement van Landbou-Tegniese Dienste: Pretoria
- Kalgutkar, R. M. & Bird, C. D., 1969. Lichens found on Larix lyallii and Pinus albicaulis in southwestern Alberta, Canada. Can. J. Bot. 47, 627-648.
- Kauppi, M., 1980. Fluorescence microscopy and microfluorometry for the examination of pollution damage in lichens. Ann. bot. fenn. 17, 163-173.
- Kauppi, M., 1976. Fruticose lichen transplant technique for air pollution experiments. Flora 165, 407-414.
- Kauppi, M. & Mikkonen, A., 1980. Floristic versus single species analysis in the use of epiphytic lichens as indicators of air pollution in a boreal forest region, northern Finland. Flora 169, 255-281.
- Kemeny, E., 1979. Statistiek oor rook- en swaweldioksied-besoedeling in Suid-Afrika. Tydperk: Oktober 1976 tot September 1978. WNNR: Pretoria.

- Kemeny, E., Walker, N. & Ekkerbeck, R., 1984. Statistiek oor rook- en swaweldioksiedbesoedeling in Suid-Afrika. Tydperk: Oktober 1982 tot September 1984. WNNR: Pretoria.
- Kershaw, K.A., 1964. Preliminary observations on the distribution and ecology of epiphytic lichens in Wales. Lichenologist 2, 263-276.
- Kershaw, K.A., 1966. Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold: London.
- Kershaw, K.A., 1974. Quantitative and dynamic plant ecology. 2nd. edn. Edward Arnold: London.
- Kiss, T., 1981. Aspect and types of competition between lichen species in epiphytic communities. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 23, 193-218.
- Koskinen, A., 1955. Über die kryptogemen der Bäume, besonders die flechten, im Gewässergebiet des Päijänne Sowie an den Flüssen Kalajoki, Lestijoki und Pyhäjoki. Floristische, Soziologische und Ökologische Studie. I.: Helsinki.
- Köstner, B. & Lange, O.L., 1986. Epiphytische Flechten in bayerischen Waldschadensgebieten des nördlichen Alpenraumes: Floristisch-soziologische Untersuchungen und Vitalitätstests durch Photosynthesemessungen. Ber. ANL 10, 185-210.
- Krebs, C.J., 1972. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row: New York.
- Krebs, C.J., 1978. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 2nd edn. Harper & Row: New York.
- Krouse, H.R. & Case, J.W., 1981. Sulphur isotope ratios in water, air, soil and vegetation near Teepee Creak Gas Plant, Alberta. Water Air Soil Pollut. 15, 11-29.

- Laaksovirta, K. & Olkkonen, H., 1977. Epiphytic lichen vegetation and element contents of Hypogymnia physodes and pine needles examined as indicators of air pollution at Kokkola, W. Finland. Ann. bot. fenn. 14, 112-130.
- Laundon, J.R., 1973. Urban lichen studies. Athlone Press: London.
- Lang, G.E., Reiners, W.A. & Pike, L.H., 1980. Structure and biomass dynamics of epiphytic lichen communities of Balsam Fir forests in New Hampshire. Ecology 61, 541-550.
- Lawrey, J.D., 1984. Biology of lichenized fungi. Praeger: New York.
- Lawrey, J.D. & Hale, M.E., 1979. Lichen growth responses to stress induced by automobile exhaust pollution. Science 204, 423-424.
- Lawrey, J.D. & Hale, M.E., 1981. Retrospective study of lichen lead accumulation in the northeastern United States Bryologist 84, 449-456.
- Le Blanc, F. & DeSloover, J., 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot. 48, 1691-1698.
- Le Blanc, F. & Rao, D.N., 1973. Evaluation of the pollution and drought hypothesis in relation to lichens and bryophytes in urban environments. Bryologist 76, 1-19.
- Le Blanc, F., Rao, D.N. & Comeau, G., 1972. The epiphytic vegetation of Populus balsamifera and its significance as an air pollution indicator in Sudbury, Ontario. Can. J. Bot. 50, 519-528.
- Le Blanc, F., Rao, D.N. & Comeau, G., 1972a. Indices of atmospheric purity and fluoride pollution pattern in Arvida, Quebec. Can. J. Bot. 50, 991-998.

- Lechowicz, M.J., 1984. The effects of simulated acid rain on the growth of the Caribou lichen, Cladina stellaris. Bull. Ecol. Soc. Am. 65, 144.
- Lechowicz, M.J., 1987. Resistance of the caribou lichen Cladina stellaris (Opiz.) Brodo to growth reduction by simulated acid rain. Water Air Soil Poll. 34, 71-78.
- Lee, J.D. & Lee, T.D., 1982. Statistics and numerical methods in BASIC for biologists. Van Nostrand Reinhold: New York.
- Lötschert W. & Köhm, H.-J., 1977. Characteristics of tree bark as an indicator in high immission areas. Oecologia 27, 47-64.
- Macher, M. & Steubing, L., 1985. Flechten und Walschaden im Nationalpark Bayerischer Wald. Beitr. Biol. Pflanzen 59, 191-204.
- Malhotra S.G. & Khan, A.A., 1983. Sensitivity to SO₂ of various metabolic processes in an epiphytic lichen Evernia mesomorpha. Biochemie und Physiologie der Pflanzen 178, 121-130.
- Martin, M.H. & Cloughtrey, P.J., 1982. Biological monitoring of heavy metal pollution. Land and air. Applied Sciences Publishers: London & New York.
- Masuch, G., 1981. 'An ihren Flechtenflora sollt ihr sie erkennen': Verraten Schadstoffe: Flechtenkartierungen im Stadtgebiet Paderborn. Die Warte. Heimatzeitschrift für die Kreise Paderborn und Hoxter 29, 15-23.
- Mathis, P.M. & Tomlinson, G., 1972. Lichens: Bioassay for air pollution in a metropolitan area (Nashville Tennessee). Jour. Tennessee Acad. Sci. 47, 67-73.
- McCarthy, P.M., 1980. Vertical zonation of lichens on Alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) near Cork, Ireland. Sci. Proc. Dublin Soc Series A. 6, 397-405.
- pp452
Michael, P., 1984. Ecological methods for field and laboratory investigations. McGraw-Hill: New Delhi.

- Mickle, J.E., 1977. A comparison of cover and distribution of corticolous macro-epiphytes in three woodlots in and north of Columbus, Ohio. Ohio J. Sci. 77, 146-148.
- Mitsugi, H., Nakagawa, Y. & Takata, N., 1978. Epiphytic bryophytes and lichens as the indicator of air pollution. Correlation between some air pollutants and IAP values. Jap. Soc. Air Poll. 13, 26-32.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H., 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons: New York & Toronto.
- Mulholland, M. & Jones, C.R., 1971. Fundamentals of statistics. Butterworths: London.
- Müller, J., Schneider, K. & Kreeb, K.H., 1981. Zur "ökologischen analyse des Flechtenvorkommens: die Bedeutung von synergistischen Wirkungen. Angewandte Botanik 55, 227-236.
- Nakanishi, S., 1960. Phytosociological studies on the epiphytic plant community. II. On the epiphytic plant community of Pinus pumila. Bull. Fac. Educ. Kobe Univ. 24, 45-51.
- Nakanishi, S., 1962. The epiphytic communities of beech forests in Japan. Bull. Fac. Educ. Kobe Univ. 27, 141-220.
- Nakanishi, S., 1966. The epiphytic communities in the alpine zone of Middle Honshu, Japan. Japan. J. Botany 19, 231-254.
- Nash, T.H., 1976. Sensitivity of lichens to nitrogen dioxide fumigations. Bryologist 79, 103-106.
- Nash, T.H. & Sigal, L.L., 1979. Gross photosynthetic response of lichens to short-term ozone fumigations. Bryologist 82, 280-285.

pp453

- Nash, T.H., & Sigal, 1981. Ecological approaches to the use of lichenized fungi as indicators of air pollution. Ch. 8 in: The fungal community. Eds. D.T. Wicklow & G.C. Carroll. Marcel Dekker: New York.
- Nieboer, E. & Kershaw, K.A., 1983. Ecological implications of laboratory toxicity and related photosynthetic studies. Amer. J. Bot. 70, 1.
- Nieboer, E., Puckett, K.J. & Grace, 1976. The uptake of nickel by Umbilicaria muhlenbergii: A physicochemical process. Can J. Bot. 54, 724-733.
- Nieboer, E., Richardson, D.H.S. & Tomassini, F.D., 1978. Mineral uptake and release by lichens: An overview. Bryologist 81, 226-246.
- Nielen, C.G.J.F. & Dirven, J.G.P., 1950. De nauwkerigheid van de plantensociologische 1/4dm² frequentie methode. Versl. Landbouwk. Onderz. 56, 1-27.
- O'Hare, G.P., 1975. Lichens and bark acidification as indicators of air pollution in west central Scotland. J. Biogeogr. 1, 135-146.
- Omura, M., 1950. Life-forms of epiphytic lichens. Botan. Mag. Tokyo 63, 155-160.
- Orloci, L., 1976. Ranking species by an information criterion. J. Ecol. 64, 417-419.
- Orloci, L., 1978. Multivariate analysis in vegetation research. 2nd edn. Junk: The Hague.
- Orloci, L., 1978a. Ordination by resemblance matrices. Ch. 9 in: Ordination of plant communities. Ed. R.H. Whittaker. Junk: The Hague.
- Øvstedal, D.O., 1980. Lichen communities on Alnus incana in north Norway. Lichenologist 12, 189-197.

- Pakarinen, P., 1981. Regional variation of sulphur concentrations in Sphagnum mosses and Cladonia lichens in Finnish bogs. Ann. bot. fenn. 18, 265-274.
- Patterson, P.M., 1940. Corticolous bryophyte societies at Mountain Lake, Virginia. Amer. Midland Natur. 23 421-441.
- Pearson, L.C., 1973. Air pollution and lichen physiology: Progress and problems. Ch. 11 in: Air pollution and lichens. Ed. B. W. Ferry, M. S. Baddeley & D. L. Hawksworth. The Athlone Press: London.
- Pearson, L.C., 1985. Air pollution damage to cell membranes in lichens 1. Development of a simple monitoring test. Atmos. Environ. 19, 209-212.
- Pearson, L.C. & Henriksson, E., 1981. Air pollution damage to cell membranes in lichens 2. Laboratory experiments. Bryologist 84, 515-521.
- Pedersen, I., 1980. Epiphytic lichen vegetation in an old wood, Kaas Skov. Botanisk Tidsskrift 75, 105-120.
- Perezurria, E., Legaz, M.E. & Vicente, C., 1986. The function of nickel on the urease activity of the lichen Evernia prunastri. Plant Sci. (Shannon) 43, 37-44.
- Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5, 285-307.
- Phillips, E.A., 1951. The association of bark-inhabiting bryophytes in Michigan. Ecol. Monogr. 17, 201-210.
- Plummer, G.L., 1980. Observations on lichens, granite rock outcrops and acid rain. Georgia J. Sci. 7, 279-286.
- Poole, R.W., 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill: New York & St. Louis.

- Puckett, K.J., Nieboer, E., Flora, W. & Richardson, D.H.S., 1977. Sulphur dioxide: Its effect on photosynthetic ^{14}C fixation in lichens and suggested mechanisms of phytotoxicity. New Phytol. 72, 141-154.
- Puckett, K.J., Richardson, D.H.S., W.P., Flora, W.P. & Nieboer, E., 1974. Photosynthetic ^{14}C fixation by the lichen Umbilicaria mhlenbergii (Ach.) Tuck. following short exposures to aqueous dioxide. New Phytol. 73, 1183-1192.
- Puckett, K.J., Tomassini, F.D., Nieboer, E. & Richardson, D.H.S., 1974. Potassium efflux by lichen thalli following exposure to aqueous sulphur dioxide. New Phytol. 79, 135-145.
- Purvis, O.W., Gilbert, O.L. & James, P.W., 1985. The influence of copper mineralization on Acarospora smaragdula. Lichenologist 17, 111-114.
- Pyatt, F.B., 1968. Ascospore germination in Pertusaria pertusa (L.) Tuck. Rev. Bryol. Lichenol. 36, 316-328.
- Pyatt, F.B., 1970. Lichens as indicators of air pollution in a steel producing town in south Wales. Environ. Pollut. 1, 45-56.
- Rao, D.N., Robitaille, G. & Le Blanc, F., 1977. Influence of heavy metal pollution on lichens and bryophytes. J. Hattori Bot. Lab. 42, 213-239.
- Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Oxford.
- Raschendorfer, I., 1949. Beobachtungen über die Besiedlung von modernem Holz mit besonderer Berücksichtigung der adnaten Vereine. Österr. Botan. Z. 96, 232-280.
- Richardson, D.L., 1975. The Vanishing Lichens. Their history, biology and importance. David & Charles: Newton Abbot, London & New York.

- Richardson, D.H.S. & Nieboer E., 1981. Lichens and air pollution. Endeavour, New Series 5, 127-133.
- Richardson, D.H.S. & Puckett, K.J., 1973. Sulphur dioxide and photosynthesis in lichens. Ch. 13 in: Air pollution and lichens. Ed. B. W. Ferry, M. S. Baddeley & D. L. Hawksworth. The Athlone Press: London.
- Robinson, H., 1975. Considerations on the evolution of lichens. Phytologia 32, 407-413.
- Robittaille, G., LeBlanc, F. & Rao, D.N., 1977. Acid rain: A factor contributing to the paucity of epiphytic cryptogams in the vicinity of a copper smelter. Rev. Bryol. Lichenol. 43, 53-66.
- Rose, F., 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in Woodlands. Ch. 11 in: Lichenology: Progress and Problems. Ed. D. H. Brown, D.L. Hawksworth & R.H. Bailey. Academic Press: London, New York & San Francisco.
- Rose, C., 1985. Acid rain falls on British woodlands. New Scient. 1482, 52-57.
- Rose, C.I. & Hawksworth, D.L., 1981. Lichen recolonization in London's cleaner air. Nature 289, 289-292.
- Rosentreter, R. & Ahmadjian, V., 1977. Effect of ozone on the lichen Cladonia arbuscula and the Trebouxia phycobiont of Cladina stellaris. Bryologist 60, 600-605.
- Ross, L.J. & Nash, T.H., 1983. Effect of ozone on gross photosynthesis of lichens. Envir. Exp. Bot. 23, 71-77.
- Rowe, J.S., 1956. Uses of undergrowth plant species in forestry. Ecology 37, 461-473.
- Rundel, P.W., 1980. Corticolous lichen communities of Notofagus dombeyi on Volcan Villarica in southern Chile. Bryologist 83, 82-84.

- Saunders, P.J.W., 1966. The toxicity of sulphur dioxide to Diplocarpon rosae Wolf causing blackspot of roses. Ann. appl. Bot. 58, 103-114.
- Saunders, P.J.W., 1970. Air pollution in relation to lichens and fungi. Lichenologist 4, 337-349.
- Saunders, P.J.W., 1971. Modification of the leaf surface and its environment by pollution. Ch. 5 in: Ecology of leaf surface microorganisms. Ed. T.F. Preece and C.H. Dickinson. Academic Press: London & New York.
- Saunders, P.J.W. & Wood, C.M., 1973. Sulphur dioxide in the environment. Its production, dispersal and fate. Ch. 2 in: Air pollution and lichens. Ed. B. W. Ferry, M. S. Baddeley & D. L. Hawksworth. The Athlone Press: London.
- Schumann, D.E.W. & Boucher, B., 1969. Inleiding tot die statistiek. Kosmo-Uitgewery: Stellenbosch.
- Schuster, D., 1985. Die Jungendentwicklung von Flechten ein Indikator für Klimabedingungen und Umweltbelastung. Bibl. Lich. 20, 1-206.
- Schuster, G., Ott, S. & Jahns, H.M., 1985. Artificial cultures of lichens in the natural environment. Lichenologist 17, 247-255.
- Schutte, J.A., 1977. Chromium in two corticolous lichens from Ohio and West Virginia. Bryologist 80, 279-283.
- Scott, G.D., 1974. Plant symbiosis. Edward Arnold: London.
- Sheard, J.W. & Jonescu, M.E., 1974. A multivariate analysis of the distribution of lichens on Populus tremuloides in West-Central Canada. Bryologist 77, 515-530.
- Shimwell, D.W., 1971. Description and classification of vegetation. Sidgwick & Jackson: London.

pp458

- Showman, R.E., 1975. Lichens as indicators of air quality around a coal-fired power generating plant. Bryologist 78, 1-6.
- Showman, R.E., 1981. Lichen recolonization following air quality improvement. Bryologist 84, 492-497.
- Sigal, L.L. & Johnston, J.W., 1986. Effects of acid rain and ozone on nitrogen fixation and photosynthesis in the lichen Lobaria pulmonaria. Environ. Exp. Bot. 26, 59-64.
- Sigal, L.L. & Johnston, J.W., 1986a. Effects of simulated acid rain on one species each of Pseudoparmelia, Usnea and Umbilicaria. Water Air Soil Poll. 27, 315-322.
- Sigal, L.L. & Nash III, T.H., 1983. Lichen communities on conifers in southern California Mountains: An ecological survey relative to oxidant air pollution. Ecology 64, 1343-1354.
- Sigal, L.L. & Taylor, O.C., 1979. Preliminary studies of the gross photosynthetic response of lichens to peroxyacetylnitrate fumigations. Bryologist 82, 564-575.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. Nature 163, 688.
- Skye, E., 1968. Lichens and air pollution. Acta phytogeogr. suec. 52, 1-123.
- Skye, E. & Hallberg, I., 1969. Changes in the lichen flora following air pollution. Oikos 20, 547-552.
- Smith, D. C., 1975. Symbiosis and the biology of lichenised fungi. In: Symbiosis. Eds. D.H. Jennings & D.L. Lee. Cambridge University Press: Cambridge, London.

pp459

- Smith, D.C., 1976. A comparison between the lichen symbionts and other symbioses. Ch. 20 in: Lichenology: Progress and problems. Eds. D.H. Brown, D.L. Hawksworth & R.H. Bailey. Academic Press: London, New York & San Francisco.

- Sørensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Det. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen) 5, 1-34.
- Søchting, U. & Ramkaer, K., 1982. The epiphytic lichen zones in rural Denmark and Schleswig-Holstein. Nordic J. Bot. 2, 171-181.
- Staatsdrukker, 1974. Pollution 1971. Report on the pollution subsidiary committee of the Prime Ministers Planning Advisory Council. Government Printer: Pretoria.
- Stocker, O., 1975. Prinzipien der Flechtensymbiose. Flora 164, 359-376.
- Spatz, G., 1970. Pflanzengesellschaften, Leistungen und Leistungspotential von Allgäuer Alpweiden in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung. Dissertation (Dr. agr.), Techn. Univ., Munich.
- Steubing, L. & Jager, H.J., 1982. Monitoring of air pollutants by plants : Methods and problems. Junk: The Hague, Boston & London.
- Stringer, P.W. & Stringer, M.H.L., 1974. Air pollution and the distribution of epiphytic lichens and bryophytes in Winnipeg, Manitoba. Bryologist 77, 405-426.
- Takahashi, A., 1954. The lichen vegetation in beechwood on Mount Hakkoda. Ecol. Rev. 13, 203-211.
- Tewari, M., Upreti, N., Pandey, P. & Singh, S.P., 1985. Epiphyte succession on tree trunks in a mixed oak-cedar forest, Kumaun Himalaya. Vegetatio 63, 105-112.
- Thomas, W., Ruhling, A. & Simon, H., 1984. Accumulation of airborne pollutants PAH, chlorinated hydrocarbons, heavy metals in various plant species and humus. Environ. Pollut. Ser. A 36, 295-310.

- Tidmarsh, C.E.M. & Havenga, C.M., 1955. The wheel-point method of survey and measurement of semi-open grasslands and Karoo vegetation in South Africa. Mem. Bot. Surv. S. Afr. 29, 1-49.
- Topham, P., 1977. Colonization, growth, succession and competition. Ch. 3 in: Lichen ecology. Ed. M.R.D. Seaward. Academic Press: London & New York.
- Trass, H., 1973. Lichen sensitivity to the air pollution and index of poleotolerance (I.P.). Fol. Crypt. Estonica 3, 19-22.
- Türk R. & Wirth, V., 1975. The pH dependence of SO₂ damage to lichens. Oecologia 19, 285-291.
- Türk, R., Wirth, V. & Lange, O.L., 1974. CO₂-Gaswechseluntersuchungen zur SO₂-Resistenz von Flechten. Oecologia 15, 33-64.
- Tuominen, Y. & Jaakkola, T., 1973. Absorption and accumulation of elements and radioactive nuclides. Ch. 6 in: The lichens. Eds. V. Ahmadjian & M.E. Hale. Academic Press: New York.
- Van Rooyen, N., 1978. 'n Ekologiese studie van die plantgemeenskappe van die Punda Milia-Pafuri-Wambiyagebied in die Nasionale Krugerwildtuin. M.Sc.-verhandeling, Universiteit van Pretoria.
- Villeneuve, J.-P. & Holm, E., 1984. Atmospheric background of chlorinated hydrocarbons studied in Swedish lichens. Chemosphere 13, 1133-1138.
- Werger, M.J.A., 1974. On concepts and techniques applied in the Zürich Montpellier method of vegetation survey. Bothalia 11, 309-323.
- Wessels, D.C.J., 1982. Die verspreiding van basbewonende ligene in Pretoria. Ongepubliseerde M.Sc.-verhandeling, Universiteit van Pretoria.
- Westhoff, V. & Van der Maarel, E., 1973. The Braun-Blanquet approach. Ch. 20 in: Classification of plant communities. Ed. R.H. Whittaker. Junk: The Hague & Boston.

pp461

- Westhoff, V. & Van der Maarel, E., 1978. The Braun-Blanquet approach. In: Handbook of vegetation science 5. Ed. R. H. Whittaker. Junk: The Hague.
- Whittaker, R.H., 1948. A vegetation analysis of the Great Smokey Mountains. Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana.
- Whittaker, R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecol. Monogr. 30, 279-338.
- Whittaker, R.H., 1978. Direct gradient analysis. Ch. 2 in: Ordination of plant communities. Ed. R.H. Whittaker. Junk: The Hague.
- Whittaker, R.H., 1978a. Ordination of plant communities. Junk: The Hague.
- Whittaker, R.H., 1978b. Classification of plant communities. Junk: The Hague.
- Will-Wolf, S., 1980. Effect of a 'clean' coal-fired power generating station on four common Wisconsin lichen species. Bryologist 83, 296-300.
- Wirth, V., 1978. Die Kartierung der Flechten in Baden-Württemberg und ihr Beitrag zum Schutz von arten und Biotopen. Beth, Veroff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. 11, 135-154.
- Wirth, V., 1980. Zur Verwandlung der Flechtenflora in Bayern Forderungen und Möglichkeiten des Artenschutzes. Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege 12, 29-43.
- Wirth, V., 1983. Phytosoziologie, Ökologie und Systematik bei Flechten. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 96, 103-115.

Wirth, V. & Brinckmann, B., 1977. Statistical analysis of the lichen vegetation of an avenue in Freiburg (South-West Germany), with regard to injurious anthropogenous influences. Oecologia 87, 87-102.

Yarranton, G.A., 1972. Distribution of epiphytic lichens on Black Spruce near Cochrane, Ontario. Bryologist 75, 462-480.

Young, C., 1938. Acidity and moisture in tree bark. Proc. Indiana Acad. Sci. 47, 106-115.

BEDANKINGS

'n Besondere woord van dank aan Professor P L Steyn wat as projekteier opgetree het. Sy behulpsaamheid en vriendelikheid word waardeer.

Aan my vrou Leslie en seuns Wynand en Rolf, 'n besondere woord van dank. Hulle geduld en aanmoediging tydens die skrywe van hierdie tesis word opreg waardeer.

My dank ook aan die volgende:

My ouers en aangetroude ouers vir hulle gewaardeerde belangstelling.

Die Universiteit van die Noorde vir finansiële ondersteuning.

Personeel van die Universiteit van die Noorde wat die duplisering en bindwerk van die tesis behartig het.

