

TERRESTRISCHE FUNGI IN JENEVERBESSTRUWELN

door J.J. Barkman

(Mededeling no. 179 van het Biologisch Station, Wijster, mededeling nr. 22 van de Afdeling Vegetatiekunde en Plantenoecologie van de Landbouwhogeschool, Wageningen).

Gedurende de 13 jaren van ons onderzoek zijn nu alle jeneverbesstruwelen van Nederland en NW-Duitsland onderzocht, de meeste struwelen van Denemarken en Z-Zweden en de belangrijkste van de D.D.R. en Polen. Uitgezonderd zijn slechts de struwelen op kalk. In dit artikel zal op de struwelen van de D.D.R. en Polen niet worden ingegaan. In elk struweel is de autotrofe vegetatie inkl. mossen en lichenen geanalyseerd, alsmede de fungi. Alle groepen van Ascomyceten en Basidiomyceten zijn bestudeerd, benevens enkele Fungi Imperfecti. De resupinate houtfungi zullen door B.W.L. de Vries besproken worden.

Het onderzoek is nog gaande. Niet alle struwelen zijn mycologisch al goed onderzocht. In totaal is in het hier besproken gebied van 91 struwelen de mycoflora nu redelijk bekend, nl. 58 struwelen in Nederland en aangrenzend Duitsland, 33 in Denemarken en Zweden. De laatste zijn gemiddeld soortenrijker, wat waarschijnlijk samenhangt met de vaak rijkere en vochtiger bodems, en hun totale soortenassortiment is zelfs veel groter dan het onze, vanwege de grotere onderlinge verschillen (allerlei grondsoorten, vochtigheden, exposities, etc.). Plantensociologisch gezien behoren de Deense en Z-Zweedse struwelen tot vele associaties, de Nederlands-Westduitse slechts tot drie. De verschillen in mycoflora tussen de twee gebieden als geheel hangen samen met drie factoren: 1. de meer noordelijke ligging van Denemarken en Z-Zweden (meer boreale soorten), 2. de vaak rijkere bodems (meer eutrafente soorten), 3. de doorgaans sterkere beweiding (meer nitrofiële en graslandfungi). Veertien soorten hebben een duidelijke voorkeur voor de Deense en Zweedse struwelen: *Cystoderma carcharias*, *C. granulatum*, *C. cinnabarinum*, *Galerina autumnalis*, *G. helvoliceps*, *G. marginata*, *Hygrophorus conicus*, *H. psittacinus*, *Marasmius ramealis* (fig. 1) *), *Mycena flavescens*, *M. pura*, *Rhodophyllus juncinus*, *Ramaria gracilis* en *Clavulinopsis helveola*. Tien soorten daarentegen prefereren de Nederl.-W.-Duitse struwelen: *Galerina allospora*, *G. calyptrata*, *G. heterocystis* (fig. 2) *),

*) In deze tekening zijn alle door ons goed onderzochte jeneverbesstruwelen buiten Polen aangegeven. De kruisjes geven de struwelen aan, waar de soort niet gevonden is.

fig. 1

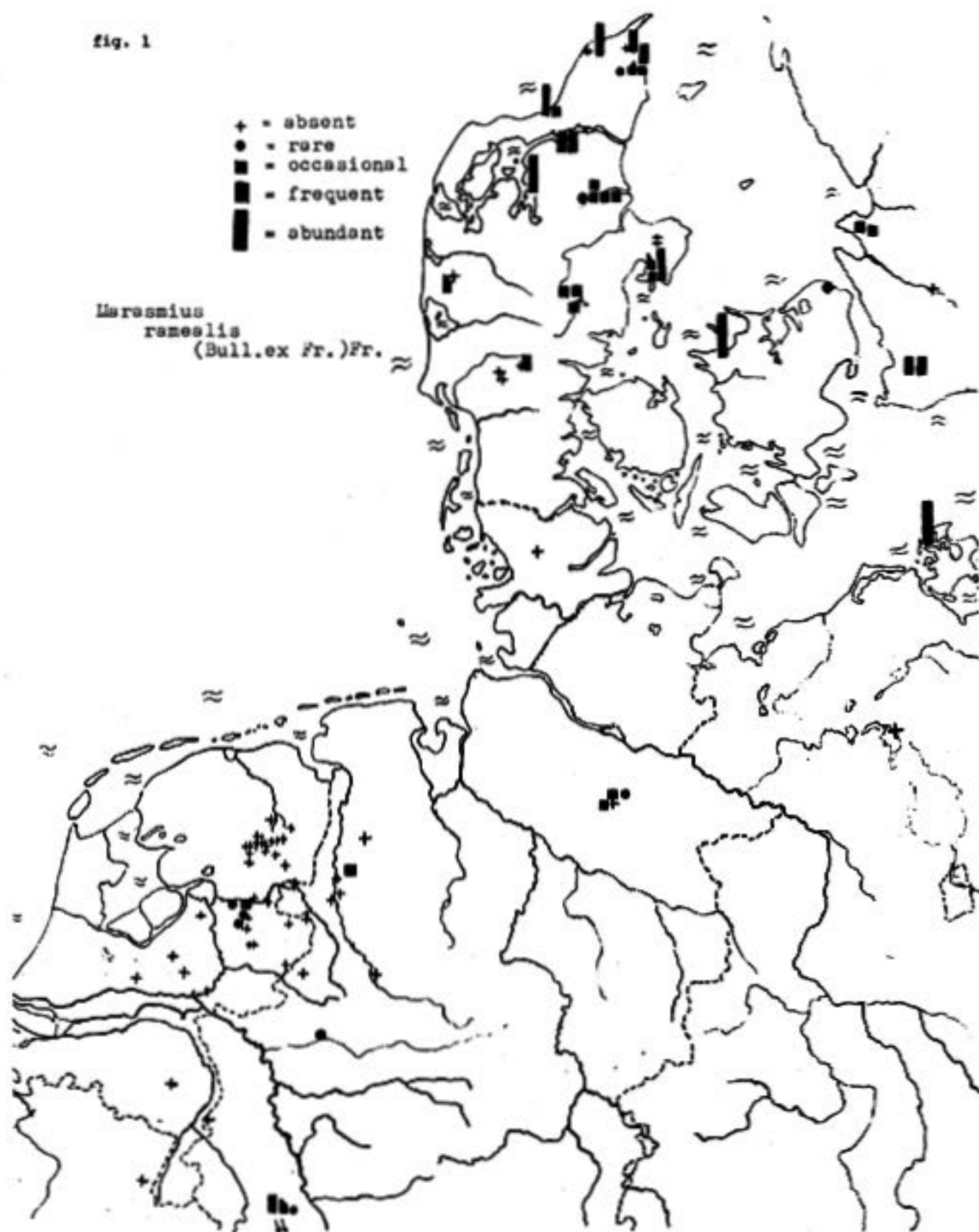
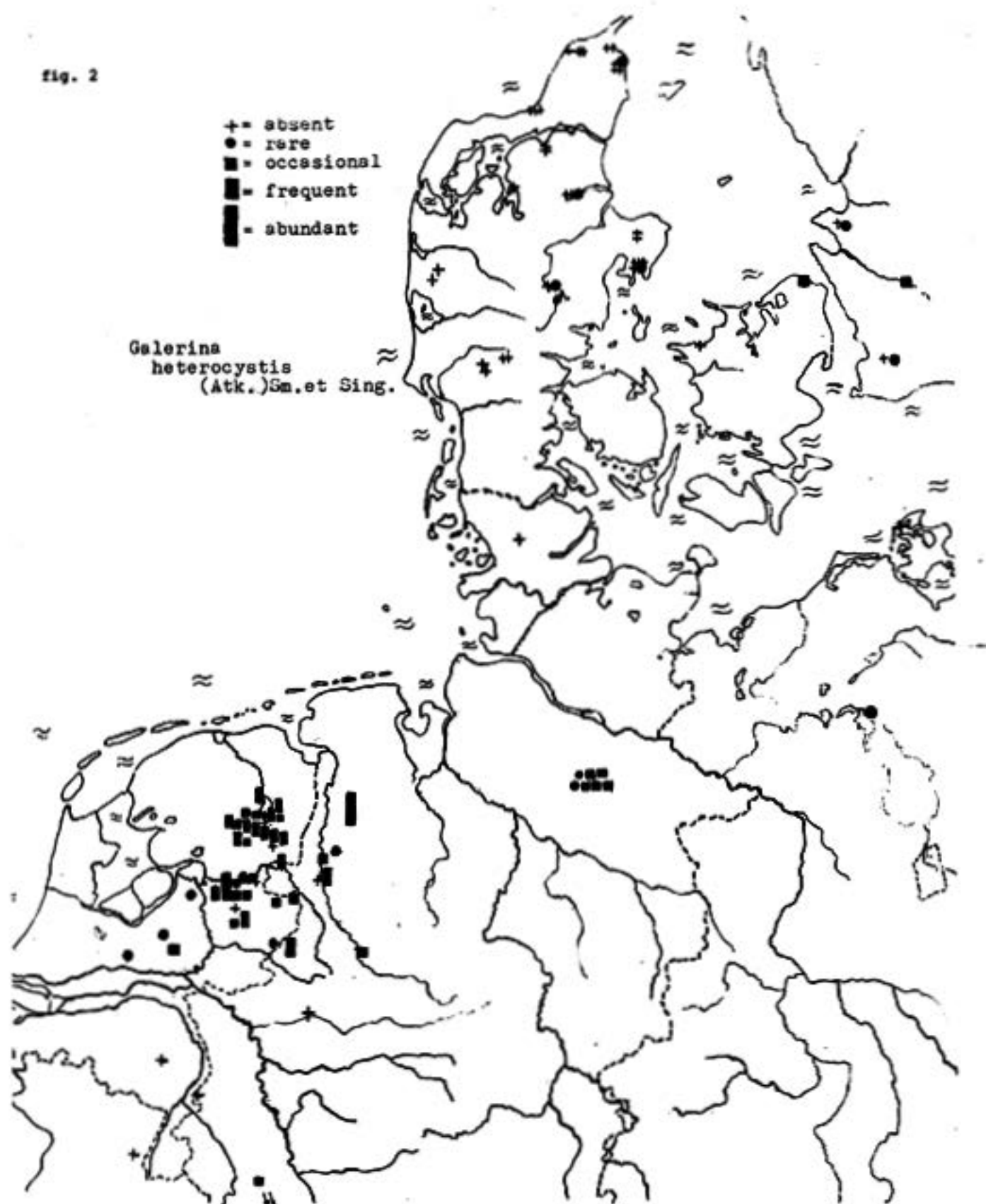


fig. 2



G. juniperina, *Gymnopilus penetrans* (inkl. *G. hybridus*), *Lactarius hepaticus*, *Tephrocybe ambusta*, *T. carbonaria*, *T. striaepilea* en *T. tesquorum*.

Binnen het laatste gebied zijn drie associaties te onderscheiden, elk met tal van differentiërende soorten onder de vaatplanten en mossen:

1. Het Dicrano-Juniperetum (DJ, 34 struwelen) op onbeweide, voedselarme zandgronden (stuif- en dekzanden, gestuwd praeglaciaal).
2. Het Squarroso-Juniperetum (SJ, 9 struwelen) op beweide, matig voedselarme zandgronden (vaak op rivierduintjes).
3. Het Fragario-Juniperetum (FJ, 15 struwelen) op meestal onbeweide, vrij voedselrijke gronden (leem, lemig zand, kalkhoudend zand, verweerde schisten).

Ook mycologisch zijn deze associaties goed gescheiden. Het DJ onderscheidt zich van de beide andere door 13 differentiërende soorten, meestal soorten van arme zandgrond, heide en dennenbossen, nl.: *Boletus badius*, *Collybia cirrhata*, *C. maculata*, *Galerina calyptrata*, *Hygrophorus cantharellus*, *Marasmius androsaceus*, *Paxillus involutus*, *Rhodocybe arenicola*, *Rh. parilis*, *Rhodophyllus vinaceus*, *Tephrocybe carbonaria* en *T. striaepilea*, *Kavinia bourdotii*.

Het SJ heeft liefst 23 differentiërende soorten. Uiteraard zijn hieronder een aantal mestpaddestoelen: *Panaeolus rickenii*, *P. sphinctrinus*, *Psilocybe semilanceata*, *Stropharia semiglobata*. Voorts typische weidezammen: *Hygrophorus niveus*, *Lepiota procera*, *Marasmius oreades*, *Mycena avenacea*, *Bovista nigrescens*, *Clavulinopsis helveola*. Ook nitrofiele soorten zijn van de partij: *Galerina nana*, *Lepista nuda*, *Stropharia aeruginosa*, *Tubaria furfuracea*. En eutrafente soorten zoals *Clitocybe obsoleta*, *Marasmius rotula*, *M. scorodonius*, *Mycena elegans*, *M. citrinomarginata*, *M. pura*, *Crucibulum laeve*. Dit zijn soorten die wij normaal merendeels in eiken-haagbeuken-bossen aantreffen. Merkwaardig is dat onder invloed van de beweiding blijkbaar zelfs op de jeneverbesstammen eutrafente soorten gaan groeien die normaal op loofhout voorkomen, zoals *Marasmius rotula* en *Crucibulum laeve*. Hetzelfde geldt voor *Marasmius ramealis* en *Cyathus striatus*. Ook *Marasmius scorodonius* vinden we vaak op de voet van jeneverbesstammen en dan juist in de beweide struwelen. Tenslotte zijn ook *Cordyceps militaris* en *Hymenoscyphus scutula* differentiërend voor het SJ.

Het FJ heeft 11 differentiërende soorten, waaronder merkwaardigerwijze vijf die niet als eutrafent kunnen gelden: *Boletus chrysenteron*, *B. subtomentosus*, *Cantharellula umbonata*, *Cortinarius anomalus*, *Rhodophyllus rhodocylix*. Vermoedelijk wel eutrafent zijn: *C. cybe odora*, *Galerina autumnalis*, *Rhodophyllus sarcitulus* en *Rh. serrulatus*, *Ramariopsis crocea* en *R. tenuiram-*

sa. Zij weerspiegelen de rijkere bodem van deze associatie.

Ten overvloede zij nog eens gezegd dat het hier steeds om differentiërende soorten gaat, niet om kensoorten. Zij kunnen dus heel goed ook buiten jeneverbesstruwelen voorkomen (of zelfs daar nog meer). Ook behoeven zij niet in alle opnamen van de betreffende typen aanwezig te zijn. Natuurlijk kennen wij ook konstante soorten. Deze zijn echter vaak niet differentiërend. Het DJ telt 39 konstante soorten (presentie meer dan 70%), waarvan zelfs 25 zeer konstant (P meer dan 90%). Voor het SJ zijn deze cijfers resp. 37 en 18. Vele van die soorten zijn gemeenschappelijk. Hiervan bereiken 13 soorten in beide associaties een P van meer dan 90%. Deze meest konstante "kern" van jeneverbesfungi bestaat uit: *Clitocybe dicolor*, *Cystoderma amianthinum*, *Galerina atkinsoniana*, *G. pumila*, *Laccaria proxima*, *Marasmius androsaceus*, *Mycena epipterygia*, *M. galopus* var. *galopus* en var. *nigra*, *M. leptocephala*, *M. sanguinolenta*, *M. vitrea* ss. Ricken, Kühner et Romagnesi, en *Dacrymyces deliquescens*. Zoals te verwachten is, zijn dit algemene soorten met een wijde oecologische amplitude. Maar ook soorten waarvan men het minder verwacht, treden konstant op in het DJ, bijv.: *Omphalina asterospora*, *Galerina allospora*, *Hygrophorus miniatus*, *Ramaria invalii* en *Tephrocybe tesquorum*.

Het Dicrano-Juniperetum is door ons het beste bestudeerd. Het komt in geheel Nederland voor, verder bij Asch (België), in NW-Duitsland (inkl. Lüneburg) en op enkele plaatsen in West-Jutland en aan de Oostzeekust van de D.D.R. (Fährinsel bij Rügen). Op grond van de autotrofe vegetatie zijn hierin zes geografische ondertypen (vicarianten) te onderscheiden.

1. Het Lüneburger type op grof, grindrijk zand in het koelere deel van het areaal: Lüneburger Heide, Hümmling, Haltern in Westfalen (100 m boven zee!) en de Eifel (400-500 m!).
2. Het Drentse type op arm, fijn, humeus stuifzand, soms met keileem in de ondergrond.
3. Het Twentse type (ook in de Achterhoek en aangrenzend Duitsland) op arme, middelfijne stuif- en dekzanden, soms met grondwaterinvloed.
4. Het Vechttype (Overijsselse Vecht) op droge rivierduintjes.
5. Het Sallandse type (stuwallen van Lemele, Hellendoorn en Rijssen) op grof, grindrijk zand (gestuwd praeglaciaal).
6. Het Veluwe type (ook op de Utrechtse Heuvelrug) op hetzelfde bodemtype.

Deze typen zijn floristisch goed gekarakteriseerd. Dit moge blijken uit de aantallen differentiërende soorten, resp. 20, 8, 7, 7, 9 en 7. Elke type heeft dus zijn "eigen" soorten. De soortenrijkdom der typen ontloopt elkaar niet veel. Geheel anders staat het met de fungi.

Het Lüneburger type heeft liefst 17 differentiërende soorten,

waaronder interessante fungi zoals *Galerina pseudobadipes*, *Hygrophorus laetus*, *H. subviolaceus*, *Rhodophyllus sericellus*, *Leucopaxillus lentus* en *Collybia inodora*. Het Drentse type heeft er eveneens 17, waaronder vermeldenswaard zijn *Collybia acervata*, *Galerina pallidispora*, *Hygrophorus cantharellus*, *Mycena amicta* en *Clavulinopsis luteo-alba*.

De overige typen hebben echter geen eigen differentiërende soorten. Een uitzondering is de zeer merkwaardige *Collybia incomis* die typisch schijnt te zijn voor de Veluwe struwelen. (daarbuiten door ons nog eenmaal in Duitsland, vlak over onze grens, en bij Warschau gevonden). *Boletus piperatus* werd zowel in het Twentse als in het Sallandse type gevonden, niet daarbuiten (uiteraard spreek ik alleen over jeneverbesstruwelen!). Toch zijn er wel verschillen tussen typen 3-6, maar zij zijn eerder negatief van aard.

Men kan zeggen dat de mycoflora van NO naar ZW verarmt. Verreweg het rijkst is het Lüneburger type, gevolgd door het Drentse type, en daarna het Twentse type. Het Vechttype is armer en het armst zijn de twee laatste typen. De volgende 9 soorten ontbreken alleen in 5 en 6: *Clitocybe admissa*, *C. clavipes*, *C. nebularis*, *Hygrophorus laetus*, *Hypholoma capnoides*, *Mycena filopes* ss. Schroeter (= *M. vitilis* van de Check-List), *Lycoperdon foetidum* en *L. perlatum*, *Geastrum pectinatum*.

Een zestal soorten ontbreekt bovendien in type 4 en is dus differentiërend voor 1, 2 en 3 samen: *Mycena galericulata*, *M. lactea*, *M. speirea*, *M. vitrea* var. *tenella*, *Pluteus cervinus*, *Psathyrella hydrophila*. Tenslotte komt een aantal soorten alleen of voornamelijk in 1 en 2 voor.

Het is echter mogelijk een nog fijnere oecologische indeling van de terrestrische jeneverbesfungi te maken. Daartoe hebben wij bij elke inventarisatie per soort steeds genoteerd, op welk substraat en in welke mikrogezelschappen deze gevonden werd en ook welke boomsoorten in de buurt groeiden en welke soorten mossen en hogere planten in de onmiddellijke omgeving (ongeveer 10 dm² rond elk vruchtlichaam).

Op grond hiervan zijn de makrofungi van jeneverbesstruwelen in een aantal synusiae te verdelen. Daar zijn in de eerste plaats de associatievreemde synusiae. Aangezien elk jeneverbesstruweel een successiestadium is van stuifzand, heide of verlaten akker naar bos, slaan er, tenzij de struwelen intensief beweid worden, vaak van nature eiken, berken, dennen en lijsterbessen in op, op de Lüneburger heide en in Denemarken ook beuken, in Z.-Zweden ook sparren. Deze houtsoorten brengen hun eigen synusiae mee, die verspreid door het struweel kunnen voorkomen. De voornaamste zijn (in jeneverbesstruwelen):

1. Mycorrhizasynusiae:

a. eik: *Amanitopsis vaginata*, *Laccaria proxima*, *L. amethystina*, *Lactarius quietus*, *L. chrysorrheus*, *Russula fragilis*, *Boletus chrysenteron*, *B. subtomentosus*, *B. edulis*, *Scleroderma citrinum*, e.a.

b. den: *Lactarius rufus*, *L. hepaticus*, *Collybia peronata*, *Boletus badius*, *B. luteus*, *B. piperatus*, *Cortinarius cinnamomeoluteus*, *Hygrophorus hypothejus*, *Rhizopogon luteolus*, e.a.

Toch is *Lactarius rufus* ook enkele malen zonder dennen aangetroffen en lijkt deze soort dus in uitzonderingsgevallen een symbiose met *Juniperus* te kunnen aangaan. Hetzelfde geldt voor *Paxillus involutus* die zowel bij dennen als (vooral) bij eiken voorkomt, maar ook (zelden) in zuivere jeneverbesstruwelen en dan soms zelfs vergroeid met de voet der stammen of in lage takoksels op de stam! *Collybia peronata* is zelfs vaak in zuivere jeneverbesstruwelen gevonden.

c. berk: *Amanita muscaria*, *Lactarius turpis*, *Boletus scaber*, *B. testaceosaber*.

2. Synusiae van afgevallen bladeren (naalden):

a. eik: *Mycena stylobates*, *M. mucor*, *M. polyadelpha*, *M. smithiana*, e.a.

b. den: *Marasmius androsaceus*, *Mycena lactea*, e.a.

(N.B. aangezien de soorten van 2b ook veel op jeneverbesnaalden voorkomen, is het substraat wel associatievreemd, maar de synusia niet).

3. Synusiae van afgevallen vruchten:

a. eik: *Hymenoscyphus fructigenus*, e.a.

b. den: *Pseudohiatula stephanocystis*, *Baeospora myosura*, *Auriscalpium vulgare*.

4. Synusiae van rotte stronken en dode takken:

a. eik: *Mycena galericulata*, *Hypholoma fasciculare*, *H. sublateritium*, *Pluteus cervinus*, *Polyporus brumalis*, *Coriolus versicolor*, e.a.

b. den: *Hypholoma capnoides*, *Gymnopilus penetrans* en *G. hybridus*, *Collybia maculata*, *Armillaria mellea*, *Tricholomopsis rutilans*, e.a.

Gymnopilus penetrans en *Armillaria mellea* gaan in enkele gevallen als saprofyt of parasiet ook op jeneverbes over.

5. Parasitaire synusiae van levende stammen. Speciaal op den wordt in de struwelen nog wel eens *Fomes annosus* aangetroffen, een enkele maal ook op jeneverbes.

Naast deze associatievreemde synusiae kennen we fakultatieve synusiae op toevallige afwijkende substraten:

6. Saprofyten van dode varenstengels: *Mycena pterigena*, *Typhula guisquiliaris*.

7. Saprofyten van dood gras: *Hymenoscyphus* spp., *Psilocybe inquilina*, ook soms *Marasmius scorodonius*.

8. Saprofyten van dood mos: *Octospora carbonigena*, *Tephrocye tesquorum*. Ook diverse myxomyceten behoren hiertoe. De algemeenste is *Didymium melanospermum*.

9. Saprofyten op rotte fungi: *Collybia cirrhata*, *C. cookei* en *C. tuberosa*, *Hypomyces chrysospermus*.

10. Saprofyten op dierenlijken: *Tephrocye tesquorum* wordt nogal eens aangetroffen op in vervaagende staat van ontbinding verkerende konijnen.

11. Saprofyten op dierlijke excrementen:

a. konijnenkeutels: *Stilbella fimetaria*, *Psilocybe crobula*, *P. merdaria*, *Coprinus plicatilis* e.a.

b. mensen- en hondenfaeces: *Coprinus stercorearius*, e.a.

c. koeienvlaaien: *Coprobia granulata*, *Panaeolus rickenii*, *P. campanulatus*, *P. subbalteatus*, *P. fimicola*, *P. foenisecii*, *Coprinus ephemeroïdes*, *C. plicatilis*, *C. stellatus*.

d. paardenmest: *Psilocybe coprophila*, *Panaeolus sphinctrinus*, *P. semiovatus*.

12. Parasieten op insektenlarven: *Cordyceps militaris*.

Tenslotte kunnen wij synusia's van de jeneverbes zelf onderscheiden. Naast parasitaire synusia's van de naalden (*Lophodermium juniperinum*), twijgen (*Gymnosporangium juniperinum* en *G. clavariaeforme*) en stammen (*Gymnopilus penetrans*, *Armillaria mellea*, *Fomes annosus*) kennen wij een aantal saprofytische synusia's van de jeneverbes. Die op dood hout en dode schors van staande en liggende stammen blijven hier verder buiten beschouwing (zie bijdrage B.W.L. de Vries). Opgemerkt zij slechts dat ook nog al wat terrestrische saprofyten op jeneverbestammen kunnen groeien, hetzij op propfen van naalden die in takoksels zijn blijven hangen (*Marasmius androsaceus*, *Mycena epipterygia*, *M. galopus* var. *nigra*, *M. leptocephala*), hetzij in moszoden op de bovenzijde van schuine stammen (*Galerina calyptrata*, *G. decipiens*, *Mycena sanguinolenta*), hetzij direkt op de schors (*Galerina allospora* en *G. juniperina*, *Marasmius scorodoni*). Daarnaast zijn er saprofytische Agaricales die we vrijwel alleen op stammen en (afgevallen) takken vinden, zoals *Galerina stylifera*, *G. autumnalis*, *G. marginata*, *Paxillus panuoides*, e.a. Uitsluitend op afgevallen jeneverbekstakjes groeit bijv. *Clavicornia taxophila*, uitsluitend op afgevallen naalden *Mycena lactea*.

De overgrote meerderheid van de fungi leeft echter in de humus. In hoeverre hier mycorrhizasymbionten bij zijn, is moeilijk te zeggen. Voor geen enkele fungussoort is nog met zekerheid symbiose met de jeneverbes vastgesteld. Mogelijk behoren de volgende soorten hiertoe: *Collybia butyracea*, *C. peronata*, *Clitocybe clavipes*, *C. flaccida*, *Lepista nuda*, *Lepiota rhacodes*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Lactarius rufus*, *Paxillus involutus*, *Ramaria*

invalidi, *R. ochraceovirens*, *Geastrum pectinatum*, *G. floriforme*, *Lycoperdon perlatum* en *G. foetidum*. Wij hebben aanwijzingen in die richting, maar nader onderzoek is nodig. Voorlopig lijkt het veiliger alle humuspaddestoelen maar als humussaprofyten te beschouwen.

Hierbij is allereerst te onderscheiden een synusia van zandige plekjes met weinig humus (bijv. door de aktiviteit van gravende dieren). Deze kunnen door het hele struweel voorkomen op daartoe geschikte plaatsen (*Inocybe lacera*) ofwel alleen op open plekjes (N- en Z-zijde) zoals *Clavaria argillacea*, ofwel alleen in de struiken én aan de N-zijde, zoals *Hygrophorus miniatus* en *Mycena fibula*, of alleen in de struiken zelf, zoals *Thelephora terrestris*, of tenslotte alleen aan de droge warme Z-zijde der struiken zoals *Psilocybe muscorum*, *P. montana*, *Rhodocybe arenicola*, *Collybia incomis* en *Rhizopogon luteolus*. Ook onder de aan sterk humeuze plekken gebonden soorten zijn er die door het gehele struweel heen te vinden zijn. *Mycena galopus* is er het mooiste voorbeeld van, maar er zijn er meer, bijv. *M. vitrea* ss. Ricken, Kühner et Romagnesi, *M. leptcephala*, *M. eipterygia* en *M. cinerella*, *Marasmius androsaceus* (zie Tabel I), *Clitocybe dicolor* en *Galerina atkinsoniana*. Andere soorten echter vertonen een voorkeur voor een der mikrogezelschappen.

Er zijn in elk onbeweid jeneverbesstruweel (DJ) een vijftal mikrogezelschappen te onderscheiden:

1. Zm (Zuid mos), een gezelschap van kleine acrocarpe xerofytische mossen (*Ceratodon*, *Polytrichum piliferum*), levermossen (*Cephaloziella*) en lichenen (*Cladonia* spp., *Cornicularia* spp.), vrijwel zonder fanerogamen, meestal op 20-80 cm van de Zuidzijde der struiken, tussen deze en de heide.
2. Zn (Zuid naalden), een kale, dicht met jeneverbesnaalden bedekte strook vlak aan de Z voet (0 tot 20-40 cm) van de struiken, zonder mossen of hogere planten, wel met enkele (late) fungi.
3. Dn (Dicht naalden), plekken in dichte struiken zonder mos en met vooral nitrofiele planten zoals *Epilobium angustifolium*, *Senecio sylvaticus* en *Stellaria media*.
4. Dm (Dicht mos), mosplekken in de struiken met mesofiele slaapmossen zoals *Hypnum cupressiforme* en *Brachythecium rutabulum*, diverse levermossen (*Barbilophozia lycopodioides*, *Lophocolea heterophylla*, *Mnium affine*, *Rhodobryum roseum*, en varens (*Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *D. filix-mas*, *Polypodium vulgare*).
5. Nm (Noord mos), een zone meestal van 0 tot 1-1,5 m van de struik (N-zijde) met forse bladmossen (*Pleurozium*, *Pseudoscleropodium*, *Dicranum scoparium* en *D. polysetum*, *Hylocomium splendens*), levermossen (*Lophocolea bidentata*, *Barbilophozia barbata*, *Ptilidium ciliare*), diverse grassen (*Sieglingia*, *Agrostis canina*,

Festuca ovina, *Deschampsia*), *Galium hercynicum*, *Viola canina*, *Hypochaeris radicata*, etc.

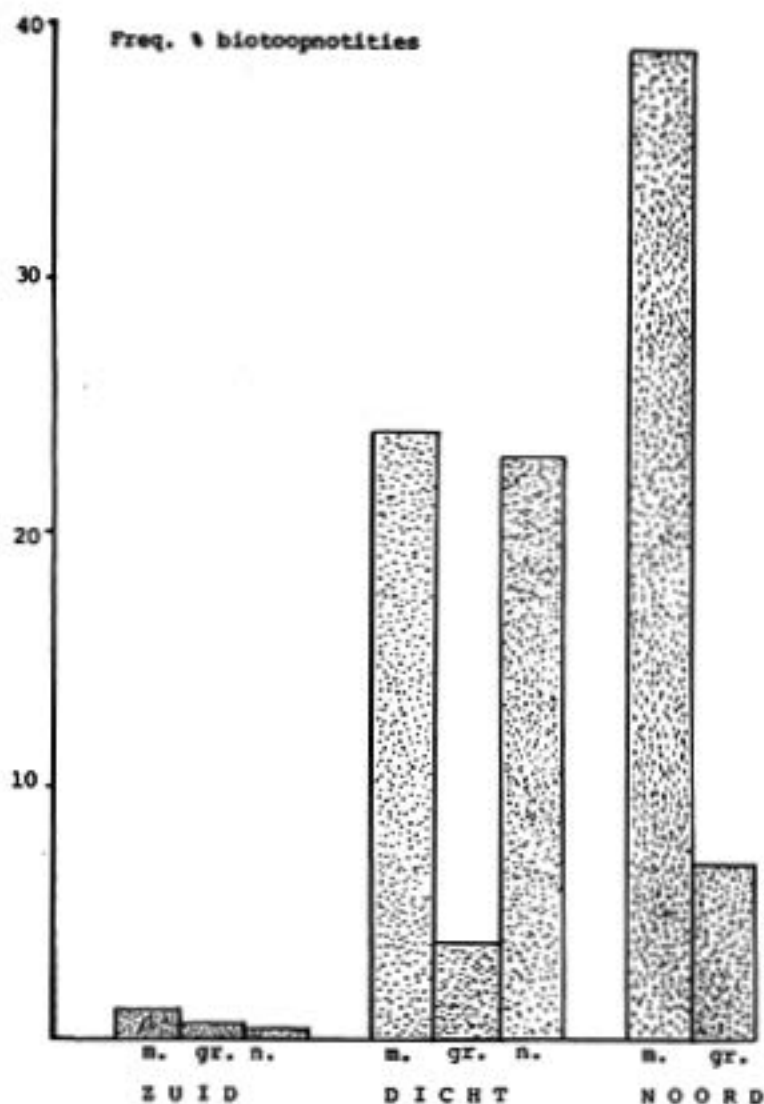
Deze mikrogezelschappen verschillen onderling sterk in mikroklimaat. Zm en Zn zijn zeer zonnig en heet, met een sterke verdamping. Zn verschilt van Zm door een geringe neerslag en grote strooiselval. Dm en Dn zijn zeer schaduwrijk met een matige neerslag en matige evaporatie. Dn is van beide het droogst en ontvangt het meeste strooisel. Nm is vrij licht, krijgt weinig strooisel en is het koelst en vochtigst van alle mikrogezelschappen. Enige cijfers om dit te illustreren:

	Zm	Zn	Dm	Dn	Nm
Gemiddelde wekelijkse max. temp. (°C)	28,6	28,3	17,0	16,9	18,7
Relatieve lichtsterkte (% volle zonlicht)	41	51	6	7	18
Neerslag per jaar (mm)	508	123	203	334	472
Evaporatie per jaar (mm)	1180	1139	681	593	504
Strooiselvochtigheid (% verzadiging)	27,5	9,3!	43,1	65,3	80,3!
% Strooiselval (gr. droog-gew./m ² /jaar)	107	365	529	290	145

Het zal de lezer niet verbazen, dat deze enorme verschillen in mikroklimaat invloed hebben op de mycoflora. In fig. 3 is de percentuele verdeling van alle fungi tezamen over deze mikrogezelschappen weergegeven. Duidelijk blijkt dat Nm (koel, vochtig) het gunstigst is, gevolgd door Dm en Dn. De droge hete Z-zijde der struiken is zeer ongunstig, met name Zn (voor exacte percentages zie ook Tabel I). Toegevoegd zijn nog de biotopen Z gr (Zuid gras), D gr en N gr. Door de dichte grasvegetatie ontbreken hier de mossen en uit de vegetatie is dus niet zonder meer af te leiden of zij mikroklimatologisch tot Zm of Zn, tot Dm of Dn behoren. Metingen zijn niet verricht. Duidelijk blijkt echter uit fig. 3 het ongunstige karakter van deze biotopen voor de fungi, in overeenstemming met vele waarnemingen in de literatuur over antagonisme tussen grassen en makrofungi. Een uitzondering is *Lepiota procera*, die juist voorkeur heeft voor grazige plekken (Tabel I).

Naar de genoemde mikrobiotopen zijn nu vier saprofytensynsiae te onderscheiden:

fig. 3



1 + 2 (Zm + Zn): *Psilocybe muscorum*.

3 (Dn): *Agaricus silvaticus*, *Clitocybe flaccida*, *C. gallinacea*, *Collybia butyracea*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Lepiota rhacodes*, *Lepista nuda*, *Marasmius scorodonius*, *Mycena leptcephala*, *M. lactea*, *Kavinia bourdotii*, *Thelephora terrestris*, *Ramaria invalii*, *Geastrum pectinatum*.

4 (Dm): *Cystoderma carcharias*, *C. granulorum*, *Mycena pura*, *Clavulinopsis luteo-alba*.

5 (Nm): *Omphalina asterospora*, *Clitocybe vibecina*, *Cystoderma amianthinum*, *Galerina atkinsoniana*, *G. heterocystis*, *G. mniophila*, *G. pumila*, *Mycena cinerella*, *Rhodophyllus cetratus* en *Cantharellula umbonata*. In tabel I is als voorbeeld de procentuele verdeling van een aantal fungi over deze biotopen weergegeven. Hieruit blijkt dat er ook indifferente soorten zijn, zoals *Marasmius androsaceus*.

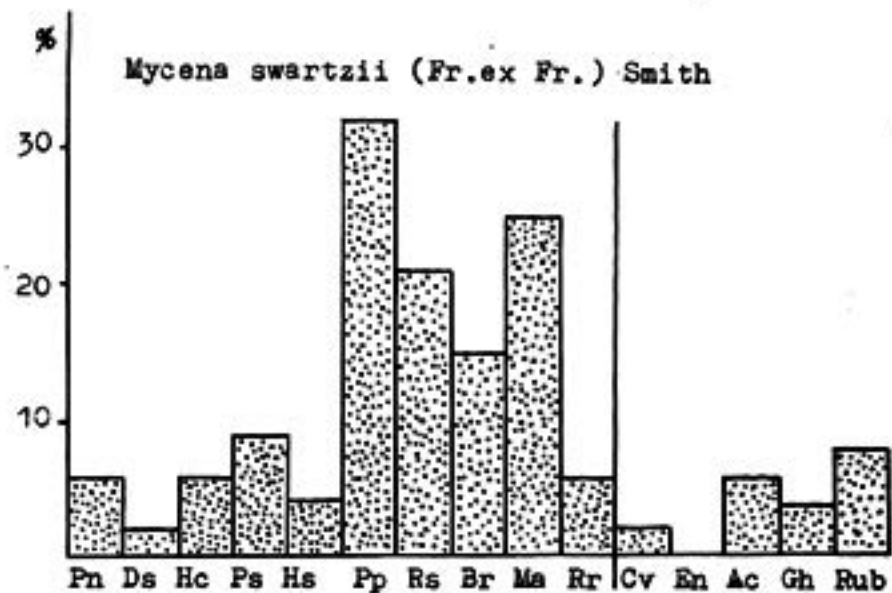
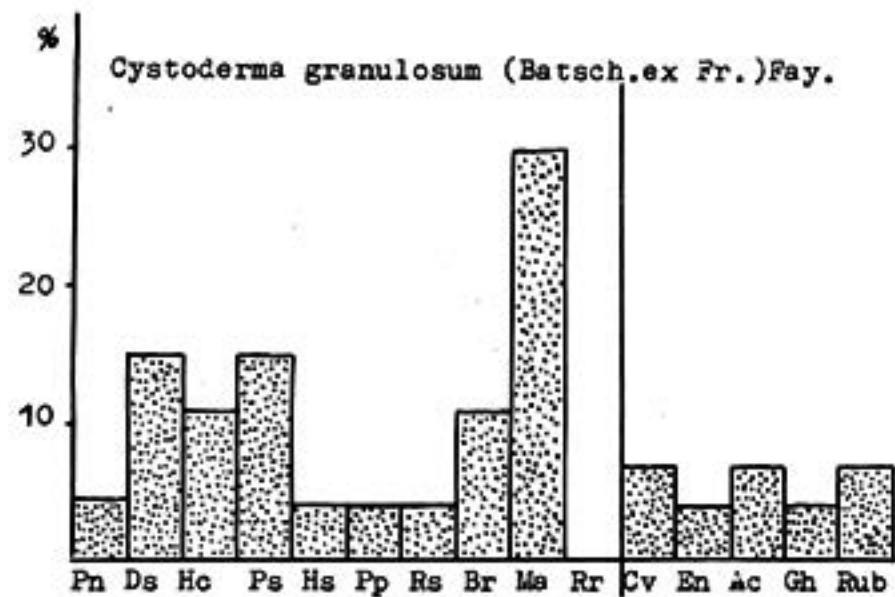
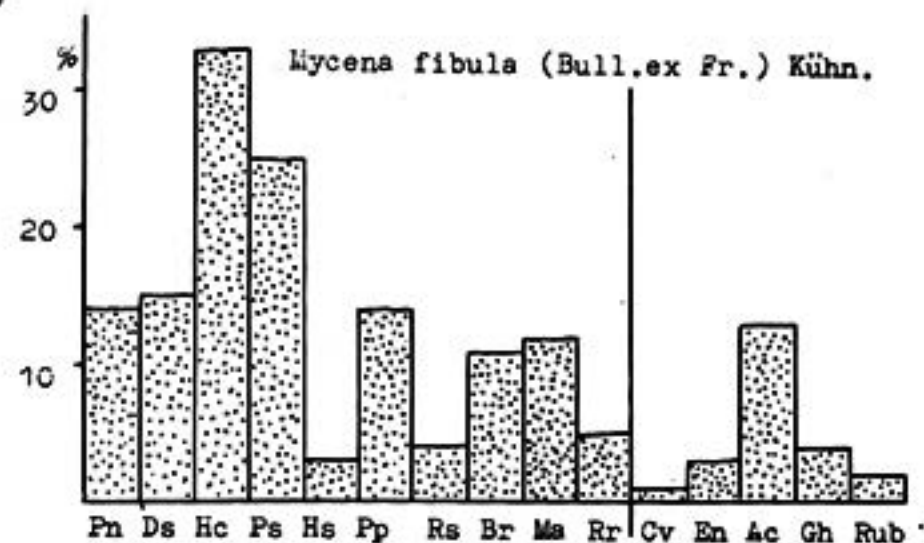
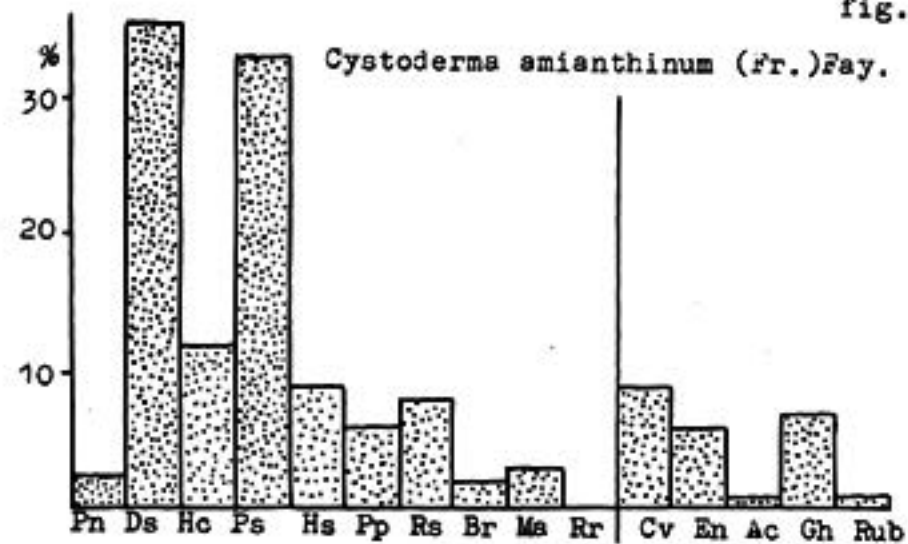
Wij kunnen echter nog een stapje verder gaan, want ook binnen deze mikrogezelschappen zijn er nog verschillen in vegetatie. Deze hangen niet met mikroklimaatverschillen, maar met edafische verschillen samen. Wij kunnen alleen al in het DJ in totaal 12 terrestrische mossynusiae onderscheiden. Hiervan zijn er 7 ook gekenmerkt door differentiërende soorten fungi.

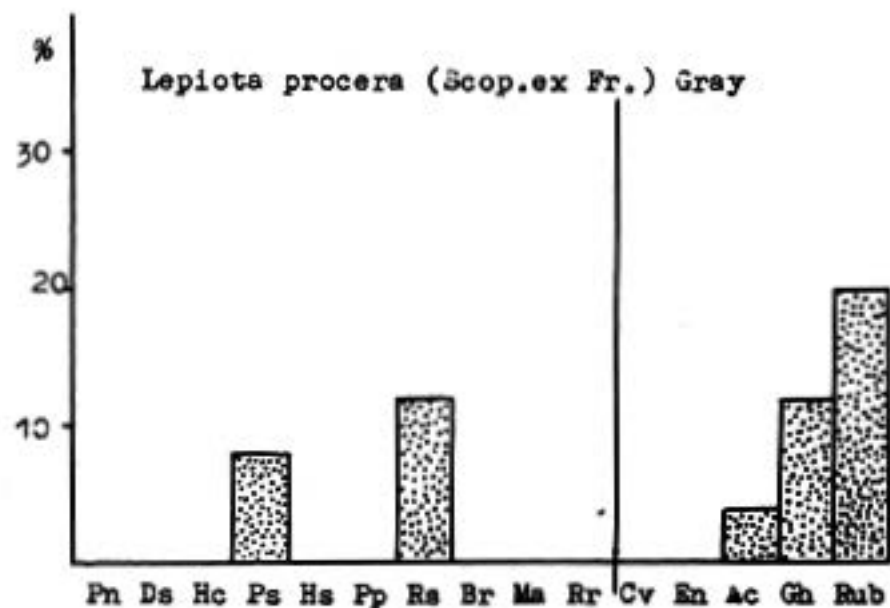
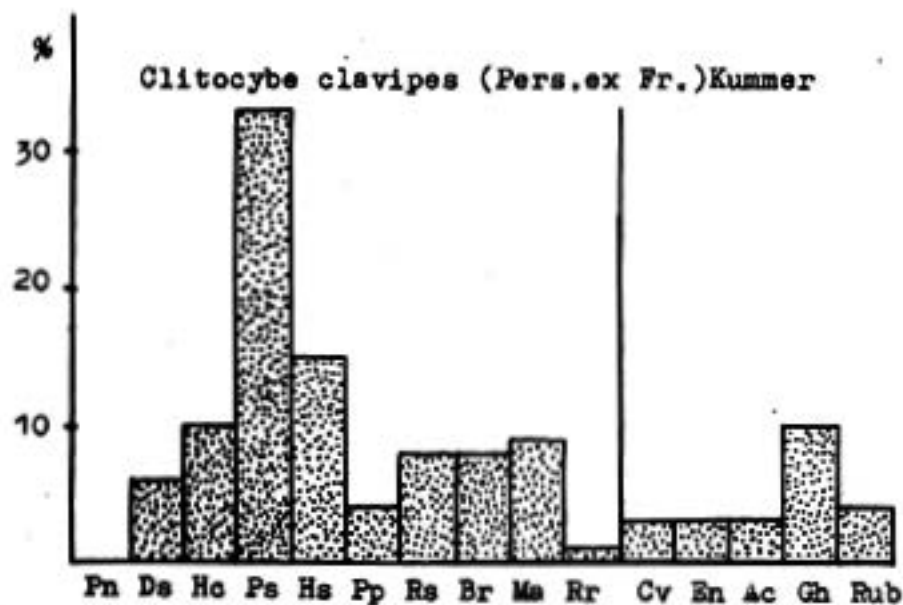
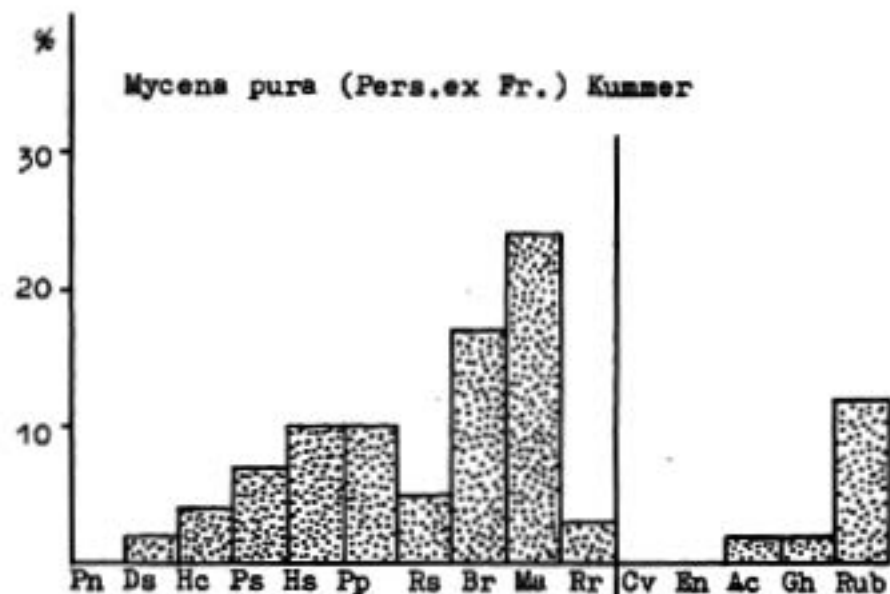
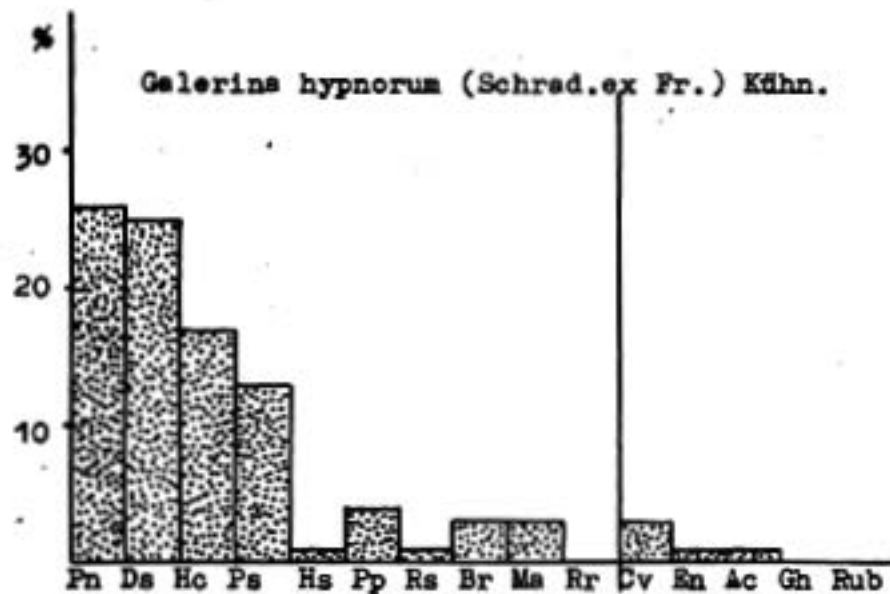
Tabel I

Biotopen		Zm	Zgr	Zn	Dn	Dgr	Dm	Nm	Ngr
Frequentieverdeling in %		1,3	0,6	0,5	23	4	24	39	7
Soort:	aantal waarn.								
<i>Psilocybe muscorum</i>	32	56	-	6	-	-	-	25	12
<i>Lepiota procera</i>	25	-	21	4	16	8	-	-	53
<i>Marasmius scorodonium</i>	60		3		62	3	10	10	12
<i>Lepiota rhacodes</i>	104		2		62	9	15	4	8
<i>Geastrum pectinatum</i>	24		-		75	-	25	-	-
<i>Agaricus silvaticus</i>	17		-		76	-	12	-	12
<i>Cystoderma granulorum</i>	27		-		19	15	37	21	7
<i>Mycena pura</i>	121		-		24	6	50	15	5
<i>Cystoderma amianthinum</i>	214		1		2	1	16	72	7
<i>Galerina pumila</i>	434		1,2		0,5	0,2	12	83	4
<i>Marasmius androsaceus</i>	572		2,5		22	3	28	42	4

Wij beschikken nu over 9184 waarnemingen over het samengaan van een bepaalde fungus met een bepaalde mossoort. Daardoor zijn wij in staat korrelaties te berekenen. Hieruit zijn zeer interessante resultaten naar voren gekomen. Zo blijken vaak soorten van één genus verschillende bindingen (positieve korrelaties) te vertonen, bijv. *Clitocybe (Omphalina) asterospora* met *Hypnum cupressiforme*, *C. brumalis* met *Rhytidiadelphus squarrosus*, *C. clavipes* met *Hylocomium splendens*, *C. flaccida* met *Mnium affine*.

fig. 4





In fig. 4 is voor een aantal soorten paddestoelen weergegeven de percentuele verdeling van vondsten over een aantal der belangrijkste mossen en fanerogamen. De afkortingen betekenen: Pn = *Pohlia nutans*, Ds = *Dicranum scoparium*, Hc = *Hypnum cupressiforme*, Ps = *Pleurozium schreberi*, Hs = *Hylocomium splendens*, Pp = *Pseudoscleropodium purum*, Rs = *Rhytidiadelphus squarrosus*, Br = *Brachythecium rutabulum*, Ma = *Mnium affine*, Rr = *Rhodobryum roseum*, Cv = *Calluna vulgaris*, En = *Empetrum nigrum*, Ac = *Agrostis canina*, Gh = *Galium hercynicum*, Rub = *Rubus fruticosus* coll. Bij de interpretatie van deze histogrammen moet men wel bedenken dat de lengten der kolommen mede bepaald worden door de frekwenties van deze mossen en hogere planten. De voorkeur voor bepaalde groene planten kan er dus niet zonder meer uit afgeleid worden. *Clitocybe clavipes* bijv. lijkt een voorkeur te hebben voor *Pleurozium schreberi*, maar de gemiddelde abundantie van deze soort in alle jeneverbesstruwelen (DJ + SJ + FJ) is 10x die van *Hylocomium splendens*. De frekwenties van 33 resp. 15% moeten dus gekorrigeerd worden tot 3,3 en 15%, waaruit blijkt dat deze paddestoel relatief 5x zo vaak voorkomt met *Hylocomium* als met *Pleurozium*. Toch kunnen wij uit deze figuur wel een aantal verschillen in oecologie tussen diverse fungi halen, aangezien de massaverhoudingen van de mossen en hogere planten onderling, voor alle soorten fungi dezelfde is.

In elke figuur staan links 10 mossen, van links naar rechts een toenemende voedselrijkdom van de bodem indicierend. Hetzelfde geldt voor de 5 hogere planten rechts. Duidelijk is dus te zien dat ook fungi in een dergelijke volgorde geplaatst kunnen worden, nl. achtereenvolgens: *Galerina hypnorum*, *Cystoderma amianthinum*, *Clitocybe clavipes*, *Mycena fibula*, *Cystoderma granulosum*, *Mycena swartzii*, *Mycena pura* en *Lepiota procera*.

Door ons jarenlange mikroklimaatonderzoek beschikken wij nu over meer dan 2500 lichtmetingen bij afzonderlijke mossoorten en meer dan 3000 strooiselvochtigheidsmetingen. Bovendien zijn enige honderden chemische analyses verricht van mikrobodemmonsters bij telkens één mospol. Daardoor weten wij nu vrij veel over hun oecologie en daarmee ook over de oecologie van de fungi die aan een bepaald mos gebonden zijn. Een enkel voorbeeld. *Lepista nuda* en *Lycoperdon foetidum* zijn positief gekorreleerd met *Rhodobryum roseum*, hetgeen er op wijst dat zij bij voorkeur groeien in Dm bij een gemiddelde strooiselvochtigheid (SV) van 42,5%, een gemiddelde relatieve lichtsterkte (L) van slechts 6,6%, op plekken met een dik naaldenpakket, met een zure humuslaag (pH gemiddeld 4,22), die echter vrij voedselrijk is (konduktiviteit 206 μ mho) en vooral relatief rijk aan calcium (2219 mg per kg grond) en aan fosfaat (P totaal 1971 mg per kg grond). Daarentegen hebben *Rhodophyllus cetratus* en *R. staurosporus* een sterke voorkeur voor

plekken met *Ptilidium ciliare*, wat betekent: Nm, een SV van 70,8%, een L van 20,1%, een pH van 3,94, een cond. van slechts 61 μ mho en een calciumgehalte van 1115 mg/kg grond. Wij kunnen de terrestrische fungi van jeneverbesstruwelen volgens hun bindingen met mossoorten rangschikken naar toenemende vochtigheid van het substraat (SV). Wij krijgen dan een reeks, waaruit hier enkele voorbeelden genomen zijn:

	SV
<i>Psilocybe muscorum</i>	22
<i>Thelephora terrestris</i>	44
<i>Clitocybe flaccida</i>	55
<i>Galerina pumila</i>	70
<i>Mycena fibula</i>	83
<i>Galerina allospora</i>	89

Het uiteindelijke doel van ons onderzoek is een inzicht te krijgen in de totale samenstelling en structuur van een plantengemeenschap en de causale achtergronden daarvan. Dit vereist niet alleen jarenlang beschrijvend vegetatiekundig, mycologisch, mikroklimatologisch en bodemkundig onderzoek, maar ook experimenteel werk, zoals de transplantatie van mossen, veldproefjes om het mikroklimaat en de faktor strooisel te beïnvloeden en uiteindelijk ook het kweken van mossen en fungi onder gecontroleerde omstandigheden. Ons onderzoek is nu aan deze laatste fase toe.

Summary:

The present paper gives some results of a 13 years investigation on terrestrial fungi in juniper scrubs in the Netherlands, W. Germany, Denmark and S. Sweden. In this area 91 stands have so far been studied fairly well. Fourteen species are more or less typical of the latter two regions, ten species are more abundant in the former two. Here three plant associations of juniper scrub can be distinguished, the Dicrano-Juniperetum (DJ) on poor ungrazed soil, the Squarroso-Juniperetum (SJ) on grazed soil of low to medium fertility, and the Fragario-Juniperetum (FJ) on medium to rich soil (excluding chalk and limestone). They are characterised by 13, 23, and 11 differential fungus species respectively. The DJ can be subdivided into six floristically different geographical races (vegetation types), mainly from NE (Lüneburger Heide, Germany) to SW (Central Netherlands). Only the first two of these types are well characterised by fungi, the other four are only characterised by the absence of species. The number of mushroom species is constantly decreasing from NE to SW.

In each juniper scrub a number of fungus synusiae can be discerned on special substrata, viz. species growing on dead ferns, dead herbs, dead mosses, rotten fungi, animal corpses and animal excrements, and parasites of animals, fungi, herbs, and juniper itself (leaves, twigs and trunks have different parasites), and also various saprophytic synusiae on (dead) juniper stems, stumps, fallen twigs, and litter. In addition there are special synusiae on sand and on living parts and dead remains of alien species (invading trees), including mycorrhizal symbionts of these trees. No symbionts of juniper are known with certainty, but a tentative list of 15 possible symbionts is given.

Each DJ stand consists of a mosaic of microcommunities, namely dense scrub with mosses (Dm) and without (only needles: Dn; vascular plants present), North side of scrubs with mosses (Nm) and S side with (Zm) and without (Zn) mosses, the latter occurring as a narrow zone at the very base of the juniper shrubs. These five biotopes differ widely in microclimate, also in vascular plants, bryophytes, and fungi. Within these microcommunities a further differentiation of the mycoflora can be observed, corresponding with minor differences in soil physics and chemistry and related to different moss species. More than 9 000 data have been collected on the joint occurrence of fungi and bryophytes, yielding interesting correlations, both positive and negative. Intensive and extensive research on the microclimate and soil properties of these mosses has given us detailed knowledge of their habitat range. Thanks to their close association with certain fungi, this knowledge can now be extended to the latter.
