

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 129 (1978)

Heft: 2

Artikel: Die Bekämpfung des Arven-Schneepilzes

Autor: Bazzigher, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764343>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Bekämpfung des Arven-Schneepilzes

Phacidium infestans Karst.

Von *G. Bazzigher*

Oxf.: 443.3 : 414

(Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf ZH)

1. Einleitung

Bund, Kantone und Gemeinden setzen jährlich grosse Mittel für Aufforstungen ein. Die Arbeiten sind stets langfristig; sie belasten die Betroffenen während Jahren. Die Aufforstungsvorhaben führen allen Bemühungen zum Trotz nicht immer zum Erfolg. Pilzkrankheiten, Insekten- und Wildschäden sowie abiotische Einflüsse beeinträchtigen oder zerstören manche Pflanzungen bereits in der Jugendphase. Vor der Inangriffnahme solch kostspieliger Projekte müssen die ökologischen und biologischen Gegebenheiten gründlich geklärt und auch die Risiken abgeschätzt werden.

In Aufforstungen der subalpinen Zone der Schweiz treten mit dem Befall durch *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petrak (besonders an Fichte), *Ascocalyx abietina* (Lgbg.) Schläpfer (an Arve und Bergföhre), *Ascocalyx laricina* (Ettl.) Schläpfer (an Lärche) und *Phacidium infestans* Karst. (an Arve) gefährliche Krankheiten auf. Nicht selten werden durch diese Parasiten 80—90 Prozent der Pflanzen vernichtet. Ähnliche Schäden werden auch im benachbarten Österreich beobachtet (Donaubauer, 1963). In unseren Aufforstungen ist die Fichte mit einem Anteil von etwa 90 Prozent die weitaus häufigste Baumart (Schätzung OFI, Bern). Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn der diese Baumart besonders bevorzugende Schwarze Schneeschimmel die grössten Schäden verursacht. Eine vermehrte Verwendung weiterer Baumarten würde aber auch entsprechende andere Krankheiten stärker in Erscheinung treten lassen. Bessere Kenntnisse über die verschiedenen Pilzkrankheiten sind in Anbetracht der hohen Verlustrisiken in Hochlagen-aufforstungen zweifellos nützlich.

Die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, führt im Rahmen des «Phytopathologischen Gebirgsprogrammes» langfristige Untersuchungen über diese parasitischen Pilze durch. In ersten Versuchen wurde der Schwarze Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi* und *Herpotrichia Coulteri*) bearbeitet (Bazzigher, 1976 a; 1976 b). Die hier vor-

liegende Publikation handelt vom Arven-Schneepilz *Phacidium infestans* Karst. und seinen Bekämpfungsmöglichkeiten mit Fungiziden. Junge Arven-aufforstungen werden in der subalpinen Zone durch diesen Pilz immer wieder stark geschädigt. Kleine Pflanzen sterben oft schon nach einem einmaligen Befall ab, und in vielen Fällen vermag der Arven-Schneepilzbefall die Aufforstungsbemühungen in wenigen Jahren völlig zunichte zu machen. Es ist deshalb wichtig zu wissen, wie dieser Krankheitserreger bekämpft werden kann.

Herrn Dr. P. Schmid (EAFV, Birmensdorf) danke ich für seine wertvollen Ratschläge und für die Hilfe bei den Untersuchungen. Spezieller Dank gebührt auch meinen Mitarbeitern, Frau E. Kanzler, Herrn K.P. Lawrenz und allen, die an dieser Arbeit mitgewirkt haben.

2. Der Arven-Schneepilz *Phacidium infestans*

Karsten beschrieb 1886 einen auf Nadeln und Zweigen von Koniferen (hauptsächlich an *Pinus silvestris* L.) unter langdauernder Schneedecke parasitierenden Schlauchpilz unter dem Namen *Phacidium infestans* Karst. Im Alpengebiet gibt es einen anderen, ähnlichen, sehr schädlichen Schneepilz an Arven, welcher von Terrier (1942) als neue Art, *Phacidium pinicembrae* (Rehm) Terrier, beschrieben wurde. Petrak (1957) konnte keine morphologischen Unterschiede zwischen den beiden Pilzen finden, die eine Artentrennung rechtfertigten. Moriondo (1963) jedoch bestätigte Terriers Artentrennung. Die Nomenklaturfrage scheint noch ungenügend geklärt zu sein, weshalb heute für den Arven-Schneepilz meistens der Name *Phacidium infestans* Karst. benutzt wird. Neben morphologischen sind aber vor allem biologische Unterschiede zwischen den beiden Pilzen augenfällig, zum Beispiel in der Wirtswahl. *Phacidium infestans* befällt in Skandinavien hauptsächlich *Pinus silvestris*, während das bei uns im Gebirge verbreitete *Phacidium* praktisch nur an *Pinus cembra* vorkommt und nur sehr selten an anderen Koniferen beobachtet wird.

Der Erreger durchwächst und zerstört im Winter das Nadelgewebe unter langdauernder Schneebedeckung. Die befallenen Nadeln zeigen nach der Schneeschmelze eine blasse Verfärbung. Sie werden dann braunrot und bleichen im Laufe des Sommers. Die Nadeln bleiben am Trieb hängen (keine Nadelschütte). Ab Ende September reifen auf ihnen in zunehmender Menge die etwa 0,5 mm grossen, grau bis graubraunen Pilzfruchtkörper mit den hyalinen, im Mittel 19 x 6,5 μm grossen, einzelligen Ascosporen (Abbildung 1, 2, 3, 4). Im Spätherbst folgen die Infektionen, und im Winter darauf durchwuchert der Pilz die neubefallenen Nadeln.

Phacidium infestans ist den Umweltbedingungen unter langdauernder Schneedecke ebenso angepasst wie *Herpotrichia juniperi*. Dementsprechend

gleichen sich auch ihre wichtigsten Umweltansprüche. Man beachte die Übereinstimmung der Wachstums/Temperaturkurven der beiden Schneepilze in Abbildung 5. Die Durchmesser der auf Malzagar (1,2 Prozent Difco-Malt-Extract plus 2 Prozent Difco-Bacto-Agar) gewachsenen Pilzkolonien wurden nach 14 Tagen für *H. juniperi* (Bazzigher, 1976 a) respektiv nach 11 Tagen für *Ph. infestans* (Bazzigher, 1956) bei verschiedenen Inkubationstemperaturen gemessen. Die Kardinalpunkte beider Erreger sind annähernd gleich: das Wachstumsminimum bei minus 3—5 Grad Celsius, das Optimum bei etwa 15 Grad Celsius und das Maximum bei 27 respektiv 30 Grad Celsius.

Für das Wachstum des Arven-Schneepilzes wie auch des Schwarzen Schneeschimmels ist feuchtigkeitsgesättigte Luft Voraussetzung. Diese Bedingung ist nur unter einer langdauernden, tiefen Schneedecke gegeben, also in einem für das Pilzwachstum suboptimalen Temperaturbereich bei etwa 0 Grad Celsius.

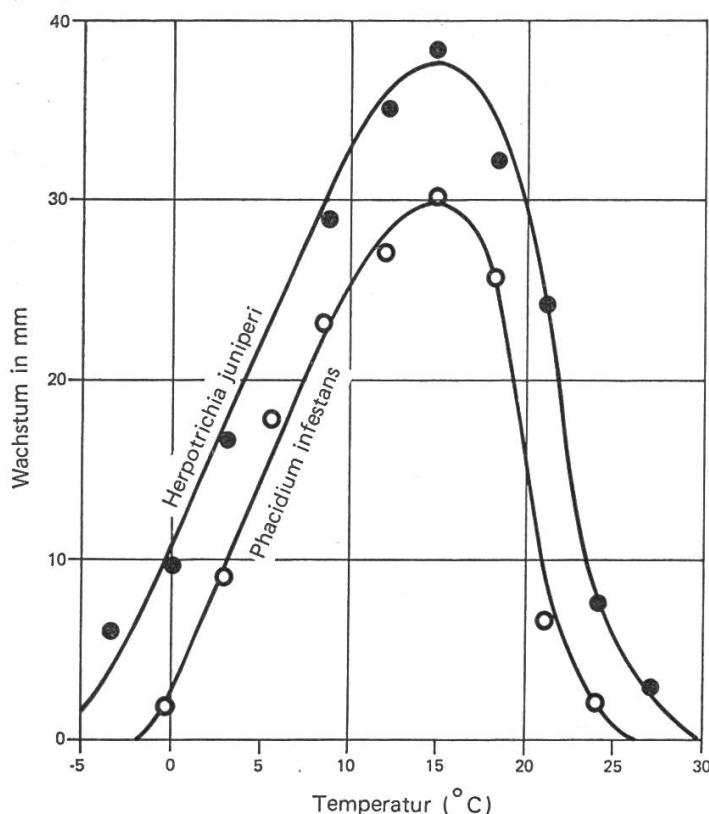


Abbildung 5. Die Wachstumsabhängigkeit der beiden Schneepilze *Herpotrichia juniperi* und *Phacidium infestans* von der Temperatur. Die Durchschnittskurve für *Herpotrichia*-Isolierungen von Fichten und Föhren wurde nach 14tägigem Wachstum (Bazzigher, 1976 a), jene für *Phacidium* nach 11tägigem Wachstum (Bazzigher, 1956) ermittelt.

3. Die Bekämpfungsversuche

Das Versuchsgebiet

Die bekannte Inhomogenität des *Phacidium*-Befalls (Unterschiede in der Befallsdichte und -stärke sowie im jährlichen Auftreten der Krankheit)

machten es vorerst notwendig, ein Versuchsgelände zu finden, in welchem optimale Befallsbedingungen herrschen und eine möglichst grosse Regelmässigkeit in der epidemischen Streuung des Pilzes zu erwarten ist. Ein ideales Versuchsgelände wurde in grösseren Lichtungen des Capettawaldes bei Cresta-Avers gefunden (1970 Meter über Meer; Exp. NE; Koordinaten 759250/148450). Im Capettawald — einem alten Arven-Lärchen-Bestand — wird die Arvenverjüngung durch zeitweise massiven Schneepilzbefall vernichtet oder doch stark gefährdet.

Die Versuchspflanzen

Alle in unseren Bekämpfungsversuchen verwendeten Arvenpflanzen sind im Versuchsgarten der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen in Birmensdorf aufgezogen worden. Unter den dort herrschenden klimatischen Bedingungen kann sich *Phacidium infestans* nicht entwickeln; wir hatten somit die Gewähr für die Aufzucht unverseuchter Versuchspflanzen.

Die sechsjährigen Arven wurden im Herbst ausgeschult und während des Winters in einem Beet mit torfiger Erde eingeschlagen. Vor Frühjahrsbeginn verpackte man sie in Transportbehälter und lagerte sie in einem Kühlraum bei 1—2 Grad Celsius, um das Austreiben zu verzögern. Dies ermöglichte das Setzen der Pflanzen nach der Schneeschmelze, kurz vor der im Gebirge viel später beginnenden Vegetationszeit. Mit diesem Verfahren lassen sich Verpfanzungsschäden weitgehend vermeiden. Die Bekämpfungsversuche können noch in der gleichen Vegetationsperiode ohne Verzögerung durchgeführt werden, und man hat die Gewissheit, bei Versuchsbeginn ausschliesslich nichtinfizierte Pflanzen zu verwenden.

Versuch 1967: Die Wirksamkeit dreier Fungizide in Abhängigkeit von der Behandlungszeit

Die Versuchsanordnung

Es sind drei Fungizide* auf ihre Wirksamkeit geprüft worden:

1. Zineb (Zink-äthylen-1,2-bisdithiocarbamat); Brühe mit 4 Prozent Wirksubstanz gesprüht mit Solo-Sprühgerät.
2. Maneb (Mangan-äthylen-1,2-bisdithiocarbamat); Brühe mit 4 Prozent Wirksubstanz gesprüht mit Solo-Sprühgerät.
3. Schwefelkalkbrühe mit 1 Prozent Wirksubstanz gesprüht mit Solo-Sprühgerät.

* Die Fungizide sind uns von den Firmen Maag (Dielsdorf) und Siegfried (Zofingen) kostenlos zur Verfügung gestellt worden, wofür wir danken.

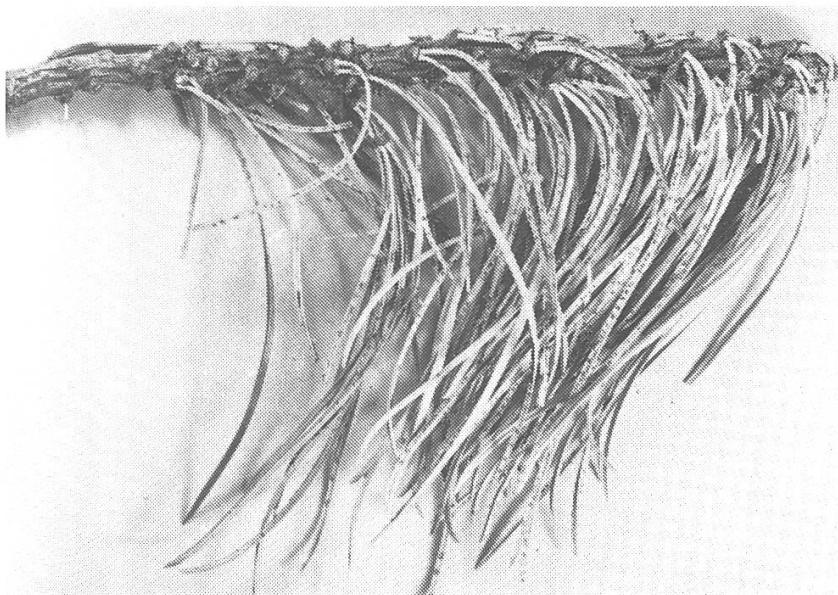


Abbildung 1

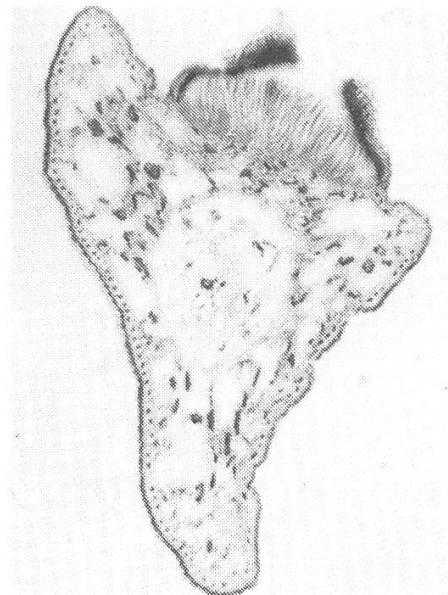


Abbildung 3

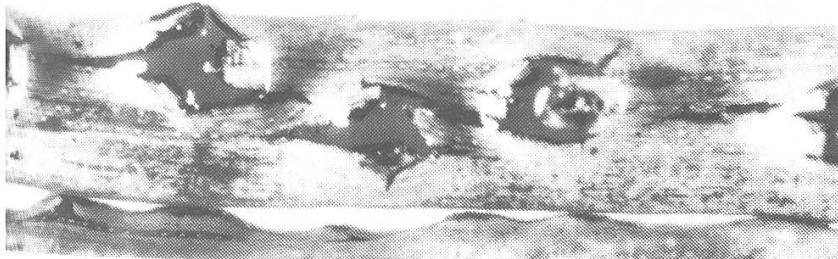
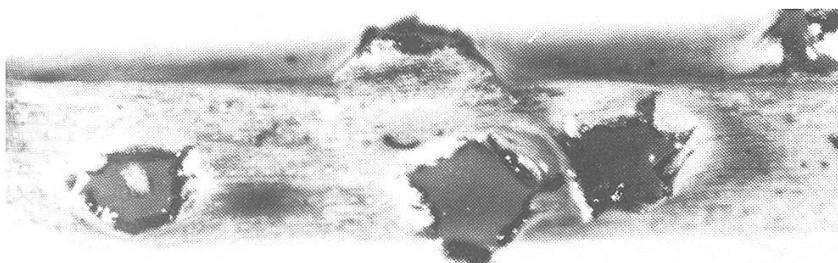


Abbildung 2

Abbildung 1. Befallener Arvenzweig mit herabhängenden, blassgrauen Nadeln mit den etwa 0,5 mm grossen, grauen Fruchtkörpern von *Phacidium infestans* Karst. Vergrösserung $\frac{1}{2}$. Original.

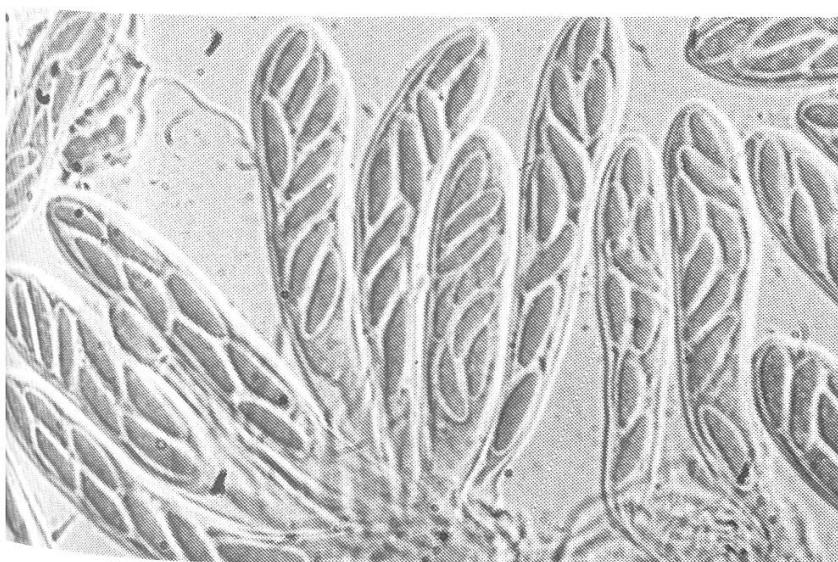


Abbildung 4

Abbildung 2. Fruchtkörper auf Arvennadeln (in feuchtem, geöffnetem Zustand). Vergrösserung 15. Original.

Abbildung 3. Querschnitt durch Arvennadel mit Fruchtkörper des Schneepilzes. Vergrösserung 40. Original.

Abbildung 4. Ascii mit Ascosporen von *Phacidium infestans*. Vergrösserung etwa 400. Original.

Die Verwendung der Schwefelkalkbrühe zur Bekämpfung von *Phacidium infestans* war uns aus skandinavischen Publikationen (Björkman, 1948) bekannt. Das Mittel wurde dort jedoch nur im Pflanzgarten eingesetzt; Angaben über die Verwendbarkeit in schwer zugänglichen Aufforstungen fehlten, weshalb dieses Fungizid in die Prüfung einbezogen wurde. Zineb und Maneb kannten wir als wirkungsvolle Bekämpfungsmittel aus den Versuchen zur Bekämpfung des Schwarzen Schneeschimmels (Bazzigher, 1976 a und b); da sie zurzeit im Forstschutz mit Erfolg eingesetzt werden, lag es nahe, auch diese Mittel in unserem Bekämpfungsversuch zu prüfen. Zineb und Maneb sind im übrigen leicht abbaubar und gelten nicht als umweltbelastend.

Um den besten Zeitpunkt für die Behandlung zu ermitteln, wurde jedes der drei Fungizide zu drei verschiedenen Behandlungszeiten geprüft: im Frühjahr, im Sommer und im Herbst.

Ein Grüppchen von vier Versuchspflanzen, quadratisch im Abstand von 50 cm gepflanzt, bildete die Behandlungs- und Auswerte-Einheit. Der Abstand von einer Vierergruppe zur anderen betrug zwei Meter. Der Versuch setzte sich aus Blöcken von 12 solchen Behandlungseinheiten zusammen (die oben erwähnten 9 Varianten sowie drei unbehandelte Kontrollen). Die Verteilung der Varianten in den Blöcken wurde durch Zufallszahlen ermittelt.

In 52 Wiederholungen wurde dieser Versuch an insgesamt 2496 sechsjährigen Arven durchgeführt. Die Pflanzen stammten aus verschiedenen Einzelbaumherkünften. Die Provenienzen wurden in einzelne Blöcke getrennt — pro Block nur Pflanzen gleicher Herkunft — zufällig über die Versuchsfläche verteilt.

Nach der Pflanzung (16.—26. Mai 1967) folgte die Frühjahrsbehandlung mit Fungiziden (16. Juni 1967), später die Sommerbehandlung (21. Juli 1967) und die Herbstbehandlung (28. August 1967). Die Befallskontrolle wurde im folgenden Frühjahr (5. Juni 1968) vorgenommen.

Um optimale und möglichst homogene Befallsbedingungen in der ganzen Versuchsfläche zu haben, wurde etwa 30 cm über jedem Arvengrüppchen an einem Stab ein frisch befallener Arvenzweig befestigt. Die dort reifenden Pilzfruchtkörper streuten später ihre Sporenmassen aus nächster Nähe über die Versuchspflanzen aus. Dieses Infektionsmaterial musste bei jeder Behandlung vor Fungizideinwirkung geschützt werden.

Die Versuchsergebnisse

Der Einfluss des Behandlungsmittels und des Behandlungszeitpunktes auf den Befall der Arven durch *Phacidium infestans* ist deutlich sichtbar. Zineb ist nur schwach wirksam. Pflanzen, die mit diesem Mittel behandelt

wurden, unterscheiden sich im Befall kaum von den unbehandelten Kontrollpflanzen. Bei der Herbstbehandlung mit diesem Fungizid ist nur eine schwache Befallsverminderung festzustellen. Eine gute Wirksamkeit zeigen jedoch Maneb und die Schwefelkalkbrühe. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Mitteln sind nicht signifikant. Unsere tabellarischen und graphischen Darstellungen (Tabelle 1 und Abbildung 6) zeigen deutliche Befallsunterschiede bei den zu verschiedenen Jahreszeiten gespritzten Versuchspflanzen. Eine Verminderung des Befalls lässt sich bei der Frühjahrsbehandlung noch nicht erkennen, wohl aber bei der Sommerbehandlung. Die Julibehandlung verursacht eine Befallsreduktion von einem Drittel bis zu einem

Tabelle 1. Die Wirkung dreier Fungizide auf den *Phacidium*-Befall von Arvenpflanzen in Abhängigkeit von der Behandlungszeit im Jahre 1967. Befallskontrollen vom Frühjahr 1968.

Versuchs-Varianten	Versuchspflanzen		
	total	krank	% krank
0-Kontrollen	608	235	39
	Frühjahrsbehandlung	208	80
	Sommerbehandlung	208	79
Zineb	Herbstbehandlung	208	64
	Frühjahrsbehandlung	208	84
	Sommerbehandlung	208	63
Maneb	Herbstbehandlung	208	9
	Frühjahrsbehandlung	208	71
	Sommerbehandlung	208	57
Schwefelkalk	Herbstbehandlung	208	13
	Frühjahrsbehandlung	208	77
	Sommerbehandlung	208	66

Viertel. Bei der in unserem Versuch relativ früh durchgeführten Herbstbehandlung ist die Wirkung noch besser; der Befall wird weitgehend unterdrückt (10—15 Prozent des Befalls der unbehandelten Kontrollen). Alle diese Befallsunterschiede sind statistisch überprüft worden; sie sind hochsignifikant ($P < 0,1$ Prozent). Wir können also nur bei der Herbstbehand-

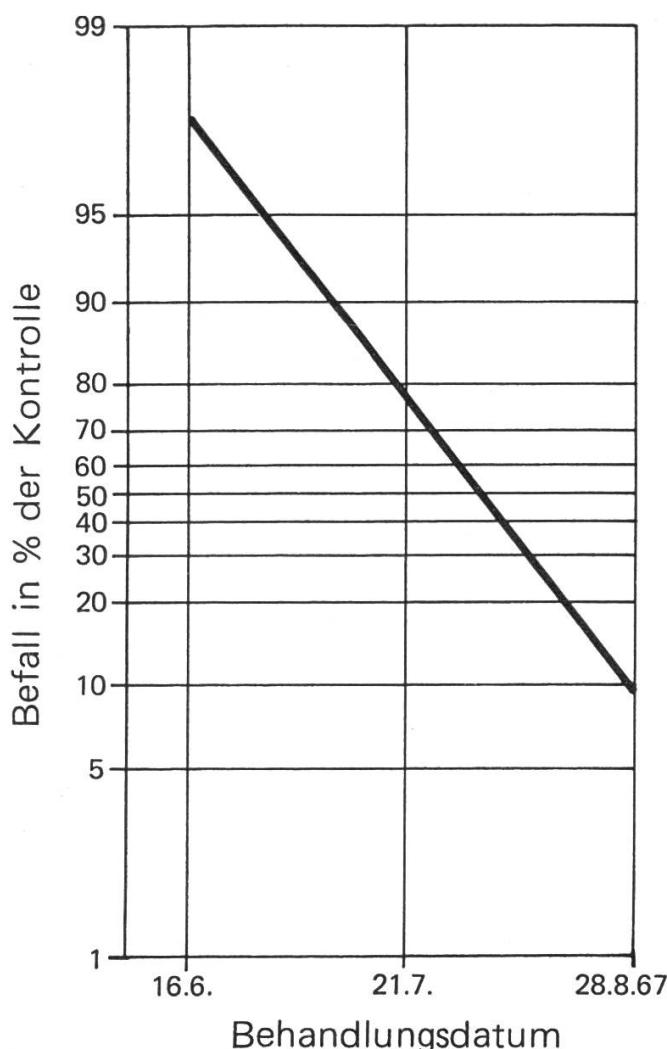


Abbildung 6. Die Wirksamkeit von Maneb (4 Prozent Wirksubstanz) auf den *Phacidium*-Befall an Arven in Abhängigkeit von der Behandlungszeit. Bekämpfungsversuch 1967 im Capettawald bei Cresta-Avers. Normalverteilungs-Wahrscheinlichkeitsnetz.

lung mit Maneb oder Schwefelkalkbrühe mit einem befriedigenden Bekämpfungsergebnis rechnen, und je weiter die Fungizidbehandlung gegen den Winter hin verzögert werden kann, um so besser wird der Erfolg sein. Dabei darf allerdings das Risiko nicht eingegangen werden, dass die Behandlung infolge eines vorzeitigen Wintereinbruches unterbleibt.

Das Versuchsergebnis überrascht nicht, da der Pilz seine Sporen im Spätherbst zur Reife bringt, ausschleudert und die Infektionen somit während dieser Zeit erfolgen. Das auf der Pflanze vorhandene Fungizid vernichtet den auf Arvennadeln auskeimenden Pilz. Je mehr Wirkstoff auf den Nadeln vorhanden ist, um so besser der Schutz. Das erklärt, weshalb Versuchspflanzen, welche im Frühjahr oder im Sommer gespritzt wurden, zur Zeit der Pilzinfektion im Spätherbst nicht mehr oder nur ungenügend geschützt sind, weil der chemische Schutzmantel abgewaschen wurde, während das im Herbst aufgetragene Schutzmittel voll zur Wirkung kommt.

Als ein weiteres Ergebnis unseres Versuches wäre zu erwähnen, dass zwischen den verschiedenen Pflanzenprovenienzen (Einzelbaumherkünfte) keine Befallsunterschiede festgestellt werden konnten.

Versuch 1968—1977: Die Wirkung wiederholter Maneb-Herbstspritzzungen auf *Phacidium infestans* in befallenen Arvenpflanzungen

Die Versuchsanordnung

Die Behandlung mit Maneb oder Schwefelkalk gestattet eine prophylaktische Bekämpfung des Arven-Schneepilzes. Bereits erkrankte Pflanzen lassen sich mit diesen Fungiziden nicht heilen. Ihre Anwendung vermag jedoch die extramatrikale Verbreitung des Pilzes von den befallenen Astpartien aus auf den noch gesunden Teil der Pflanze zu verhindern und so unter Umständen den Befall zu stabilisieren. Gelingt dies über eine Spanne von Jahren, so können die Bäume mit zunehmendem Wachstum wieder gesunden. Die Pflanzen des ersten Bekämpfungsversuches wurden, wie wir gesehen haben, recht unterschiedlich befallen. Diese Arven dienten in der Folge als Versuchspflanzen für unsere Untersuchung über die Wirkung wiederholter Maneb-Herbstbehandlungen auf den Schneepilzbefall.

Die Infektionsbedingungen waren vom Beginn dieses zweiten Versuches an sehr günstig, da zahlreiche während des vorangegangenen Versuches befallene Pflanzen mit reichlichem Fruchtkörperbesatz über die ganze Versuchsfläche verteilt waren. Wir mussten deshalb nicht für zusätzliche Infektionsquellen besorgt sein.

Während beim früheren Versuch eine Vierergruppe von Pflanzen die Behandlungseinheit darstellte, war es in diesem zweiten Versuch der Block. Von insgesamt 52 Blöcken sind in zufälliger Zuordnung 26 für die Fungizidbehandlung und 26 für die unbehandelten Kontrollen bestimmt worden. Die ausgewählten Versuchspflanzen wurden am 2. September 1968 und am 15. September 1969 mit Maneb (Brühe mit 4 Prozent Wirkstoff) behandelt. Die Befallskontrollen wurden 1970, 1971, 1975 und 1977 vorgenommen.

Die Versuchsergebnisse

An unbehandelten Arven breitete sich in den Jahren 1968—1971 *Phacidium infestans* mit grosser Regelmässigkeit weiter aus (Tabelle 2). Die Anzahl neubefallener Pflanzen stieg jährlich um etwa 20 Prozent. Unter den herrschenden Befallsbedingungen war der Bestand innerhalb von 4—5 Jahren durchseucht. Bei solcher Penetranz kann der Krankheitserreger nur durch wiederholte Behandlungen mit Fungiziden gestoppt werden (Tabelle 3). Solange die Herbstspritzung mit Maneb durchgeführt wurde, war im

Tabelle 2. Prozentualer *Phacidium*-Befall in der Arvenpflanzung des Versuches 1967 mit einmaliger Fungizidbehandlung ohne Wiederholung in den folgenden Jahren.

Fungizidbehandlung 1967		Anzahl Pflanzen	Phacidium-Befall in %			
			1968	1969	1970	1971
Zineb	0-Kontrollen	300	37	57	78	92
	Frühjahrsbehandlung	104	32	46	61	87
	Sommerbehandlung	104	39	61	80	92
Maneb	Herbstbehandlung	104	34	49	75	93
	Frühjahrsbehandlung	104	42	57	70	88
	Sommerbehandlung	104	29	46	61	87
Schwefelkalk	Herbstbehandlung	104	3	16	50	76
	Frühjahrsbehandlung	104	37	53	64	87
	Sommerbehandlung	104	18	37	53	77
	Herbstbehandlung	104	5	21	45	71
	alle Pflanzen	1236	29	46	66	86

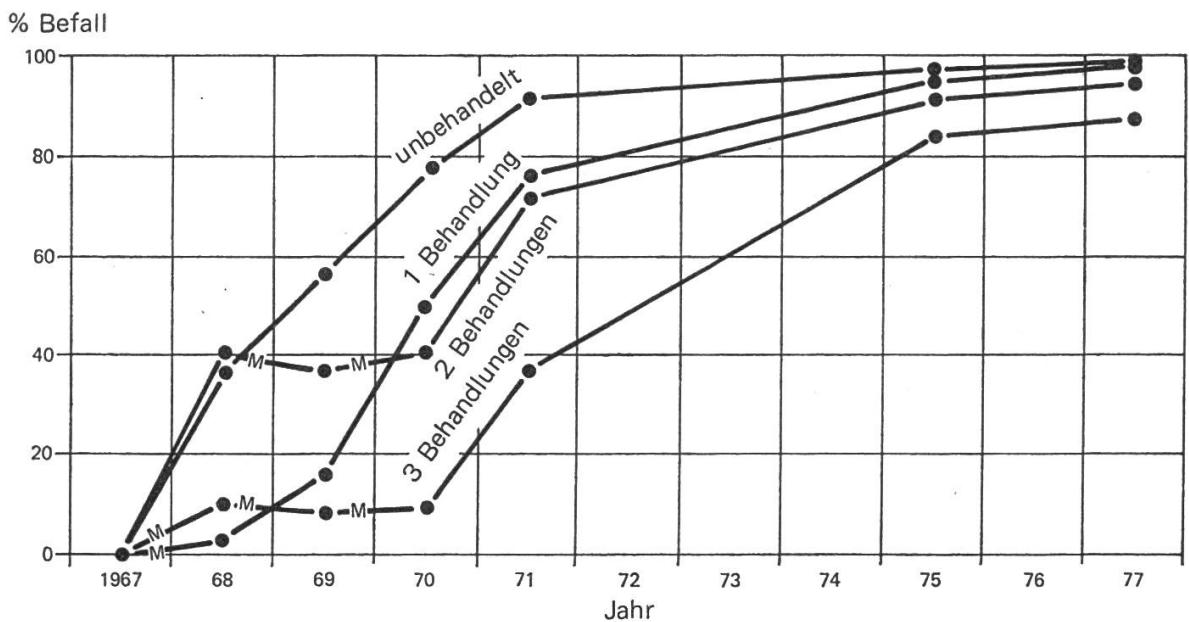


Abbildung 7. Die Wirkung verschieden oft wiederholter Maneb-Herbstspritzungen (Brühe mit 4 Prozent Wirkstoff; September 1967, 1968 respektiv 1969) auf den *Phacidium*-Befall in einer Arvenpflanzung (Capettawald bei Cresta-Avers; Pflanzung vom Mai 1967).

Tabelle 3. Prozentualer *Phacidium*-Befall in der Arvenpflanzung des Bekämpfungs-Versuches 1967 mit wiederholten Maneb-Herbstspritzen aller Versuchsbäume im September 1968 und im September 1969.

Fungizidbehandlung 1967	Anzahl Pflanzen	<i>Phacidium</i> -Befall in %			
		1968	1969	1970	1971
Zineb	0-Kontrollen	308	40	37	41
	Frühjahrsbehandlung	104	45	43	39
	Sommerbehandlung	104	37	37	29
Maneb	Herbstbehandlung	104	28	20	17
	Frühjahrsbehandlung	104	38	37	36
	Sommerbehandlung	104	32	27	19
Schwefelkalk	Herbstbehandlung	104	10	8	9
	Frühjahrsbehandlung	104	35	26	18
	Sommerbehandlung	104	37	25	20
	Herbstbehandlung	104	8	14	14
	alle Pflanzen	1244	32	29	27
					61

folgenden Vegetationsjahr kein neuer Schneepilzbefall festzustellen. Sobald jedoch die Behandlung unterblieb, breitete sich der Pilz wieder ungehemmt aus.

Die Unterschiede im Schneepilzbefall zwischen den Pflanzen mit und jenen ohne Maneb-Herbstbehandlung sind hoch signifikant ($P < 0,1$ Prozent). Die Unterschiede sind auch in den folgenden Jahren nach Absetzen der Fungizidbehandlung noch deutlich nachweisbar und hoch signifikant.

Abbildung 7 erlaubt eine Einsicht in das Ergebnis unseres Versuches. Bei den Versuchspflanzen, die nie behandelt wurden (vergleiche Tabelle 2: 0-Kontrollen; $n = 300$), steigt die Befallskurve jährlich regelmäßig an. Vier Winter nach Versuchsbeginn sind 92 Prozent dieser Bäume befallen. Jene Arven, die nur eine einmalige Herbstbehandlung im ersten Vegetationsjahr erhielten (vergleiche Tabelle 2: Maneb-Herbstbehandlung 1967; $n = 104$), sind nach dem ersten Winter praktisch befallsfrei. In den folgenden Jahren nimmt die Zahl neuerkrankter Pflanzen zuerst verzögert, dann aber rasch zu. Die nächste Gruppe der Versuchspflanzen erhielt erst im zweiten und dritten Vegetationsjahr eine Maneb-Herbstspritze. Dieser um ein Jahr verzögerte Beginn der Fungizidbehandlung (vergleiche Tabelle 3: 0-Kontrollen; $n = 308$)

hatte recht nachteilige Folgen, weil es dem Erreger im ersten Winter noch möglich wurde, 40 Prozent der Pflanzen zu befallen. Bemerkenswert ist, dass bei diesen Versuchspflanzen im Jahre 1971 der Befall etwa gleich gross war wie bei jenen, die nur einmal vor dem ersten Winter gespritzt wurden. Es lohnt sich also offensichtlich nicht, in schneepilzgefährdeten Standorten mit dem Beginn der Fungizidbehandlung zuzuwarten. Wie vermutet, verläuft die Kurve bei den dreimal behandelten Versuchspflanzen am günstigsten (vergleiche Tabelle 3: Maneb-Herbstbehandlungen; $n = 104$). Solange die Behandlung durchgeführt wurde, blieb der Befall weitgehend unterdrückt. Von 1971 an, also nach Einstellung der Behandlung, steigt die Erkrankungsziffer rasch an.

Die Nachkontrollen zeigten, wie viele Versuchspflanzen 1975 und 1977, das heisst 8 bzw. 10 Jahre nach Pflanzung, in den verschiedenen Versuchsblöcken noch gesund waren. In Abbildung 8 ist dargestellt, wieviel Prozent der verschieden häufig behandelten Arvenpflanzen 1975 noch lebten. Von den Arven, die nie behandelt worden waren, überlebten 4 Prozent (1977: 1 Prozent), bei jenen mit einer Maneb-Herbstspritze 1967 waren es 6 Prozent (1977: 1 Prozent). Von den Pflanzen mit zwei Herbstbehandlungen 1968 und 1969 hielten 8 Prozent (1977: 5 Prozent) durch. Von den Arven mit drei Behandlungen im Herbst 1967, 1968 und 1969 lebten noch 17 Pro-

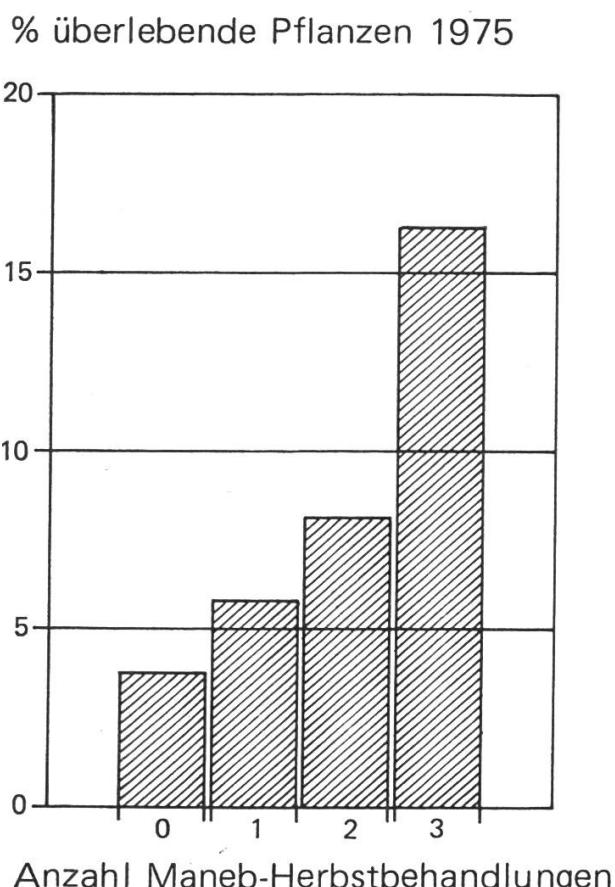


Abbildung 8. Überlebende Versuchspflanzen im Jahr 1975 (in Prozenten) nach verschieden oft wiederholten Maneb-Herbstspritzen von 1967—1969.

zent (1977: 13 Prozent). Diese Zahlen machen deutlich, dass ein Arvenjungwuchs unter den gegebenen Standort- und Befallsbedingungen nur mit einer während vieler Jahre wiederholten Herbstbehandlung eine genügende Überlebenschance hat. Der chemische Schutz muss so lange erfolgen, bis die Bäume so gross sind, dass die Kronen über die Schneedecke hinausreichen und sie dem *Phacidium*-Befall entgehen.

Folgerungen für den Forstpraktiker

Der Schneepilz *Phacidium infestans* Karst. befällt Nadeln von Arven, deren Zweige während des Winters unter langdauernder Schneedecke liegen. Kleine, monatelang vom Schnee zugedeckte Bäumchen sind besonders gefährdet. Es genügt oft schon ein einmaliger Befall, um sie zum Absterben zu bringen. Grössere Bäume können hingegen überleben, da meist nur die unteren Äste infiziert und abgetötet werden. Es ist deshalb wichtig, dieser schneepilzgefährdeten Baumart zu einem optimalen Start zu verhelfen. Es sollte vor allem vermieden werden, sie in Lagen anzupflanzen, wo der Schnee besonders lange liegt. Diesbezüglich können Beobachtungen im Aufforstungsgelände während der Schneeschmelze nützliche Hinweise geben. Man wird im übrigen dem Standort genügende Beachtung schenken müssen sowie eine optimale Pflanztechnik und Pflege anwenden, kurz gesagt, alles vorkehren, was nach dem heutigen Stand der Kenntnisse der Vitalität der Pflanzen förderlich ist.

In Aufforstungen ist der Schutz junger Arven mit Fungiziden in der Regel nicht zu umgehen. Damit die Bäume dem *Phacidium*-Befall entgehen können, muss der chemische Schutz während ihres Wachstums so lange gewährt werden, bis ein genügender Anteil (etwa 1/2) ihrer Krone über die Schneedecke hinausragt. Dies ist das Kriterium, nach welchem sich die Dauer der Behandlung richten muss.

Bei uns empfiehlt sich, wie die Versuchsergebnisse belegen, für die *Phacidium infestans*-Prophylaxe in Hochlagenaufforstungen* nur fortgesetzte Herbstspritzzungen mit Maneb (respektiv Mancozeb) oder Schwefelkalkbrühe. Das Mittel der Wahl dürfte Maneb sein, da mit ihm auch der Schwarze Schneeschimmel bekämpft werden kann, was mit dem Schwefelpräparat nicht gelingt.

Wie bei der Bekämpfung von *Herpotrichia* muss das Fungizid auch beim Arven-Schneepilz seine Wirksamkeit unter Monate dauernder Schneedeckung beibehalten. Die Reservespritzung mit einer relativ hochkonzentrierten Maneb-Brühe (4 Prozent Wirksubstanz) ist deshalb nicht zu

* Über die Bekämpfung von *Phacidium infestans* im Pflanzgarten gibt es verschiedene skandinavische und russische Arbeiten. Die dort erwähnten Methoden verlangen jedoch ein mehrmaliges Spritzen im Jahr und sind deshalb für Hochlagenaufforstungen ungeeignet.

umgehen. Die Fungizidbehandlung soll im Herbst bei trockener Witterung erfolgen. Der Behandlungserfolg wird um so besser sein, je weiter sie gegen den Winter hin verzögert werden kann. Um dem Risiko eines vorzeitigen Wintereinbruches zu entgehen, ist es am zweckmässigsten, die Behandlung bereits Ende September/anfangs Oktober durchzuführen.

Phacidium infestans wird eine neue Pflanzung meist nicht plötzlich und in voller Stärke, sondern allmählich, zuerst nur zögernd, befallen. Nach dieser Initialphase breitet sich die Krankheit im Laufe einiger Jahre immer heftiger aus. Ob jedoch und wie rasch dies geschieht, hängt von den örtlichen Befallsbedingungen und insbesondere von den in nächster Nähe vorhandenen Infektionsquellen ab (zum Beispiel schneepilzbefallene Zweige an älteren Arven). Es ist sehr wichtig, dass Bekämpfungsmassnahmen ohne Verzug schon im Anfangsstadium der Epidemie einsetzen, denn im fortgeschrittenen Stadium kann der Krankheit nicht mehr begegnet werden. Jährliche genaue Kontrollen des Gesundheitszustandes der Pflanzen ermöglichen den Entscheid, wann mit der ersten Fungizidbehandlung zu beginnen ist. Man beachte, dass jede zusätzlich erkrankte Pflanze eine neue Infektionsquelle darstellt. Steht von Anfang an fest, dass die Aufforstung schneepilzgefährdet ist, so soll man nicht zögern, mit der prophylaktischen Fungizidbehandlung schon im ersten Jahr, vor der ersten Schneebedeckung zu beginnen.

Résumé

La lutte contre le champignon parasite de l'arolle *Phacidium infestans* Karst.

Ce champignon peut causer des dégâts économiques importants aux reboisements dans la zone subalpine. Dans les Alpes suisses, la présence de ce champignon se limite à l'aire de distribution du *Pinus cembra* L. et aux altitudes où la couche de neige persiste longtemps. *Phacidium infestans* a la même adaptation à ce milieu que *Herpotrichia juniperi*. Ces deux champignons ont les mêmes exigences de température, de lumière et d'humidité.

Les jeunes arbres recouverts de neige pendant des mois sont particulièrement exposés. Une seule attaque du champignon suffit souvent à les faire dépérir. Par contre les arbres plus grands peuvent survivre à la maladie, car la plupart du temps, ce ne sont que les branches inférieures qui sont infectées et meurent. C'est pourquoi il est important de créer des conditions optimales de reprise pour

les essences sensibles. On évitera surtout de les planter aux endroits où la neige persiste longtemps, on tiendra compte du facteur station, on emploiera une technique de plantation optimale et on prendra toutes les mesures favorisant la vitalité des plantes.

Les essais effectués par l'auteur prouvent que *Phacidium* peut être combattu au moyen du Maneb ou de la bouillie sulfocalcique. Le choix devrait se porter sur le Maneb, car ce fongicide permet aussi de lutter contre *Herpotrichia juniperi*. Le produit doit être aspergé avant la période de repos de la végétation (au mieux fin septembre — début octobre).

Il est nécessaire d'employer une concentration élevée de fongicide (4 % de substance active) afin que la substance agissante persiste sur les aiguilles prises dans la couche de neige et reste efficace durant le long hiver. Le traitement devrait être répété sans interruption avant chaque hiver jusqu'à ce que les arolles soient assez grands pour échapper à la maladie. Traduction: *L. Froidevaux*

Literatur

- Bazzigher, G., 1956: Pilzkrankheiten in Aufforstungen. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Kurzmitt. Nr. 12
- Bazzigher, G., 1976 a: Der Schwarze Schneeschimmel der Koniferen [*Herpotrichia juniperi* (Duby) Petrak und *Herpotrichia Coulteri* (Peck) Bose]. Eur. J. For. Path. 6, 109—122
- Bazzigher, G., 1976 b: Reservespritzung mit hochkonzentrierten Fungiziden für die Bekämpfung des Schwarzen Schneeschimms im Herbst. Schweiz. Z. Forstwesen 127, 9, 636—643 (Berichte EAFV Nr. 166)
- Björkman, E., 1948: Studier över snöskyttessvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. Medel. fran statens skogsforskningsinstitut 37, 2, 1—136
- Donaubauer, E., 1963: Über die Schneeschütte-Krankheit (*Phacidium infestans* Karst.) der Zirbe (*Pinus cembra* L.) und einige Begleitpilze. Mitt. forstl. BundVersAnst. Mariabrunn 60, 575—600
- Karsten, P.A., 1886: Fragmenta mycologica XXI. Hedwigia 25, 231—233
- Moriondo, F., 1963: Nuovi reperti fitopatologici nei boschi italiani. Annali dell'Accademia italiana di scienze forestali, 12, 181—196
- Petrak, F., 1957: Mykologische Bemerkungen. Sydowia, Annales mycologici XI., 337—353
- Terrier, Ch.A., 1942: Essai sur la systématique des *Phaciidaeae* (Fr.) sensu Nannfeldt (1932). Bern, Büchler, 99 S.