

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie  
**Herausgeber:** Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde  
**Band:** 100 (2022)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Quand les spores font du covoiture : partie 1 = Wenn Sporen per Anhalter reisen : Teil 1  
**Autor:** Schwab, Nicolas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1033472>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 24.03.2025

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

# Quand les spores font du covoiturage

Partie 1

NICOLAS SCHWAB

## Introduction

Le règne végétal comprend deux divisions formant des graines. La première est celle des gymnospermes, avec comme représentants 11 conifères présents sur le territoire helvétique (Bändli et al. 2020), ainsi que la rare éphédre de Suisse. Plus exotiques, les cycas et le gingko en font également partie. Ils ont comme particularité de posséder des graines nues. La seconde division est celle des angiospermes et compte toutes les plantes à fleurs, telles que les roses, les lys, mais aussi les plus sobres les graminées, maintenant appelées *Poaceae*. Ce groupe possède quant à lui des graines protégées par un ovaire. Les gymnospermes sont essentiellement pollinisés par anémogamie (via le vent), tandis que les angiospermes privilégient la zoogamie (via les animaux) et l'hydrogamie (via l'eau) (Pacini 2015).

Durant la reproduction sexuée des angiospermes, le pollen est généré dans les anthères de la plante situé au sommet des étamines (organes mâles). Elles sont constituées de thèques (aussi appelées loges), généralement au nombre de deux, et comportant en leur sein les sacs polliniques. Le pollen doit alors être transféré vers un organe femelle afin de le féconder. Cette fécondation peut avoir lieu au sein d'un même individu (par autogamie, aussi appelée autofécondation, via un mécanisme d'auto-compatibilité), ou entre deux individus distincts (par allogamie, l'autogamie étant rendue impossible par auto-incompatibilité).

Les plantes zoogames font appel à divers animaux dont la grande majorité est invertébrée. Les estimations atteignent plus de 1'470 espèces de vertébrés qui contribuent à la pollinisation

# Wenn Sporen per Anhalter reisen

Teil 1

NICOLAS SCHWAB • ÜBERSETZUNG: N. KÜFFER

## Einleitung

Im Pflanzenreich gibt es zwei grosse Gruppen von samenbildenden Pflanzen: Zur einen gehören die Nacktsamer (oder Gymnospermen), mit den 11 Nadelbaumarten der Schweiz (Brändli et al. 2020) sowie das seltene Schweizer Meerträubel (*Ephedra helvetica*). Exotischer sind die Palmfarne (z.B. *Cycas*) und der Gingko, die ebenfalls zu dieser Gruppe gehören. Die Besonderheit dieser Arten sind die nackten, unbedeckten Samen. Die andere Gruppe sind die Bedecktsamer (Angiospermen). Sie umfasst alle Blütenpflanzen wie Rosen, Lilien, aber auch die schlichteren Gräser. Diese Gruppe besitzt Samen, die von einem Fruchtknoten geschützt werden. Gymnospermen werden hauptsächlich durch den Wind bestäubt (sind so genannt anemogam), während Angiospermen vor allem durch Tiere (zoogam), Wasser (hydrogam) oder auch vom Wind (anemogam) bestäubt werden (Pacini 2015).

Bei der sexuellen Fortpflanzung der Angiospermen wird der Pollen in den Staubbeuteln (Antheren) der Pflanze gebildet, die sich an der Spitze der Staubblätter (männliche Organe) befinden. Diese bestehen aus meist zwei Teilen (Theken genannt), in denen sich die Pollensäcke befinden. Der Pollen muss nun für eine Befruchtung auf ein weibliches Organ übertragen werden. Diese Befruchtung kann auf einem einzigen Individuum geschehen (Autogamie, auch Selbstbefruchtung genannt) oder zwischen zwei verschiedenen Individuen (Allogamie oder Fremdbefruchtung) stattfinden.

Zoogame Pflanzen bedienen sich verschiedener Tiere, in der überwiegenden Mehrheit wirbellose Tiere. Geschätzt wird,

Fig. 1 La mouche *Bombylius major* pollinisant une fleur saine de *Muscari armeniacum*, la plante hôte d'*Antherospora hortensis*.

Abb. 1 Der Grosse Wollschweber (*Bombylius major*) bestäubt eine gesunde Blüte der Armenischen Traubenhyazinthe, Wirtspflanze von d'*Antherospora hortensis*.

Fig. 2 Il est difficile de repérer les plantes infectées par qu'elles sont remplies d'un poudre brun noirâtre!

Abb. 2 Es ist schwierig, mit *Antherospora hortensis* infiziert dass sie mit einem schwarzbraunen Pulver gefüllt



dans le monde (Ollerton 2016; Olesen & Valido 2003), incluant des oiseaux, des mammifères et des lézards. Les insectes en forment la majeure partie des invertébrés pollinisateurs avec plus de 34'787 espèces concernées, auxquels s'ajoutent 400 collemboles, 11 crustacés et 3 vers polychètes (Ollerton 2016).

Les animaux pollinisateurs sont donc des vecteurs de reproduction pour les plantes, mais qu'en est-il des champignons? C'est sur cette question que je souhaite m'exprimer dans une petite série d'articles.

### Les champignons anthéricoles et floricoles

Pour cet article, nous allons distinguer deux types d'infections: les infections anthéricoles qui sont localisées plus ou moins strictement sur les organes mâles des fleurs (les anthères et filaments), et les infections floricoles, localisées sur l'entière des organes mâles et femelles (incluant le pistil). On peut aussi distinguer de celles-ci les infections stigmaticoles qui sont situées uniquement sur le stigmate et éventuellement le style. Les taxons floricoles parasitent parfois des espèces végétales adoptant un moyen de dispersion autre que par les insectes, et peuvent parfois empêcher l'ouverture de la fleur. Ils ne sont pas traités dans cet article.

Chez les basidiomycètes, toutes les espèces anthéricoles recensées sont des *Ustilaginomycotina*, comprenant parmi eux les «charbons», et *Pucciniomycotina*, dans lesquels on classe les «rouilles». Usuellement, ils sont classés parmi les «champignons inférieurs» et une bonne partie d'entre eux sont des parasites de plantes plus ou moins virulents. Dans ces sous-divisions, on y retrouve également un bon nombre de levures (c.-à-d. des champignons unicellulaires se multipliant par bourgeonnement).

### Ustilaginomycètes

Parmi les *Ustilaginomycotina*, on compte deux familles contenant des taxons anthéricoles: les *Floromyetaceae* et les *Glomosporiaceae*. La première se compose des deux genres *Antherospora* et *Floromyces*, tandis que la deuxième ne comporte que le genre *Thecaphora*.

dass weltweit mehr als 1470 Wirbeltierarten zur Bestäubung beitragen (Ollerton 2016; Olesen & Valido 2003), darunter Vögel, Säugetiere und Reptilien. Insekten machen mit über 34780 beteiligten Arten den grössten Teil der bestäubenden Wirbellosen aus, hinzu kommen 400 Springschwänze, 11 Krebstiere und 3 Ringelwürmer (Ollerton 2016).

Bestäubende Tiere sind also extrem wichtig für die Fortpflanzung der Pflanzen, aber wie sieht es bei den Pilzen aus? Zu dieser Frage möchte ich mich in einer kleinen Artikelserie äussern.

### Staubbeutel-bewohnende (anthericole) und blütenbewohnende (floricole) Pilze

In diesem Artikel unterscheiden wir zwei Arten von Infektionen: anthericole Pilzarten, die nur auf den männlichen Organen der Blüten (Staubbeutel [Antheren] und Staubfäden [Filamente]) wachsen, und floricole Arten, die auf allen männlichen und weiblichen Blütenorganen (einschliesslich des Stempels) wachsen. Von diesen könnte man auch noch die Narbenbewohnenden (stigmaticolen) Arten unterscheiden, die nur auf der Narbe und manchmal auf dem Griffel gedeihen. Floricole Taxa verbreiten sich meist auf eine andere Art als durch Insekten und verhindern manchmal das Öffnen der Blüten. Sie werden in diesem Artikel nicht behandelt.

Alle vorgestellten anthericolen Basidiomyceten-Arten gehören zu den Brandpilzartigen (*Ustilaginomycotina*), zu denen die Kohlenpilze gehören, und zu den Rostpilzartigen (*Pucciniomycotina*), zu denen die Rostpilze gezählt werden. Üblicherweise werden sie zu den so genannt Niederen Pilzen gestellt, von denen ein Großteil mehr oder weniger starke Pflanzenparasiten sind. In diesen Unterabteilungen finden sich auch viele Hefen (d. h. einzellige Pilze, die sich durch Knospung vermehren).

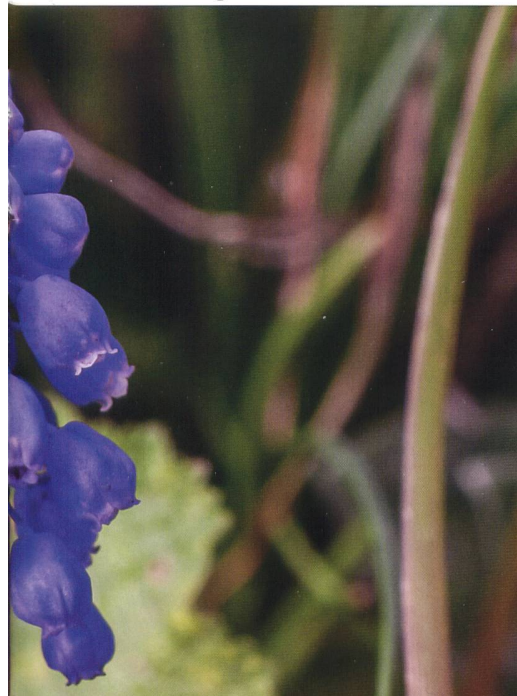
### Brandpilzartige (Ustilaginomycotina)

Bei den *Ustilaginomycotina* gibt es zwei Familien, die anthericole Taxa enthalten: die *Floromyetaceae* und die *Glomosporiaceae*. Erstere besteht aus den beiden Gattungen *Antherospora* und *Floromyces*, während die zweite nur die Gattung *Thecaphora* enthält.

*Antherospora hortensis*. Cependant, on peut voir lui s'échapper lorsqu'on les manipule. Les plantes infectées sont reconnaissables. On peut voir, cependant, que les plantes infectées sont reconnaissables, car, lors de la manipulation, les spores tombent.

Fig. 3 Coupe d'une fleur infectée par *Antherospora hortensis*.

Abb. 3 Schnitt durch eine mit *Antherospora hortensis* infizierte Blüte.



Au sein des *Floromycetaceae*, toutes les espèces infectent les *Asparagaceae* (asperges, jacinthes, scilles, etc.). Le genre *Antherospora* est divisé en deux groupes: l'un principalement anthéricole et l'autre s'attaquant à tous les organes de reproduction floraux (Vánky 2009). Douze espèces sont actuellement reconnues au niveau mondial, dont neuf en Europe. La plupart sont strictement liées à une espèce végétale unique, mais certaines peuvent également s'attaquer à plusieurs espèces. Bien que certaines espèces soient différenciables par leurs spores (Pitek et al. 2011), la plupart sont cryptiques et donc uniquement identifiables en comparant leur ADN. Par exemple, il est impossible de distinguer *A. scillae* et *A. vindobonensis*, venant tous deux sur *Scilla bifolia* (la scille à deux feuilles), sans avoir recours à des moyens génétiques (Pitek et al. 2013). A l'heure actuelle, seules deux espèces sont connues en Suisse et sont à priori répandues, à savoir *A. hortensis* et *A. scillae* (Swissfungi 2021). Il serait par conséquent possible qu'*A. vindobonensis* soit incluse dans les récoltes de la seconde. Par ailleurs, *A. hortensis* colonise spécifiquement *Muscari armeniacum*, et serait vraisemblablement un néomycète en Suisse, sa plante hôte étant elle-même une néophyte. *Floromyces anemarrhenae*, l'unique espèce du genre, colonise quant à lui l'ensemble des organes floraux de *Anemarrhena asphodeloides*, une plante originaire d'Asie orientale (Vánky et al. 2008).

La seconde famille, celle des *Glomosporiaceae*, contient actuellement l'unique genre *Thecaphora* (synonyme du genre *Glomosporium*, le type de la famille), caractérisée par des spores s'agglomérant en boule (= *glomus*, en latin). Elle comporte des espèces complètement ou partiellement anthéricoles. Par exemple, *Thecaphora capensis* parasite *Oxalis lanata* en Afrique du Sud et n'accomplit qu'une partie de son cycle de vie sur les anthères de la plante (Roets et al. 2008). Ce n'est pas le cas de la proche *Thecaphora oxalidis*, venant sur d'autres sortes d'*Oxalis*, qui est présente en Europe. Celle-ci dépend exclusivement de son hôte et produit ses conidies sur les anthères de la plante, ainsi que ses spores dans les capsules de la plante (c.-à-d. dans les «fruits»). Ce procédé est similaire

Fig. 4 L'anamorphe de *Thecaphora oxalidis*, sur *Oxalis stricta*, est difficilement repérable sur les anthères de son hôte par sa couleur similaire au pollen.

Abb. 4 Die Anamorphe von *Thecaphora oxalidis* auf dem Aufrechten Sauerklee (*Oxalis stricta*) ist nicht einfach zu entdecken, da die Sporen eine ähnliche Farbe haben wie der Blütenpollen des Wirts.

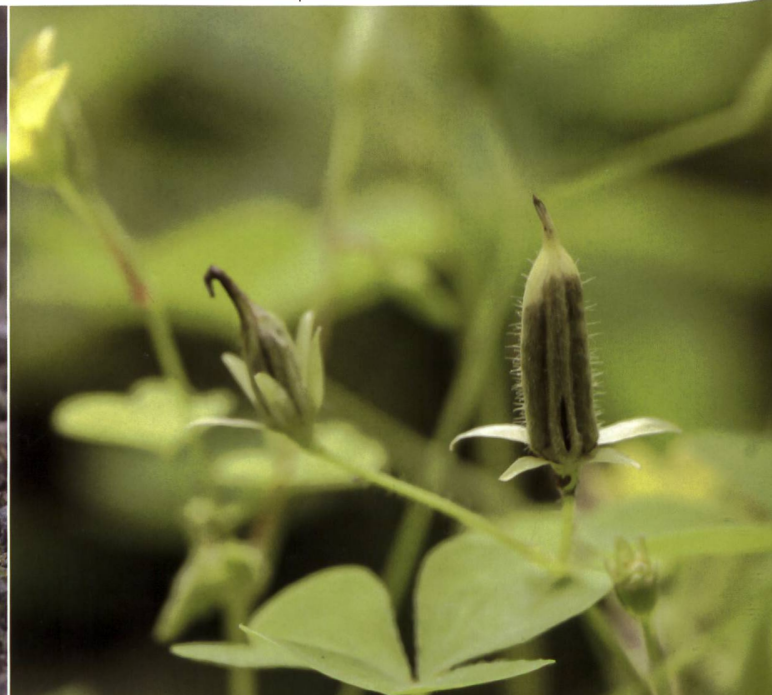


Pilze der *Floromycetaceae* infizieren nur Arten der Spargelgewächse (*Asparagaceae*: Spargeln, Hyazinthen, Blausterne etc.). Die Gattung *Antherospora* wird in zwei Gruppen unterteilt: eine, die vorwiegend anthericol wächst, und eine andere, die alle Fortpflanzungsorgane der Blüten befällt (Vánky 2009). Weltweit sind derzeit zwölf Arten anerkannt, neun davon in Europa. Die meisten sind strikt an eine einzige Pflanzenart gebunden, einige können jedoch auch mehrere Wirte befallen. Obwohl manche Arten anhand ihrer Sporen unterscheidbar sind (Pitek et al. 2011), sind die meisten kryptisch und daher nur durch den Vergleich ihrer DNA zu identifizieren. Beispielsweise ist es unmöglich, *Antherospora scillae* und *A. vindobonensis*, die beide auf dem Zweiblättrigen Blaustern (*Scilla bifolia*) vorkommen, ohne genetische Hilfsmittel zu unterscheiden (Pitek et al. 2013). Derzeit sind in der Schweiz nur zwei Arten bekannt: *A. hortensis* und *A. scillae* (Swissfungi 2021). Es wäre aber gut möglich, dass *A. vindobonensis* bei den Funden der zweiten Art vorhanden ist. *A. hortensis* besiedelt spezifisch die Armenische Traubenhazinthe (*Muscari armeniacum*) und ist in der Schweiz ein Neomycet, da seine Wirtspflanze ein Neophyt ist. *Floromyces anemarrhenae*, die einzige Art der Gattung, besiedelt alle Blütenorgane des Spargelgewächses *Anemarrhena asphodeloides*, einer aus Ostasien stammenden Pflanze (Vánky et al. 2008).

Die zweite Familie, die *Glomosporiaceae*, enthält derzeit nur die Gattung *Thecaphora* (Synonym der Gattung *Glomosporium*, der Typusgattung der Familie), die durch sich kugelförmig (von lat. *glomus* = kugelig) zusammenballende Sporen charakterisiert ist. Sie umfasst Arten, die vollständig oder teilweise anthericol sind. Beispielsweise parasitiert *Thecaphora capensis* in Südafrika auf dem Wolligen Sauerklee (*Oxalis lanata*), aber vollzieht nur einen Teil seines Lebenszyklus auf den Antheren der Pflanze (Roets et al. 2008). Nicht so bei der nahe verwandten *Thecaphora oxalidis*, die auf anderen Sauerklee-Arten auch in Europa vorkommt: Diese ist ausschliesslich von ihrem Wirt abhängig und produziert ihre Konidien auf den Staubbeutel der Pflanze sowie ihre Sporen in den Kapseln der Pflanze (d. h. in den «Früchten»).

Fig. 5 Le téléomorphe de *Thecaphora oxalidis* détruit le contenu de la capsule de sa plante hôte et la remplace par une masse de spores brun noirâtre.

Abb. 5 Die Teleomorphe von *Thecaphora oxalidis* zerstört den Inhalt der Samenkapsel seines Wirtes und ersetzt ihn mit einer braunschwarzen Sporenmasse.



chez *Thecaphora seminis-convolvuli* qui vient sur différents liserons (Ellis 2001-2021). Elle a comme particularité d'arrêter la nyctinastie (mouvement chez les plantes selon un cycle jour/nuit) des fleurs de liserons infectées, laissant donc les fleurs ouvertes le soir tandis que les fleurs saines se ferment (Storey 1998-2021). Si le téléomorphe (forme sexuée du champignon; Fig. 5) de cette espèce est aisément visible sur le terrain, son anamorphe (forme asexuée du champignon; Fig. 4) est difficilement repérable voire identifiable. Aussi, les autres taxons de *Thecaphora* s'attaquent à des fleurs de plantes entomogames, en empêchant cette fois l'ouverture de la corolle, et donc par extension la propagation par les animaux pollinisateurs.

### Remerciements

Je tiens à vivement remercier Vincent Fatton pour la relecture critique du présent document, Björn Sothmann pour m'avoir donné l'autorisation d'utiliser ses photographies, Carmen Robin pour ses précieuses suggestions sur la rédaction de l'article et Jean-Christophe Bartolucci pour m'avoir transmis de nombreux documents sur les pollinisateurs.

Dieser Vorgang ist ähnlich bei *Thecaphora seminis-convolvuli*, die auf verschiedenen Winden-Arten kommt (Ellis 2001-2021). Besonders ist, dass sie die Nyktinastie (Bewegung im Pflanzenreich (z.B. der Blüten), die auf einem Tag-Nacht-Rhythmus beruhen) der infizierten Windenblüten unterbricht, so dass die Blüten abends offen bleiben, während sich die nicht-infizierten Blüten schliessen (Storey 1998-2021). Während der Teleomorph (sexuelle Form des Pilzes; Abb. 5) dieser Art im Feld leicht zu sehen ist, ist der Anamorph (asexuelle Form des Pilzes; Abb. 4) nur schwer zu finden oder gar zu bestimmen. Auch anderen *Thecaphora*-Arten befallen die Blüten insektenbestäubter (entomogamer) Pflanzen und verhindern so die Öffnung der Blüten und die Bestäubung durch blütenbesuchenden Tiere.

### Dank

Ich bedanke mich herzlich bei Vincent Fatton für die kritische Durchsicht dieses Artikels, bei Björn Sothmann für die Erlaubnis zur Verwendung seiner Fotos, bei Carmen Robin für ihre wertvollen Anregungen beim Verfassen des Artikels, und schliesslich danke ich Jean-Christophe Bartolucci, dass er mir zahlreicher Dokumente über Bestäuber geschickt hat.

### Bibliographie | Literatur

- BÄNDLI U.B., ABEGG M. & B. ALLGAIER LEUCH 2020.** Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009-2017. WSL, Birmensdorf. BAFU, Bern.
- ELLIS W.N. 2001-2021.** Plant Parasites of Europe. Leafminers and plant galls of Europe. <https://bladmineerders.nl>
- OLESEN J.M. & A. VALIDO 2003.** Lizards as pollinators and seed dispersers: an island phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 18(4): 177-181.
- OLLERTON J. 2017.** Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 48: 353-376. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919
- PACINI E. 2015.** Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09315-5
- PIATEK M., LUTZ M., SMITH P.A. & A.O. CHATER 2011.** A new *Antherospora* species supports the systematic placement of its host plant. *IMA Fungus* 2(2): 135-142. DOI: 10.5598/imafungus.2011.02.02.04
- PIATEK M., LUTZ M., & A.O. CHATER 2013.** Cryptic diversity in the *Antherospora vaillantii* complex on *Muscari* species. *IMA Fungus* 4(1): 5-19. DOI: 10.5598/imafungus.2013.04.01.02
- ROETS F., DREYER L.L., WINGFIELD M.J. & D. BEGEROW 2008.** *Thecaphora capensis* sp. nov., an unusual new anther smut on *Oxalis* in South Africa. *Peresoonia* 21: 147-152. DOI: 10.3767/003158508X387462
- STOREY M. 1998-2021.** *BiolImages – Virtual Field-Guide* (UK). <https://www.bioimages.org.uk>
- VÁNKY 2009.** Taxonomic studies on Ustilaginomycetes 29. *Mycotaxon* 110: 289-324.
- VÁNKY K., LUTZ M. & R. BAUER 2008.** *Floromyces*, a new genus of Ustilaginomycotina. *Mycotaxon* 104: 171-184.
- WSL 2021.** *SwissFungi*. <https://swissfungi.wsl.ch>

Fig. 6 Conidies de l'anamorphe de *Thecaphora oxalidis*, se trouvant sur les anthères d'*Oxalis stricta* et *O. fontana*.

Abb. 6 Anamorph-Konidien von *Thecaphora oxalidis*, auf den Staubbeutel der beiden Sauerklee-Arten *Oxalis stricta* und *O. fontana*.

Fig. 7 Spores du téléomorphe de *Thecaphora oxalidis*.

Abb. 7 Teliosporen von *Thecaphora oxalidis*.

