



# Hexenbesen: ihre Morphologie, Anatomie und Entstehung

<https://hdl.handle.net/1874/288027>

Agosto 1927, 1927.

# HEXENBESEN

IHRE MORPHOLOGIE, ANATOMIE  
UND ENTSTEHUNG

DOOR A. G. M. LIERNUR

BIBLIOTHEEK DER  
RIJKSUNIVERSITEIT  
UTRECHT.

Diss.  
Utrecht  
1927

VAN DITMAR'S UITG.-MIJ. · ROTTERDAM







# HEXENBESEN

RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT



0497 6225

*Diss. Utrecht 1927*

# HEXENBESEN

IHRE MORPHOLOGIE, ANATOMIE UND ENTSTEHUNG

## PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD  
VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUUR-  
KUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT  
TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN  
RECTOR-MAGNIFICUS DR. A. NOORDTJIJ,  
HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER  
GODEGELEERDHEID, VOLGENS BESLUIT  
VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT  
TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FA-  
CULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE  
TE VERDEDIGEN OP MAANDAG 4 JULI  
1927, DES NAMIDDAGS VIJF UUR, DOOR

ALEXANDER GERARD  
MARIE LIERNUR  
GEBOREN TE DEVENTER



ROTTERDAM · MCMXXVII

NIJGH & VAN DITMAR'S UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ

BIBLIOTHEEK DER  
RIJKSUNIVERSITEIT  
UTRECHT.



*Aan mijn vrouw  
Aan mijn zuster  
Aan de nagedachtenis  
mijner ouders*



Het is mij een aangename plicht op deze plaats mijn hartelijken dank te brengen aan allen, die gedurende mijn studietijd mij ter zijde stonden.

Hooggeleerde Nierstrasz, ofschoon ik slechts kort uw colleges heb bijgewoond, hebben zij bij mij een aangename herinnering achtergelaten.

Hooggeleerde Jordan, uw onderhoudende voordrachten, uw groote belangstelling en enthousiasme voor de door u gedoceerde, nog zoo jonge wetenschap, hebben mij steeds bijzonder getroffen.

Hooggeleerde Pulle, de kennis, die ge uw studenten bijbrengt, ook waar het eenvoudige vraagstukken betreft, die bij het onderwijs van zoo groote waarde zijn, is voor mij steeds van blijvende waarde.

Hooggeleerde Went, aan u heb ik in het bijzonder een woord van hartelijken dank te richten. Uw goede raad, uw belangstelling èn in mijn werk èn wat mij persoonlijk betreft, hebben mij steeds gesteund. Ook ik mocht van de gastvrijheid gebruik maken, die ge in uw huis uw studenten aanbiedt.

Hooggeleerde Westerdijk, Hooggeachte Promotrix. Er zijn reeds vele dissertaties door uw handen gegaan, die alle een dankbaar aandenken aan u bevatten. Ook mij moge het gegeven zijn, een niet te alledaagsch woord van dank uit te spreken voor uw vele goede raadgevingen, uw aanmoediging en hartelijke belangstelling, zoowel in mijn werk, als in mijn persoonlijk leven. Het is mij een bijzonder voorrecht geweest uw colleges en practica te volgen.

Het bestuur van de stichting Willie Commelin Scholten ben ik zeer erkentelijk voor de gastvrijheid, die ik op het laboratorium heb genoten.

Den Heer A. van Luyk zeg ik hartelijk dank voor zijn vele goede raadgevingen bij mijn werk.

Ook den Heer A. de Bouter hartelijken dank voor de keurige uitvoering van de voor mijn werk onontbeerlijke tekeningen.

Ten slotte een woord van dank aan allen, die op zoo welwillende wijze mij van materiaal hebben voorzien. In 't bijzonder denk ik hierbij aan de heeren Jurriaanse, Doornbos, Van Steenis en aan het Bestuur van het Vondelpark.



## EINFÜHRUNG.

Zu den merkwürdigsten biologischen Erscheinungen gehören ohne Zweifel diejenigen welche man mit dem Namen „Gallen“ andeutet.

Der Laie versteht unter „Galle“ nur dasjenige Gebilde, das er auf den Blättern der Eiche findet; der Fachmann aber kennt viel mehr Gallen nicht nur tierischen, sondern auch pflanzlichen Ursprungs.

Die Definition der „Galle“ hat demnach verschiedene Änderungen erlitten. Besonders Küster (C 33) hat sich bemüht eine richtige Lösung in dieser Sache zu geben. Er kommt zu dem Schluss, dass man den Namen Galle nur dann verwenden darf, wenn er sich auf ein abnormales Wachstum der Pflanze bezieht, welches durch einen fremden Organismus erzeugt wird.

Küster legt also den Schwerpunkt auf das parasitische Verhältnis zwischen dem fremden Organismus und der Pflanze, die die Galle trägt. Zwar rechnet Küster die Hexenbesen zu den Gallen und sogar zu den organoiden Gallen; er meint hier anscheinend nur diejenigen Hexenbesen, deren Ursache bekannt ist. Er äusserst sich aber nicht über die Hexenbesen unbekannten Ursprungs; er hält sie wohl alle für parasitäre Gebilde.

Ich finde es wünschenswert den Begriff Hexenbesen so weit wie möglich auszudehnen und verstehe also unter Hexenbesen:

*Jede abnormale Verzweigung, welche durch das Frühreiben der Winterknospen oder Adventivknospen entsteht.*

Gewöhnlich entsteht durch dieses Treiben eine Anhäufung von dünnen Zweigen welche ein besenartiges Gebilde zusammenstellen. In einigen Fällen zeigen die abnormen Gebilde sich als kurze Zweige.

Anlass zu meiner Arbeit gaben mir die Untersuchungen des Herrn Professor Went über „Krulloten“ bei Cacao (A 91) welche ich in meiner Studienzeit nachgearbeitet habe.

Als ich mich später nach den verschiedenen Formen von Hexenbesen, welche bekannt sind, erkundigte, da fiel es mir auf, dass es noch so viele gibt, deren Ursache, Anatomie und Morphologie noch nicht gründlich bekannt sind. Ich unternahm also die Forschung verschiedener unbekannter Hexenbesen.

Am Anfang dieser Arbeit wurde es mir ausserdem klar, dass es keine umfassende Literaturübersicht über Hexenbesen gibt. Solereder (B 34) hatte in 1905 eine Übersicht über die bis dahin bekannten Werke gegeben. Was aber in späteren Jahren ver-

öffentlicht wurde, ist bis jetzt noch nicht zusammengestellt. Eine möglichst genaue Übersicht über die betreffenden Veröffentlichungen soll also der eigentlichen Arbeit vorangehen.

Ich habe die Übersicht folgendermassen eingeteilt:

- A. Literatur bezüglich Hexenbesen bekannten Ursprungs.
- B. Literatur bezüglich Hexenbesen unbekannten Ursprungs.
- C. Allgemeine Werke.

Die Einteilung der Veröffentlichungen geschah nach dem Muster Solereders, der bei jeder Wirtspflanze die betreffende Literatur angibt. Die Arbeiten, die schon von Solereder mitgeteilt wurden, sind mit + angedeutet.

Die Zahlen hinten den Autorsnamen deuten auf die übereinstimmende Zahl in der Literaturliste A, B oder C.

## KAPITEL I. LITERATUR.

### A. LITERATUR ÜBER HEXENBESEN, BEKANNTEN URSPRUNGS.

#### ACERACEAE.

*Acer tataricum* Linn. Ursache: *Taphrina acerina* Eliass.

1. Lit. + Eliasson A. G., Bih. till Sv. Vetensk. Akad., Handl. XX, Afd. III, n. 4, 7, pp. c, tab. nach Just Jahresber., 1895 I, p. 184.

#### ROSACEAE.

*Prunus avium* Linn. Ursache: *Exoascus Cerasi* Sadeb.

2. Lit. + Rathay E., Sitz. Ver. d. Wiener Akad. Math. Naturw. Kl., Abt. I, Bd 83, 1881, p. 271.
3. + Kutsomitopulos D., Sitz. Ver. d. Phys. med. Soc. zu Erlangen, 1883, p. 14.
4. + Sadebeck R., Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst. I, 1884, p. 114.
5. + Ibid X, 2., 1893, p. 49.
6. + v. Tubeuf K., Pflanzenkrankheiten, 1895.
7. Heinricher E., Naturw. Zschr. f. Land- und Forstwirtschaft, 3. Jahrg., 1905, p. 346.
8. v. Tubeuf K., Über die praktische Bedeutung der Kirschen Hexenbesen und ihre Bekämpfung. Prakt. Blätter f. Pflanzenschutz, I, 1898.
9. Biologie, praktische Bedeutung und Bekämpfung des Kirschenhexenbesens. Gesundheitsamt. Biol. Abt. für Land- und Forstwirtsch., 1900, Flugblatt 4.

*Prunus domestica* Linn. *insititia* Linn. Ursache: *Exoascus Insititiae* Sadebeck.

10. Lit. + Sadebeck R., Jahrb. der Hamb. wiss. Anst. I, 1884, p. 113.
11. + Ibid X, 2., p. 148.
12. + Johanson C. J., Ofv. af kgl. Vetensk. Akad. Förh. Stockholm, arg. 42, nr. 1, 1885, p. 33.
13. v. Tubeuf K., Biologie, praktische Bedeutung und Bekämpfung des Kirschenhexenbesens. Kais. Gesundheitsamt. Biol. Abt. für Land- und Forstwirtsch., Flugblatt 5.

*Prunus pennsylvanica* Linn. Ursache: Exoascus Insititiae Sadebeck.

14. Lit. + Sadebeck R., Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst. I, 1884, p. 113.
15. + Ibid X, 2., p. 148.
16. + Johanson C. J., Ofv. af. klg. Vetensk. Akad. Förh. Stockholm, Arg. 42, nr. 1, 1885, p. 33.
17. + Giesenagen K., Flora, 1895, Erg. Bd., p. 350.
18. + Giesenagen K., Bot. Ztg., 1901, p. 131.

*Prunus pseudo-cerasus* Lindl. = *Pr. paniculata* Thumb. Ursache: Taphrina Pseudo cerasus shirai.

19. Lit. Shirai M., Botanical Magazine, Tokyo, 1895, p. 161, c tab.
20. Ref. Just Bot. Jahrbüch., 1895, I., p. 185.

*Prunus angustifolia* Marsh. Ursache: Exoascus mirabilis Atk.

21. Lit. Mix A. J., Studies on Exoascus. Phytopathology, Nr. 4, April 1925.
22. Ibid 1924.

*Crataegus oxyacantha* Linn. Ursache: Exoascus Crataegi Sadeb.

23. Lit. + Sadebeck R., Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst. I, 1884, p. 113.
24. + Ibid X 2, p. 54.
25. Palm B. J., Svenska Taphrina arter Ark. f. Bot., Bnd 15, 1918.

*Rubus Spec.* Ursache: Fusarium rubi Winter.

26. Lit. Bulletin 93, April 1, 1911, Delaware Coll. Agricult. Exp. Station.

#### ASCLEPIADACEAE.

*Cynanchum nummulariaefolium*. Hook et Arn. Ursache: Puccinia Cynanchi Lagerh.

27. Lit. Solereder H., Naturwiss. Zschr. f. Land- und Forstwirtschaft, 3. Jahrg., 1905, p. 19.
28. + Dietel P. & Neger F., Engler Jahrb. XXVII, 1899, p. 5.

#### BERBERIDACEAE.

*Berberis buxifolia* Lam. Ursache: Aecidium Jacobsthali Henrici P. Magn.

29. Lit. + Magnus P., Ber. d. deutsch bot. Gesellsch. XV, 1897, p. 270, Tafel X.
30. + Dietel P. & Neger F., Engler Jahrb. XXII, 1896, p. 356.

*Berberis Vulgaris Linn.* Ursache: Aecidium von *Puccinia Arrhenateri* Eriks.

31. Lit. + Magnus P., *Hedwigia* XV, 1876, p. 2.
32. + Eriksson J., *Cohn. Beitr.* VIII, Heft 1, 1896, p. 1.
33. + *Ibid* Heft 2, 1901, p. 111 mit Taf.
34. Magnus P., *Ann. of Bot.*, 1898, 12, p. 155. On aecidium graveolens.

#### BETULACEAE.

*Alnus incana Medic.* Ursache: *Exoascus epiphyllus* Sadeb.

35. Lit. + v. Tubeuf K., *Baumkrankh.*, 1888, p. 37 und Taf. IV und *Sitz. Ber. Bot. Ver. München*, 10 Dec. 1888.
36. + Sadebeck R., *Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst.* VIII, 1890, abgeb. auf Taf. I und II.
37. + *Ibid* X, 2., p. 56.
38. v. Tubeuf, *Exoascus borealis* an *Alnus incana*, *Allgem. Forst- & Jagdzeit*, 1890, p. 32.

*Betula nana Linn.* Ursache: *Taphrina nana* Johanson.

39. Lit. + Johanson C. J. in *Öfv. af klg. Vetensk. Akad. Förh. Stockholm*, arg. 42, nr. 1, 1885, p. 34.
40. + Sadebeck R., *Jahrb. d. Hamburg. wiss., Anst. X* 2., 1884, p. 52.

*Betula odorata Bechst.* } Ursache: *Exoascus betulinus* Sadeb.  
*Betula pubescens Ehrh.* }

41. Lit. + Rostrup F. G. E., P. C. Müller's *Tidschrift for Skovbrug* VI, 1883, gemäsz *Bot. Centralbl.*, 1883, III., p. 149.
42. + Sadebeck R., *Jahrb. d. Hamburg. wiss., Anst. X* 2., 1884, p. 61.

*Betula spec.* Ursache: Phytopten.

43. Lit. Bloomfield M. D. James E., *Journal of Royal Microscopical Society*, 1924, part 2.
44. Ormerod E. A., *The Entomologist*, 1877.

*Betula verrucosa Ehrh.* Ursache: *Exoascus turgidus* Sadeb.

45. Lit. + Sadebeck R., *Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anst.* I, 1884, p. 116.
46. + *Ibid* X 2., p. 59.

*Betula spec.* Ursache: Phytopten.

47. Lit. Güssow H. F., *Eriophyes Knospengallen und Hexenbesen der Birke*, *Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft*, 1906, 4, 421.

CONIFERAE.

- Abies balsamea* Mill. Ursache: *Aecidium elatinum* Alb. & Schw. geh. zu *Melampsorella Caryophyllacearum* Schroet.
- „ *cephalonica* Link.
- „ *Nordmanniana* Spack.
- „ *pectinata* D. C.
- „ *Pichta* Forbes.
- „ *Pinsapo* Boiss.
48. Lit. + De Bary A., Bot. Ztg., 1867, p. 257.
49. + v. Thümen F., Seckendorff Mitteilungen a. d. forstl. Versuchswesen Österreichs II, 1881, p. 318 (nach Heck), Die Blasenrostpilze der Coniferen.
50. + Heck C. R., Der Weisztannenkrebs, Berlin, 1894, p. 3.
51. + Hartig R., Baumkrankh., 1889, p. 155, Fig. 89—90.
52. + v. Tubeuf K., Pflanzenkrankh., 1895, p. 418—419, Fig. 218—219.
53. Hartmann F., Anat. Vergl. d. Hexenbesen d. Weisztanne mit den normalen Sprossen derselben; Inaug. Diss. Univ. Freiburg in Baden, 1892.
54. Stone R. E., Witches Brooms on the Canada Balsam Abstr. Phytopathology, 1919.
55. Anderson A. P., Botan. Gazette, 1897. Comparative Anat. of the normal & diseased organs of *Abies balsamea* affected with *Aecidium elatinum*.
56. Mer E., Le chaudron du sapin Rev. gén. de Botanique, 1894, 6, p. 152.
57. Richardson A. D., Gard. chron. LXXIII, p. 11, Ref. Review of applied Mycology Sept. 1923, Vol. II, part 9.
- Larix occidentalis* Nutt. Ursache: *Arceuthobium Douglasii* Engelm.
58. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 348.
- Libocedrus decurrens* Torr. Ursache: *Arceuthobium Libocedri* H. Mayr.
59. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 323.
- Libocedrus spec.* Ursache: *Gymnosporangium blasdaleanum* Kern.
60. Lit. Jackson H. S., A new pomaceous rust of economic importance, Phytopathology, 1914.
- Picea alba* Link. } Ursache: *Arceuthobium pusillum* Peck.  
„ *nigra* Link. }
61. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 220.
62. + Schrek H. v., Rhodora Journ. of the New England Bot. Club, 1900, Ref. Sorauer Zschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, p. 137.

*Pinus silvestris* Linn. Ursache: Phytopten.

63. Lit. Knotek I., Zweiggallen von Phytoptus pini an der Weiszkiefer.  
64. Nalepa, Naturw. Zeitschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1906, 4., p. 101.

*Pinus Murrayana* Balf. Ursache: Arceuthobium americanum Nutt.

65. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 350.

*Pinus ponderosa* Dougl. Ursache: Arceuthobium robustum Engelm. und occidentale Linn.

66. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 314.

*Thujopsis dolabrata* Sieb & Zucc. Ursache: Caeoma deformans Tubeuf.

67. Lit. + Berkeley J. M., Journ. of the Linn. Soc. XVI, 1877, p. 52 u. Pl. II, Fig. I.

68. + v. Tubeuf K., Pflanzenkrankh., 1895, p. 432 u. Fig. 231.

#### CUPULIFERAEAE.

*Carpinus Betulus* Linn. Ursache: Exoascus Carpini Rostr.

69. Lit. + Rostrup F. G. E., Bot. Centralbl., 1881, I., p. 154.

70. + v. Tubeuf, Pflanzenkrankh., 1895, p. 178 in Fig. 52.

*Quercus Ilex* Linn. Ursache: Exoascus Kruchii Vuill.

71. Lit. + Kruch O., Malpighia, IV., 1890—1891, p. 424, 199.

#### ERICACEAE.

*Vaccinium vitis Idaea* Linn. Ursache: Exobasidium Vaccinii Woron.

72. Lit. Woronin M., Ver. d. Naturforsch. Ges. z. Freiburg in Baden, 1867.

#### EUPHORBIACEAE.

*Phyllanthus* spec. Ursache: Ravenelia pygmaea Lagerh. et Dietel.

73. Lit. + Lagerheim G. et Dietel, Hedwigia, 1894.

#### MIMOSACEAE.

*Acacia cavenia* Bert ex Bull. Ursache: Ravenelia Hieronymi Speg.

74. Lit. Solereder H., Naturwiss. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 22.

- Acacia etbaica* Schwienf. Ursache: Aecidium Acaciae P. Magnus.
75. Lit. + Magnus P., Sitz. Ver. d. deutsch. bot. Ges., 1892, p. 46, Taf. IV, Fig. 12.
76. + Hennings Fr., Engler Jahrb. XIV, 1892, p. 368—369.

#### MYRTACEAE.

Ursache: *Ustilago Vriesiana* Vuill.

77. Lit. + Vuillemin P., Les broussins des Myrtacées Ann. de la sc. agronom. franc. et étrang. II 39 pp. m. e. Tafeln.
78. + Sorauer P. C. M., Zschr. f. Pflanzenkrankh., VI., 1896, p. 167—168.
79. Vuillemin P., Acad. Sc. Paris, 1894, 118.

#### OLEACEAE.

*Syringa vulgaris* Linn. Ursache: Phytoptus Löwi.

80. Lit. + Wittmack L., Gartenzeit, 1882, p. 128 1, Fig. 28, p. 129.
81. + v. Tubeuf K., Die von Milben verursachten Hexenbesen d. Syringen, Flugblatt mit Abbild.

#### RHAMNACEAE.

*Rhamnus Staddo* A. Rich. Ursache: *Puccinia Schweinfurthii*, P. Mayr.

82. Lit. + Mayr P., Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1892, p. 46 Fig. 1 & 2, Taf. IV.

#### SALICACEAE.

*Salix* Arten. Ursache: Phytoptus Salicis.

83. Lit. + Sorauer P. C. M., Pflanzenkrankh. I., 1832, S. 144.
84. Frank A. B., Krankh. d. Pflanzen III, 1896, p. 71.
85. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II, 1904, p. 331.

#### SAPINDACEAE.

*Aesculus californica* Linn. Ursache: *Exoascus Aesculi* Patters.

86. Lit. + Sadebeck R., Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1895, p. 279.
87. Patterson F. W., Bulletin from the Laboratories of nat. hist. of the State Univ. of Iowa, Vol. III, nr. 3, March 1895.

### SOLANACEAE.

- Solanum cyrtopodium* Dun. Ursache: *Puccinia araucana* Diet. & Neg.  
88. Lit. Dietel P. und Neger F. Engler Jahrb. XXIV, 1898,  
p. 159.

- Solanum dulcamara* Linn. Ursache: *Eriophyes eladophtirus* Nal.  
89. Lit. Solereder H., in Naturwiss. Zschr. f. Land- & Forst-  
wirtschaft, 1905, p. 23.

### STERCULIACEAE.

- Theobroma Cacao* Linn. Ursache: *Marasmius perniciosus* nov. spec.  
Stahel.

90. Lit. Ritzema Bos J., Zschr. f. Pflanzenkrankheiten, XI.,  
1900, p. 26, Fig. 1—2.  
91. Went F. A. F. C., Krulloten en Versteende vruchten van  
de cacao in Suriname, Verh. Akad. v. Wetensch., Am-  
sterdam, 1904, 2. Abt. 10, p. 3.  
91a. Stahel G., Bulletin 33, Sept. 1915, Dept. v. d. Landbouw  
in Suriname.

### URTICACEAE.

- Celtis australis* Linn. Ursache: *Phytoptus* spec.

92. Lit. + Kellermann W. A., State Agricult. College, 1888, p. 302.  
93. + Kellermann W. A., Journ. of Appl. Mycol. V, p. 177.  
94. + Frank A. B., Krankh. d. Pfl. III, 1896, p. 72.

### PTERIDOPHYTAE.

- Ursache: Exoasceen. Tropische Farne.

95. Lit. Giesenagen K., Flora 1892, p. 130.  
96. Ibid, 1899, 86, p. 100.

## B. LITERATUR ÜBER HEXENBESEN, UNBEKANNTEN URSPRUNGS.

### ACERACEAE.

- Acer platanoides* Linn.

1. Lit. Küster E., Die Gallen d. Pflanzen, 1911, p. 380.

### AMYGDALACEAE.

- Prunus spinosa* Linn.

2. Lit. + Sadebeck R., Bot. Centralbl., 1886, I., p. 286.  
3. + v. Tubeuf K., Forstl. naturw. Zschr., I., 1892, p. 280.

*Prunus Padus Linn.*

4. Lit. v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 3. Jahrg., 1905, p. 348.

CAPRIFOLIACEAE.

*Lonicera Xylosteum Linn.*

5. Lit. Küster E., Zoocecidiens a. d. Umgebung v. Kiel, 1911, I., Schriften d. naturw. Ver. f. Schleswig Holstein.

CONIFERAE.

*Larix decidua Mill.*

6. Lit. + v. Tubeuf. K., Forstl. naturw. Zschr., II., 1893, p. 48, Abb. Taf. II.

*Libocedrus decurrens Torr.*

7. Lit. + Mayr H., Wald v. Nordam. 1890, p. 323.

*Pinus Cembra Linn.*

8. Lit. + Sadebeck R., Botan. Centralbl., 1886, I., p. 286, Über einige Pflanzenkrankheiten.

*Pinus maritima Mill.*

9. Lit. Dufrenoy Jean, Witches brooms of *Pinus maritima* in Phytopathology, 1921, Vol. XI.

*Pinus montana Mill.*

10. Lit. + v. Tubeuf K., Forstl. naturw. Zschr. I., 1892, p. 327, I., Taf. IX, Naturw. f. Zschr. Land- & Forstwirtschaft, 1910.

*Pinus Murrayana Balf.*

11. Lit. + Mayer H., Wald von Nordam. 1890, p. 350.

*Pinus strobus Linn.*

12. Lit. + Ratzeburg J. Th. Ch., Waldverderbnis, I., 1866, p. 42.  
13. + Sadebeck R. Bot. Centralbl., 1886, I., p. 286, Über einige Pflanzenkrankheiten.

*Pinus spec.*

14. Lit. Wittmack Hexenbesen an einer Kiefer. Garten Ztg., 1886, p. 116. Ibid, p. 131.

*Pinus sylvestris* Linn.

15. Lit. + Heyer's Forst- & Jagdzeitung, 1871, p. 236—238.
16. + Ratzeburg J. Th. Ch., Waldverderbnis, I., p. 115, S. 99, 180—181 und Taf. Ia.
17. + Ritzema Bos J., Uhlworm & Hansen Centralbl. f. Bakteriologie, II., abt. IX, 1903, p. 241, S. 99.
18. Solereder H., Naturwiss. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 3. Jahrg., 1905, p. 21.
19. v. Tubeuf K., Aufklärung d. Erscheinung d. Fichtenhexenbesen, Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft 1910, p. 349.
20. v. Tubeuf, Vererbung d. Hexenbesen usw.
21. Ibid, p. 582.
22. v. Tubeuf K., Hexenbesen d. Fichte, ibid, 1905, p. 253.
23. Jaccard P., Journal forestier suisse, 1911.
24. Zach F., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1911.
25. Ibid, 1912.
26. Müller K., Hexenbesen auf *Pinus sylvestris*. Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Neue Folge, Bd. 1908, S. 134—136.
27. Zang W., Untersuchungen über die Entstehung des Kieferhexenbesens. Ber. d. Klg. Lehranstalt für Wein-Obst und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein, 1904.
28. Hoffmann H., Hexenbesen der Kiefer, Allg. Forst- & Jagdzeit., 47. Jahrg., 1871, S. 236—238.

*Taxodium distichum* Linn.

29. Lit. + Muth F., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft II., 1904, p. 439—443, mit Abbild.

CUPULIFERAEAE.

*Fagus Silvatica* Linn.

30. Lit. + Sadebeck R. Bot. Centralbl., 1886, I., p. 286. v.
31. Tubeuf K., Forstl. naturw. Zschr., I., 1892, p. 279, Taf. VIII.
32. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II., 1904, p. 295.
33. + Hoffmann H., Heyer's Forst- & Jagdzeit., 1871, p. 236.

*Quercus rubra* Linn.

34. Lit. Solereder H., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 17.

### ERICACEAE.

*Calluna vulgaris* Salisb.

35. Lit. Solereder H., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 21.

*Pernettya jurens* Klotzsch.

36. Lit. Solereder H., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 21.

*Rhododendron* spec.

37. Lit. Schmitz H., Witches brooms on Rhododendron Phytopathology, 1920.

### MIMOSACEAE.

*Acacia armata* R. Br.

38. Lit. Solereder H., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 22.

### MYRTACEAE.

*Myrtus Ugni* Mol.

39. Lit. Solereder H., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1905, 3. Jahrg., p. 22.

### PAPILIONACEAE.

*Gleditschia triacanthos*.

40. Lit. v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1907.

### POMACEAE.

*Pirus communis* Linn.

41. Lit. + Muth F., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II., 1904, p. 443.

*Pirus malus* Linn.

42. Lit. + Masters M. F., Vegetable Teratology, 1869, p. 347.

43. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II., 1904, p. 296.

### SALICACEAE.

*Populus* spec.

44. Lit. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II., 1904, p. 296.

## SAXIFRAGACEAE.

*Ribes sanguineum* Pursh.

45. Lit. Heinsius H. W., Sorauer Zschr. f. Pflanzenkrankheiten, I., 1891, p. 146.

## SAPINDACEAE.

*Aesculus* spec.

46. Lit. Ritzema Bos J., Heksenbezem in een kastanjeboom, Tijdschrift v. plantenziekten, 1901.

## SOLANACEAE.

*Solanum tuberosum*.

47. Lit. Hungerford Chas. W. & Danai B. T., Witches brooms of potatoes. Phytopathology, 1924.

## URTICACEAE.

*Ulmus campestris* Linn.

48. Lit. + Moquin Tandon A., Pflanzenteratologie, p. 379—380.  
49. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, II, 1904, p. 296.  
50. + v. Tubeuf K., Forstl. naturw. Zschr., I., 1892, p. 280.  
51. + v. Tubeuf K., Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 3. Jahrg., 1905, p. 23.

## C. ALLGEMEINE WERKE.

1. Sadebeck R., Kritische Untersuchungen über die durch Taphrina Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten, Hamburg, 1890.
2. v. Tubeuf K., Beiträge z. Kenntnis der Baumkrankheiten, 1888.
3. Frank A. B., Die Krankheiten der Pflanzen, 1895, 2. Auflage.
4. Palm Bj., Svenska Taphrina-arten Arkiv for Botanik, Band 15, Nr. 4, 1917.
5. Lemée E., Les Ennemis des plantes. Balais de sorcières Journ. Soc. nat. Hortic. de France, 1914. Ref. Just Bot. Jahresber., 1915.
6. Sadebeck R., Die parasitischen Exoasceen.
7. Rankin W. H., Manual of Tree Diseases, New York, The Mac Millon Cy, 1918.
8. Eriksson Jacob, Einige Bemerkungen über das Mycelium des Hexenbesenrostpilzes der Berberitze, 1897.

9. Magnus P., Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1904, p. 344.
10. Docters van Leeuwen J. & Rijnvaan W., Ber. d. d. bot. Ges., 1911, p. 166.
11. Smith W. G., Forstl. naturw. Zschr., 1894, p. 420.
12. Fenzling, Morphol & Anat. Unters. d. Veränderungen welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze hervorgerufen werden. Inaug. Diss., Freiburg in Baden, 1892.
13. Smith W. G., Untersuchungen der Morphologie & Anatomie der durch Exoasceen verursachten Sprosz- & Blattdeformationen. Forstl. naturw. Zschr., 1894, 3., p. 420.
14. Ross H., Die Pflanzengallen (Cecidien). Mittel- & Nord Europas Verlag, Fischer, Jena, 1911.
15. Thomas Fr., Forstl. naturw. Zschr., 1897, 6., p. 405, Über einige Exobasidien und Exoasceen.
16. Wakker I. H., Unters. über Einflussz parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik., Bd. 24, 1892, I.
17. Kraus E., Gallen, Hexenbesen & Holzrosen, Prometheus, 1902, 14., p. 43.
18. Costerus J. C., Studies in tropical Teratology Ann. Jard. Bot., Buitenzorg, 2 Série, 1905, p. 148.
19. Reuter E., Meddel. Soc. fauna et flora fenn., 1904, 30., p. 34, Hexenbesen & Eriophyiden.
20. v. Schlechtendal D. F. L., Kl. Beitr. z. Kenntnis d. Verbreit. d. Milbengallen in Sachsen, 5. Jahresber. Annaberg Buchholzes, Ver. f. Naturkunde, 1880, p. 61.
21. Löw Fr., Milbengallen, Verh. zool. bot. Ges., Wien, 1879, 29., 0. 715.
22. v. Tubeuf K., Pflanzenkrankheiten durch kryptogame Parasiten verursacht, Berlin, 1895, p. 39 & 40.
23. Ule E., Mycologisches Hedwigia, 1878, p. 17 & 18.
24. Serauer P., Handbuch d. Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl., 1909.
25. Goebel K., Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen, 1908.
26. Magnus W., Blätter mit unbegrenztem Wachstum in einer Knospenvariation von *Pometia pinnata*. Ann. Jard. Bot., Buitenzorg, 2 Série, suppl. III, 1910, p. 807.
27. De Bary A., Exoascus pruni usw. Abh. Senckenberg Naturw. f. Ges. Frankfurt a/M., 1861, p. 5.
28. Sadebeck R., Die parasitischen Exoasceen, Monographie, 1893.
29. Goebel K., Organographie, 1913, Durch Pilze veranlaszte Mischbildung.
30. Neger F. W., Krankheiten unserer Waldbäume.

31. Schellenberg H. C., Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen, Ber. d. deutsch. Bot. Ges., 1915.
32. v. Tubeuf K., Überblick über die Arten d. Gattung *Arceuthobium* mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie und praktischen Bedeutung Naturw. Zschr. f. Land- & Forstwirtschaft, 1919.
33. Küster E., Die Gallen der Pflanzen, Verlag Hirzel, 1911.
34. Werdermann E., *Taphrina Reichii*, Ein neuer Mexikanischer Hexenbesen. Notizblatt Bot. Garten & Museum, Berlin, Dahlem, Bd. VIII, No. 73, 1922.
35. Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen, Jena, 1903.

## LITERATURÜBERSICHT.

In den älteren Werken findet man nur wenig Andeutungen über Hexenbesen. Erst bei Rathay (A 2) findet man eine genaue Auseinandersetzung über den Kirschenhexenbesen nebst einer deutlichen Zeichnung von *Exoascus* in den Interzellularen des Holzes. Einige Jahre später beschrieb von Tubeuf den Hexenbesen der Erle und machte Infectionsversuche die ihm gelangen. Damit war die Ursache nicht nur gedeutet, sondern auch bewiesen. Mehrere *Exoascus* Arten wurden nun allmählich bekannt und so erschienen in den neunziger Jahren vom genannten Autor „die parasitischen *Exoascus* Arten“ in denen auch die hexenbesenbildenden Arten Erwähnung finden.

Von da an kann man in der Literatur zwei Ströme unterscheiden: der eine beabsichtigt mehr die morphologische und anatomische Seite, die andere die mycologische Seite des Hexenbesenstudiums.

Die mycologischen Werke beschäftigen sich hauptsächlich mit einer Aufzählung der Arten. Für die vorliegende Arbeit waren sie weniger wichtig. Ich will daher nur kurz über sie berichten. Von Tubeuf (C 22) hat in seinem Handbuch schon eine deutliche Auseinandersetzung gegeben in der die *Exoasceen* nach den Erscheinungen, welche sie verursachen eingeteilt werden. Auch K. Giesen-hagen hat über die Gruppe der *Exoasceen* mehreres veröffentlicht und eine neue systematische Einteilung vorgeschlagen. Er hat auch die Hexenbesen auf Farnen beschrieben.

Die Rostpilze waren schon früher als Ursache der Hexenbesenbildung anerkannt. So findet man schon bei de Bary (A 48) eine Mitteilung über den Weisztannenkrebs und die Hexenbesenbildung bei den *Abies* Arten. Die Rostpilze beschränken sich nicht nur auf die *Coniferae* sondern sie finden sich auch bei den *Leguminoseae* und *Berberidaceae*.

Ein Paar besondere Fälle sind die Hexenbesen auf *Vaccinium vitis* *ideae* und auf *Phyllanthus*, *Acacia* und *Rubus* spec. Dieselbe werden resp. von *Exobasidium*, *Ravenelia* und *Fusarium* hervorgerufen. Fügt man hierzu die Hexenbesen welche von *Loranthaceen* (Mayer, A 58, A 59, A 61, A 65, A 66, von Tubeuf, C 32) erzeugt werden, so kann man sagen, dasz alle Hexenbesen mit Ausnahme der eben genannten, welche von phanerogamen Parasiten erzeugt werden, von *Exoasceen* und Rostpilzen herstammen.

Hexenbesen tierischen Ursprungs sind in der Literatur nur für *Syringa* und *Betula* Arten bekannt. Sie werden von Milben erzeugt.

Ihre Gegenwart wird durch Aufschwellung der Knospen verraten. Besonders die Arbeiten Güssows (A 47) und Bloomfields (A 43) geben über diese Abteilung der Hexenbesen ein deutliches Bild. Dazu auch höhere Tiere Anlass zu hexenbesenartigen Bildungen geben, beweist eine Bemerkung Sorauers (C 24) über Kuhbüsche an Buchen und Erlen.

Es handelt sich in diesem Aufsatz über allgemeine Erscheinungen des Nährstoffes oder Wasserüberschusses.

Erstens werden in kurzer Fassung (Seite 384) Beispiele von Blasto- manie und Polycladie als Korrelationserscheinungen genannt. Nachher (Seite 385): „In anderen Fällen entsteht wie oben bemerkt, Polycladie und Buschform durch Entwicklung normal angelegter, aber bisher schlafend gebliebener Seitenaugen bei Verletzung der Gipfelknospen. Besonders oft findet dies z.B. bei dem Verbeissen durch Wild statt. Bei Kiefern entstehen durch Entwicklung der Seitenknospen die sogenannten „Rosettentriebe“, welche die Krone buschförmig machen; ähnlich erscheinen die sogenannten „Kuhbüsche“ bei Verletzung von Buchen, Erlen u.s.w. durch Weidevieh und Wild.“

Ich selbst habe in meiner Arbeit dergleiche Hexenbesen von der Ulme erwähnt.

Bevor wir uns der Literatur über die Anatomie und Morphologie zuwenden, will ich noch die Arbeiten des A. J. Mix (A 21 und 22) erwähnen, dem es gelungen ist Exoascus mirabilis in Reinkulturen zu züchten, ein Fortschritt der Methode, der daher so bedeutend ist, weil es bisher nur gelungen war bei Exoasceen hefeartige Bildungen (Brefeld, Sadebeck u.a.) zu züchten, welche nur Konidien abschnüren. Hoffentlich werden diese Untersuchungen auch etwas Näheres über die Veränderungen des Nährbodens durch den Pilz bringen.

Wenden wir uns jetzt der morphologischen und anatomischen Literatur zu. Die Zahl dieser Werke ist nur sehr beschränkt, der Inhalt aber um so wichtiger.

Zuerst muss ich eine Reihe von Mitteilungen T u b e u f s (B 3, 4, 6, 10, 19, 20, 21, 22, 31, 32, 40, 43, 44, 49, 50, 51) erwähnen, welche nur Abbildungen und kurze Beschreibungen umfassen.

Die eigentlichen morphologischen und anatomischen Beschreibungen, deren Inhalt ich etwas näher auseinandersetzen möchte, sind folgende:

W. G. Smith, Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der durch Exoasceen verursachten Sprosz- und Blattdeformationen (C 13).

Bezüglich der Hexenbesen sagt er, dass die Veränderungen sich folgendermassen zusammenfassen lassen:

1. Rinde und Holz nehmen an Dicke zu, aber die Rinde mehr als das Holz.
2. Die Korkzellen sind vergrößert und behalten ihren protoplasmatischen Inhalt länger.
3. Das Phellogen ist stärker als normal entwickelt.
4. Die Zellen des Hypoderms sind stark vermehrt.
5. Der Sklerenchymring zeigt kleinere Faserbündel mehr oder wenig auseinandergerückt.
6. Die Bastfasern selber zeigen sich kürzer und haben dünneren Wänden.
7. Das Phloem zeigt Vergrößerung und Vermehrung der Rindenstrahlen und Zunahme der Kristalle.
8. Das Holz ist verdickt durch Vermehrung und Vergrößerung der Elemente besonders der Markstrahlen und des Markes; die Tracheen sind verkürzt, die Holzfasern zeigen dünneren Wänden, haben weiteres Lumen und sind oft gekammert.

Auch die Arbeit Heinrichers (A 7) gibt dieselben Einzelheiten. Dieser Schriftsteller erwähnt besonders den scharfen Gegensatz zwischen Exoascus Arten bei *Alnus* und *Betulus* und bei *Amygdalaceen*. Bei ersteren kommt das Mycelium immer subkutikular, bei letzteren interzellular vor. Er findet das Myzel hauptsächlich im Parenchym der primären Rinde, im Markparenchym, in den Markstrahlen und im Kambium, schließlich noch im primären und sekundären Phloem und im Holzparenchym.

Auch die Rostpilze verursachen tiefgehende Veränderungen. Am besten sind diese bei den *Abies* Arten untersucht. So schreibt Hartmann, dass nicht nur die Achsen sondern auch die Nadeln des Hexenbesens bedeutend verändert sind. Letztere zeigen weniger Stomata, schwach verdickte Wände der Epidermiszellen und weniger entwickelte hypodermale Fasern. Die Harzgänge sind kleiner und unregelmässiger als bei normalen Nadeln; das Palissaden- und Schwammparenchym sind weniger differenziert.

Der Zellinhalt ist arm an Chlorophyll und Stärke; die Endodermis und die Faserzellen sind weniger entwickelt, die Faserbündel kleiner, die Zellwände nur wenig verdickt. Bezuglich der Achsen heiszt es: sie zeigen ein dickeres Periderm als bei normalen Zweigen da ist; die Harzgänge sind zahlreicher und unregelmässig, die Bastfasern sind wenig entwickelt. Die Markzellen sind dichter und kürzer mit vermehrten Porien; besonders der Siebteil ist sehr unregelmässig. Die Jahresringe bestehen aus breiten Fasern und aus dünnen runden Fasern.

Die übrigen Angaben stimmen in dieser Beziehung überein, nur fügt Anderson noch eine Zunahme der Harzkanäle im Holz hinzu

und eine Abnahme derselben in den Knospenschuppen. Die Zahl der Knospenschuppen hat sich vermehrt.

Über die Anatomie der Birkenhexenbesen hat Bloomfield (A 43) einige wichtige Mitteilungen veröffentlicht. Er findet, dasz die Birken zuerst Aufschwellungen zeigen welche von Milben (Phytopten) verursacht werden. Über die Art der Aufschwellungen sagt er, dasz sie hauptsächlich aus Kallusholz bestehen welches mehrere Knospen bildet.

Typisch ist eine schwache Andeutung von Jahresringen im Mark. Das Holz zeigt an verschiedenen Stellen eine schwarze Farbe. Für die Morphologie der gröszeren Birkenhexenbesen ist H. F. von Güssows Arbeit über „Eriophyes Knospengallen und Hexenbesen der Birke“ (A 47) von groszer Bedeutung. Er ist der erste der von „Milbenknospen“ redet und schöne Abbildungen von diesen Knospen gibt.

Über die Biologie der Hexenbesen lassen sich überall in der Literatur Anweisungen finden. Besonders aber H. C. Schelleneberg (C 31) Studien sind bedeutend da sie den Unterschied der Entwicklung von Hexenbesenknospen und normalen Knospen genau ausweisen. Nach seinen Untersuchungen kann man beim Kirschenhexenbesen einen Zeitunterschied von 14 Tagen, beim Abieshexenbesen einen von 3—4 Wochen annehmen. Die eigene Assimilation des Hexenbesens soll keinen Einflusß auf die Entwicklung des Pilzes ausüben. Das Myzelium kennt keine Winterruhe.

Am Schlusz dieser Übersicht möchte ich die Arbeit Solereiders (B 34) nennen, der neben seinen eigenen Studien über Eichenhexenbesen unbekannten Ursprungs eine systematische Zusammenfassung gab der bis 1905 bekannten Hexenbesen bekannten und unbekannten Ursprungs. Seine Arbeit habe ich meiner Aufzählung der bis jetzt bekannten Hexenbesen zugrunde gelegt.

## KAPITEL II.

### **MORPHOLOGISCHE UND ANATOMISCHE BESCHREIBUNG DER HEXENBESEN.**

Jeder der einmal eine Aufgabe welche die Natur stellt, zu lösen versucht hat, weisz wie schwierig es in manchen Fällen ist, genügend Material zur Verfügung zu bekommen.

Die Hexenbesen der Birken sind so ziemlich überall verbreitet, mit den andern Hexenbesen ist das aber gar nicht der Fall.

Besonders der Hexenbesen der Ulme scheint nicht häufig vorzukommen. Das ist auch wahrscheinlich die Ursache, dassz die Zahl der genauer untersuchten Hexenbesen keine grosze ist. Man hat sich, was Abbildungen anbelangt, auf die Hexenbesen bekannten Ursprungs beschränkt und von den andern sind kaum einige Abbildungen erschienen.

Mein Zweck war über diesen Unbekannten etwas Näheres zu erforschen und wenn möglich etwas tiefer in die Entstehungsweise einzudringen. Während meiner Studien war ich so glücklich einige in der Literatur noch nicht bekannten Hexenbesen zu begegnen, welche hier beschrieben werden.

Einige dieser unbekannten Erscheinungen habe ich selbst beobachtet, einige sind mir beschrieben worden und von letzten habe ich nur kleinere Teile untersucht.

Um meine Arbeit übersichtlich zu gestalten, habe ich sie in drei Abteilungen eingeteilt:

- I. Zum ersten Male beschriebene Hexenbesen.
- II. Hexenbesen, die nur flüchtig in der Literatur erwähnt sind.
- III. Hexenbesen, deren Ursache schon früher festgestellt.

## I. ZUM ERSTEN MAL BESCHRIEBENE HEXENBESEN.

### HEXENBESEN DER MAGNOLIE.

Vor einigen Jahren machte Herr Jurriaanse in Rotterdam den Versuch Samen von *Viscum album* auf eine Magnolie zu impfen. Dazu wurden verschiedene Risse in den Baum gemacht und die Früchte darauf geklebt.

Der Versuch gelang nicht. Etwa zehn Jahre später aber zeigte der Baum einen hexenbesenartigen Auswuchs, der allmählich immer gröszer wurde und jetzt einen Umfang von mehreren Metern haben soll.

Leider war ich nicht im stande den ganzen Hexenbesen zu bewundern; wohl war ich in der Gelegenheit zu verschiedenen Jahreszeiten Äste zu untersuchen.

#### Morphologie.

Um den ganz geänderten Habitus deutlich zu machen, zeichnete ich mir einige Habitusbilder und zwar:

Fig. 1 vom normalen und Fig. 2 vom abnormalen Zweig.

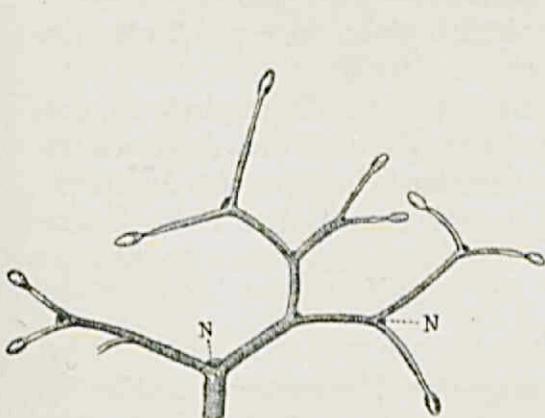


Fig. 1.  
Habitusbild eines normalen Magnolien-  
zweiges. N = Narbe.

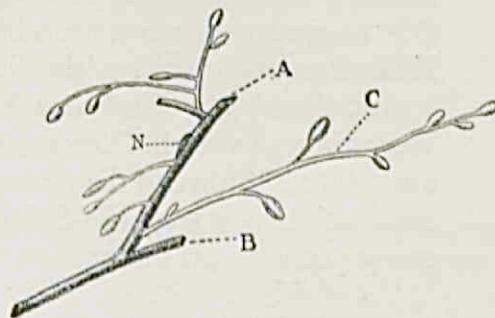


Fig. 2.  
Habitusbild eines Hexenbesen-  
zweiges der Magnolie.  
N = Narbe; A und B sind die  
gewöhnlichen Zweige, C ist der  
dritte extra Zweig.

Der Teil der in beiden Fällen grün war, wurde gestrichen. Man überzeugt sich leicht dasz die Verzweigung in Fig. 2 eine andere ist als in Fig 1.

Noch deutlicher wird die Sache wenn man die Stelle betrachtet an der sich eine Narbe befindet. (Fig. 2).

In Figur 2 ist kaum eine Narbe sichtbar, doch hier findet man einen Zweig an der Stelle (bei C). Diese Verzweigung in 3 Äste normal kann nur dadurch zu stande kommen, dasz die Narbe verschwunden ist. Detailbilder geben die Figuren 3 und 4. An der Stelle der Narbe befand sich einst eine Blütenschacht. Die Hexenbesenzweige blühen nie, tragen aber ganz normale Blätter.

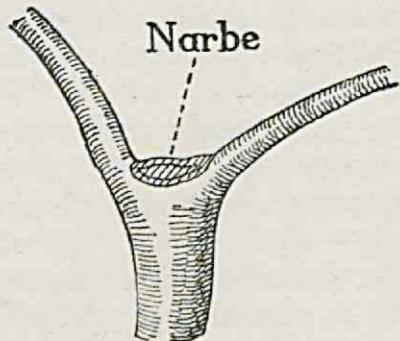


Fig. 3.  
Normale Verzweigung der  
Magnolie mit Narbe.

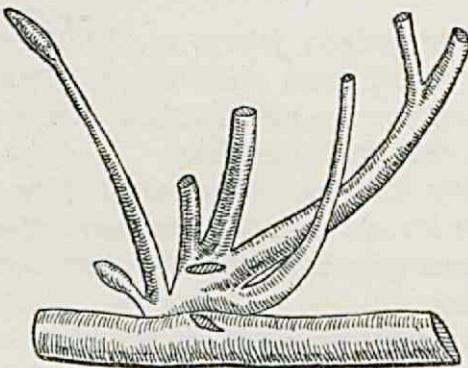


Fig. 4.  
Verzweigung des Magnolienhexen-  
besens. Die Narben sind kaum  
sichtbar.

Oben wurde schon angedeutet, dasz die Internodien abnormal verlängert sind. Um dieses etwas genauer zu untersuchen wurden zwanzig normale und zwanzig Hexenbeseninternodien gemessen. Die normalen ergaben durchschnittlich eine Länge von 2 cM., die Hexenbeseninternodien eine Länge von 10 cM.

Auffallend war auch das Vorkommen von Chlorophyll in den Hexenbesenzweigen. Dieselben sind auch viel mehr dem Austrocknen ausgesetzt. Während die normalen Zweige keine Spur des Austrocknens zeigten, waren die Spitzen der mir zugesandten Hexenbesenzweige schon verdürret.

#### Anatomie der Hexenbesenzweige.

Der normale Magnolienzweig zeigt eine Korkschicht a (Fig. 5), eine Kollenchymschicht b und eine Parenchymschicht c in der von Zeit zur Zeit Steinzellen (+) eingebettet sind. Dann folgen Bastparenchym und Bastfasern und schlieszlich das Holz mit den Tracheiden und Holzparenchym und das Mark.

Es wurden alle normalen Elemente mit denen des Hexenbesenzweiges verglichen. Die Ergebnisse sind folgende:

Korkschicht etwas zurück geblieben, sonst nicht verändert; etwas abgerundet; Kollenchym an den jüngsten Ästchen normal, an den älteren etwas zurückgeblieben.

Steinzellen im Parenchym weniger und kleiner (Fig. 6, auffallend); Bast und Holz sind nur wenig verändert.

Nur ist der ganze Umfang des Zweiges etwas geringer als normal und demzufolge sind auch Bast und Holz etwas weniger an Umfang (etwa 6/7 normal). Der Wasserreichtum des ganzen Zweiges ist bedeutend gröszer. Man braucht nur ein Stück zwischen die Finger zu pressen um reichlich Wasser austreten zu sehen. Versucht man dies mit normalen Zweigen so bekommt man nichts. Weder im Holz noch im Mark fand ich Pilze oder sonstige Erzeuger. Der Hexen-

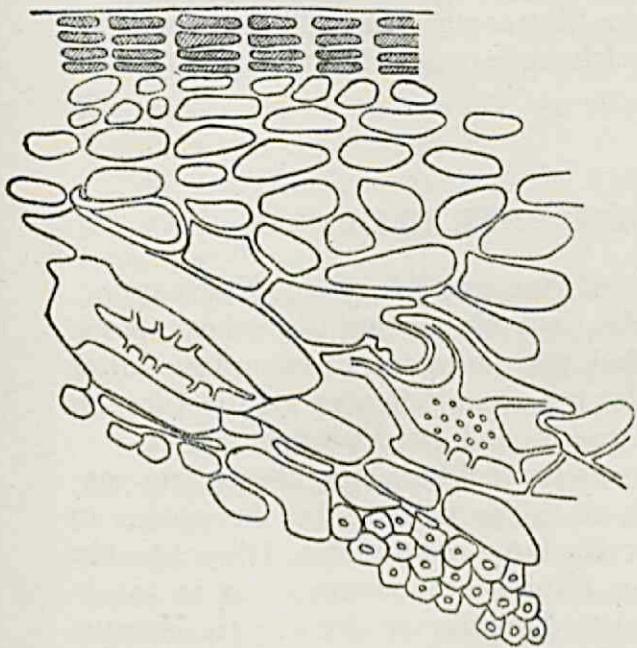


Fig. 5.

Horizontaler Schnitt durch einen normalen Magnolienzweig. Vergrösserung  $\pm 400 \times$ .

besen muss also zu den Hexenbesen unbekannten Ursprungs gestellt werden, welche aus Zweigen bestehen ohne einem dickeren Knoten zu entspringen.

### Ergebnisse.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung des Hexenbesens der Magnolie können folgendermassen zusammengefaszt werden:

- 1°. Die Internodien sind sehr stark verlängert.
- 2°. Das Holz ist weicher und leichter dem Austrocknen ausgesetzt.
- 3°. Die anatomische Struktur zeigt dunnere Steinzellen; Holz und Rinde sind etwas schwächer entwickelt als gewöhnlich.



Fig. 6.

Horizontaler Schnitt durch einen Zweig des Magnolienhexenbesens. Vergrösserung  $\pm 400 \times$ .

## HEXENBESEN DES WEISSDORNS.

Als ich meine Studie über Hexenbesen schon einige Zeit verfolgte, wurde mir über einen Hexenbesen auf *Crataegus* in der Nähe von Alkmaar berichtet. Derselbe befindet sich auf einem sehr groszen Baum. Da mir auch diesmal nicht möglich war das Exemplar selbst zu besichtigen, war ich schon sehr erfreut, einige schöne Photos, begleitet von Ästchen desselben, zu bekommen.

Als auffallende Eigentümlichkeit dieses Hexenbesens will ich erwähnen dasz die Zweige keine Dorne aufweisen. Andere Zweige am gleichen Baum wiesen sie wohl auf.

Anatomisch war nichts abnormales aufzufinden. Ich untersuchte Blätter und Knospen zu verschiedenen Jahreszeiten und achtete dabei speziell auf miszgebildete Blätter oder weisse Flecke, aber alles umsonst. Das einzige kennzeichnende dieses Hexenbesens war also das Fehlen der Dorne.

## HEXENBESEN DER ULME.

Der Hexenbesen der Ulme ist eine ziemlich seltene Erscheinung. Das wird klar wenn ich mitteile, dasz mir nur fünf Ulmenhexenbesen im ganzen bekannt worden sind, von denen drei frisch und zwei älter und trocken waren. Dieses ist um so auffallender als die Ulme in Holland zu den allgemeinen Stadt- und Deichbäumen gehört.

Auch scheinen bei Ulmen meistens nicht die Hexenbesen gruppenweise am selben Baume sich zu finden, wie dies bei den später zu beschreiben Hexenbesen der Kastanie der Fall ist. Die schönsten Exemplare habe ich älteren Bäume entnommen; nur in einem Falle (im Vondelpark in Amsterdam) findet sich ein Hexenbesen an dem Stamm eines jungen Baumes.

Auch war es mir leider unmöglich die Anfangsstadien der Hexenbesenbildung zu beobachten da ich nur einen ganz kleinen Hexenbesen aus Baarn untersuchen konnte, der schon etwas älter war und trocken.

### **Morphologie.**

Wie mir aus dem oben genannten jungen Hexenbesen klar wurde, fängt diese Bildung mit einer Verdickung, die eine Menge Knospen trägt, an; diese sind in ungeordneter Weise über die Oberfläche verteilt. Die Verdickung hat einen Durchmesser von etwa 6 cM.

Die älteren Exemplare zeigen einen Tragast, der in dem Falle eines sehr groszen Hexenbesens 5 cM. im Durchschnitt masz. Aus dem Tragast entwickeln sich verschiedene Seitenäste von gedrungen-

nem Aussehen. Bei dem grössten der untersuchten Hexenbesen haben sich 16 Seitenäste entwickelt. Daneben ist der Hauptast normal entwickelt bis zu 1 M. Länge. Die Hexenbesensprosse sind nur 50—60 cM. lange. Dieselben tragen eine grosse Menge dünner Zweige, welche Kranzweise um den Zweig stehen. An einzigen Stellen zählte ich nicht weniger als fünfzig bis sechzig.

Es ist klar, dasz die Wasserzufuhr in der Zeit, wo diese Seitenzweige entstanden sind, sehr gross sein musste. Alle Spitzen sind vertrocknet. Meistens ist auch die Spitze des Tragastes dürr. Eine kleine Zeichnung möge das Bild verdeutlichen (Fig. 7).

Die dicken Zweige haben ein abnormales Aussehen durch die Anhäufung von Knospen (Fig. 7).

Eine Vergleichung der Internodienlängen vom normalen und Hexenbesenzweig gab als Erfolg, dasz bei normalen Ulmenzweigen die Internodienlänge 1 bis höchstens 3 cM. beträgt. Bei den Internodien der Hexenbesenzweige war diese Länge mindestens 1,5 cM. Meistens aber 3 bis 4 cM.

Von den Knospenrosetten der kleinen Zweige entwickeln sich nur zwei bis drei. Dies ist auch wohl dem Vertrocknen zuzuschreiben.

Der Ulmenhexenbesen zeigt also immer noch das Anfangsstadium eines dichten Knotens dem eine Menge Seitenäste entspringen. Beim Auswachsen wird der Knoten undeutlich und scheinen die Seitenäste sofort dem Tragast zu entspringen.

Ich will noch erwähnen dasz man gelegentlich eine andere Form von Ulmenhexenbesen sieht.

Der Ast ist ganz unregelmässig verzweigt, die Zweigestellung 1/2 besteht nicht mehr, die Zweige sind viel dünner als die gewöhnlichen Seitenzweige. Während in normalen Fällen die Zweige allmähhlich dünner werden, sieht man die plötzlich Seitenzweige auftreten deren Umfang zunimmt und bis zu 1/3 vom Hauptzweig ist. In Utrecht betrachtete ich diese Erscheinung an einer Ulme die die Ulmenkrankheit bestanden hatte.

### Anatomie.

Man kan an dem Ulmenhexenbesen zwei Teile geschieden betrachten, namentlich den Knoten und die Zweige. Unter Knoten verstehe ich die Anschwellung welche sich am Tragast befindet und welche die Basis des Hexenbesens bildet.

Erstens soll hier also von der Anatomie des Knotens die Rede sein, später von der des Zweiges.

Wenn der Knoten von seiner äuszeren Hülle d.h. von der Rinde befreit ist, ist es nicht schwierig morphologisch seine Entstehung zu bestimmen (Fig. 8). Man sieht aus der Zeichnung sofort, dasz

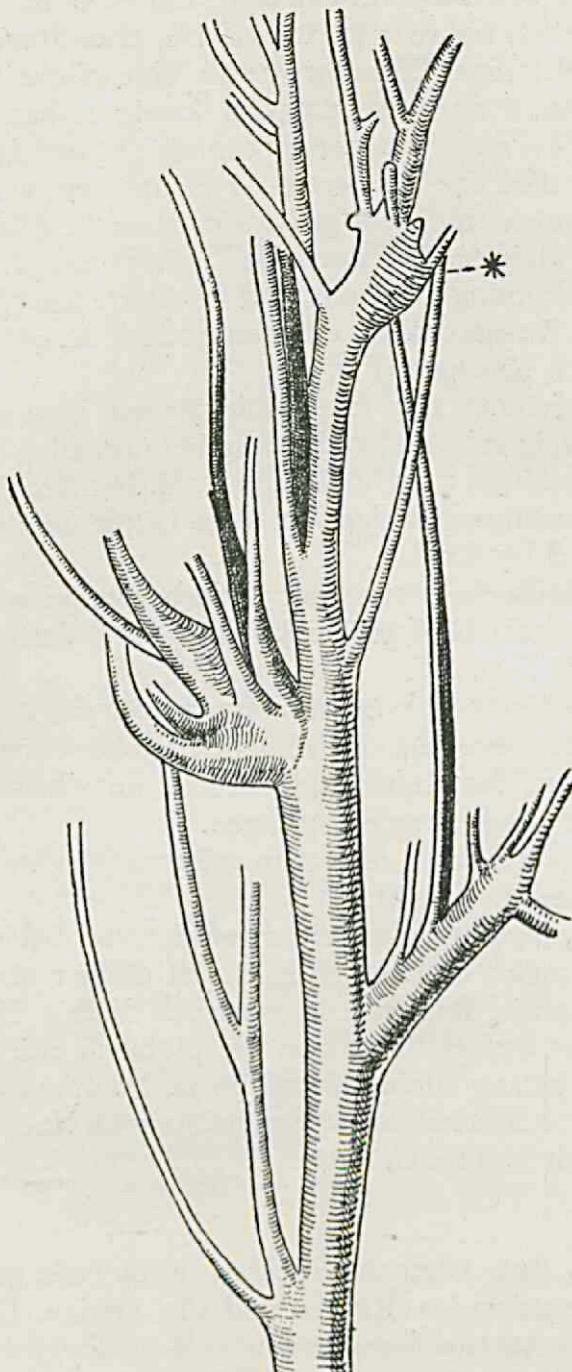


Fig. 7.

Habitusbild einer Verzweigung des Ulmenhexenbesens. Bei \* abgestorbener Teil.

der Knoten wesentlich aus kleinen verdickten Zweigen aufgebaut ist. Dieselben haben meistens die Kegelform und bestehen aus einer sehr harten Substanz, die sich schwierig schneiden lässt. Ein Schnitt durch den Knoten zeigt (Fig. 8) wie das Holz in sehr verschiedenen Richtungen verläuft.

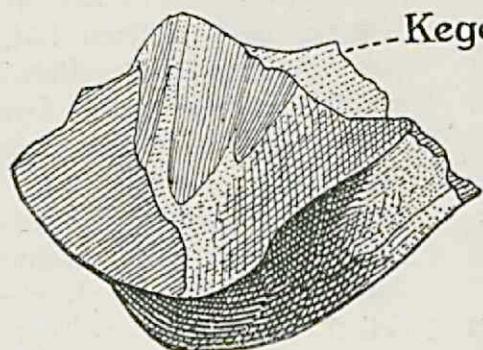


Fig. 8.

Schnitt durch einen kleinen Knoten des Ulmenhexenbesens.

bündel und dann geht das Gewebe in den Siebteil an dem sich das Holz anschliesst. Schon im Siebteil sind die Markstrahlen deutlich zu sehen.

Das Holz besteht aus Gefässen und englümigen Elementen zwischen welchen man die Fortsetzung der Markstrahlen findet. Im radialen Schnitt sieht man, dasz die englümigen Elementen zum Teil aus Fasern, zum Teil aus Holzparenchym bestehen; am besten kann man sie mit dem Namen Libriform andeuten. In der Mitte des Zweiges befindet sich das groszzellige Mark.

Vergleicht man nun den horizontalen Schnitt durch den Kegel mit dem normalen Zweigschnitt, so sieht man Folgendes:

Die Rinde hat einen sehr undeutlichen Bau, genau wie beim älteren normalen Zweig. Das Holz besteht hauptsächlich aus englümigen Elementen. Nur hier und da findet man ein Gefäss.

Markstrahlen kan man nicht immer unterscheiden. In Figur 9 ist sehr deutlich Markstrahlparenchym (m) zu sehen. Diese Figur ist um so mehr bedeutend, weil hier deutlicher als in anderen Schnitten die Faserstruktur der Elemente sich zeigt. Sie sind auch mehr eckig als normales Libriform. Im normalen Holz findet man nie solche dicke Zell-

### Kegel

Um die Zusammensetzung des Kegels zu verstehen müssen wir zuerst den normalen Bau eines Ulmenzweiges betrachten.

Dieser besteht aus einer Korkschicht, die etwa 5—6 Zellreihen umfaszt. Darunter liegt die Rinde, die bei jungen Zweigen chlorophyllhaltig ist und die aus kollenchymatischem Gewebe und dünnwändigen Zellen besteht.

Es folgen dann einige Faser-

bündel und dann geht das Gewebe in den Siebteil an dem sich

das Holz anschliesst. Schon im Siebteil sind die Markstrahlen

deutlich zu sehen.

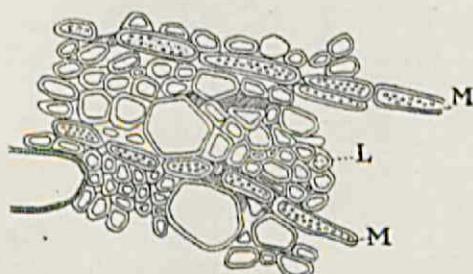


Fig. 9.

Horizontaler Schnitt durch einen Kegel des Ulmenhexenbesens.  
L=das eckige Libriform, M=Markstrahlen. Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

weil hier deutlicher als in anderen Schnitten die Faserstruktur der Elemente sich zeigt. Sie sind auch mehr eckig als normales Libriform. Im normalen Holz findet man nie solche dicke Zell-

wände. Die Gefäsze sind nur in der Periferie des Holzes; in der Mitte des Kegels findet man nur Libriform.

Der radiale Schnitt hat nichts Auffallendes zu zeigen, umso mehr aber der tangentiale. Dieser (Fig. 10) zeigt wie der Faserverlauf gestört ist und verschiedene Krümmungen erlitten hat, was wohl aus der Kegelform erklärt werden mussz. Die Markstrahlen sind sehr stark verbreitert.

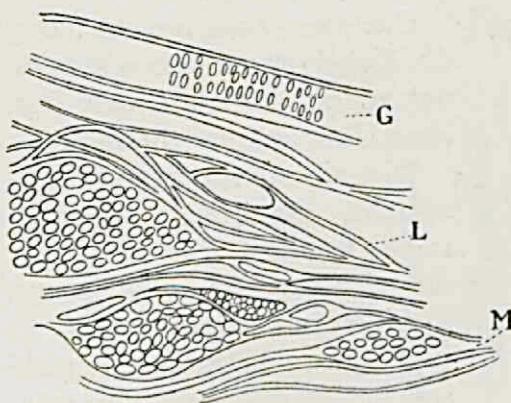


Fig. 10.

Tangentialer Schnitt durch einen Kegel des Hexenbesens der Ulme. M = Markstrahlen, L = Libriform, G = Gefäsz. Vergröszerung  $\pm 400 \times$ .

genau gezeichnet. Bei stärker Vergröszerung sieht man wie die Zellwände etwas verbreitert sind und hier und da sieht es aus ob sie im Begriff sind, aufgelöst zu werden.

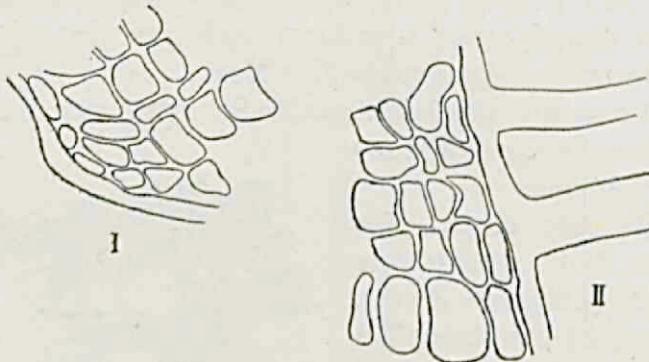


Fig. 11.

Hypertrophie der Korkzellen. Bei I normale Korkzellen, bei II hypertrophirte Korkzellen des Hexenbesens der Ulme. Vergröszerung  $\pm 400 \times$ .

### Entwicklung der Knospen.

Es schien mir sehr wünschenswert die Knospen der Hexenbesen zweige sich vor meinen Augen entfalten zu lassen. Ich werde später den Versuch mitteilen bei dem ich mit Zweigen des Kirschbaumes guten Erfolg hatte.

Ich stellte also einige Zweige des Ulmenhexenbesens in Knoppscher Lösung bei Zimmertemperatur auf. Daneben wurden einige gewöhnlichen Zweige desselben Baumes den gleichen Umständen ausgesetzt. Damit die Knospen nicht wie früher bei einem derartigen Ver-

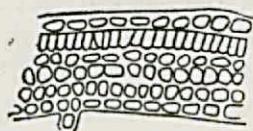


Fig. 12.  
Schnitt durch normales Blatt von der Ulme (unter der Glasglocke gewachsen). Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

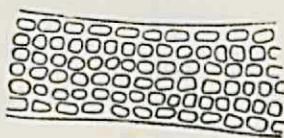


Fig. 13.  
Schnitt durch ein abnormales Blatt von der Ulme (unter der Glasglocke gewachsen). Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

suche vertrockneten, wurden sie mit einer Glasglocke überdeckt.

In einem andern unerwärmten Zimmer wurden ebenso einige Zweige des Hexenbesens und einige normale Zweige aufgestellt und schliesslich wurden einige im Freien weiter gezüchtet (im Januar).

Die Zweige im Freien zeigten keine Fortschritte. Dagegen entwickelten sich aus den Zweigen im geheizten und im ungeheizten Zimmer 2 bis 4 Knospen zu beblätterten Zweigen.

Bei den normalen Zweigen entfalteten sich die Blattspreiten genau so wie bei Ulmenbäumen im Freien; bei den Hexenbesen-zweigen blieben die Blätter in ihrer Entwicklung weit zurück. Die Blättergrösze kam niemals über die Hälfte der normalen heraus; zudem blieben die Blätter zusammengefaltet.

Diesen Vergleich findet man in Figur 12 und 13. Die gewöhnliche Differenzierung in Epidermis, Palissadenparenchym und Schwammparenchym bleibt bei den Blättchen des Hexenbesenzweiges aus. Nur die beiden Epidermis liessen sich unterscheiden. Die Zahl der Zellreihen ist jedoch

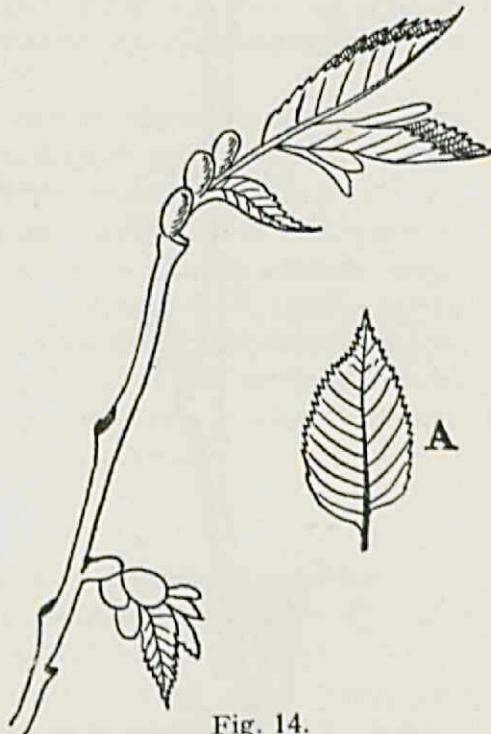


Fig. 14.  
Normaler Ulmenzweig der sich unter der Glasglocke entwickelt hat.  
Bei A Blättchen.

die gleiche, nur sind alle Blattparenchymzellen einander gleich. Figur 14 und 15 zeigen den morphologischen Unterschied. Auch das Fehlen von Anthozyan in den Hexenbesenblättchen war charakteristisch.

Unter der Glocke entwickelten sich aus den abgestorbenen Sprossspitzen nur Pilze aus der Gattung *Fusarium*. Blattflecke wie von Sadebeck (1884) für *Taphrina ulmi* beschrieben wurden und welche verursacht werden durch Ascii der *Taphrina* fehlten ganz und gar.

Meine Untersuchung über den Ulmenhexenbesen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- 1°. Die Bildung fängt mit einer Verdickung an, welche später noch deutlich zu erkennen ist.
- 2°. Dieser Verdickung entspringen eine Menge ziemlich dicker Zweige, welche jeder für sich kleinere hexenbesenartige Bildungen zeigen.

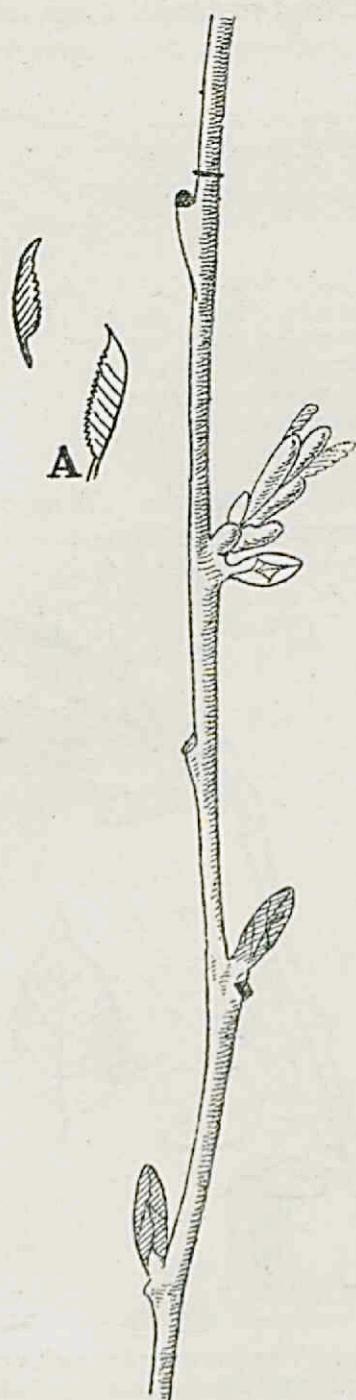


Fig. 15.

Hexenbesenzweig der Ulme,  
der sich unter der Glasglocke  
entwickelt hat.  
Bei A Blättchen.

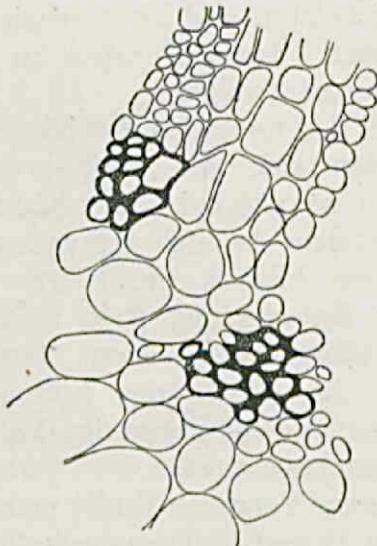


Fig. 16.

Braun gefärbter Teil aus den  
Zweigen des Hexenbesens  
der Ulme.  
Vergrösserung  $\pm 400 \times$ .

- 3°. Die Spitzen des Tragastes und der Hexenbesenzweige werden sehr bald dürr.
- 4°. Die Hexenbesenzweige zeigen fast ausnahmslos verlängerte Internodien.
- 5°. Anatomisch zeigen nur die Verdickungen einen sehr abweichen- den Bau. Besonders die Markstrahlen sind stark verbreitert.
- 6°. Die älteren Gefäsze des Hexenbesenzweiges zeigen braune Zell- wände.
- 7°. Aus den Knospen des Hexenbesenzweiges entwickeln sich, ebenso gut wie aus den normalen Zweigen, Blättchen welche sich aber weniger entwickeln (beide unter der Glasglocke).

### HEXENBESEN DER ROSZKASTANIE.

Sind die Hexenbesen der Ulmen schon ziemlich selten, um so mehr ist dies mit den Hexenbesen der Roszkastanie der Fall. In unserem Lande sind mir bisher nur zwei Fälle bekannt: der erste in Amsterdam, im Vondelpark, der zweite im Haarlemmerhout zu Haarlem.

Ein Hexenbesen im Vondelpark wurde schon beschrieben von Dr. Ritzema Bos in 1901. Es stehen dort einige Exemplare von der Roszkastanie beisammen und zwischen diesen ein Exemplar von *Aesculus hippocastanum*. Nun ist es sehr auffallend dasz die *Hippocastanum*, die denselben Standort hat, einen glatten Stamm zeigt; dagegen die Stämme der *Pavia* Arten über und über mit groszen Knoten bedeckt sind auf welche sich viele dünne Ästchen befinden. Da diese Bäume mir durch die Freundlichkeit des Parkvorstandes zu jeder Jahreszeit zugänglich waren, habe ich die verschiedenen Stadien der Hexenbesen genau studieren können.

### Morphologie.

An den meisten Zweigen, welche auch gröszere Hexenbesen aufweisen, lassen sich leicht die Anfangsstadien beobachten. Dieselbe zeigen sich als kleine Knoten, welche sich rings um einen knollenförmig verdickten Zweig bilden. Das Holz ist sehr wenig, das übrige Gewebe um so mehr in die Dicke gewachsen.

Bei grözseren Knoten (Fig. 17) ist das Bild durch das zusammen treffen mehrerer Holzknoten ( $H$ ,  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) etwas verwirrt. Durch vorsichtiges Spalten war es möglich ein schönes Bild von einem groszen Hexenbesenknoten zu bekommen.

Man sieht wie das Mark sich strahlenweise verteilt und wie daher eine Art Holzrose entsteht. Wenn der Holzknoten sich weiter ent-

wickelt, was wohl hauptsächlich eine Frage der Wasserversorgung ist, so entsteht der büschelförmige Hexenbesen wie aus der Photo-

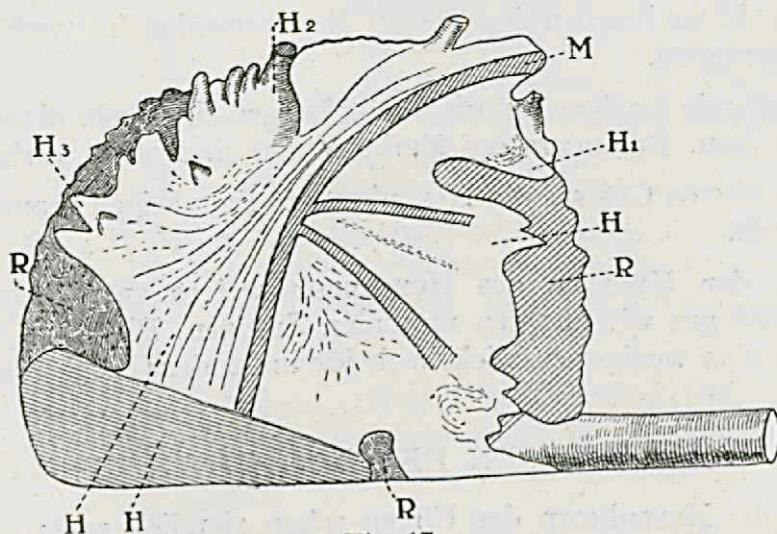


Fig. 17.

Schnitt durch einen groszen Knoten des Hexenbesens der Roszkastanie. H = Holz, M = Mark, R = Rinde, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> und H<sub>3</sub> sind Holzkegel.

graphie ersichtlich ist. Kennzeichnend ist, dasz die Seitenzweige sich nicht oder nur sehr wenig verzweigen. Wie bei den anderen Hexenbesen sind auch diese negativ geotropisch.

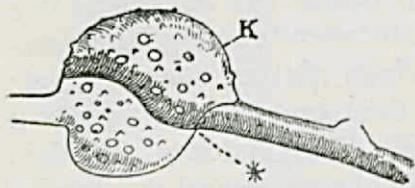


Fig. 18.

Kleiner Knoten aus einem Hexenbesen der Roszkastanie in breiten Falten (\*) um den Tragast ausgebreitet. K = Knospen.

die Rinde in breiten Falten ausgebreitet (Fig. 18 \*).

### Anatomie.

Anatomisch zeigt der Hexenbesen der Pavia eine grosze Übereinstimmung mit dem der Ulme. Da ich in diesem Falle auch imstande war die jüngsten Stadien zu beobachten, habe ich nicht nur Schnitte durch die älteren, sondern auch durch die jüngeren Exemplare untersucht. Es zeigte sich dabei dasz der grösste Teil von dem Knoten wieder von Parenchymzellen gebildet wurde. Die Korkzellen sind etwas unregelmässiger und vergrössert.



Photographie eines Hexenbesens der Roszkastanie im  
Vondelpark (Amsterdam).

Ebenso, wie bei der Ulme, lassen sich auch hier die Kegel schwerlich schneiden. Doch ist das Holz viel lockerer als bei der

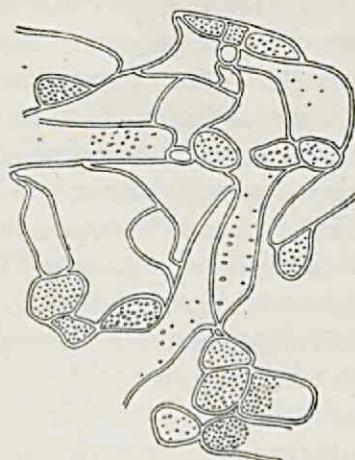


Fig. 20.

Tangentialer Schnitt aus der Mitte eines Kegels des Hexenbesens der Roszkastanie. Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

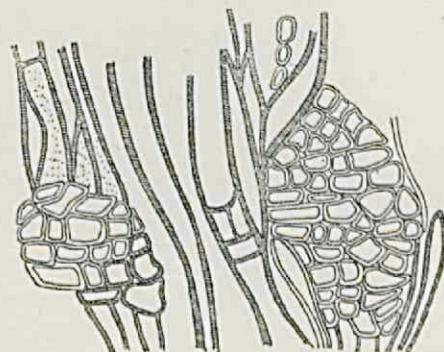


Fig. 21.

Tangentialer Schnitt aus der Oberfläche des Knotens von einem Hexenbesen der Roszkastanie.

Ulme und so lassen sich dünne Schnitte anfertigen. Der Verlauf der Fasern, Markstrahlen und Gefäsze lässt sich wieder am besten am tangentialen Schnitt untersuchen (Siehe Fig. 20 und 21). Noch unregelmässiger als bei der Ulme liegen die Elemente hier kreuz und quer durcheinander. Auch im horizontalen Schnitt sieht man deutlich wie die regelmässige Anordnung gestört ist.

Die Anatomie der Zweige der Roszkastanie zeigt sich als sehr verschieden. Man findet nämlich normale und abnormale Zweige.

Die Anatomie der normalen Zweige (Fig. 19) zeigt überhaupt keinen Unterschied mit der des Tragastes. Neben den normalen Zweigen findet man aber dichte saftreiche Zweige welche aus stark hypertrophen Geweben bestehen. Diese Hypertrophie äusserzt sich vor allem in Zellvergrösserung und Zellvermehrung der Rinde, ausserdem in einer Vergrösserung der Elemente besonders der Gefäsze des Holzes. Bei den Sklerenchymteilen ist der

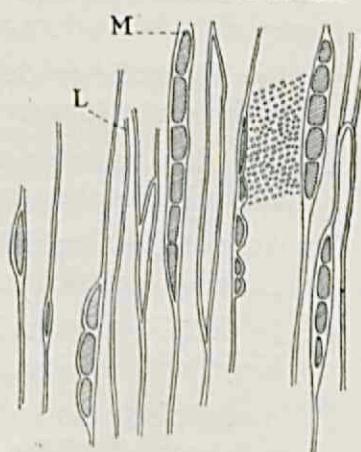


Fig. 19.

Tangentialer Schnitt durch einen normalen Zweig der Roszkastanie.

M = Markstrahlen,  
L = Libriform.

Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

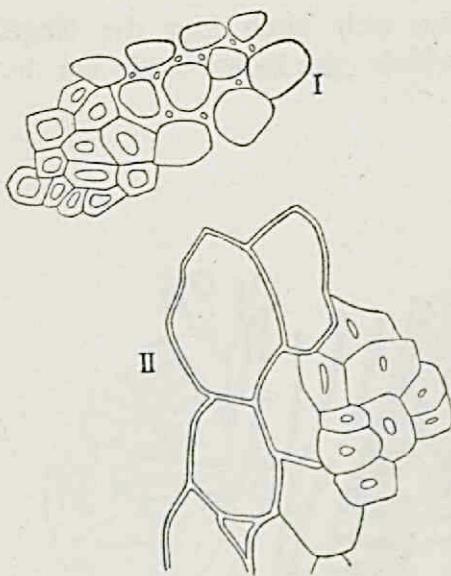


Fig. 22.

Normale (I) und hypertrophirte (II) Sklerenchymzellen des Hexenbesens der Roszkastanie. Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

Unterschied nicht so einleuchtend. Wenn man aber dieselbe bei starker Vergrößerung betrachtet, so fallen die viel gröszeren Sklerenchymzellen des Hexenbesens (Fig. 22) wesentlich auf. Auch die Markzellen sind beim abnormalen Hexenbesenzweig gröszer.

Scheinbar im Widerspruch zu diesen Befinden steht die Tatsache, dasz im Ganzen der Durchschnitt der Gewebe sich folgendermassen zu den normalen verhält:

Rinde drei mal normal.

Holz etwas weniger als normal.

Mark 1/2 normal.

An ältern Hexenbesen finden sich mehr abnormale Zweige als an jüngeren.

## Ergebnisse.

Die Untersuchungen über den Hexenbesen der Roszkastanie lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- 1°. Der Hexenbesen der Roszkastanie entsteht als ein Knoten an älteren und jüngeren Zweige.
- 2°. Aus dem Knoten entstehen eine Menge Zweige welche teils normal teils abnormal und stark hypertrophirt sind.
- 3°. An der Knotenbildung nimmt hauptsächlich die Rinde Teil. Dieselbe legt sich in breiten Falten um den Zweig.
- 4°. In dem Knoten findet man ebenso wie beim Ulmenhexenbesen Kegel welche eine sehr auffallende Struktur zeigen.
- 5°. Anatomisch sind die Kegel und die verdickten Zweige abweichend gebildet. Die Kegel weisen verbreiterte Markstrahlen, die verdickten Zweige hypertrophirte Elemente auf.
- 6°. Die morphologisch normalen Zweige zeigen dieselbe Struktur wie die Tragast.

## HEXENBESEN DER HEIDE.

Vereinzelt habe ich diesen Hexenbesen in der Literatur erwähnt gefunden. Nur auf der Insel Rügen werden diese Hexenbesen als

zahlreich erwähnt. Das von mir untersuchte Exemplar war schon ziemlich alt. Wie das Bild (Fig. 23) zeigt ist die hauptachse einigermaßen gedreht, wie es bei Calluna viel vorkommt. Am Vegetationspunkt hat sie sich in eine ganze Menge Zweige aufgelöst, wodurch ein perrückenartiger Büschel entsteht.

Blätter und Zweige zeigen keine Abweichungen. Auch hat der Strauch, ungeachtet des Hexenbesens, Blüte getragen, von denen noch zwei vorhanden waren. Sonst ist natürlich der ganze Habitus verändert.

Da der Strauch schon einige Zeit aufbewahrt war bevor er mir zugesandt wurde, konnte ich über die Ursache des Hexenbesens nicht mehr klar werden. Anatomisch war nichts abweichendes zu finden. Die beiden Forscher, von Tubeuf und Jaap Otto, deuten auf Milben als Ursache des Hexenbesens auf Rügen hin.

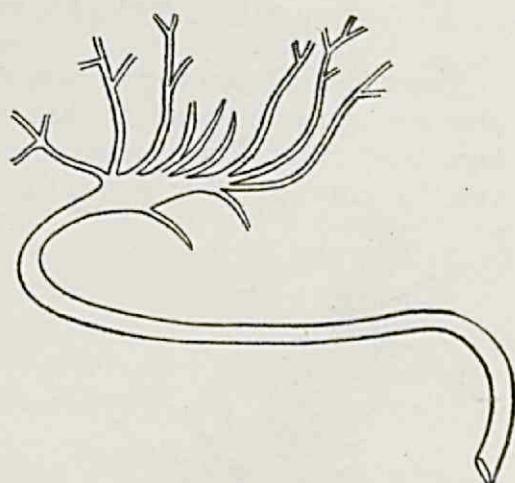


Fig. 23.  
Habitusbild eines Hexenbesens auf der Heide.

#### HEXENBESEN DER BIRNE.

Als ich schon ziemlich weit mit meinen Studien über Hexenbesen fortgeschritten war, bekam ich Nachricht über einen Hexenbesen von ungeheurer Grösze in einer Birne in Schalkwyk. Da ich leider keine Zeit hatte den Hexenbesen zu photographieren bevor die Blätter am Baume waren, war es nicht möglich ein ganzes Bild von dem tatsächlich sehr groszen Hexenbesen zu bekommen. Der Hexenbesen hängt an einem Zweig von 4—5 cM. Durchsnitt. Die negative Geotropie ist wahrscheinlich wegen der ungeheuren Grösze nicht mehr wahrnehmbar.

Ich begnügte mich damit einige Zweige und Blätter, die mir etwas ungewöhnlich vorkamen, zu untersuchen. Die Blätter waren etwas runder und kleiner und mehr behaart als gewöhnlich.

Ob dies aber dem Hexenbesen zuzuschreiben ist, oder nur einfach der Tatsache dasz sie zwischen und unter den normalen Blättern gewachsen waren und dementsprechend nur wenig Licht bekommen hatten, ist mir nicht bekannt. Auch in diesem Falle fand ich in keinen der Gewebe ebensowenig in denen der Blätter als in denen der Zweige einen Organismus.

Auch dieser Hexenbesen musz also zu den Hexenbesen unbekannten Ursprungs gestellt werden.

### HEXENBESEN DER KIEFER.

Dieser Hexenbesen wurde zwar öfter abgebildet und beschrieben, aber soweit mir bekannt ist, hat man sich immer auf die Morphologie beschränkt. Zuerst musz erwähnt werden, dasz es zwei Arten von Hexenbesen gibt: namentlich sehr grosze mit völlig ausgewachsenen Zweigen von

dem ich ein Habitusbild zeichnete (Fig. 24) und kleinere kugelförmige wie sich eines auf Fig. 25 befindet. Die Hexenbesen sind wieder im groszen ganzen

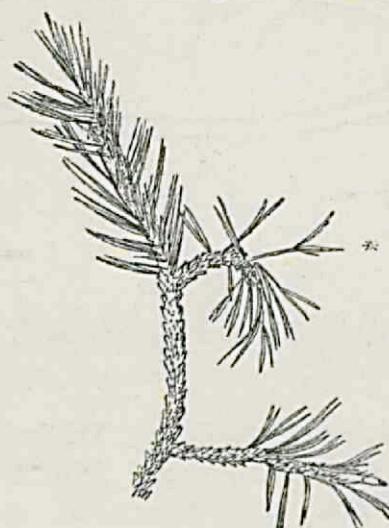


Fig. 24.

Habitusbild eines Zweiges von einem groszen Hexenbesen der Kiefer. Bei \* positiv geotroper Zweig.

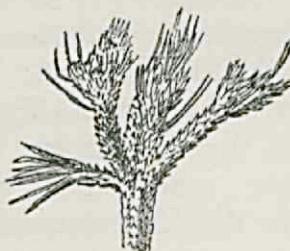


Fig. 25.

Habitusbild eines Zweiges von einem kugelförmigen Hexenbesen der Kiefer.

negativ geotrop; es kommen aber Zweige vor welche sich positiv geotrop zeigen (\*).

Da der Hexenbesen auch nicht oft vorkommt, habe ich mich beschränken müssen nur ältere Hexenbesen zu untersuchen (der kleinste hatte einen Umfang von 10—20 cM.). Anfangsstadien habe ich also nicht beobachten können.

### Morphologie.

Der Tragast gabelt sich in etwa fünf bis zehn Seitenästen. Jede Ast zeigt wieder eine Menge Knospen ungefähr wie es beim Ulmenhexenbesen beschrieben wurde.

Auffallend sind die viel kleineren Nadeln. Die Länge der normalen Nadeln eines Baumes beträgt 2—4 cM. und darüber, die Länge der Hexenbesennadeln dagegen nur 0,7—1,6 cM. Die Nadeln an den kugelförmigen Hexenbesen sind die kleinsten.

Der Hexenbesen entspringt nie einem Knoten; zwar ist die Hauptachse an der Stelle wo die Seitenzweige entstehen etwas dicker, aber das ist einfach den vermehrten Seitenästen zuzuschreiben. Da die Nadeln an Grösze zurückgeblieben sind, schien es mir wünschenswert dieselben auch anatomisch mit den normalen Nadeln zu vergleichen.

### Anatomie der Achsen.

Die anatomischen Unterschiede zwischen einem normalen und abnormalen Zweig sind nicht bedeutend. Nur die Zahl der Harzkanäle ist bedeutend gröszer im Hexenbesenholz.

Um eine möglichst genaue Vergleichung zwischen der Zahl der Harzkanäle im normalen und abnormalen Zweig zu gestatten, wurden die Breiten der Präparate jedesmal mit der Zahl der Harzkanäle verglichen.

Aus einer gröszeren Menge Zahlen wurden folgende fünf herausgenommen, welche charakteristisch sind:

Holzbreite normal	Kanäle normal	Holzbreite H.	Kanäle H.
70	5	70	19
70	4	80	19
35	5	50	13
20	3	45	8
60	5	30	6

Nur im letzten Falle ist die Zahl der Harzkanäle etwa gleich im Hexenbesenholz als im normalen Holz.

Andere Teile zeigen keine abnormalen Verhältnisse. Zwar weisen die kugelförmigen Hexenbesen dickere Zweige auf, bei denselben finden sich aber Holz und übrige Teile gleichmäsig verdickt.

### Anatomie der Nadeln.

Wie Durchschnitte durch den normalen und den Hexenbesennadeln zeigen, sind die Nadeln nicht in Grösze sondern auch im Bau abweichend gebildet. Folgende Unterschiede sind deutlich wahrnehmbar:

1. Die Epidermis ist bei den Hexenbesennadeln verstärkt.
2. Die Harzkanäle zeigen ein kleineres Lumen als bei normalen Nadeln.
3. Die Zellwände, besonders die der lebendigen Zellen welche die Harzkanäle bilden, sind dünner bei den Hexenbesennadeln als bei den normalen.

4. Die mechanische Schicht ist bei den Hexenbesennadeln weniger entwickelt als bei den normalen. Besonders die Sklerenchymzellen, welche die Gefäsbündel umgeben, fehlen.

So wird es deutlich dasz nicht nur die Nadeln an Grösze sondern auch an Entwicklung und Differenzierung zurückgeblieben sind.

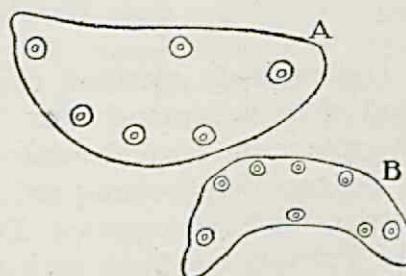


Fig. 26.

Verteilung der Herzkänele bei einer normalen (A) und bei einer Hexenbesennadel (B) der Kiefer. Vergrößerung  $\pm 100\times$ .

Weder in den Zweigen, noch in den Nadeln konnte ich Organismen auffinden. Die Figur 26 zeigt die Verteilung der Harzkanäle bei den normalen und bei den Hexenbesennadeln.

### Ergebnisse.

Über den Hexenbesen der Kiefer lässt sich im allgemeinen Folgendes sagen:

- 1°. Der Hexenbesen der *Pinus* zeigt nicht immer dasselbe Bild. Es gibt kugelförmige Hexenbesen und andere, welche mehr ausgewachsen sind.
- 2°. Eigentliche Knoten kommen nicht vor; zwar ist der Tragast an der Stelle, wo der Hexenbesen entsteht, etwas verdickt.
- 3°. An einem Hexenbesen befinden sich neben normalen Nadeln auch Zwergnadeln deren anatomische Struktur einige Eigentümlichkeiten aufweist.
- 4°. Die Hexenbesen weisen oft positiv geotrope Seitenzweige auf.

### HEXENBESEN DER ROTBUCHE.

Auch von diesem Hexenbesen sind nur Abbildungen bekannt und zwar von von Tubeuf.

Seine Funde stimmen genau mit den meinigen überein. Häufig ist der Buchenhexenbesen allerdings in unserem Lande nicht. Der einzige Fall der mir bekannt ist, stimmt von einem Baume im Stadtpark in Utrecht. Grosze Exemplare fanden sich nicht; die Hexenbesen waren alle von mittlerer Grösze.

### Morphologie.

Es entspringen immer mehrere Hexenbesen einem selben Tragaste der an der Stelle eine kleine Aufreibung zeigt (Fig. 27 und 28). Der ganze Zweig ist runzlich und zeigt kleine Anschwellungen über die ich im anatomischen Teile genauer berichten werde.

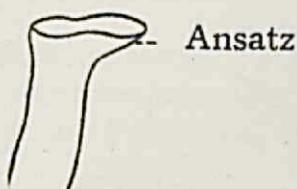


Fig. 27.

Schnitt durch einen Ansatz eines Hexenbesens der Rotbuche.

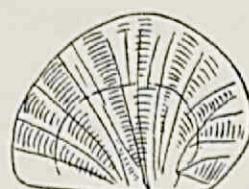


Fig. 28.

Schnitt durch den Hexenbesen Ansatz der Rotbuche, der die radiären Holzteile zeigt.

Von der Knospenfolge, die, wie bekannt, bei den Buchen an Seitenästen  $1/3$ , an ausgewachsenen Ästen  $1/2$  beträgt, ist in so weitem noch etwas zu sehen dasz die Hexenbesen genau in der Folgenreihe  $1/3$  stehen. Man kann den Zweig also als nicht normal ausgewachsen auffassen.

Die Zweige zeigten keine bedeutende Veränderung der Internodienlänge. Die dünneren Zweige zeigten sich stark behaart wie bei Birkenhexenbesen häufig vorkommt.

Was der Standesort betrifft, so ist es auffallend, dassz die Hexenbesenbuche in einem der finstersten Ecken des Parkes steht.

### Anatomie.

Da es mir vorkam, dasz die kleinen Auswüchse wie sie der Zweig häufig zeigt, in irgend einer Beziehung zu den Hexenbesen stehen, so untersuchte ich diese zuerst. Bald wurde mir aus einer Vergleichung mit Küster's Abbildung der Wundstellen, welche *Cryptococcus fagi* an Buchenzweigen verursacht klar, dasz auch die von mir gefundenen Aufreibungen dieser Laus ihre Entstehung verdankten. Das karakteristische Bild der auseinander getriebenen

Sklerenchymzellen durch Parenchymwucherung ist nur zu deutlich (Fig. 29\*).

Weiter wurden Zweige und Knospen untersucht. Weder in den

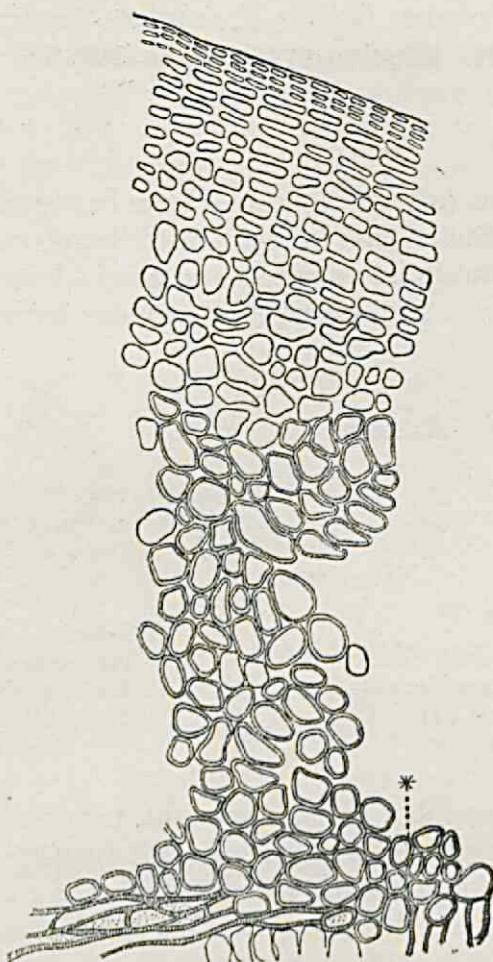


Fig. 29.  
Horizontaler Schnitt durch die Rinde  
des Buchenhexenbesen zweiges.  
Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

Zweigen noch in den Knospen konnte ich irgend eine Spur von Myzel auffinden. Dies also in Gegensatz zu Sadebecks Beobachtungen.

### Ergebnisse.

Die Untersuchungen über den Hexenbesen der Rotbuche lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- 1°. An den Tragästen befinden sich mehrere kleinere Hexenbesen, welche in einer Reihenfolge 1/3 stehen.
- 2°. Die dünnen Zweige sind stark behaart, was bei normalen jüngeren Zweigen nicht vorkommt.
- 3°. In dem beschriebenen Falle zeigten die Tragäste sehr deutliche Angriffstellen von *Cryptococcus fagi*.

## II. BEKANNTES HEXENBESEN.

Da es mir aus der Literatur klar wurde, dasz die Erzeuger der Hexenbesen sich immer tief verstecken und schwer aufzufinden sind, habe ich zuerst versucht die Erzeuger des Kirschenhexenbesens und des Birkenhexenbesens aufzufinden. Über diese Untersuchungen mögen nachstehende Zeilen etwas berichten.

### HEXENBESEN DER SAUERKIRSCH (Fig. 30).

Aus Limburg bekam ich durch freundliche Vermittlung einige sehr schöne Kirschenhexenbesen. Da ich hauptsächlich darum bemüht war, den Parasit zu finden, war es nötig mehrere Durchschnitte durch die Zweige zu machen, da der Parasit, wie bekannt, interzellulär, in den meisten Teilen, besonders aber im Holz lebt (fig. 30).

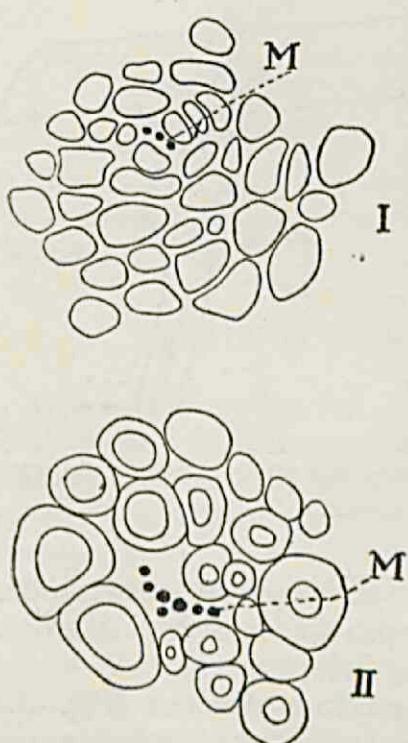


Fig. 30.

Markzellen (I) und Sklerenchymzellen (II) des Kirschenhexenbesens mit Myzel (M). Vergrößerung  $\pm 400 \times$ .

parken, in Anlagen u.s.w.

Die Untersuchungen wurden angefangen im Spätherbst und es liesz sich also erwarten, dasz der Pilz sich ebenso wie die Zweige in einer Art Winterruhe befindet. In Figur 30 findet man eine Abbildung des merkwürdigen perlschnurartigen Myzels. Deutlich waren auch in dem Bild des befallenen Zweiges die verschleimten Wände der benachbarten Zellen. Beim Züchten stellte sich heraus, dasz das Myzel gehöre zu *Exoascus cerasi* (Sadebeck).

### HEXENBESEN DER BIRKE.

Die Hexenbesen auf *Betulus* sind eine sehr auffallende Erscheinung. Es wird kaum einen Hexenbesen geben, der so oft an Bäumen auftritt, wie der Birkenhexenbesen. In Städten findet man so oft Hexenbesen, dasz

die meisten Menschen nur diese kennen und sehr erstaunt sind, wenn man ihnen mitteilt, dassz es noch andere Arten von Hexenbesen gibt.

Anatomisch und morphologisch sind die Birkenhexenbesen genau bekannt und studiert.

Doch ist es mir eine sehr merkwürdige Entdeckung gewesen, dassz häufig Birkenhexenbesen nicht von Exoascus sondern von Milben herühren, wenigstens in unserem Lande.

Ich kann zwar nur urteilen über fünf oder sechs Hexenbesen, welche ich selbst untersucht habe. An allen Hexenbesen befinden sich verschiedene Milbenknospen (Siehe Abbildung 32) d.h. stark

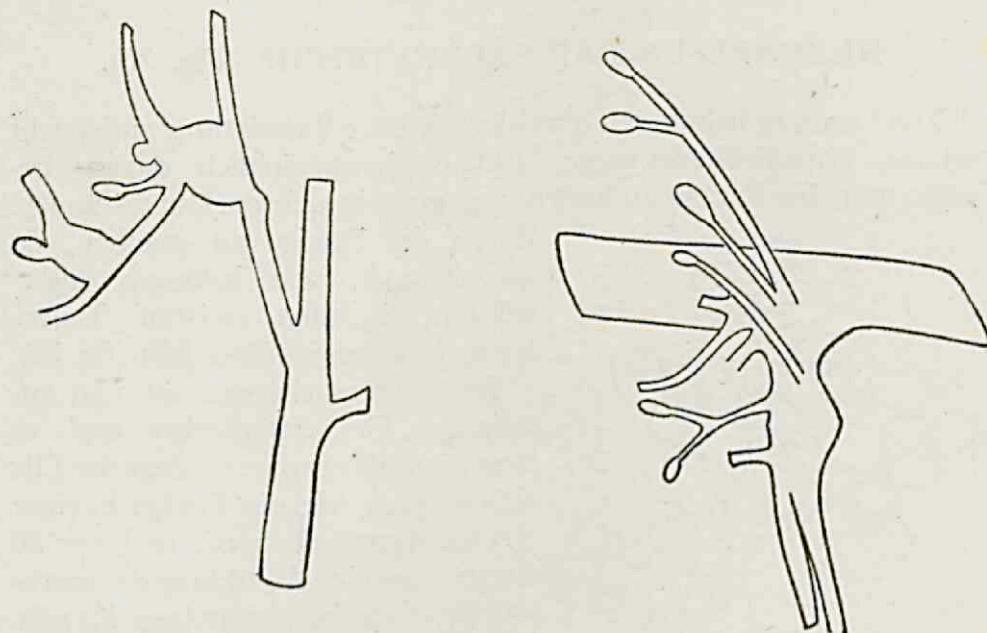


Fig. 31.

Habitusbild der Zweige eines Hexenbesens' der Birke welches die verdickten Zweigstellen zeigt.

aufgetriebene Knospen, deren Knospenschuppen auseinander gedrückt sind. Zwischen diesen Schuppen finden sich eine grosze Menge von Gallmilben von der Gattung *Eriophyes*.

Auch sind sehr auffallend die verdickten Knoten (Fig. 31) in deren Gewebe sich nichts besonderes auffindet; sie scheinen nur durch Parenchymzuwachs zu entstehen.

Über eine eigentümliche Form von Hexenbesen musz ich noch etwas mitteilen. Es sind namentlich kleine Hexenbesen, welche sich an den Birken in Baarn befinden. Dieselben zeigen eine grosze Menge von Milben, welche versteckt zwischen Knospenschuppen leben.

Eine grosse Menge dieser Zweige zeigt verdorrte Milbenknospen, ein Teil derselben treibt aber weiter und entwickelt sich zu langen Trieben an denen die Knospenschuppen bleibend befestigt sind, während die Blätter sich nicht oder nur sehr unvollständig entwickeln. Die Entwicklung verläuft genau so wie bei den Knospen der Ulmenhexenbesenzweige.

Die Erscheinung scheint mir überhaupt nicht in Widerspruch mit

der Entstehung von grossen Milbenhexenbesen aus Knoten, wie Bloomfield sehr schön auseinander gesetzt hat.

Ich habe selbst oft Gelegenheit gehabt an Birkenstämmen und dicken Ästen (Fig. 32) eine Anhäufung von Knospen zu finden, wie genannter Autor sie beschreibt. Aber die kleinen Hexenbesen in Baarn finden sich nur an den Zweigspitzen und diesem Umstand glaube ich das veränderte Bild vollkommen zuschreiben zu dürfen.

Zweige von einer Birke mit ver-dickten Milbenknospen.

Nur einmal fand ich an einem der beiden befallenen Birkenbäume in Baarn ein verunstaltetes, etwas aufgetriebenes Blatt mit Myzel und Asken.

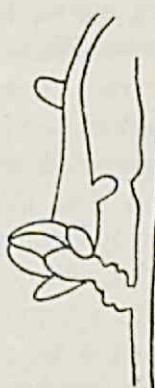


Fig. 32.

## VERSUCHE ZUR ISOLATION DER PILZE.

Wie schon ausführlich mitgeteilt wurde, lieszen sich auf die Blätter der Hexenbesen unbekannten Ursprungs keine Fruchtformen oder Myzelflecken nachweisen. Doch schien es nicht unmöglich, dasz sich irgend ein Organismus aus den Zweigen herauz-züchten liesze, und daher wurden die Versuche gemacht auf die ich später zu sprechen komme.

Vorher will ich aber mitteilen, dasz sich bei dem Auslaufen junger Kirschenhexenbesen Asken auf den jungen Blättern entwickelten. Die Zweige wurden dazu in Knosplösung aufgestellt im Warmhaus am 13. Dezember und am 3. Januar, also drei Wochen später, hatten sich die Blätter entfaltet und zeigten deutliche weisse Flecken, die bei mikroskopischer Betrachtung aus einer Menge Asken bestanden. Bei Ulmen-, Kastanien- und Birkenhexenbesen blieb der Erfolg aus. Für letztere nahm ich also die Entstehung durch Milbenverletzung als feststehend an.

Von den Ulmen und Kastanien wurden die Hexenbesen erst

tüchtig gereinigt mit Sublimat, das nachher mit destilliertem Wasser abgespült wurde. Dann wurden kleine Stücke herausgeschnitten und in sterilisierten Glasschalen ausgelegt. In den Glasschalen befand sich eine dünne Kirschagarschicht. In anderen Schalen wurden ebenso vorbereitete Zweige und Knospen gelegt. Bald entwickelten sich Pilze und Bakterien. Die Pilze gehörten alle der Gattung *Fusarium* an und kamen also für Hexenbesenbildung kaum in Betracht. Mit den Bakterien stand die Sache anders. Zwar zeigten die Holzknoten nicht die charakteristischen Verhältnisse welche von Erwin Smith für Gallen des *Bacillus tumefaciens* beschrieben worden sind, es war jedoch nicht ausgeschlossen, dass ein verwanter Organismus Hexenbesen hervorrufe.

Die Bakterien wurden also von den Pilzen getrennt und rein weiter gezüchtet. Dazu wurde sie in Röhren mit 4 % Saccharoseagar weiter gezüchtet. Dieser Nährboden wurde gewählt, weil die Entwicklung auf Bouillonagar und Kirschagar nur schwer stattfand. Auf dem Saccharoseagar entwickelten sie sich aber sehr gut.

Es war wünschenswert einmal die Impfung von gesunden Bäumen mit den Bakterien vorzunehmen. Zur Vergleichung wurden einige Bäume mit einer Reinkultur von *Bacillus tumefaciens* geimpft.

Die Kolonien des *Bac. tumefaciens* entwickeln sich sehr gut auf künstlichem Nährboden.

Um möglichst virulente Stämme zu bekommen, wurden die Bakterien bei etwa 20° C. im Thermostat einige Tage kultiviert. Man kann leicht die Aufschwelling und Verflüssigung des Agars beobachten; bei mikroskopischer Beobachtung ergeben sich Anhäufungen von Bakterien in der Flüssigkeit.

Auch die Impfung mit *Bac. tumefaciens* blieb erfolglos. Jedesmal wurde hierzu ein T-förmige Einkerbung gemacht, ein wenig von dem Agar mit Bakterien hineingestrichen und die Narbe sorgfältig verschlossen. Die Impfung der Ulmen wurde in Januar, die der Kastanien in Juni vorgenommen.

Bis jetzt hatten aber die Impfungen der Bäume keinen Erfolg. Wohl zeigten sich jetzt an den eingeschnittenen Zweigen und Stämmen kleine klaffende Wunden; dieselben haben sich aber ohne Kallusgeschwulst geschlossen.

## ALLGEMEINER TEIL.

Fassen wir die bis jetzt beschriebenen anatomischen und morphologischen Umstaltungen, wodurch die Hexenbesenzweige sich von den normalen unterscheiden, kurz zusammen, so gelangen wir zu folgender Übersicht:

### I. Abnormale Verzweigung.

Dieselbe findet sich bei allen Hexenbesen vor.

Bei den parasitären Hexenbesen zeigt sich bei der Verzweigung eine grosse Regelmässigkeit (siehe Heinricher, A 7). Bei den von mir untersuchten Hexenbesen war eine solche Regelmässigkeit nicht aufzufinden. Nur bei der Magnolie war immer eine deutliche Verzweigung zu erkennen. Bei der Rotbuche waren die kleinen Hexenbesen selbst sehr regelmässig verteilt. Auf die abnormale Internodienlänge habe ich beim Hexenbesen der Magnolie hingedeutet. Man kann also in dem Fall von einer Wachstumförderung sprechen. Beim Kugelhexenbesen der *Pinus* muss man dagegen von einer Wachstumhemmung sprechen. Beide spielen also bei der Hexenbesenbildung eine sehr bedeutende Rolle.

### II. Abnormale Anatomie.

Wie bei den einzelnen Hexenbesen schon erwähnt wurde, kann man bei jedem etwas Auffallendes in der Struktur finden.

Der Magnolienhexenbesen zeigt Zweige, welche abnormal verlängerte Internodien besitzen. Der Schnitt durch diese Internodien (Fig. 6) lässt zwar dieselbe Struktur des normalen Zweiges unterscheiden, die Elemente selbst sind aber verändert. Besonders die Dicke der Zellwände ist geringer als beim normalen Zweig; das ganze Gewebe sieht lockerer aus, besonders die mechanischen Elemente sind in ihrer Entwicklung zurückgeblieben.

An diese „Hemmungerscheinungen“ schlieszen sich diejenige an, welche wir bei der Entwicklung der Hexenbesenblättchen der Ulme (Fig. 13) und der Nadeln des Kieferhexenbesens gelernt haben. Auch da finden wir, dassz die Gewebe weniger differenziert sind, besonders bei den Ulmenblättchen. Dabei muss hervorgehoben werden, dassz die Blättchen nur diese Hemmung zeigten, wenn sie sich an den abgeschnittenen Zweigen entwickelten. An dem Hexenbesen selbst habe ich nie solche weniger entwickelten Blätter

gefunden. Doch musz dabei in Betracht gezogen werden, dasz *alle* Hexenbesenblättchen diese Struktur zeigten, dagegen alle Blättchen von normalen Zweigen unter den selben Umständen sich *normal* entwickelten (Fig. 14).

Erscheinungen einer Hypertrophie der Gewebe lassen sich bei den Hexenbesen sehr oft auffinden. So kann man schon von einer Hypertrophie sprechen bei den Hexenbesen der Rotbuche (Fig. 27) und der Birke (Fig. 31). Die Hypertrophien kommen nur dadurch zustande, dasz die Zellen der Rinde sich vermehrt haben. Hypertrophien, welche sich bis auf andere Gewebe ausdehnen, finden wir hauptsächlich in den Knoten des Ulmenhexenbesens, des Hexenbesens der Roszkastanie und in der Zweigen des Letzteren.

In dem Knoten sind es besonders die Markstrahlen (Fig. 10, 20 & 21) welche stark verbreitert sind. Auch der Inhalt der Markstrahlen ist bedeutend gröszer; die Zellen sind über und über mit Stärkekörnern erfüllt. Aber auch die mechanischen Elemente können eine Vergröszerung erfahren wie sie Figur 22 zeigt. Schlieslich kann auch die Zahl der Zellen bedeutend zunehmen.

Auf die Störung des regelmäszigen Verlaufes der Markstrahlen in den Knoten ist schon früher hin gedeutet worden. Dieselbe bringt eine Störung des Faserverlaufes als notwendiger Erfolg. Dadurch entstehen wohl die Bilder, wie sie in Figur 8 & 17 gezeichnet sind.

Schwierig ist es die Vermehrung der Harzkanäle bei der Kiefer in dieser Beziehung zu deuten. Dieselbe haben genau dieselbe Struktur wie die normalen Harzkanäle, nur sind die umgebenden dünnwandigen Zellen etwas kleiner. Da die Harzgänge schizogen entstehen, deutet eine Vermehrung der Harzgänge auf eine Lockerung des Gewebes.

Ebenso wie die morphologische Betrachtung, bringt auch die anatomische Untersuchung der Hexenbesen Hemmungserscheinungen (Blätter, Nadeln bei den meisten Hexenbesen die mechanischen Elemente) und Förderungerscheinungen (mechanische Elemente bei der Roszkastanie; Rindevergröszerung bei der Birke und bei den Knoten der Roszkastanie und der Ulme) zu Tage. Beide Erscheinungen finden sich auch bei den Hexenbesen, deren Ursache wohl bekannt ist, wie die in der Literatur erwähnten Untersuchungen zeigen.

### III. Zeit des Treibens.

Die Zeit des Treibens eines Hexenbesens fängt immer früher als die des normalen Zweiges an. Beispiele findet man in von Tubeufs Handbuch (22 C) und bei Schellenberg (31 C). Letzterer gibt für die Kirschenhexenbesenknospen genau 14 Tage; für den Weisztannenhexenbesen 3—6 Wochen. Wie schon erwähnt habe ich derartige

Versuche gemacht für Kirsche und für die Ulme und in beiden Fällen derartige Resultate bekommen. (Siehe Entwicklung der Knospen des Ulmenhexenbesens und Hexenbesen auf Kirsche.

#### IV. Neubildungen im Sinne Küsters. (Siehe Küster 33 C.)

Die filzige Behaarung welche bei den jüngeren Zweigen des Buchenhexenbesens und des Birkenhexenbesens (auf unbehaarten Arten) sich zeigt, kann man als Neubildungen betrachten.

#### VERMUTLICHE URSACHEN DER HEXENBESEN UNBEKANNTEN URSPRUNGS.

Wir müssen annehmen, dasz von den Parasiten Reizstoffe abgeschieden werden, sei es dasz diese einfach die Stoffwechselprodukte des Pilzes, sei es dasz es Angriffstoffe sind. Immerhin haben diese Stoffe eine fördernde Wirkung und heben sie wie von Tubeuf schon bemerkt hat (B 19), die korrelative Beziehung zwischen Hauptsporen und Seitenzweigen auf. Hoffentlich werden die Mitteilungen von A. J. Mix (A 21, A 22), dem es gelungen ist, mehrere Exoasceen auf künstlichem Nährboden zu züchten, uns näher belehren über die von den Pilzen ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte.

Der Einfluss welchen der Hexenbesen auf ihre Nährpflanze ausübt, scheint nach den Literaturangaben nur ein sehr geringer zu sein. Dennoch muss die Pflanze eine ungeheure Menge Wasser und Baustoffe abgeben. Dies findet auf Kosten des Tragastes statt, der an seiner Spitze immer verdürrt. So finden wir, dasz der gröszere Teil der Adventivknospen in angeschwollenem Zustand beharrt ohne sich weiter zu entwickeln.

Auch bei den nicht parasitären Hexenbesen, wie bei der Roszkastanie und der Ulme, gelangen nur wenige Knospen zu einer weiteren Entwicklung; die meisten Knospen trocknen bald ein. Wir setzen also bei der Entwicklungsmechanik einer fordernden Wirkung eine hemmende (die beschränkte Wasserversorgung) entgegen.

Gleichfalls möchte ich auch über die Baustoffe des Hexenbesens einiges bemerken. Es ist eine auffällige Erscheinung, dasz besonders bei den parasitären Hexenbesen die meisten Elemente dünner Zellwände zeigen als die entsprechenden des normalen Zweiges. Man vergleiche die diesbezüglichen Angaben von W. G. Smith (C 13), Hartmann (A 49), Heinricher (A 7) u.s.w.

Demnach und gleichfalls bei den nicht parasitären Hexenbesen sind die Elemente nicht selten in geringerem Maße verdickt (z.B. bei der Magnolie). Auch die Dornenbildung unterbleibt, wie beim

wilden Birnenbaum Franz Muth nachwies und wie eigene Untersuchungen bei *Crataegus* bestätigen.

Zudem unterbleibt bei den echten Hexenbesen immer die Blütenbildung und zwar bei den parasitären Hexenbesen ebensogut wie bei den nicht parasitären. Als Beispiel mag auch hier die Magnolie erwähnt werden. Eine Ausnahme macht ein sehr schöner Kastanienhexenbesen, der eine Blütenschacht aufwies. Vom Baume getrennt wollten sich diese Blüten nicht weiter entwickeln. Die grüne Blätter haben sich ganz normal entfaltet.

Über die Ursache der meisten Hexenbesen bin ich noch nicht zu einer Lösung gekommen. Als Tatsache kann man annehmen, dasz eine Anhäufung von Baustoffen und somit eine Vermehrung der Leitungsbahnen dazu erforderlich ist. Es ist aber noch nicht aufgeklärt auf welche Ursachen ihr Entstehen zurückzuführen ist. Von Tubeufs Schriften (B 19) haben versucht die nicht parasitären Hexenbesen bei *Pinus* als eine Knospenvariation darzustellen. Dasz er auch persönlich nicht zu einer vollständigen Überzeugung gelangt ist, geht hervor aus der freudigen Aufnahme des Aufsatzes von Zach, der als die wirkliche Ursache des Hexenbesens Bakterien erkannte. Leider sollte diese Mitteilung gleich zum grössten Teil zurückgenommen werden, sodasz nur die Hypothese der Knospenvariation bleibt.

Für die Magnolie möchte ich das Schneiden in die Pflanze für die Entstehung des Hexenbesens verantwortlich machen. Ich stütze mich dabei auf einen Satz Masters (B 42): An increased number of branches also necessarily arises when the flower buds are replaced by leafbuds (pag. 347). Die Verzweigungsanomalie ist sehr deutlich wie oben erörtert wurde.

Bei der Rotbuche werden als Erzeuger von Hexenbesen in Ross (C 14) angegeben: Exoascus und Ursache: unbekannt. Die Aufgabe von Exoascus beruht sehr wahrscheinlich nur auf einer Auszersetzung von Sadebeck (C 6, C 28) der mitteilt, dasz er zwischen den Knospenschuppen Myzelium gefunden habe und meint, dass der Hexenbesen möglicherweise durch Exoaschein hervorgerufen werde.

Eher glaube ich dasz wir hier mit Hexenbesen tierischen Ursprungs zu tun haben, weil der karakterische Knoten wieder auftritt wie bei *Betula*.

Es scheint dasz besonders bei der Roszkastanie diese „Hexenbesenkrankheit“ weiter um sich gegriffen hat. Nur eine solche Abbildung des Hexenbesens finden wir bei Ritzema Bos (B 46) während man jetzt bei allen Roszkastanien im Vondelpark sehr schöne Exemplare nachweisen kann.

Wie schon oben erwähnt, war es mir aber nicht möglich einen Parasiten aus dem Knoten oder den Zweigen herauszuzüchten.

Vergleicht man im Allgemeinen die anatomischen Unterschiede welche die Parasitären und nicht parasitären Hexenbesen zeigen so musz zugestanden werden, dasz die bis jetzt bekannt gewordenen Parasiten einen sehr tief gehenden Einflusz auf ihre Wirtspflanze ausüben. Dennoch kann nach dem oben Erwähnten auch bei den nicht parasitären Hexenbesen von einem Parasitieren des Hexenbesens auf ihre Wirtspflanze die Rede sein, wie besonders von Tubeuf für die parasitären Hexenbesen hervorgehoben hat (C 22).

Fragt man sich schlieszlich unter welche Erscheinungen im Pflanzenreich man die Hexenbesen unterbringen müsse, so leidet es keine Frage, dasz man sie unter die Gallen und zwar unter die organoiden Gallen Küsters (C 33) unterbringen musz. Mit Klebs (C 35) kann man annehmen, dasz sie zu den qualitativen und quantitativen Variationen gehören (Seite 140).

Ich habe in dieser meiner Arbeit auch hingewiesen auf fragliche Hexenbesen. Dazu gehören auch diejenigen die durch Tierfrasz oder Beschneiden hervorgerufen werden. Was die durch Tierfrasz hervorgerufenen betrifft, so hat eine Ulme welche fortwährend von Rindern angefressen wurde mir zu einem typischen Hexenbesen verholfen.

Hexenbesenartige Bildungen durch Beschneiden der Bäume hervorgerufen kann man sehr schön beobachten an Buchen in „Het Baarnsche Bosch“, wo die Bäume zu einem „Berceau“ umgebildet sind. Diese musz man jedoch wohl trennen von den wirklichen Hexenbesen, welche immer viel voller und umfangreicher sind. Weil es aber nicht möglich ist einen strengen Unterschied zu machen, scheint es mir wie schon im Anfang erwähnt, wünschenswert dem Begriff Hexenbesen eine möglichst weite Ausdehnung zu geben.

---





GEDRUKT DOOR  
NIJGH & VAN DITMAR  
TE ROTTERDAM

## STELLINGEN.

1.

Onder heksenbezem moet men verstaan elke abnormale vertakking, die ontstaat door het uitlopen van winterknoppen of slapende knoppen op andere dan normale tijden.

2.

Heksenbezems ontstaan door een plaatselijke ophooping van plastische stoffen.

3.

Zoolang niet door middel van infectieproeven het ontstaan van heksenbezems door een bepaalde schimmel overtuigend bewezen is, mag men deze schimmel niet zonder meer als oorzaak opgeven.

4.

In den ruimsten zin genomen, moet de naam heksenbezem ook toegepast worden op verschijnsels bij kruidachtige planten, die analoog zijn met de als heksenbezem aangeduide verschijnsels bij boomen en struiken.

5.

De verschijnselen in het algemeen met den naam „Ontginningsziekte” aangeduid, moeten toegeschreven worden aan de aanwezigheid van gliedine. Deze stof wordt door de anorganische bestanddeelen van compost en door kopersulfaat onschadelijk gemaakt. (W. S. Smith.)

6.

Aan de bestudeering van elke afwijking moet een grondige studie van het normale organisme voorafgaan.

7.

Bij elke galvorming is een wondprikkel aanwezig, die mede kan werken. (Magnus W. Die Entstehung der Pflanzen-gallen verursacht durch Hymenopteren.)

8.

Door Bremekamp is het niet bestaan van hydrotropie niet afdoende bewezen.

9.

De Nederlandsche duinflora wordt elk jaar rijker.

10.

In uitgestrekte duingebieden is de wateronttrekking ten gevolge van het gebruik van duinwater voor de waterleiding reeds zoo aanzienlijk, dat het grondwater geen invloed meer heeft op de wilde vegetatie, die zich dus reeds geheel gewijzigd heeft. (Mededeelingen van het Rijksboschbouwproefstation 1924, Afl. 3.)

11.

In den tegenwoordigen stand van het onderzoek bezit de vergelijkende fisiologie geen enkel betrouwbaar middel om de enzymen der lagere dieren te karakteriseeren tegenover die der hogere dieren.

12.

Het is wenschelijk, dat er meer aandacht geschenken wordt aan de pedagogische en de methodische vorming van den aanstaanden leeraar.









