

## Rust Fungi (Pucciniales) and 'Naked Basidia' (Exobasidiales)

MARKUS SCHOLLER, BEN BUBNER, RAMONA BUCHHEIT

**Abstract:** In the study area of the former protected forest Wilder See in the Black Forest National Park 16 species of rust fungi (Pucciniales) and two species of smut fungi sensu lato (*Exobasidium* spp.) were found. Twelve of 16 rust fungi are potential host alternating species. The aecial host of five species is European Silver Fir (*Abies alba*). Specimens of the genera *Calyptospora*, *Coleosporium*, *Milesina* and *Pucciniastrum* on the aecial host (*Pinus sylvestris*, *A. alba*) were identified using rDNA (ITS) sequence data. The molecular identification delivered evidence for host alternation with *Abies* and important phenological information. The life cycle of these species is described and illustrated in detail. *Milesina blechni*, *M. kriegeriana* and *Exobasidium vaccinii* are named in the Red List of Threatened Species.

SCHOLLER M, BUBNER B, BUCHHEIT R (2021) Rust Fungi (Pucciniales) and 'Naked Basidia' (Exobasidiales). In: SCHOLLER M & POPA F (eds.) Fungi of the former protected forest Wilder See in the Black Forest National Park with special consideration of species associated with *Abies alba* (silver fir). Forschung im Nationalpark Schwarzwald 1:89-110.

**Keywords:** Germany ● Northern Black Forest ● Polypodiaceae ● host alternation ● life cycle ● molecular evidence

# Rostpilze (Pucciniales) und Nacktbasidien (Exobasidiales)

MARKUS SCHOLLER, BEN BUBNER, RAMONA BUCHHEIT<sup>1</sup>

**Zusammenfassung:** Im Untersuchungsgebiet des ehemaligen Bannwalds Wilder See im Nationalpark Schwarzwald konnten 16 Arten von Rostpilzen und zwei Brandpilze sensu lato (*Exobasidium* spp.) nachgewiesen werden. Zwölf der 16 Rostpilzarten sind potentiell wirtswechselnd. Fünf Arten dient die Weiß-Tanne (*Abies alba*) als Aecienwirt. Belege der Gattungen *Calyptospora*, *Coleosporium*, *Milesina* und *Pucciniastrum* auf dem Aecienwirt (*Pinus sylvestris*, *A. alba*) wurden mit Hilfe von rDNA-Sequenzdaten (ITS) bestimmt. Die Sequenzanalysen lieferten gleichzeitig den Nachweis des Wirtswechsels und Informationen zur Phänologie. Die Lebenszyklen werden detailliert beschrieben und illustriert. *Milesina blechni*, *M. kriegeriana* und *Exobasidium vaccinii* werden in den Roten Listen als bedrohte Arten geführt.

SCHOLLER M, BUBNER B, BUCHHEIT R (2021) Rostpilze (Pucciniales) und Nacktbasidien (Exobasidiales). In: SCHOLLER M & POPA F (Hrsg.) Die Pilze des ehemaligen Bannwalds Wilder See im Nationalpark Schwarzwald unter besonderer Berücksichtigung der mit *Abies alba* (Weiß-Tanne) vergesellschafteten Arten. Forschung im Nationalpark Schwarzwald 1:89-110.

**Schlagwörter:** Deutschland • Nordschwarzwald • Polypodiaceae • Wirtswechsel • Lebenszyklus • Molekularer Nachweis

## Merkmale der Rostpilze

Rostpilze (Pucciniales, früher Uredinales, Basidiomycota) zeichnen sich durch mehrere im Pilzreich einzigartige Merkmale aus. Es handelt sich um obligat-pflanzenparasitische Kleinpilze, die in Deutschland mit ca. 500 und weltweit mit knapp 8000 Arten (KIRK et al. 2008) vertreten sind. Sie bilden bis zu 5 Sporenstadien und bis zu 7 morphologisch unterschiedliche Sporentypen. Viele der nordhemisphärischen Rostpilze sind wirtswechselnd, d. h. sie bilden zunächst zwei Sporenstadien, Sporenstadium 0 (mit Spermogonien als Sporenlager) und Sporenstadium I (mit Aecien) auf dem Aecienwirt, und die folgenden Sporenstadien II (mit Uredinien), III (mit Telien) und IV (mit Basidien) auf dem Telienwirt. Nicht wirtswechselnde Rostpilze bilden häufig auch weniger Sporenstadien aus, z. B. nur III und IV. Ihren Namen „Rostpilze“ verdanken sie den Uredinien, die häufig rostfarbene Uredinosporen enthalten. Aecienwirt und Telienwirt sind taxonomisch nicht miteinander verwandt, gehören aber derselben Pflanzengesellschaft an. Besonders hoch ist der Anteil wirtswechselnder Arten in Waldgesellschaften.

---

<sup>1</sup> **Anschriften der Autoren:** Dr. Markus Scholler, Ramona Buchheit, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, 76133 Karlsruhe, markus.scholler@smnk.de; Dr. Ben Bubner, Thuenen Institute of Forest Genetics, Eberswalder Chaussee 3A, 15377 Waldsiedersdorf.

## Methoden

In Ergänzung zum allgemeinen Methodenteil in Kap. 2 sei noch auf einige kapitel-spezifische Methoden hingewiesen. Molekularbiologische Untersuchungen wurden im Rahmen des GBOL-Projekts (GEIGER et al. 2016) durchgeführt und methodisch nach BUBNER et al. (2019) umgesetzt. Für diesen Artikel wurden Sequenzanalysen (ITS-Marker) zusätzlich für *Calyptospora columnaris*, *Coleosporium senecionis* und *Melampsora caprearum* durchgeführt. Die Nomenklatur richtet sich mit wenigen Ausnahmen nach KLENKE & SCHOLLER (2015). Für die Phänologie und die Bildung der Sporenstadien O, I, II und III der mit Weiß-Tanne (*Abies alba*) wirtswechselnden Arten wurden Funddaten aus dem Schwarzwald herangezogen, wobei neben Aufsammlungen im Pilzherbarium KR auch Literatur (BRANDENBURGER 1994, BERNDT 1999, BUBNER et al. 2019) ausgewertet wurde. Ferner wurden Belege der Farne *Dryopteris dilatata* und *Struthiopteris spicant* (*Blechnum spicant*, Abbildung 1) aus dem Schwarzwald aus dem Karlsruher Gefäßpflanzenherbarium (KR) auf Rostpilz-Befall untersucht.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Untersuchungsgebiet konnten 16 Rostpilzarten nachgewiesen werden, was als eher geringe Zahl für ein Gebiet dieser Größe gilt. Für ein Waldgebiet mit geringer Abundanz krautiger Pflanzen ist die Anzahl jedoch recht hoch. Von den 16 Arten gelten 12 als potentiell wirtswechselnd. Bei sieben Arten wird angenommen, dass der Wirtswechsel im Untersuchungsgebiet stattfindet. Es gibt jedoch nicht für alle sieben Arten Belege auf beiden Wirten. Für die fünf mit *Abies* wirtswechselnden Arten (*Calyptospora columnaris*, *Melampsorella elatina*, *Milesina blechni*, *M. kriegieriana*, *Pucciniastrum epilobii*) gibt es definitiv Nachweise auf beiden Wirten vom Wilden See. Dort zu erwarten wären zwei weitere Arten, deren Wirtswechsel im Nordschwarzwald durch DNA-Sequenz-Vergleiche nachgewiesen werden konnte, nämlich *Milesina polypodi* (F. B. White) Aime & Rossman (Telienwirt *Polypodium vulgare*) (vgl. BUBNER et al. 2019) und *Melampsora abietis-caprearum* Tubeuf (Telienwirt *Salix caprea*) (B. Bubner, M. Scholler, unpublizierte Daten). Die Tanne ist somit die wichtigste Wirtspflanze für Rostpilze im Gebiet.



Die fünf mit *Abies* wirtswechselnden Arten (*Calyptospora columnaris*, *Melampsorella elatina*, *Milesina blechni*, *M. kriegieriana*, *Pucciniastrum epilobii*) gibt es definitiv Nachweise auf beiden Wirten vom Wilden See. Dort zu erwarten wären zwei weitere Arten, deren Wirtswechsel im Nordschwarzwald durch DNA-Sequenz-Vergleiche nachgewiesen werden konnte, nämlich *Milesina polypodi* (F. B. White) Aime & Rossman (Telienwirt *Polypodium vulgare*) (vgl. BUBNER et al. 2019) und *Melampsora abietis-caprearum* Tubeuf (Telienwirt *Salix caprea*) (B. Bubner, M. Scholler, unpublizierte Daten). Die Tanne ist somit die wichtigste Wirtspflanze für Rostpilze im Gebiet.

**Abbildung 1:** Beleg des Rippenfarns *Struthiopteris spicant* (= *Blechnum spicant*) aus dem Gefäßpflanzenherbarium mit Rostpilz-Befall (*Milesina blechni*).

Foto: M. SCHOLLER

Für beide *Milesina*-Arten ist laut FOITZIK (1992) eine Gefährdung anzunehmen. Ob diese Einordnung gilt, darf bezweifelt werden, da wir die Arten recht häufig, auch außerhalb der Tannenareale, nachweisen konnten. Auch stellten wir fest, dass auf einem beträchtlichen Teil (rund 3-5 %) der *Dryopteris-dilatata*- und *Struthiopteris-spicant*-Belege aus dem Schwarzwald im Karlsruher Gefäßpflanzenherbarium *Milesina kriegleriana* bzw. *M. blechni* (Abbildung 1) vorhanden sind. Dies ist beachtlich, zumal Sammler „saubere“ Belege bevorzugen.

Brandpilze und verwandte Sippen (Ustilaginomycotina) kommen gewöhnlich auf krautigen Pflanzen vor und sind deshalb eher selten in Waldgebieten zu finden. Eine Ausnahme stellen die auf verholzten Heidekrautgewächsen (Ericaceae) vorkommenden Nacktbasidien (*Exobasidium* spp., Exobasidiales) dar, die im Gebiet mit zwei Arten auf *Vaccinium vitis-idaea* (*E. vaccinii*) und auf *V. myrtilus* (*E. arens*) vertreten sind. Erstere Art gehört zu den bedrohten Arten (DÄMMRICH et al. 2016). Eine weitere seltene Art, *E. pachysporum* Nannf., ist im Gebiet auf der Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) zu erwarten. Sie ist bisher nur aus dem Südschwarzwald bekannt.

## Kommentierte Artenliste

Belege, die in angrenzenden Bereichen zum Untersuchungsgebiet gefunden wurden, werden in eckigen Klammern mit aufgelistet. Die verwendeten Volksnamen sind Namensvorschläge der Autoren.

### 1. *Calyptospora columnaris* (Alb. & Schwein.) J. G. Kühn (Tannen-Preiselbeer-Rostpilz) (syn. *C. goeppertiana* J. G. Kühn, *Thekopsora goeppertiana* (J. G. Kühn) Hirats. fil., *Pucciniastrum goeppertianum* (J. G. Kühn) Kleb.)

*Abies alba*: 18.9.2013, F, 15 m SO Wilder See, O I, 915 m, M. Scholler, T. Bernauer / M. Scholler (KR-M-0037001); 20.7.2016, K, Abgang zum See, O I, 1010 m, M. Scholler / R. Buchheit & M. Scholler (KR-M-0048514, MK697284); 20.7.2016, F, O See, S Seeloch, O I, 925 m, Baum auch mit *Melampsorella elatina*, M. Scholler / R. Buchheit & M. Scholler (KR-M-0048516, MK697282); 20.7.2016, F, O Wilder See, N Seeloch, 920 m, O I, M. Scholler / R. Buchheit & M. Scholler (KR-M-0048518, MK697286) (Abbildung 2); 26.6.2017, F, O Wilder See, S Seeloch, O I, 915 m, M. Scholler (KR-M-0048774); [21.8.2018, Ruhstein, W Wilder See zwischen Darmstädter Hütte und Naturschutzzentrum, O I (alt), Befall schwach, 960 m, M. Scholler (KR-M-0049246)].

*Vaccinium vitis-idaea*: 17.9.2012, K, am Pfad, III, 970 m, M. Scholler (KR-M-0035183, MK697285); 5.5.2013, G, nahe Eutinggrab, N Weggabelung, III, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0035161); 13.9.2015, G, O Informationstafel, 1035 m, III, M. Scholler (KR-M-0043712, MK697283) (Abbildung 3); 18.9.2013, K, Abgang zum See, III, 980 m, M. Scholler (KR-M-0037000); 20.7.2016, F, III, 920 m, M. Scholler (KR-M-0048517).

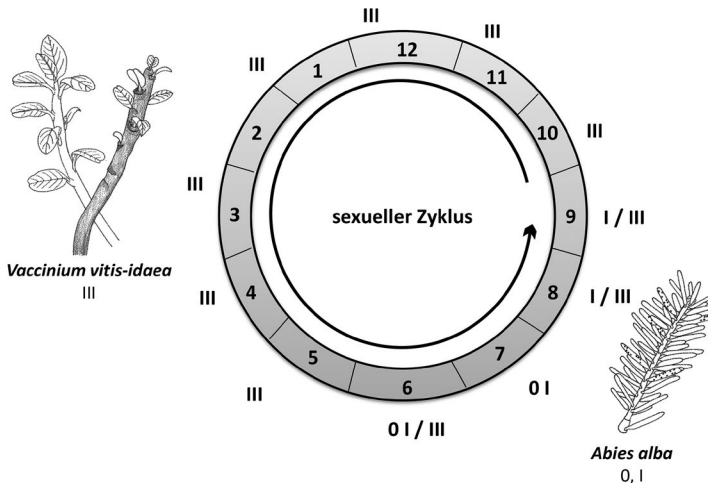
Der Tannen-Preiselbeer-Rostpilz (*Calyptospora columnaris*) bildet bis August auf diesjährigen Nadeln der Weiß-Tanne (*Abies alba*) die Sporenstadien O (Spermogonien) und I (röhrenförmige Aecien, Abbildung 2). Mit den Aeciosporen infiziert er die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) und bildet ab September krustige Telien auf den Preiselbeerstängeln (Sporenstadium III; Abbildung 3). Sporenstadium II wird im Gegensatz zu den zahlreichen anderen mit Tanne wirtswechselnden Rostpilzen nicht gebildet (vgl. Lebenszyklus in Abbildung 4). Eine Infektionskette von Telienwirt zu Telienwirt mittels Urediniosporen, wie sie bei den anderen

wirtswechselnden Rostpilzen im Gebiet existiert, ist bei dieser Art nicht möglich. Die in den Wirtszellen gebildeten Teliosporen bilden zunächst rosarote, später glatte braune Krusten am verdickten und deformierten Stängel, die Blätter sind verkleinert, fallen unten vorzeitig ab und die Pflanze bleibt steril (Abbildung 3). Die Art ist in Deutschland recht selten und auf der Weiß-Tanne gibt es aktuell nur diese Funde vom Wilden See. Ein funktionierender Wirtswechsel, der auch durch Sequenzanalysen bestätigt wurde, ist in Deutschland z. Z. nur für den Wilden See nachgewiesen. Sequenzvergleiche (unpubliziert) haben gezeigt, dass die Art mit *C. columnaris* aus dem westlichen Nordamerika (Washington) nicht konspezifisch ist.



**Abbildung 2:** Tannen-Preiselbeer-Rostpilz (*Calypso-  
spora columnaris*) an Weiß-Tanne (*Abies alba*).  
Foto: M. SCHOLLER

**Abbildung 3:** Tannen-Preiselbeer-Rostpilz (*Calypso-  
spora columnaris*) an Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*).  
Foto: M. SCHOLLER



**Abbildung 4:** *Calypso-  
spora columnaris*: Phänologie und Lebenszyklus im Schwarzwald. O, I, II, III stehen für Sporenstadien, 1 bis 12 für die Monate des Jahres. Zeichnung: R. BUCHHEIT / M. SCHOLLER

## 2. *Coleosporium senecionis* (Pers.) Kickx (Kiefern-Greiskraut-Rostpilz)

*Pinus sylvestris*: 6.6.2018, G, an der Weggabelung N Eutinggrab, 0 I auf Nadeln eines älteren Baums in ca. 1 m, benachbart *Senecio ovatus*, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0045101, MT022023) (Abbildung 5) (vgl. KR-M-0037051).

*Senecio ovatus*: 18.9.2013, G, an der Weggabelung N Eutinggrab, III, bei *P. mugo* ssp. *rotundata* und *P. sylvestris*, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0037051); 19.8.2018, G, Birkenwäldchen nahe Eutinggrab, (II) III, *S. ovatus*, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049226) (Abbildung 6); 19.8.2018, G, an der Weggabelung N Eutinggrab (G), II III, bei *P. mugo* ssp. *rotundata* und *P. sylvestris*, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049231) (vgl. KR-M-0045101).

Die Spermogonien (Sporenstadium 0) und die blasenartigen Aecien (I) werden bei Arten der Gattung *Coleosporium* auf Kiefernadeln gebildet (Abbildung 5), die Sporenstadien II, III und IV auf Pflanzen verschiedener Familien, vor allem auf Korbblütengewächsen (Abbildung 6). Nahe dem Eutinggrab wurde der wirtswechselnde Kiefern-Greiskraut-Rostpilz (*C. senecionis*) auf beiden Wirten wenige Meter voneinander entfernt gefunden (Abbildungen 5, 6). Da uns eine Sequenzanalyse vom Telienwirt nicht gelang, konnte der Wirtswechsel im Gebiet nicht nachgewiesen werden. Da der Pilz auf der Gemeinen Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) (KR-M-0045101) sequenzgleich mit einem anderen von uns sequenzierten *C.-senecionis*-Beleg auf dem Fuchsschen Greiskraut (*Senecio ovatus* = *S. fuchsii*) (KR-M-0048596, MK697290, 12.9.2016, Deutschland, Bayern, Tutzing, leg. M. Scholler) ist, besteht kein Zweifel, dass der Pilz auf Kiefer *C. senecionis* ist. *Coleosporium senecionis* bildet die Sporenstadien 0 und I in Mitteleuropa auf der Gemeinen Wald-Kiefer. Die Berg-Kiefer (*P. mugo* agg.), wozu auch die vor allem in den Grinden vorkommende Unterart *P. mugo* ssp. *rotundata* (Moor-Berg-Kiefer, Moor-Spirke) gehört, vermag der Pilz nicht zu befallen (GÄUMANN 1959).



**Abbildung 5:** Kiefern-Greiskraut-Rostpilz (*Coleosporium senecionis*) an Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*). **Abbildung 6:** Kiefern-Greiskraut-Rostpilz (*Coleosporium senecionis*) an Fuchsschem Greiskraut (*Senecio ovatus*).  
Foto: M. SCHOLLER

Foto: M. SCHOLLER

## 3. *Exobasidium arescens* Nannf. (Fleckige Heidelbeer-Nacktbasidie)

3.7.2019, F, N Legerbächle, 990 m, M. Scholler (KR-M-0008550) (Abbildung 7); 3.7.2019, F, Legerbächle, Bachrand, 884 m, M. Scholler (KR-M-0008556).



**Abbildung 7:** Fleckige Heidelbeer-Nacktbasidie (*Exobasidium arescens*) auf Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*).  
Foto: M. SCHOLLER

Die durch die Fleckige Heidelbeer-Nacktbasidie verursachten weißen Blattflecken sind recht auffällig. Interessant ist, dass sie erst 2019 und dann nur an einem einzigen Tag an zwei Lokalitäten gefunden wurde. Bei den dunklen Flecken im Bereich des Pilzbefalls (Abbildung 7) handelt es sich um abgestorbenes Pflanzengewebe, vermutlich als Folge einer Hypersensitivitätsreaktion des Wirts.

**4. *Exobasidium vaccinii*** (Fuckel) Woronin (Gemeine Preiselbeer-Nacktbasidie) (RL 3)  
*Vaccinium vitis-idaea*: 18.9.2013, F, O See, S Bach, 935 m, M. Scholler (KR-M-0037046); 2.9.2014, F, 910 m, M. Scholler, A. Rubner (KR-M-0041739) (Abbildung 8); 13.9.2015, G, OSO Nationalparkschild, Waldrand, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0043715); 20.8.2018, G, nahe Eutinggrab, Pilz alt, bereits von Schimmelpilzen (*Cladosporium* sp.) befallen, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049242).

Typisch für die Gemeine Preiselbeer-Nacktbasidie (*Exobasidium vaccinii*) sind die blasig deformierten Blätter und die teils, niemals jedoch vollständig deformierten Sprosse. In Abbildung 8 ist der obere Teil des Sprosses systemisch durchwachsen. Laut KRIEGLSTEINER (2000) kommt im Südschwarzwald eine weitere Art vor, *E. juelianum* Nannf. (Juels Preiselbeer-Nacktbasidie), die nicht nur einen Teil, sondern den gesamten Spross systemisch durchzieht und deformiert. Die Art kommt ganz überwiegend in Nordeuropa vor. Ob es sich bei den Funden aus dem Schwarzwald wirklich um *E. juelianum* oder doch nur um *E. vaccinii* handelt, bedarf der Überprüfung.



**Abbildung 8:** Gemeine Preiselbeer-Nacktbasidie (*Exobasidium vaccinii*) an Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*).  
Foto: M. SCHOLLER

### 5. *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern (Vogelbeeren-Wacholder-Rostpilz)

*Sorbus aucuparia*: 19.8.2018, G, Hauptweg an der Informationstafel (G), O I, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049221) (Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Vogelbeeren-Wacholder-Rostpilz (*Gymnosporangium cornutum*) an Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*).  
Foto: M. SCHOLLER

Der wirtswechselnde Rostpilz *Gymnosporangium cornutum* konnte nur auf dem Aecienwirt, der Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), nicht aber auf dem Telienwirt, dem Gemeinen Wacholder (*Juniperus communis*), gefunden werden. Der Rostpilz bildet im zeitigen Frühjahr an kleineren Zweigen des Wacholders Telien (III) und Basidien (IV). Nach Infektion der Vogelbeere folgen die dunkelbraunen Spermogonien (O) auf der Blattober- und die röhrenförmigen Aecien (I) (Abbildung 9) auf der -unterseite. Wildwachsenden Wacholder gibt es im Gebiet nicht (C. Ebel, persönliche Mitteilung). Der nächstgelegene Nachweis liegt westlich von Seebach zwischen Brenteschrofen und Melkereikopf und damit in ca. 2,5 km Entfernung (STAATLICHES MUSEUM FÜR NATURKUNDE STUTTGART 2018). Soweit können die auf dem Wacholder im Frühjahr gebildeten Basidiosporen von *Gymnosporangium*-Arten wohl nicht verfrachtet werden (z. B. SCHOLLER 1993). Da eine Übertragung von Wacholder zu Vogelbeere demnach äußerst unwahrscheinlich und eine Infektion von Vogelbeere zu Vogelbeere nicht möglich ist, bleibt unklar, wie der Pilz in das Untersuchungsgebiet gelangen konnte.

### 6. *Kuehneola uredinis* (Link) Arthur (Weißsporiger Brombeer-Rostpilz, Paraphysenfreier Brombeer-Rostpilz)

*Rubus fruticosus* agg.: 19.8.2018, G, Weggabelung N Eutinggrab, Wegrund, II, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049229); 17.9.2019, G, nahe Eutinggrab, Aussichtspunkt, II, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0042779) (Abbildung 10).



Auf Brombeeren (*Rubus* spp.) kommen zahlreiche Rostpilz-Arten vor, einige davon, vor allem *Phragmidium violaceum* (Link) Arthur, sind sogar sehr häufig. Dennoch wurde nur *Kuehneola uredinis* im Gebiet nachgewiesen (Abbildung 10). Die hier von uns vorgeschlagenen Volksnamen Weißsporiger Brombeer-Rostpilz und Paraphysenfreier Brombeer-Rostpilz beziehen sich auf die weißen bis gelblichweißen Telien (Sporenstadium III), die den orangefarbenen Uredinien (II) (Abbildung 10) folgen, bzw. das Nicht-Vorhandensein von bestimmten sterilen Zellen in den Uredinien, die als Paraphysen bezeichnet werden.



**Abbildung 10:** Weißsporiger Brombeer-Rostpilz (*Kuehneola uredinis*). Foto: M. SCHOLLER

### 7. *Melampsora caprearum* Thün. (syn. *M. laricis-caprearum* Kleb.) (Lärchen-Sal-Weiden-Rostpilz)

*Salix aurita*: 20.7.2016, F, grasiger Weg, junges Bäumchen, II, 940 m, M. Scholler, Wirt conf. M. Zander (KR-M-0048519, MT981721, Abbildung 11). *S. caprea*: 20.7.2016, G, an der Weggabelung N Eutinggrab, Wegrand, älterer Baum, II, 1035 m, M. Scholler, Wirt conf. M. Zander (KR-M-0048513, MT981722, KR-M-0046739, MT981723).

Die rDNA-Sequenz (ITS) der Kollektionen der Weiden-Rostpilze auf *Salix aurita* (Ohr-Weide) und *S. caprea* (Sal-Weide) ist bis auf zwei Wobble-Basen im Beleg KR-M-0048519 sequenzgleich. Die rein morphologische Unterscheidung zu anderen *Melampsora*-Arten auf *S. caprea* und *S. aurita* ist ebenfalls sehr schwierig, zumal wenn, wie im vorliegenden Fall, nur das Sporenstadium II (Uredinien) (Abbildung 11) ausgebildet wird. Da keine III (und somit auch keine IV) gebildet werden, kann der Wirtswechsel zum potentiellen Aecienwirt Lärche (*Larix* spp.) im Gebiet nicht stattfinden. Die Europäische Lärche (*Larix decidua*) ist im Schwarzwald nicht heimisch, wird aber gelegentlich forstwirtschaftlich kultiviert. Im Untersuchungsgebiet und in grenznahen Gebieten kommt sie vereinzelt vor, so auch etwas westlich vom Untersuchungsgebiet (unterhalb der Darmstädter Hütte). Diese Lärchen waren 2018 und



**Abbildung 11:** Lärchen-Sal-Weiden-Rostpilz (*Melampsora caprearum*) an Ohr-Weide (*Salix aurita*).

Foto: M. SCHOLLER

2019 völlig befallsfrei. Die Nicht-Bildung der Sporenstadien III und IV als Folge des Fehlens des Telienwirts ist ein bekanntes Phänomen bei Rostpilzen (SCHOLLER et al. 2018).

### 8. *Melampsorella elatina* (Alb. & Schwein.) Arthur (syn. *M. caryophyllacearum* J. Schröt.) (Hexenbesen-Rostpilz der Tanne, Tannenkrebs)

*Abies alba*: 4.7.2015, F, NNO See, N Legerbächle, Ast eines ca. 10 Jahre alten Baums, O I, 940 m, M. Scholler (KR-M-0043638); 20.7.2016, F, O See, S Seeloch, Nadeln des Baumes mit *Calyptospora columnaris*, O I, 925 m, M. Scholler, M. Wieners / M. Scholler (KR-M-0048515); 4.4.2017, G, nahe „Wild-der See-Blick“ / Eutinggrab, Mischinfektion mit *Corinectria fuckeliana*, O I, 1015 m, M. Wieners & M. Scholler (KR-M-0048815); 20.7.2016, F, O See, Mischinfektion mit *Corinectria fuckeliana*, O I, 926 m, M. Scholler (KR-M-0048516).

*Stellaria graminea*: [12.8.2019, Ruhestein, 200 m S Darmstädter Hütte, Wegrand, O I, 1030 m, M. Scholler (KR-M-0042781). Anm.: Auf der gegenüberliegenden Wegseite und südlich davon sind „Hexenbesen“ an Tanne (Abbildung 15) und eine „Rädertanne“ (Abbildung 16) zu finden.]

Der Hexenbesen-Rostpilz der Tanne (*Melampsorella elatina*) ist der auffälligste Rostpilz im Gebiet. Er verändert die Äste der Tanne, die als Aecienwirt dient, dergestalt, dass, abhängig vom Alter des Pilzbefalls und der Größe des Baums, nest- oder besenartige Deformationen unterschiedlicher Größe gebildet werden, die gemeinhin als Hexenbesen bezeichnet werden (Abbildungen 12, 13, 14, 15). Auf alten Tannen des Nordschwarzwalds kann man beeindruckende Hexenbesen beobachten. Ein besonderes Naturschauspiel bietet sich ca. 30 km entfernt vom Wilden See auf dem Berg Teufelsmühle bei Loffenau. Der Pilz wächst dort auf einer alten Tanne in 15 m Höhe und erinnert an ein riesiges Wattestäbchen, dessen „Kopf“ ca. 3,5-4 x 2 m (Abbildung 14) misst. Gelegentlich dringt *M. elatina* bis in den Stamm vor und verursacht radartige Wucherungen. Bäume mit derartigem Befall werden auch als „Rädertannen“ bezeichnet. Sie sind eher selten. Die bereits abgestorbene Rädertanne in Abbildung 16 befindet sich etwas entfernt vom Untersuchungsgebiet zwischen Darmstädter Hütte und Ruhestein. Infizierte Nadeln sind gelb, ab Juni (siehe die Phänologie in Abbildung 18) noch werden punktförmige Spermogonien (Sporenstadium O) und säulenförmige gelbe Aecien (I) gebildet (Abbildung 12). Nadeln werden nicht zweizeilig angeordnet, wie das typisch für die Tanne ist, sondern allseitwendig (Abbildungen 12, 13). Nach der Aeciosporenbildung und -verbreitung fallen die Nadeln ab und der Hexenbesen bleibt die meiste Zeit im Jahr kahl (Abbildung 15). Die Aeciosporen infizieren ab Juli die Telienwirte. Dies sind Nelkengewächse (Caryophyllaceae), vor allem Sternmieren (*Stellaria*). Die Sporenstadien II (Abbildung 17) und III auf den Blättern sind unauffällig. Der Pilz kann ebenfalls im Telienwirt perennieren und sich mit Hilfe der Urediniosporen (Sporenstadium II) von Telienwirt zu Telienwirt ausbreiten (asexueller Zyklus, siehe Abbildung 18). Wir konnten den Pilz nicht im Untersuchungsgebiet auf Nelkengewächsen nachweisen, aber etwas außerhalb südlich der Darmstädter Hütte auf der Gras-Sternmiere (*S. graminea*). Das Gewöhnliche Hornkraut (*Cerastium fontanum*), vielleicht das häufigste Nelkengewächs am Wilden See, zeigte keinen Befall. Wichtigster Telienwirt im Schwarzwald dürfte aber laut METZLER (2010) die Hain-Sternmiere (*S. nemorum*) sein, die jedoch am Wilden See nicht vorkommt (C. Ebel, persönliche Mitteilung). Auch wir fanden befallene Hain-Sternmiere auf der Teufelsmühle (Abbildung 17).

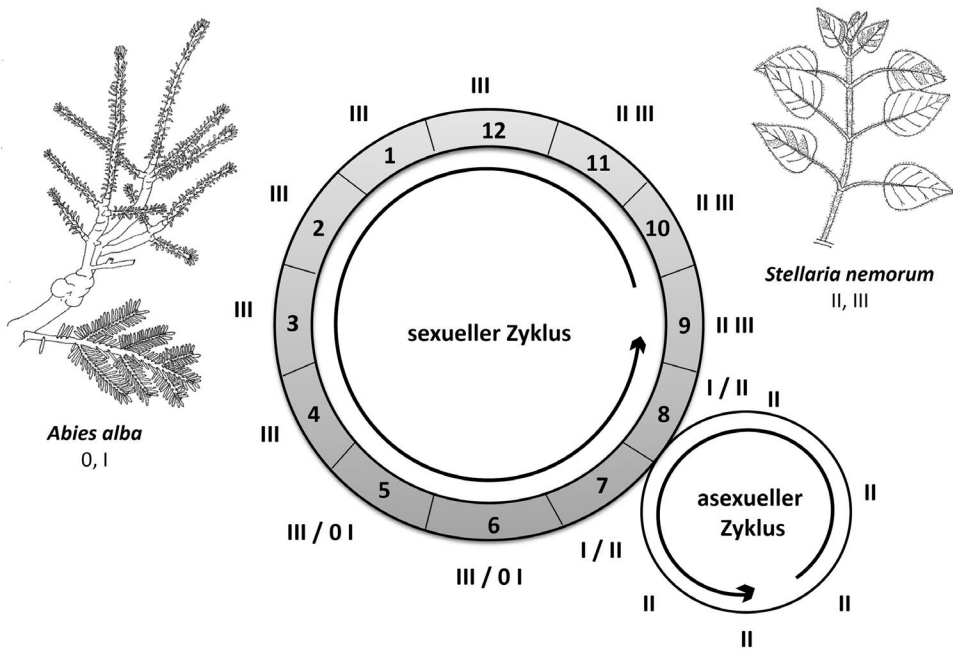


**Abbildung 12-16:** Hexenbesen-Rostpilz (*Melampsorella elatina*) an Weiß-Tanne (*Abies alba*). 12: Infizierte Nadeln, 13: „Hexenbesen“ im unteren Stammbereich. 14: „Hexenbesen“ an der Spitze des Baums. 15: „Hexenbesen“ im Winterhalbjahr. 16: „Rädertanne“.

Fotos: Abb. 12-13 V. GRIENER, Abb. 14-16 M. SCHOLLER



**Abbildung 17:** Hexenbesen-Rostpilz (*Melampsorella elatina*) an Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum*).  
Foto: M. SCHOLLER



**Abbildung 18:** Phänologie und Lebenszyklus von *Melampsorella elatina* im Schwarzwald.  
Zeichnung: R. BUCHHEIT / M. SCHOLLER

### 9. *Melampsorium betulinum* (Pers.) Kleb. (Lärchen-Birken-Rostpilz)

*Betula pendula*: 18.9.2013, G, S Eutinggrab, Gebüsch, 1035 m, II III, M. Scholler (KR-M-0037050).

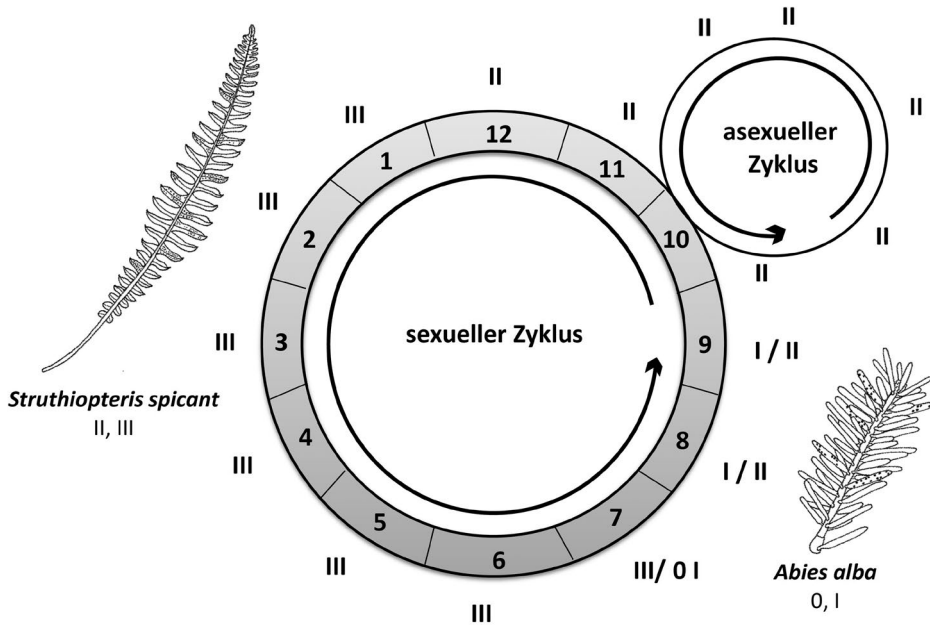
Der Aecienwirt dieser häufigen wirtswechselnden Art ist die Lärche (*Larix decidua*), die nicht heimisch ist, gelegentlich aber im Schwarzwald als Forstgehölz angepflanzt wird. Da Telien (Sporenstadium III) und somit wohl auch Basidien (IV) gebildet werden und einige hundert Meter entfernt Lärchen angepflanzt wurden (vgl. auch *Melampsora caprearum*), könnte es gelegentlich zum Wirtswechsel kommen.

### 10. *Milesina blechni* (P. Syd. & Syd.) P. Syd. & Syd. (Tannen-Rippenfarn-Rostpilz) RL G

*Abies alba*: 12.9.2015, K, O I, 915 m, M. Scholler (KR-M-0043687) (GenBank MH908437, MK302200, MK302162) (BUBNER et al. 2019); 6.9.2017, F, O I, 925 m, M. Scholler & R. Buchheit (KR-M-0049044, MT981724); 6.9.2017, K, O I, 960 m, M. Scholler & R. Buchheit (KR-M-0049045, GenBank MT981725).  
*Struthiopteris spicant* (*Blechnum spicant*): 17.9.2012, K, Abgang Wilder See, Wegrand, II, 960 m, M. Scholler (KR-M-0035184); 1.3.2014, Fichtenbestände Ö Karwand (F), II, etwas entfernt *A. alba*, 915 m, M. Scholler (KR-M-0038516) (GenBank MH908421, MK302193) (BUBNER et al. 2019); 4.4.2017, F, zwischen Legerbächle und Seeloch, Wegrand, II, 900 m, M. Scholler, M. Wieners (KR-M-0048479); 6.9.2017, F, O Wilder See, Seeloch, Böschung, II, 925 m, M. Scholler, R. Buchheit (KR-M-0049046). [1.3.2014, Seebach, halber Weg zwischen Darmstädter Hütte und Liftstation, W Wilder See, Ö Weg, steiler Hang, II (III), 934 m, M. Scholler (KR-M-0038517); 4.4.2017, Seebach, Naturschutzzentrum, Weg zur Darmstädter Hütte, Wegrand, Westhang, bei *A. alba*, II, 946 m, M. Scholler & M. Wieners (KR-M-0048478) (Abbildung 19)].



**Abbildung 19:** Tannen-Rippenfarn-Rostpilz (*Milesina blechni*) an Rippenfarn (*Struthiopteris spicant*).  
Foto: M. SCHOLLER



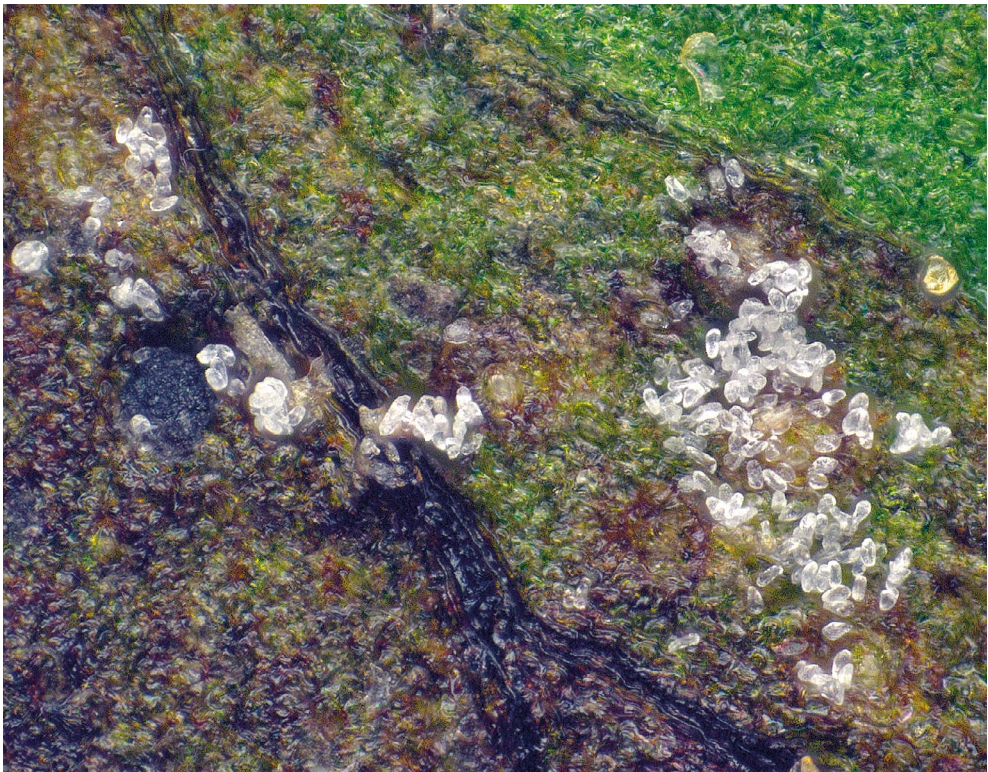
**Abbildung 20:** Phänologie und Lebenszyklus von *Milesina blechni* (Tannen-Rippenfarn-Rostpilz) im Schwarzwald. Zeichnung: R. BUCHHEIT / M. SCHOLLER

Arten der Gattung *Milesina* wirtswechseln von diesjährigen Nadeln der Weiß-Tanne (*Abies alba*) mit Befallssymptomen ähnlich *Calyptospora columnaris* (Abbildung 2) zu Farnen der Familie Polypodiaceae. Sehr charakteristisch sind ihre kleinen weißlichen Uredinien (Abbildung 19), farblose Urediniosporen (Sporenstadium II) auf der Unterseite der Wedel (Abbildungen 19, 21) und ein- bis mehrzellige Teliosporen in den Epidermiszellen. Am Wilden See konnten zwei Arten (*M. blechni* und *M. kriegeriana*) nachgewiesen werden, eine dritte Art, *M. polypodii* (F. B. White) Aime & Rossman, ist zu erwarten, da der Telienwirt, der Gewöhnliche Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*), ebenfalls im Untersuchungsgebiet vorkommt. Im Falle der *M. blechni* ist der Farnpartner der Gewöhnliche Rippenfarn (*Struthiopteris spicant*). *Milesina*-Arten auf dem Aecienwirt, der Weiß-Tanne (*Abies alba*), sind morphologisch kaum unterscheidbar (vgl. Kap 4.1). BUBNER et al. (2019) konnten von europäischen Arten genetische Barcodes anfertigen und den Wirtswechsel am Wilden See molekularbiologisch nachweisen. Die Sequenzen bestätigten, dass *M. blechni* mit dem Tannen-Wurmfarn-Rostpilz (*M. kriegeriana*; siehe nachfolgende Art) nahe verwandt ist und sich die Sequenz des untersuchten Markers (ITS-Region der rDNA) lediglich in einem Baustein (Basenpaar) unterscheidet. Auch phänologisch scheinen sich die Arten zu unterscheiden. Während *M. blechni* erst im April Telien bildet (Abbildung 20), setzt die Telienbildung bei *M. kriegeriana* nach unseren Beobachtungen bereits im November ein (Abbildung 22, 23).

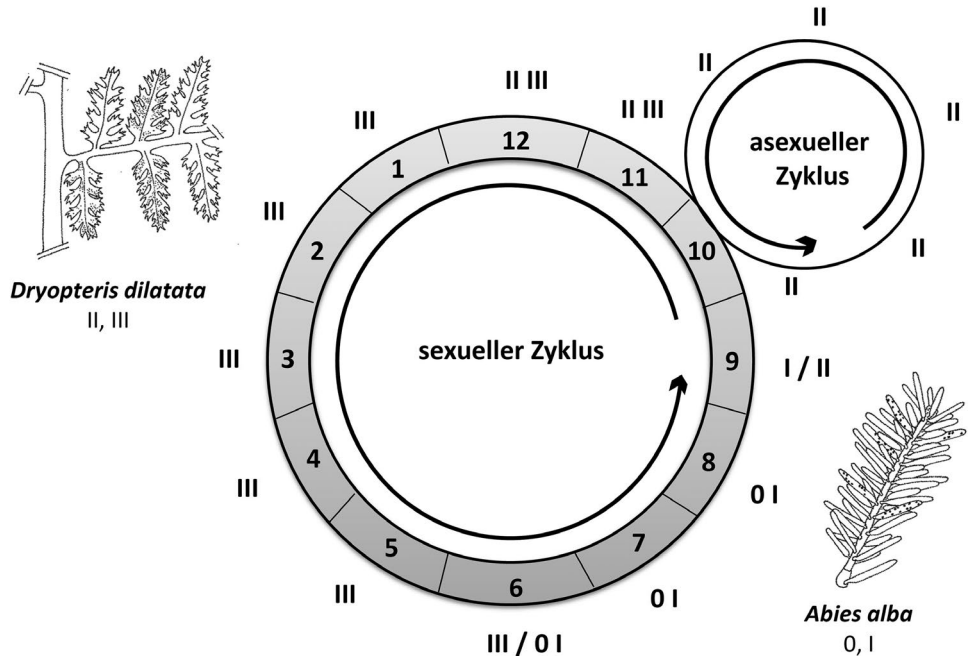
### 11. *Milesina kriegeriana* (Magnus) Magnus (Tannen-Dornfarn-Rostpilz) (RL G)

*Abies alba*: [26.6.2017, Seebach, Ottenhöfen, Edelfrauengrab, Gottschlägbach, nahe Wasserfälle, O I, dreijähriger Baum, 440 m, M. Scholler (KR-M-0048773) (GenBank MH908473); 17.8.2017, Friesenheim, Ö Oberweier nahe Schnaiggraben, II, 340 m, M. Scholler (KR-M-0018587) (GenBank MH908461)].  
*Dryopteris carthusiana*: 17.5.2019, K, bei Großvatertanne, II III?, 945 m, M. Scholler (KR-M-0007127).  
*D. dilatata*: 4.4.2017, F, O Wilder See, S Seeloch, Wegrund, II, 895 m, M. Scholler, M. Wieners (KR-M-0048480); [4.4.2017, Seebach, Ruhestein, zwischen Naturschutzzentrum und Darmstädter Hütte, Fichten-Tannen-Wald, Wegböschung, II (III), 935 m, M. Scholler, M. Wieners / M. Scholler (KR-M-0048477)].  
*D. remota*: 17.5.2019, K, bei Großvatertanne, II, 945 m, M. Scholler / R. Buchheit & M. Scholler (KR-M-0007126).

Am Wilden See konnte der Tannen-Dornfarn-Rostpilz (*Milesina kriegeriana*) auf Dornfarnen (*Dryopteris* spp.), nicht aber auf Weiß-Tanne nachgewiesen werden. Nachweise auf Tanne gelangen aber etwas westlich vom Wilden See bei Seebach (BUBNER et al. 2019) und beweisen, dass ein Wirtswechsel in der Region stattfindet. Am Wilden See konnten wir den Tannen-Dornfarn-Rostpilz auf *Dryopteris carthusiana* und *D. dilatata* nachweisen. Man findet die Art im Nordschwarzwald auch auf der Hybride der beiden *Dryopteris*-Arten, Dewevers Dornfarn (*D. deweveri* (Jansen) Jansen & Wachter). Abbildung 21 zeigt die farblosen glasigen Urediosporen von *M. kriegeriana* auf Wedeln dieser Hybridpflanze (KR-M-0006744). Zur Phänologie (Abbildung 22) siehe auch die Anmerkungen bei *M. blechni*.



**Abbildung 21:** Tannen-Dornfarn-Rostpilz (*Milesina kriegeriana*) an Dewevers Wurmfarne (*Dryopteris deweveri*).  
 Foto: R. BUCHHEIT



**Abbildung 22:** Phänologie und Lebenszyklus von *Milesina kriegieriana* (Tannen-Dornfarn-Rostpilz) im Schwarzwald. Zeichnung: R. BUCHHEIT / M. SCHOLLER

## 12. *Naohidemyces vacciniorum* (J. Schröt.) Spooner (Heidelbeer-Rostpilz)

*Vaccinium myrtillus*: 18.9.2013, K, N Wilder See, II, Mischinfektion mit *Podosphaera myrtillina*, 925 m, M. Scholler, (KR-M-0037047); 12.9.2015, K, Südufer des Wilden Sees, II, 915 m, M. Scholler (KR-M-0043691). [*V. uliginosum*: 20.7.2016, Baiersbronn, Ruhestein, S Darmstädter Hütte, O Schotterweg, II, 1030 m, M. Scholler (KR-M-0048520)].

Die Art wirtswechselt in Nordamerika mit *Tsuga* spp., ein Wirtswechsel in Europa ist nicht bekannt. GÄUMANN (1959) unterscheidet den Pilz auf Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Rauschbeere (*V. uliginosum*) von dem auf Preiselbeere (*V. vitis-idaea*). Hierfür spricht, dass der Pilz auch auf *V. uliginosum* (etwas außerhalb des Untersuchungsgebiets, siehe oben), nicht aber auf *V. vitis-idaea* beobachtet wurde.

## 13. *Puccinia annularis* (F. Strauss) Röhl. (Salbeigamander-Rostpilz)

*Teucrium scorodonia*: 18.9.2013, G, N Eutinggrab, Weggabelung, III, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0037048).

Die Art ist nicht wirtswechselnd und bildet nur die Sporenstadien III und IV.

## 14. *Puccinia coronata* Corda (Kronen-Rostpilz)

*Frangula alnus*: 3.7.2019, G, Weltkriegsdenkmal, 0 I, 1050 m, M. Scholler (KR-M-0008548); 3.7.2019, G, etwas NW Weggabelung, 0 I, 1040 m, M. Scholler (KR-M-0008552) (Abbildung 23).

*Agrostis capillaris*: 13.9.2015, G, II III, 1030 m, M. Scholler (KR-M-0043717); 19.8.2018, G, Hauptweg an der Informationstafel, II III, 1035 m, M. Scholler, Wirt conf. A. Kleinsteuber (KR-M-0049222); 19.8.2018, G, Eutinggrab, am Birkenwäldchen, II (III), 1040 m, M. Scholler, Wirt conf. A. Kleinsteuber (KR-M-0049227).





**Abbildung 23:** Kronen-Rostpilz (*Puccinia coronata*) an Faulbaum (*Frangula alnus*). Foto: M. SCHOLLER

Auch der Kronen-Rostpilz wirtswechselt im Gebiet. Er geht vom Faulbaum (*Frangula alnus*) auf Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*) über. Hierbei handelt es sich möglicherweise um die Kleinart *Puccinia coronati-agrostidis* Liu & Hambleton (LIU & HAMBLETON 2013). Abbildung 23 zeigt die leuchtend orangefarbenen Aecien auf Blättern des Faulbaums.

**15. *Puccinia maculosa* (F. Strauss) Röhl.**  
(Hasenlattich-Rostpilz)

*Prenanthes purpurea*: 2.9.2014, F, Wilder See, östliches Seeufer, II III, 910 m, M. Scholler & A. Rubner (KR-M-0041740) (Abbildung 24); 19.8.2018, G, N Eutinggrab, Weggabelung, Wegrand, II III, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049230).

Die Art ist nicht wirtswechselnd und bildet auf den Blättern des Hasenlattichs alle Sporenstadien (0 bis IV). Abbildung 24 zeigt die blass-orangefarbenen Uredinien (II) und die schwarzen teils noch von der Epidermis bedeckten Telien (III).



**Abbildung 24:** Hasenlattich-Rostpilz (*Puccinia maculosa*) an Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*). Foto: M. SCHOLLER

**16. *Puccinia obscura* J. Schröt. (*P. luzulae-maximae* Dietel)**  
(Gänseblümchen-Hainsimsen-Rostpilz)

*Luzula sylvatica*: 6.9.2017, G, nahe Eutinggrab, Grenze zur Karwand, II, 1035 m, M. Scholler & R. Buchheit / M. Scholler (KR-M-0049043) (Abbildung 25); 19.8.2018, G, nahe Eutinggrab, Grenze zur Karwand, II, 1035 m, M. Scholler, Befall durch den Hyperparasiten *Sphaerellopsis filum* (Biv.) B. Sutton, M. Scholler (KR-M-0049234).

Die Art wirtswechselt von *Bellis perennis* (Gänseblümchen) zu *Luzula sylvatica*



(Wald-Hainsimse). Auf Gänseblümchen ist dieser Pilz aber heute in Mitteleuropa sehr selten (KLENKE & SCHOLLER 2015). Da auf *Luzula* die Sporenstadien III und IV nicht gebildet wurden, gehen wir davon aus, dass im Gebiet kein Wirtswechsel vollzogen wird. Typisch sind die durch den Befall rotbraun verfärbten Flecken auf den Blättern der Wald-Hainsimse (Abbildung 25).

**Abbildung 25:** Gänseblümchen-Hainsimsen-Rostpilz (*Puccinia obscura*) an Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*).

Foto: M. SCHOLLER

### 17. *Puccinia taraxaci* Plowr. (Löwenzahn-Rostpilz)

*Taraxacum officinale*: 19.8.2018, G, nahe Eutinggrab, Birkenwäldchen, II, 1035 m, M. Scholler (KR-M-0049228).

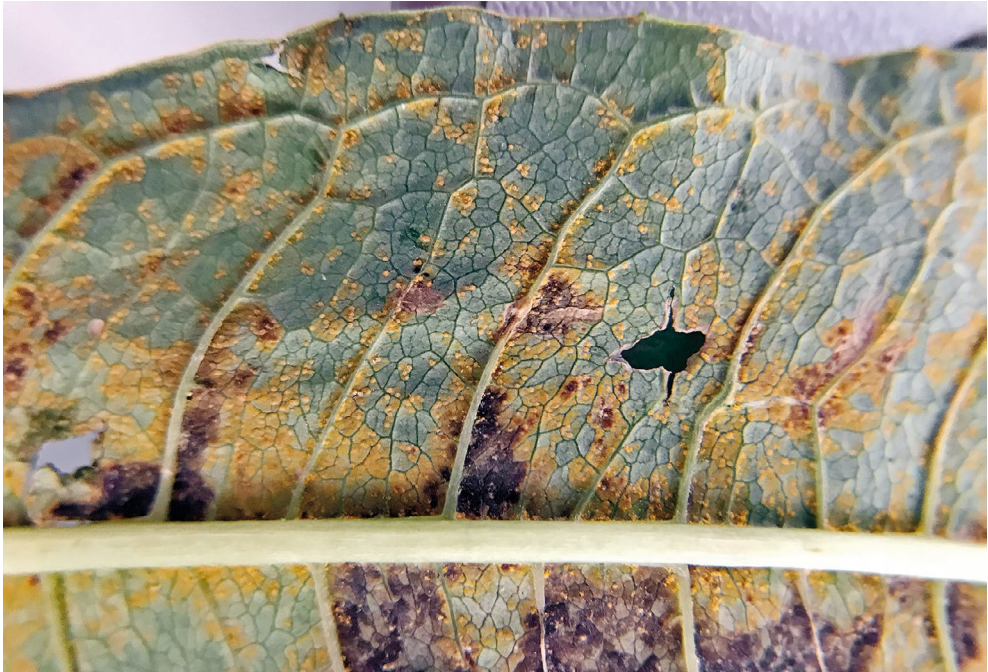
Der Löwenzahn-Rostpilz (*Puccinia taraxaci*) ist nicht wirtswechselnd und bildet auf dem Löwenzahn die Sporenstadien O, II, III und IV, häufig aber auch nur II, so auch im Gebiet.

### 18. *Pucciniastrum epilobii* G. H. Otth (syn. *P. abietis-chamaenerii* Kleb.) (Tannen-Waldweidenröschen-Rostpilz)

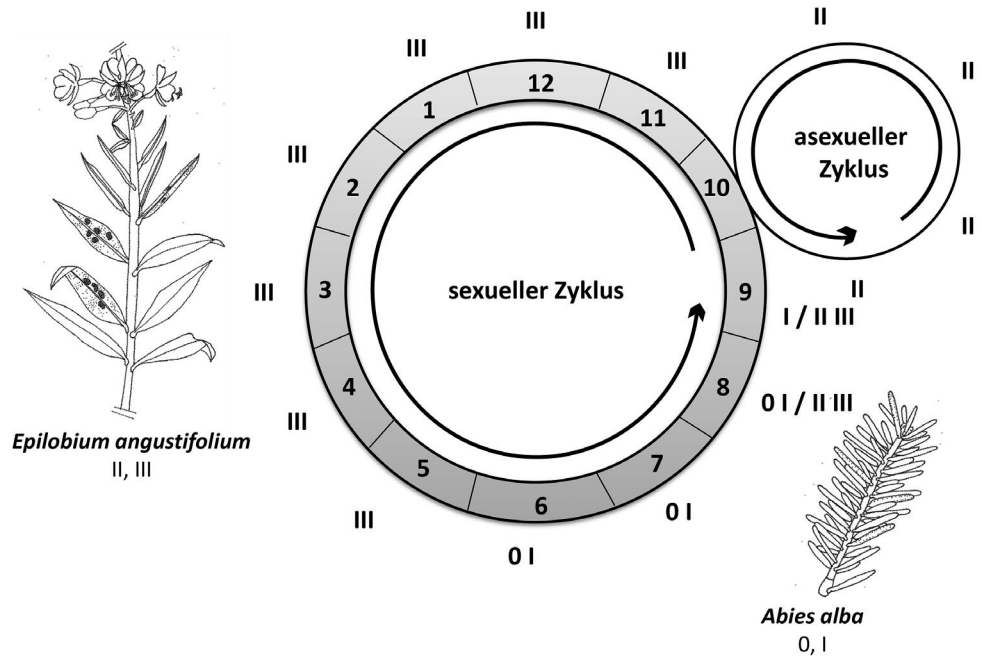
*Abies alba*: 17.9.2012, K, Abgang zum Wilden See, Wegrand, O I, 940 m, M. Scholler (KR-M-0035179); [17.6.2012, Seebach, W Bosensteiner Eck, O I, 690 m, M. Scholler (KR-M-0032739, MK697281).

*Epilobium angustifolium*: [19.8.2018, Baiersbronn, Ruhenstein, S Darmstädter Hütte, Alte Seekopfhütte, Fichten-/ (Tannen)-Wald, II (III), 1010 m, inmitten des *E. angustifolium*-Bestands wachsende *E. obscurum* unbefallen, M. Scholler (KR-M-0049239); 20.8.2018, Baiersbronn, Ruhenstein, S Darmstädter Hütte, Alte Seekopfhütte, Fichten-/ (Tannen)-Wald, II (III), 1010 m, M. Scholler, *A. alba* etwa 15 m entfernt unbefallen, M. Scholler (KR-M-0049243) (Abbildung 26); 20.8.2018, Baiersbronn, Ruhenstein, zwischen Darmstädter Hütte und Naturschutzzentrum, Fichten-/ (Tannen)-Wald, Böschung, II, 990 m, M. Scholler, benachbarte *A. alba* unbefallen, M. Scholler (KR-M-0049244); 20.8.2018, Baiersbronn, Ruhenstein, zwischen Darmstädter Hütte und Naturschutzzentrum, Fichten-/ (Tannen)-Wald, Böschung, an der Aussichtsbank, II, 960 m, M. Scholler, benachbarte *A. alba* schwach mit *Calyptospora columnaris* befallen, nicht mit *P. epilobii*, M. Scholler (KR-M-0049245)].

Die *Pucciniastrum*-Rostpilze auf Weidenröschen (*Epilobium*) in Mitteleuropa werden in der aktuellen Literatur (z. B. KLENKE & SCHOLLER 2015) zu einer Art, *P. epilobii* G. H. Otth, gestellt. Der Pilz auf Waldweidenröschen / Schmalblättrigem Weidenröschen (*E. angustifolium*) scheint weitgehend auf diese Wirtspflanzenart beschränkt, wie viele Infektionsversuche zeigten (siehe die zitierte Literatur in



**Abbildung 26:** Tannen-Waldweidenröschen-Rostpilz (*Pucciniastrum epilobii*) an Waldweidenröschen (*Epilobium angustifolium*).  
Foto: M. SCHOLLER



**Abbildung 27:** Phänologie und Lebenszyklus von Tannen-Waldweidenröschen-Rostpilz (*Pucciniastrum epilobii*) im Schwarzwald.  
Zeichnung: R. BUCHHEIT / M. SCHOLLER

GÄUMANN 1959: 43). Auch molekulare Daten (HIETALA et al. 2008) sprechen für die Eigenständigkeit der Art. Wir benennen den Rostpilz auf *E. angustifolium* (Sektion *Chamaenerion*) deshalb *P. epilobii* (Typuswirt *E. angustifolium*), denjenigen auf Arten der Sektion *Epilobium* provisorisch *P. pustulatum* (Pers.) Dietel (Typuswirt *E. montanum*).

Für die Wirtsspezifität spricht auch die folgende Beobachtung: Etwas westlich des Untersuchungsgebiets (vgl. obige Liste, Beleg KR-M-0049239) wuchs inmitten der mit *Pucciniastrum* befallenen Population von Waldweidenröschen auch das Dunkelgrüne Weidenröschen (*E. obscurum*). Letztere Art wurde nicht von dem Pilz befallen. Abbildung 26 zeigt die orangefarbenen Uredinien und die krustigen schwarzen Telien auf der Unterseite eines Blattes. Wie bei einigen vorgenannten Arten konnten auch bei dieser nicht beide Wirte mit Befall im Untersuchungsgebiet gefunden werden. Während unmittelbar am See Tannen befallen waren, konnte *P. epilobii* auf Waldweidenröschen nur etwas außerhalb des Untersuchungsgebiets nachgewiesen werden. Phänologisch unterscheidet sich die Art deutlich von *Milesina*-Arten, da die Phase der Aecienbildung (I) sehr viel kürzer ist und die Telienbildung (III) bereits im August einsetzt (Abbildung 27).

## Dank

Volker Griener fertigte hervorragende Fotos von *Melampsorella elatina* an. Anthony Hasslberger und Susanne Dannenmaier danken wir für das Heraussuchen von Farn-Belegen aus dem Karlsruher Gefäßpflanzenherbarium, Dr. Matthias Zander für die Bestimmung der Weiden, Andreas Kleinsteuber für die Bestimmung von *Agrostis capillaris* und Dr. Ludwig Beenken für die Durchsicht des Manuskripts. Sequenzanalysen wurden zum Großteil im Rahmen des „German Barcode of Life“-Projektes, finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF FKZ 01LI1501I, B. Bubner, M. Scholler), durchgeführt.

## Literatur

- BERNDT R (1999) Neufunde von Rostpilzen in Baden-Württemberg. *Carolinea* 57:57-64.
- BRANDENBURGER W (1994) Die Verbreitung der in den westlichen Ländern der Bundesrepublik Deutschland beobachteten Rostpilze (Uredinales). Eine Bestandsaufnahme nach Literaturangaben. *Regensburgische Mykologische Schriften* 3:1-381.
- BUBNER B, BUCHHEIT R, FRIEDRICH F, KUMMER V, SCHOLLER M (2019) Species identification of European forest pathogens of the genus *Milesina* (Pucciniales) using urediniospore morphology and molecular barcoding including *M. woodwardiana* sp. nov. *MycKeys* 48:1-40.
- DÄMMRICH F, LOTZ-WINTER H, SCHMIDT M, PÄTZOLD W, OTTO P, SCHMITT J A, SCHOLLER M, SCHURIG B, WINTERHOFF W, GMINDER A, HARDTKE H J, HIRSCH G, KARASCH P, LÜDERITZ M, SCHMIDT-STOHN G, SIEPE K, TÄGLICH U, WÖLDECKE K (2016) Rote Liste der Großpilze und vorläufige Gesamtartenliste der Ständer- und Schlauchpilze (Basidiomycota und Ascomycota) Deutschlands mit Ausnahme der Flechten und der phytoparasitischen Kleinpilze. In: MATZKE-HAJEK G, HOFBAUER N, LUDWIG G (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Bd. 8: Pilze (Teil 1) - Großpilze. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(8):31-433.

- FOITZIK O (1992) Provisorische Rote Liste der phytoparasitischen Pilze (Erysiphales, Uredinales et Ustilaginales) Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28:427-480.
- GÄUMANN E (1959) Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 12:1-1407.
- GEIGER M F, ASTRIN J J, BORSCH T, BURKHARDT U, GROBE P, HAND R, HAUSMANN A, HOHBERG K, KROGMANN L, LUTZ M, MONJE C, MISOF B, MORINIÈRE J, MÜLLER K F, PIETSCH S, QUANDT D, RULIK R, SCHOLLER M, TRAUNSPURGER W, HASZPRUNAR G, WÄGELE J W (2016) How to tackle the molecular species inventory for an industrialized nation - lessons from the first phase of the German Barcode of Life initiative GBOL (2012-2015). Genome 59(5):661-670.
- HIETALA A M, SOLHEIM H, FOSSDAL C G (2008) Real-Time PCR-based monitoring of DNA pools in the tri-trophic interaction between Norway spruce, the rust *Thekopsora areolata*, and an opportunistic ascomycetous *Phomopsis* sp. Phytopathology 98:51-58.
- KIRK P M, CANNON P F, MINTER D W, STALPERS J A (2008) Dictionary of the Fungi. CABI, Wallingford, 784 S.
- KLENKE F, SCHOLLER M (2015) Pflanzenparasitische Kleinpilze. Springer, Berlin, Heidelberg, 1172 S.
- KRIEGLSTEINER G J (2000) Die Großpilze Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil. Ständerpilze: Gallert-, Rinden-, Stachel- und Porenpilze. Eugen Ulmer, Stuttgart, 629 S.
- LIU M, HAMBLETON S (2013) Laying the foundation for a taxonomic review of *Puccinia coronata* s. l. in a phylogenetic context. Mycological Progress 12:63-89.
- METZLER B (2010) Tannenkrebs (*Melampsorella caryophyllacearum*). WALDSCHUTZ-INFO 1/2010, 4 S.
- SCHOLLER M (1993) Untersuchungen zum Wacholdersterben auf der Fährinsel. Zeitschrift für Mykologie 59:155-162.
- SCHOLLER M, LUTZ M, AIME M C (2018) Repeated formation of correlated species in *Tranzschelia* (Pucciniales). Mycological Progress 18:295-303.
- STAATLICHES MUSEUM FÜR NATURKUNDE STUTTGART (2018) Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. <http://www.florabw.recorder-d.de/> (Stand 23.12.2018).