

# Einführung in die Diagnostik humanpathogener Pilze – Teil 3: Fakultativ-pathogene Sprosspilze (Hefen)

## Introduction to the Diagnosis of Human Pathogenic Fungi – Part 3: Opportunistic Pathogenic Yeasts

### Autoren

A.-M. Ksoll, B. Sorhage

### Institut

Abteilung Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz

### Bibliografie

**DOI** <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1291479>  
 Akt Dermatol 2011; 37: 441–450  
 © Georg Thieme Verlag KG  
 Stuttgart · New York  
 ISSN 0340-2541

### Korrespondenzadresse

**Anne-Marie Ksoll**  
 Biomed. Fachanalytikerin und  
 Fachlehrerin (LGW-Univ.)

### Dr. med. Bernhard Sorhage

Abteilung Dermatologie,  
 Venerologie und Allergologie  
 Bundeswehrzentral Krankenhaus  
 Koblenz  
 Akademisches Lehrkrankenhaus  
 der Johannes Gutenberg  
 Universität Mainz  
 Rübernacher Straße 170  
 56072 Koblenz

### Zusammenfassung

Die Hefepilze sind weltweit verbreitet und kommen häufig in Nahrungsmitteln, vor allem in Milchprodukten, aber auch in der Luft, im Wasser und im Erdboden vor. Hefepilze, die keine sexuellen Fruchtformen bilden und sich nur ungeschlechtlich durch Sprossung vermehren, werden im Gegensatz zu den perfekten, askosporenbildenden Hefen, den sogenannten Askomyzeten, in ein künstliches System der „Fungi imperfecti“ eingeordnet und als Deuteromyzeten bezeichnet. In der Humanmedizin sind vor allem die imperfekten Hefen bzw. Sprosspilze der Gattung *Candi-*

Zur Untersuchung gelangen in erster Linie Schleimhautabstriche, ferner Urin und Stuhlproben, gelegentlich auch Blut und Liquor. Bei Verdacht auf Hefepilzinfektionen des äußeren Integuments werden Hautschuppen, Nagelspäne und Haarstümpfe sowie Hautabstriche von der Perianalgegend und der Glans penis untersucht.

Die Hefepilze werden primär zumeist auf einfachen, kostengünstigen Festmedien ohne Actidion-(Cycloheximid)-Zusatz, z. B. Sabouraud-Glukose- (2%) oder Kimmig-Agar angezüchtet und anschließend auf Reisagar (▶ **Abb. 1**) subkultiviert.

Die Hefekolonien sind von weich-pastöser oder schleimiger Konsistenz und können weißlich-cremefarben bis gelblich-braun oder rosa bis rötlich pigmentiert sein.

Die in den Primärkulturen gewachsenen, verschiedenen Hefen sehen einander so ähnlich, dass eine Artdiagnose überhaupt nicht gestellt werden kann. Selbst eine Einordnung nach der Gattung ist nur in wenigen Fällen aus Oberflächenbild, Farbe und Rand einer Kolonie möglich [1].

Die Identifizierung der Hefepilze erfolgt durch morphologische Beurteilung der auf Reisagar gebildeten charakteristischen Mikrostrukturen so-

da, *Cryptococcus*, *Malassezia* (*Pityrosporum*) sowie mit Einschränkung *Rhodotorula* und *Sporobolomyces* von Bedeutung. Die umfangreichste Gattung ist die von *Candida* mit etwa 200 Arten. Nur wenige dieser imperfekten Hefen sind fakultative Parasiten und besitzen die Fähigkeit bei oder über 37°C zu wachsen. Diese opportunistisch-pathogenen Erreger können bei Bestehen disponierender Faktoren Hefemykosen (*Levurosen*) beim Menschen hervorrufen und haben vor allem seit der Einführung der antibakteriellen Antibiotika, Zytostatika, Immunsuppressiva und anderer iatrogenen Maßnahmen eine zunehmende Bedeutung erlangt.

wie durch Prüfung biochemischer Eigenschaften (Fermentations- und Assimilationsleistungen). Für die biochemische Differenzierung der Hefepilze sind Reinkulturen erforderlich.

Die Assimilations- und Fermentationsleistungen können mithilfe verschiedener diagnostischer Testkits bestimmt werden. Biologische Abweichungen sind jedoch möglich. Zur Absicherung der Untersuchungsergebnisse sind infolgedessen noch zusätzlich die mikromorphologischen Kriterien auf Reisagar zu berücksichtigen.

Drei der medizinisch wichtigsten *Candida*-Arten, *Candida* (*C.*) *albicans*, *C. krusei* und *C. tropicalis* können auch mithilfe der Selektivnährböden Chromagar-*Candida* oder ChomID-*Candida* identifiziert werden, die ein farblich unterschiedliches Kolonienwachstum dieser Pilze ermöglichen.

### Gattung *Candida*

In dieser Gattung sind etwa 200 Arten bekannt. Die Gattung *Candida* umfasst morphologisch und physiologisch ähnlich erscheinende Pilze, die aber in vielen Fällen in keinerlei Verwandtschaftsverhältnis untereinander stehen [2].

Diese weit verbreiteten Sprosspilze kommen häufig an Standorten mit reichem Zuckerangebot, wie z. B. auf Blüten und Früchten, aber auch in Nahrungsmitteln, vor allem in Milch und Milchprodukten vor.

Man unterscheidet 17 fakultativ-pathogene Arten. *Candida albicans* stellt die medizinisch weitaus wichtigste *Candida*-Spezies dar. Andere, seltener für den Menschen als Krankheitserreger relevante *Candida*-Arten sind vor allem *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* und *C. tropicalis*.

Voraussetzung für das Auftreten einer Candidose ist das Vorliegen gewisser disponierender Faktoren, die den opportunistisch-pathogenen Charakter des Erregers in einen parasitären transformieren [3].

Die Entstehung einer disseminierten *Candida*-Infektion wird vor allem durch Malignome, bauchchirurgische Eingriffe, Diabetes mellitus, HIV-Infektionen, lang anhaltende Leukopenien, Darmkrankungen, i. v. Drogenabhängigkeit sowie iatrogene Maßnahmen begünstigt.

*Candida*-Arten bilden weißlich-cremefarbene, halbkugelig gewölbte Kolonien mit glatter, manchmal leicht faltiger oder gekräuselter Oberfläche. Der Kolonienrand kann gelegentlich von strahlenförmig auslaufenden Pseudomyzelhyphen umgeben sein.

### *Candida albicans*

*Synonym: Syringospora robinii, Syringospora albicans, Monilia albicans und nahezu 100 weitere Synonyma*

*Candida albicans* (● Abb. 2–4) ist ein Endosaprophyt des Magen-Darm-Traktes und der Vagina. Dieser Sprosspilz kann sich je nach lokaler bzw. allgemeiner Abwehrlage des bereits vorgeschädigten Wirtsorganismus in unphysiologischer Weise vermehren und zu einem lebensbedrohenden Problemkeim werden. Die Infektionen manifestieren sich auf den Schleimhäuten, in Form grauweißer, pilzrasenartiger Beläge (sogenannter Soor), der Haut sowie ihren Anhangsgebilden und nach Disseminierung der Erreger auf hämatogenem Wege an den inneren Organen.

*Candida albicans* ist aufgrund ihres biochemischen Verhaltens sowie der Chlamydosporen- und Keimschlauch- bzw. Pseudomyzelbildung in Seren nach 2- bis 4-stündiger Inkubation bei 37 °C relativ leicht zu identifizieren (● Abb. 5).

**Mikromorphologie:** *Candida albicans* bildet meist reichlich Pseudomyzel mit runden bis ovalen, traubenförmig im Bereich der Pseudomyzelgrenzen angeordneten Blastosporen (● Abb. 6) und überwiegend terminal inserierten Chlamydosporen (● Abb. 7).

Tab. 1 Biochemisches Verhalten von *Candida albicans*.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose	Glukose +	Laktose –
Galaktose V	Raffinose	Galaktose +	Raffinose –
Saccharose V		Saccharose +	Trehalose +
Maltose +		Maltose +	Nitrat –

### *Candida glabrata*

*Bekanntestes Synonym: Torulopsis glabrata*

*Candida glabrata* (● Abb. 8) wird in Schleimhautabstrichen des Urogenitaltrakts, vor allem der Vagina relativ häufig nachgewiesen. Im Rahmen der mykologischen Harndiagnostik ist *Candida glabrata* nach *Candida albicans* der wichtigste Sprosspilz [4]. Befallen werden von dieser *Candida*-Spezies auch der Intestinal- und Respirationstrakt.

**Mikromorphologie:** Die rundlichen bis geringovalen Blastosporen sind relativ klein (● Abb. 9). Pseudomyzelien und Myzelien werden nicht gebildet. In sehr seltenen Fällen wurde ein rudimentäres Pseudomyzel beschrieben.

Tab. 2 Biochemisches Verhalten von *Candida glabrata*.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose –	Glukose +	Laktose –
Galaktose –	Raffinose –	Galaktose –	Raffinose –
Saccharose –		Saccharose –	Trehalose V
Maltose –		Maltose –	Nitrat –

### *Candida guilliermondii*

*Perfektes Stadium: Pichia guilliermondii*

*Candida guilliermondii* (● Abb. 10) ist ein auf der menschlichen Haut und Schleimhaut gelegentlich vorkommender Saprophyt. Dieser Sprosspilz kann sich unter bestimmten Bedingungen auch in unphysiologischer Weise vermehren und zu klinischen Erscheinungen führen. Bevorzugt befallen werden von dieser *Candida*-Spezies die Haut und ihre Anhangsorgane.

**Mikromorphologie:** Die sehr kleinen Blastosporen sind oval bis kurz-zylindrisch. In älteren Kulturen liegen sie so zahlreich und dicht beieinander, dass sie den Eindruck eines ballförmigen Gebildes vermitteln [5]. Pseudomyzel wird zumeist nur spärlich gebildet und ist oft irregulär verzweigt (● Abb. 11).

Tab. 3 Biochemisches Verhalten von *Candida guilliermondii*.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose –	Glukose +	Laktose V
Galaktose V	Raffinose +	Galaktose +	Raffinose +
Saccharose +		Saccharose +	Trehalose +
Maltose –		Maltose +	Nitrat –

### *Candida krusei*

*Perfektes Stadium: Pichia fermentans*

*Synonym: Pichia krusei, Pichia kudriavzevii*

*Candida krusei* (● Abb. 12 und ● Abb. 13) kommt u. a. in Nahrungsmitteln, insbesondere in Milchprodukten, aber auch im Magen-Darm-Trakt von Menschen und Tieren vor und wird gelegentlich als Erreger vaginaler *Candida*-Mykosen, vor allem bei deren chronischen Verlaufsformen nachgewiesen.

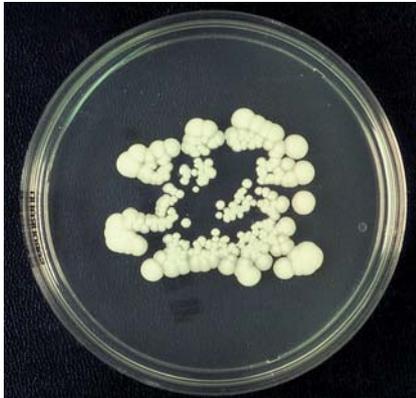
**Mikromorphologie:** *Candida krusei* bildet relativ große, ovale bis längliche Blastosporen, die sich oft wirtelförmig um das langgestreckte, nur wenig differenzierte Pseudomyzel gruppieren. Die Pseudomyzelabschnitte erreichen eine Länge von 18–30 µm (● Abb. 14).

Tab. 4 Biochemisches Verhalten von *Candida krusei*.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose –	Glukose +	Laktose –
Galaktose –	Raffinose –	Galaktose –	Raffinose –
Saccharose –		Saccharose –	Trehalose –
Maltose –		Maltose –	Nitrat –



**Abb. 1** Reisagarkultur zur morphologischen Beurteilung der charakteristischen Mikrostrukturen der Sprosspilze.



**Abb. 2** 12 Tage alte Reinkultur von *Candida albicans* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



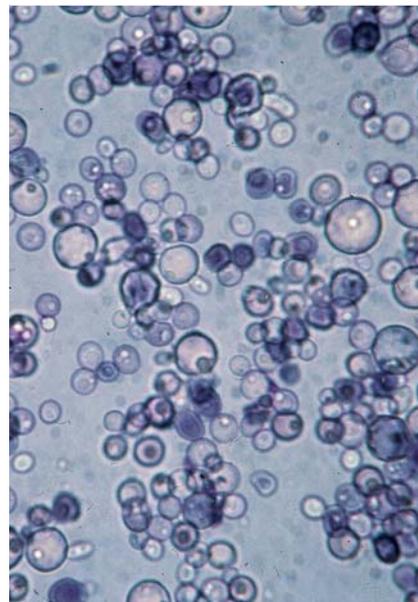
**Abb. 3** 18 Tage alte Reinkultur von *Candida albicans* mit randständigen Pseudomyzelaufläufem auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



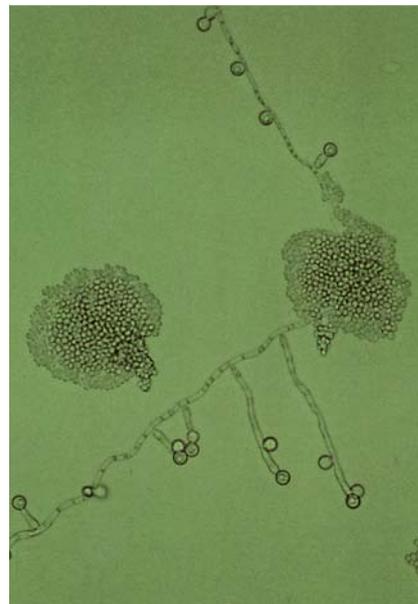
**Abb. 4** *Candida albicans* auf Chromagar-Candida (nach 7 Tagen Bebrütung bei 37 °C).



**Abb. 5** Keimschlauchbildung von *Candida albicans* in Seren nach 2–4-stündiger Inkubation bei 37 °C.



**Abb. 6** Blastosporen von *Candida albicans* im Methylenblau-Präparat (stark vergrößert).

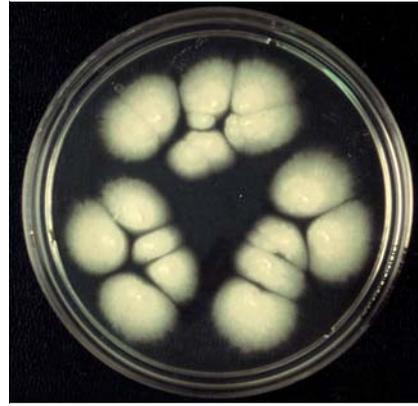


**Abb. 7** Mikrostrukturen von *Candida albicans* auf Reisagar.

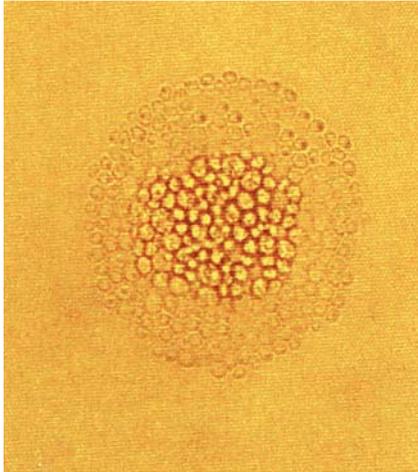
Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.



**Abb. 8** 15 Tage alte Reinkultur von *Candida glabrata* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C).



**Abb. 12** 13 Tage alte Reinkultur von *Candida krusei* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C).



**Abb. 9** Mikrostrukturen von *Candida glabrata* auf Reisagar (stark vergrößert).



**Abb. 13** *Candida krusei* auf Chromagar-Candida (nach 7 Tagen Bebrütung bei 37°C).



**Abb. 10** 14 Tage alte Reinkultur von *Candida guilliermondii* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C).



**Abb. 14** Mikrostrukturen von *Candida krusei* auf Reisagar.



**Abb. 11** Mikrostrukturen von *Candida guilliermondii* auf Reisagar (stark vergrößert).



**Abb. 15** 16 Tage alte Reinkultur von *Candida parapsilosis* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C).

## Candida parapsilosis

Candida parapsilosis (● Abb. 15) wird gelegentlich aus dermatologischem Untersuchungsmaterial bei Onychomykosen mit Paronychie, vor allem der Hände isoliert. Dieser Sprosspilz konnte auch mehrfach als Erreger von pilzbedingten Sepsis- und Endokarditisfällen identifiziert werden.

**Mikromorphologie:** Candida parapsilosis bildet ovale bis längliche, relativ kleine Blastosporen. Das Pseudomyzel ist meist gut entwickelt. Vereinzelt treten kettenartige Pseudomyzelien auf, die aus überwiegend großen, breiten Zellen bestehen und ein typisches Merkmal für diese Spezies darstellen (● Abb. 16).

Tab. 5 Biochemisches Verhalten von Candida parapsilosis.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose –	Glukose +	Laktose –
Galaktose V	Raffinose –	Galaktose +	Raffinose –
Saccharose –		Saccharose +	Trehalose +
Maltose –		Maltose +	Nitrat –

## Candida tropicalis

Candida tropicalis (● Abb. 17–19) wird vor allem in Schleimhautabstrichen und im Sputum nachgewiesen. Oft vermehrt er sich auf den Schleimhäuten in unphysiologischer Weise und kann spezifische mykotische Prozesse verursachen. Auch bei Candida-Mykosen der Haut, insbesondere im Bereich der Interdigitalräume der Hände sowie bei Paronychien ist dieser Sprosspilz gelegentlich beteiligt.

**Mikromorphologie:** Die Blastosporen sind überwiegend kurz-oval und in Gruppen von durchschnittlich 2–5 Zellen im Bereich der Trennwände um das meist gut entwickelte Pseudomyzel angeordnet; Myzel wird ebenfalls gebildet (● Abb. 20).

Tab. 6 Biochemisches Verhalten von Candida tropicalis.

Fermentation		Assimilation	
Glukose +	Laktose –	Glukose +	Laktose –
Galaktose +	Raffinose –	Galaktose +	Raffinose –
(schwach)			
Saccharose +		Saccharose +	Trehalose +
Maltose +		Maltose +	Nitrat –

## Gattung Cryptococcus



Zur Gattung Cryptococcus gehören über 30 Arten, wovon Cryptococcus neoformans die humanpathogene Spezies ist [6].

Humanmedizinisch wenig relevante Arten sind u. a. Cryptococcus (C.) albidus, C. laurentii, C. terreus, C. uniguttulatus, C. luteolus und C. gastricus.

Mikroskopisch charakteristisch für diese Pilze ist vor allem das Vorhandensein von Blastosporen, die von einer mukösen Polysaccharidkapsel umgeben sind. Die Kapselbildung, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein kann, ist relativ leicht im Negativverfahren mit dem Tusche-Präparat nach Burri nachweisbar.

## Cryptococcus neoformans

**Perfektes Stadium:** *Filobasidiella neoformans*, *Filobasidiella bacillispora*

**Synonym:** *Cryptococcus homonis*, *Torula neoformans*, *Torulopsis neoformans*, *Torula histolytica* und viele andere

Cryptococcus neoformans kommt häufig auf Früchten, Pflanzen (Gräsern und Getreidearten) sowie im Erdboden vor. Das hauptsächlichste Erregerreservoir dieses weltweit verbreiteten Keimes findet sich jedoch im Verdauungstrakt verschiedener, speziell domestizierter Vogelarten, wie z. B. von Tauben, Hühnern oder Papageien. Im Gegensatz zur ubiquitären Verbreitung dieser Pilzart sind klinisch relevante Infektionen jedoch relativ selten und kommen vor allem bei Patienten mit malignen Erkrankungen des hämatopoetischen Systems vor, z. B. bei Morbus Hodgkin und besonders im Stadium 3 bei AIDS-Patienten.

Die Infektion wird durch Inhalation sporenhaltiger Stäube übertragen und beginnt primär in der Lunge. Zu klinischen Manifestationen führt am häufigsten die Infektion des Zentralnervensystems (ZNS), da die pulmonalen Veränderungen meist latent oder uncharakteristisch (grippe-, bronchitisähnlich) verlaufen [7]. Nach Disseminierung der Erreger auf hämatogenem und lymphogenem Wege werden außer dem ZNS (insbesondere im Spätstadium der Erkrankung) noch eine Reihe anderer Organe, vor allem die Nebennieren, die Nieren, die Milz, die Leber und das Knochenmark befallen.

**Mikromorphologie:** Die rundlichen, dünnwandigen Blastosporen haben einen Durchmesser von 2,5–7,5 µm. Die Größe der Schleimkapsel kann den Durchmesser der Blastosporen weit übertreffen. Pseudomyzelien und Myzelien werden nicht gebildet (● Abb. 21 und ● Abb. 22).

Cryptococcus neoformans wächst auf Sabouraud-Glukose- (2%) Agar oder Malzagar bei 20–37°C anfangs in weißlich-cremefarbenen Kolonien, die sich allmählich gelbbraun verfärben. (● Abb. 23) Cryptococcus-neoformans-Kolonien verfärben sich auf „Negersaat-Nährböden“ (nach Staib und Seeliger) innerhalb von wenigen Tagen intensiv braun. Die Pigmentbildung, hervorgerufen durch die Inhaltstoffe der Früchte der Kompositae *Guizotia abyssinica*, sowie die Fähigkeit des Wachstums bei 37°C stellen besonders wichtige Erkennungsmerkmale zur frühen Identifizierung des Erregers dar.

Tab. 7 Biochemisches Verhalten von Cryptococcus neoformans.

Fermentation	Assimilation	
fehlt stets	Glukose +	Laktose –
	Galaktose +	Raffinose +
		(schwach)
	Saccharose +	Trehalose +
	Maltose +	Nitrat –

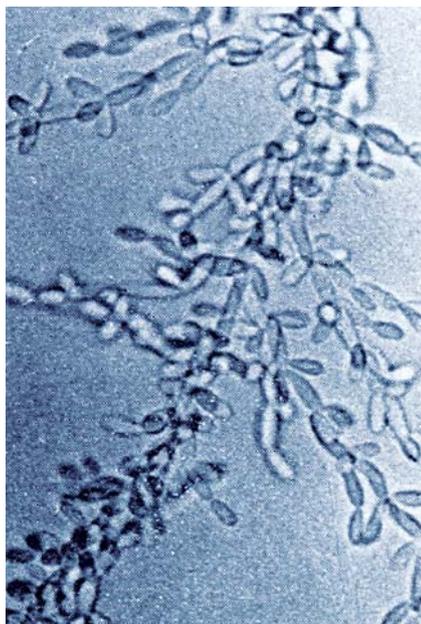
## Gattung Malassezia (Pityrosporum)



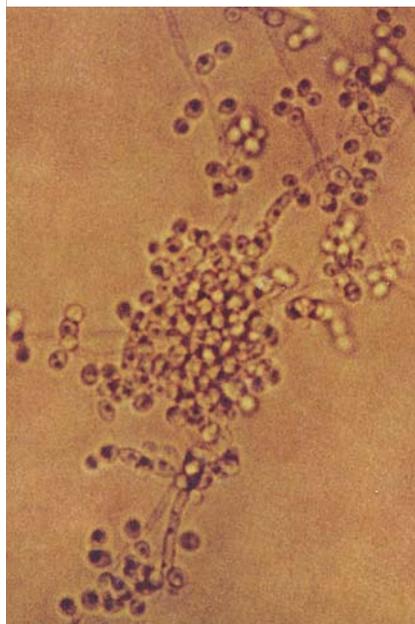
### Malassezia furfur

**Synonym:** *Pityrosporum ovale*

Malassezia furfur, der Erreger der Pityriasis versicolor, einer oberflächlichen, jedoch rezidivfreudigen Dermatomykose ist nach Selliger und Heymer ein weltweit verbreiteter Pilz, der nicht nur in seiner parasitären (Malassezia), sondern auch in der saprophytären Phase (Pityrosporum) beim Menschen auftritt. Die Entwicklung der parasitären Phase bedarf gewisser dispo-



**Abb. 16** Mikrostrukturen von *Candida parapsilosis* auf Reisagar (stark vergrößert).



**Abb. 20** Mikrostrukturen von *Candida tropicalis* auf Reisagar (stark vergrößert).



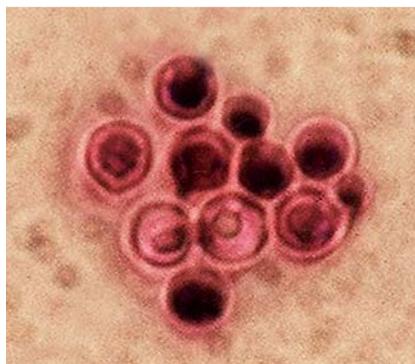
**Abb. 17** 11 Tage alte Reinkultur von *Candida tropicalis* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



**Abb. 21** Tusche-Präparat von *Cryptococcus neoformans* (stark vergrößert).



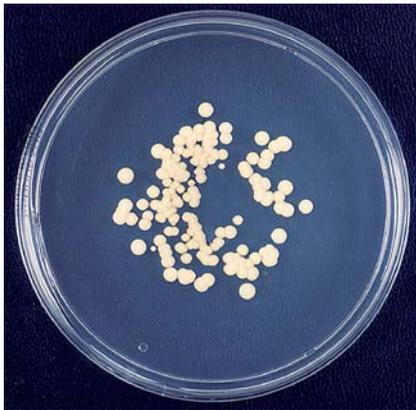
**Abb. 18** 20 Tage alte Reinkultur von *Candida tropicalis* mit randständigen Pseudomyzelaufläufern auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



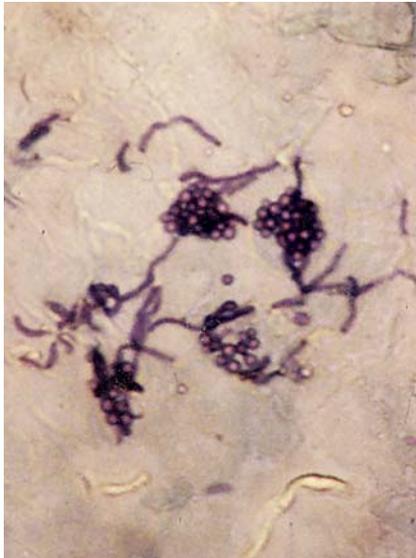
**Abb. 22** Methyleneblau-Präparat von *Cryptococcus neoformans* (stark vergrößert).



**Abb. 19** *Candida tropicalis* auf Chromagar-Candida (nach 7 Tagen Bebrütung bei 37 °C).



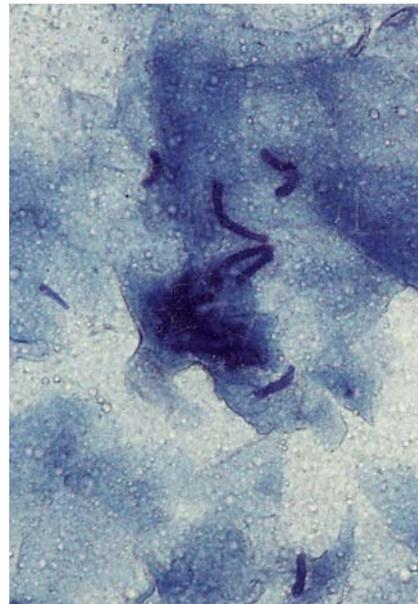
**Abb. 23** 22 Tage alte Reinkultur von *Cryptococcus neoformans* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C).



**Abb. 24** Hyphen von variabler Länge und nestförmig gelagerte Sporen von *Malassezia furfur*.



**Abb. 25** Hyphen und Sporen von *Malassezia furfur* (stark vergrößert).



**Abb. 26** Halbmondförmig gekrümmte Hyphen von *Malassezia furfur*.



**Abb. 27** 19 Tage alte, weißlich-cremefarbene, stark gefaltete und zerklüftete Monokultur von *Trichosporon* sp. auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25°C) (stark vergrößert).



**Abb. 28** 22 Tage alte Monokultur einer anderen *Trichosporon*-Art auf Kimmig-Agar (bei 25°C) (stark vergrößert).

nierender Faktoren. Hohe CO<sub>2</sub>-Spannung, das Vorhandensein bestimmter Hautfette sowie die Neigung zum Schwitzen gelten u. a. als begünstigende Bedingungen für das Entstehen dieser Hefepilz-Mykose, die vor allem in tropischen und subtropischen Regionen besonders häufig vorkommt (Befallsquoten bis 60%). Bevorzugte Lokalisationen sind die oberen Stamm- und Schultern sowie der Hals. Selten befallen wird dagegen die untere Partie des Stammes.

**Direkte mikroskopische Begutachtung:** Im Tesafilm-Abrisspräparat findet man als Erscheinungsform von *Malassezia furfur* runde, doppelt konturierte Sporen von 3–8 µm Durchmesser, die überwiegend nestförmig gelagert sind, sowie relativ kurze, wenig septierte, wurstförmig gekrümmte Myzelfäden (☉ **Abb. 24–26**).

Die lipidabhängige Hefe wächst auf ölbeschichteten Nährböden in der Hefephase (= *Pityrosporum ovale* bzw. *orbiculare*) und bildet innerhalb von wenigen Tagen relativ kleine, weiß-gelbliche, glatte oder raue Kolonien mit unregelmäßigem Randsaum, die aus ellipsoiden und flaschenähnlichen Zellen (1,5–3 × 2–5 bis 3–5 × 7,7–5,5 µm) bestehen.

### Gattung *Trichosporon*

Diese Gattung umfasst 17 Arten. *Trichosporon cutaneum*, der Erreger der „weißen Piedra“, stellt die häufigste und medizinisch wichtigste *Trichosporon*-Spezies dar. Eine pathogene Bedeutung wird auch *Trichosporon* (*T.*) *asahii*, *T. asteroides*, *T. inkin*, *T. mucoides* und *T. ovoides* zugeschrieben. Diese Sprosspilze treten jedoch nur relativ selten als Krankheitserreger auf. Hefen der Gattung *Trichosporon* bilden Blastosporen, Pseudomyzel sowie echtes Myzel, das in Gliedersporen (Arthrosporen) zerfällt.

#### *Trichosporon cutaneum*

**Bekanntestes Synonym:** *Trichosporon beigeli*

Dieser weit verbreitete Sprosspilz kommt oft in der unmittelbaren Umgebung des Menschen sowie bei tierischen Warmblütlern (Säugetieren und Vögeln) vor.

Im dermatologischen Bereich findet man vor allem *Trichosporon cutaneum* auf vorgeschädigter oder mazerierter Haut [5]. *Trichosporon cutaneum* verursacht in Form von weißlich-grauen bis hellbraunen, durchscheinenden, knotigen Auflagerungen eine relativ häufige, jedoch harmlose Infektion der Haarschäfte, die sogenannte *Piedra alba*<sup>1</sup>. Bei Bestehen disponierender Faktoren, insbesondere starker Schwächung des Immunsystems, z. B. bei AIDS-Patienten, kann dieser Sprosspilz auch gelegentlich Mykosen der Haut und der inneren Organe hervorrufen.

**Makromorphologie:** *Trichosporon cutaneum* bildet weiß-gelbliche, stark gefaltete Kolonien mit glänzender oder matter Oberfläche, die schon früh einen strahlenförmigen, in den Agar wachsenden Myzelsaum erkennen lassen (☉ **Abb. 27** und ☉ **Abb. 28**).

**Mikromorphologie:** Mikroskopisch charakteristisch sind vor allem in Arthrosporen zerfallende Myzelfäden; Blastosporen und Pseudomyzel werden ebenfalls gebildet (☉ **Abb. 29**).

<sup>1</sup> Außer *Trichosporon cutaneum* sind auch *Trichosporon inkin* und *Trichosporon ovoides* Erreger der weißen Piedra.

**Tab. 8** Biochemisches Verhalten von *Trichosporon cutaneum*.

Fermentation	Assimilation	
fehlt stets	Glukose +	Laktose +
	Galaktose +	Raffinose +
	Saccharose +	Trehalose +
	Maltose +	Nitrat –
Harnstoffhydrolyse +		

### Gattung *Rhodotorula*

In dieser Gattung unterscheidet man 3 Arten. Charakteristisch für alle *Rhodotorula*-Spezies ist die Bildung eines karotinoiden Pigments, wodurch die Erkennung in der Kultur, besonders in primären Mischkulturen, erleichtert wird (☉ **Abb. 30**) [8]. *Rhodotorula*-Arten sind weltweit verbreitet und kommen u. a. in Nahrungsmitteln, in der Luft und im Wasser sowie im Erdboden vor. Im mikroskopischen Kulturpräparat findet man runde, ovale oder längliche Blastosporen (☉ **Abb. 31**). Pseudo- und echtes Myzel können zwar gebildet werden, sind aber meist nicht entwickelt [9].

*Rhodotorula mucilaginosa*<sup>2</sup>, die am häufigsten vorkommende *Rhodotorula*-Spezies, wurde beim Menschen z. B. in entzündeten Gallenblasen, die frei von Bakterien waren, nachgewiesen. Auch bei Infektionen im Genital-, Intestinal- und Respirationstrakt sowie auf der Haut kann dieser Sprosspilz eine Rolle spielen. *Rhodotorula*-Spezies sind jedoch als Krankheitserreger zumeist von untergeordneter Bedeutung.

**Tab. 9** Biochemisches Verhalten von *Rhodotorula mucilaginosa*.

Fermentation	Assimilation	
fehlt stets	Glukose +	Laktose –
	Galaktose V	Raffinose + (schwach)
	Saccharose +	Trehalose +
	Maltose +	Nitrat –

### Gattung *Sporobolomyces*

In dieser Gattung sind 7 Spezies zusammengefasst. Die vegetative Vermehrung erfolgt durch Sprossung sowie durch Schleudersporen, sogenannte Balistosporen, die zur Zeit der Reife etwa 1 mm weit abgestoßen werden.

*Sporobolomyces*-Arten sind weit verbreitet und kommen in der Luft, auf Pflanzen sowie in Milch und gezuckerten Getränken vor.

#### *Sporobolomyces salmonicolor*

**Perfektes Stadium:** *Sporidiobolus salmonicolor*

*Sporobolomyces salmonicolor* ist eine rosa pigmentierte, mit *Rhodotorula* zu verwechselnde Hefe (☉ **Abb. 32**), die gelegentlich auf erkrankter Haut nachgewiesen wird. Dieser Sprosspilz ist jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit kein Infektionserreger, sondern lediglich Sekundärbesiedler auf einem bereits vorgeschädigten Terrain.

<sup>2</sup> *Rhodotorula rubra* wurde mit *Rhodotorula mucilaginosa* zusammengelegt.



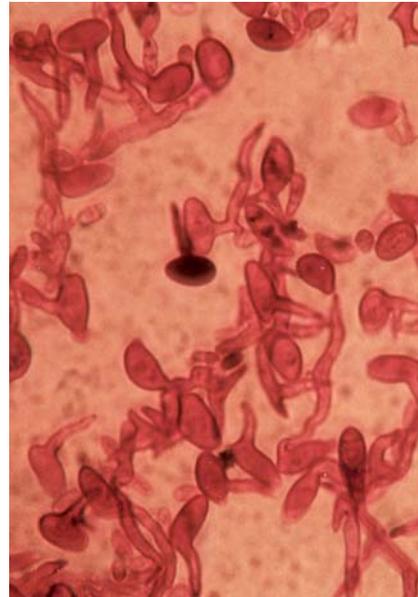
**Abb. 29** Blastosporen, Arthrosporen und Hyphen von *Trichosporon* sp. im Methylenblau-Präparat (stark vergrößert).



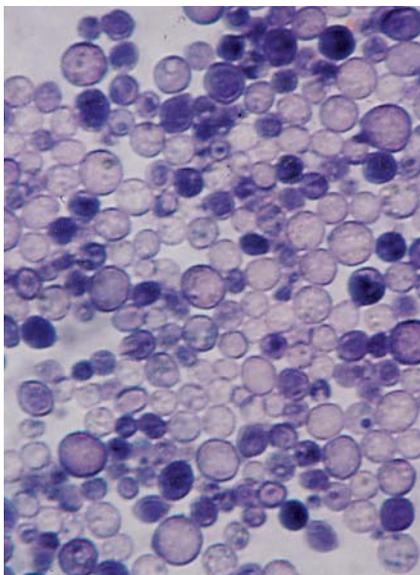
**Abb. 32** 12 Tage alte, schwach rosa pigmentierte Reinkultur von *Sporobolomyces salmonicolor* auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



**Abb. 30** 12 Tage alte Reinkultur von *Rhodotorula* sp. auf Sabouraud-Glukose-Agar (2%) (bei 25 °C).



**Abb. 33** Ballistosporen von *Sporobolomyces salmonicolor*.



**Abb. 31** Blastosporen von *Rhodotorula* sp. im Methylenblau-Präparat (stark vergrößert).

**Mikromorphologie:** Die Blastosporen sind überwiegend langgestreckt und an beiden Polen verjüngt. Mikroskopisch charakteristisch ist vor allem die Entwicklung sichel- oder nierenförmiger Balistosporen, die von der Myzelspitze mithilfe eines Flüssigkeitstropfens abgeschleudert werden (🔗 **Abb. 33**).

**Tab. 10** Biochemisches Verhalten von *Sporobolomyces salmonicolor*.

Fermentation	Assimilation	
fehlt stets	Glukose +	Laktose –
	Galaktose V	Raffinose V
	Saccharose +	Trehalose +
	Maltose V	Nitrat +

## Abstract

### Introduction to the Diagnosis of Human Pathogenic Fungi – Part 3: Opportunistic Pathogenic Yeasts

Yeasts are found throughout the world and are common in food, above all in dairy products, but also exist in the air, the water and the soil.

Yeasts that do not form sexual fruiting bodies and only reproduce asexually by means of budding are classified as „fungi imperfecti“ and are referred to as deuteromycota, in contrast to ascomycota, or yeasts that form ascospores.

Imperfect yeasts of the genera *Candida*, *Cryptococcus*, *Malassezia* (*Pityrosporum*) and, to a certain degree, *Rhodotorula* and *Sporobolomyces* are of significance in medicine. The largest genus is *Candida*, which has some 200 species. Few of these imperfect fungus species are opportunistic parasites and are able to grow at or above 37 °C. These opportunistic pathogens can cause yeast infections in humans with predisposing risk factors and have become more significant since the introduction of antibiotics, cytostatic drugs, immunosuppressants and other iatrogenic measures.

## Literatur

- 1 Heber W, Hauss H. Mykologische Techniken in der ärztlichen Praxis. München: Schwarzeck; 1983
- 2 Koch H. Leitfaden der Medizinischen Mykologie. Stuttgart: Fischer; 1981
- 3 Nolting S, Fegeler K. Medizinische Mykologie. 3. Aufl. Berlin: Springer; 1987
- 4 Gemeinhardt H (Hrsg). Endomykosen. Stuttgart: Fischer; 1989
- 5 Seeliger HPR, Heymer T. Diagnostik pathogener Pilze des Menschen und seiner Umwelt. Stuttgart: Thieme; 1981
- 6 Darai G, Handermann M, Sonntag HG et al. (Hrsg). Lexikon der Infektionskrankheiten des Menschen. Berlin: Springer; 2009
- 7 Male O. Medizinische Mykologie für die Praxis. Stuttgart: Thieme; 1981
- 8 Rieth H. Mykologische Diagnostik (Grundkurs/Abschnitt 10). mta-Journal Extra 1984; 5: 37–44
- 9 Kozłowska EA, Nuber D. Leitfaden der praktischen Mykologie. Berlin: Blackwell; 1996