

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtlichsinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Aus dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

## Taxonomische Untersuchungen an Hefen aus der westlichen Ostsee

VON HANS-GEORG HOPPE

**Zusammenfassung:** In der vorliegenden Untersuchung wird zur Ergänzung der quantitativen Bestandsaufnahme (HOPPE 1972) eine taxonomische Übersicht über die im Bereich der westlichen Ostsee vorkommenden Hefen gegeben. *Rhodotorula*-, *Debaryomyces*- und *Candida*-Arten wurden in diesem Areal besonders häufig registriert. In dem Vorfluter für städtische Abwässer bei Bülk (Kieler Bucht) geht der Hefegehalt der Abwasserfahne mit zunehmender Küstenentfernung stark zurück. Dagegen erhöht sich der Anteil roter Hefen und relativ anspruchsloser Organismen an der gesamten Hefeflora beständig.

**Taxonomic investigations on yeasts from the western Baltic Sea (Summary):** In the present investigation, completing the quantitative record (HOPPE 1972), a taxonomic survey of the yeasts found in the western Baltic Sea is given. *Rhodotorula*-, *Debaryomyces*- and *Candida*-species were especially frequently registered in this area. At the sewage outlet for city waste-effluent at Bülk (Bay of Kiel), the yeast content of the waste water stream decreases, the greater the distance from the shore. On the other hand, the percentage of red yeasts and relatively unpretentious organisms of the total yeast flora continuously increases.

### Einleitung

Über die im Bereich der westlichen Ostsee und in den Förden der Kieler Bucht vorkommenden Hefearten ist bisher kaum etwas bekannt. Dagegen ist die Zusammensetzung der Hefeflora anderer Meeresgebiete stellenweise gut untersucht (AHEARN et al. 1968, FELL et al. 1960, MEYERS et al. 1967 a, 1967 b, NORKRANS 1966, ROTH et al. 1962, SIEPMANN und HÖHNK 1962). Um Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten, wurde deshalb neben der quantitativen (HOPPE 1972) auch eine taxonomisch orientierte Bestandsaufnahme der Hefen des Untersuchungsgebietes durchgeführt.

Die Häufigkeit des Vorkommens einer Gattung konnte nur bei besonders auffälligen Kolonien festgestellt werden (*Rhodotorula*). Es erwies sich daher im Rahmen der ökologischen Fragestellung der Gesamtuntersuchung als sinnvoll, eine Differenzierung nach den Salz- und Nährstoffansprüchen zu versuchen und die physiologischen Eigenschaften der isolierten Hefestämme in Beziehung zu ihrem Fundort im Ostseewasser zu interpretieren. Hefen, die auf dem Festland bisher nicht isoliert wurden aber gut an marine Lebensbedingungen angepaßt zu sein scheinen wie *Metschnikowiella zobellii* und *M. krissii* (VAN UDEN und CASTELO-BRANCO 1961), konnten in dem brackigen Wasser der Ostsee erwartungsgemäß nicht nachgewiesen werden.

Weitere Angaben über die Salzansprüche, pH-Abhängigkeit und Temperaturcharakteristika der isolierten Hefestämme finden sich bei HOPPE 1972.

### Methoden

Isolierung: Von den auf Membranfiltern (0,6  $\mu$  Porenweite) gewachsenen Makrokolonien wurden einige nach morphologischen Gesichtspunkten ausgewählt und in Reinkultur gebracht. Dazu fand folgendes Hefenährsubstrat (nach MEYERS, verändert) Ver-

wendung: 20 g Glucose, 5 g Pepton (Difco), 3 g Fleischextrakt, 1 g Hefeextrakt (Difco), 15 g Agar-Agar, gelöst in 500 ml gealtertem Seewasser (30‰ Salzgehalt) und 500 ml destilliertem Wasser, pH 4,5 (1 : 1 Agar).

Abwandlungen des Mediums erfolgten durch den Ansatz mit Leitungswasser (LW-Agar), 3 : 1 Seewasser/dest. Wasser-Gemisch bzw. die Herabsetzung der Glucosekonzentration auf  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{1}{10}$  des Vollmediums.

Taxonomie: Der Bestimmung liegen die Tests und die Systematik von LODDER und KREGER van RIJ (1952) zugrunde. Die neuere Systematik von LODDER (1970) konnte nachträglich nur vergleichend berücksichtigt werden. Hefen, denen eine sexuelle Fortpflanzung durch Ascosporen eigen ist, wurden auf dem „V8-Agar“ (WICKERHAM et al. 1946), auf Gipsblöcken und Acetatagar (0,04% Glucose, 0,14 g wasserfreies Acetat, 2% Agar-Agar auf 1 l Wasser) erkannt. Die Zuckerassimilation erfolgte nach der auxanographischen Methode und im flüssigen Medium nach WICKERHAM und BURTON (1948) mit abgewandelter Vitaminlösung.

Die Stammkulturen wurden auf Hefenähragar (1 : 1) in Röhrchen mit Schraubverschluß bei 10°C gehalten; eine Anzahl wird in gefriergetrocknetem Zustand aufbewahrt. Für Stämme mit rein oxydativer Dissimilation (*Rhodotorula*) fanden Röhrchen mit Zellstoffstopfen Verwendung.

### Ergebnisse

Differenzierung mit modifizierten Nährsubstraten:

Als Vorstufe zu den taxonomischen Untersuchungen wurde versucht, die Hefeflora in dem Abwasserareal bei Bülk hinsichtlich ihrer Salzverträglichkeit und der zur Koloniebildung benötigten Nährstoffkonzentration zu differenzieren.

Es stellte sich heraus, daß bei Vergleichsuntersuchungen mit LW- und 1 : 1-Agar sowie vollem Glucosegehalt des Mediums und bei Reduktion desselben auf  $\frac{1}{4}$  noch keine Unterschiede in der Zahl der Koloniebildungen eintraten. Wurde jedoch 3 : 1-Agar und  $\frac{1}{10}$  der Glucosekonzentration verwendet, nahm die Zahl der Koloniebildungen (Abwasserprobe) in folgender Reihenfolge ab:

LW-Agar, 3 : 1-Agar, LW- $\frac{1}{10}$ -Agar, 3 : 1- $\frac{1}{10}$ -Agar.

Ein Beispiel aus dem Abwassergebiet Bülk bestätigt diese Tendenz. Folgende Prozentwerte (Koloniebildungen) wurden für die verschiedenen Stationen errechnet:

Düker	3 : 1-Agar 100%	Düker <sub>1</sub>	Lw-Agar 100%
	3 : 1- $\frac{1}{10}$ -Agar 59%		Lw- $\frac{1}{10}$ -Agar 46%
nach 200 m	3 : 1-Agar 100%	nach 1,5 km	3 : 1-Agar 100%
	3 : $\frac{1}{10}$ -Agar 73,5%		3 : 1- $\frac{1}{10}$ -Agar 93%
nach 4,0 km	3 : 1-Agar 100%		
	3 : 1- $\frac{1}{10}$ -Agar 98,5%		

Bemerkenswert scheint die Angleichung der Prozentwerte mit zunehmender Entfernung vom Düker. Dieses könnte bedeuten, daß die hinsichtlich ihres Nährstoffbedarfs bescheideneren Organismen weiter in das offene Meer hinaus gelangen als die anspruchsvollen Hefen, zu denen die im Abwasser häufigen Kulturhefen gerechnet werden müssen.

Das quantitative Verhältnis der rot pigmentierten zu den übrigen Hefen:

Auffallend war das häufige Auftreten von roten Hefekolonien der Gattung *Rhodotorula*. In vielen Veröffentlichungen finden sich Hinweise auf das Vorkommen von *Rhodotorula*-Arten im Meerwasser (N. VAN UDEN et al. 1963, MEYERS et al. 1967b, NORKRANS 1966), im Verdauungstrakt von Fischen (ROTH jr. et. al. 1962) und in Verbindung mit Phytoplankton (SUEHIRO et al. 1962).

Da karotinoidhaltige Hefen in Meeresgebieten offensichtlich allgegenwärtig sind, wurde ihr Anteil an der Hefeflora verschiedener Wasserkörper ermittelt:

Abwasser aus der Pumpstation am Kleinen Kiel (Verhältnis der roten zu den übrigen Hefen):

1. 10. 69	8. 12. 69	2. 2. 70	1. 4. 70	24. 9. 70
keine roten Hefen	keine roten Hefen	1 : 6,5	1 : 107	1 : 55

Schwentine (Station Fußgängerbrücke, Süßwasserteil):

15. 1. 70	3. 3. 70	15. 7. 70	1. 10. 69
1 : 14,8	1 : 7	1 : 14	1 : 6

Der Gehalt des städtischen Abwassers an roten Hefen ist sehr unterschiedlich, jedoch ist ihr Anteil an der gesamten Flora meistens nur niedrig. In der Schwentine unterliegt das Zahlenverhältnis weniger starken Schwankungen. Der Anteil der *Rhodotorula*-Arten an der Hefebesiedlung dieses natürlichen Fließgewässers ist größer als im Abwasser.

Im Bereich der Abwassereinleitung bei Bülk kommt es zu Änderungen in der Zusammensetzung der eingespülten Hefepopulation, die am Beispiel der roten Hefen verfolgt werden können. Mit zunehmender Entfernung vom Düker verschiebt sich das Zahlenverhältnis der roten zu den übrigen Hefen in folgender Weise:

Bülk am 13. 8. 1969:

Düker	50 m	100 m	200 m	500 m	750 m
1 : 208	1 : 92	1 : 83	1 : 63	1 : 47	1 : 32
1 km	1,5 km	2 km	Kontrolle (Tonne B)		
1 : 6	1 : 9	1 : 8	1 : 2		

Wie durch die Aufstellung ersichtlich wird, vergrößert sich der Anteil der roten Hefen an der Hefepopulation der Abwasserfahne beständig. Es besteht die Möglichkeit, daß viele Hefen des Abwassers schon bald nach dem Eintritt in das Meer absterben, während die *Rhodotorula*-Arten überleben und vielleicht zur Reproduktion gelangen. Andererseits enthält das Ostseewasser, wie die Kontrolluntersuchung ergibt, einen hohen Anteil roter Hefen, so daß die Verschiebung der Relation als ein Effekt der Verdünnung angesehen werden könnte.

Die Zusammensetzung der Hefeflora küstenferner Gebiete wird, im Bezug auf die Pigmentierung der Hefen, an den Ergebnissen aus der westlichen Ostsee erkennbar.

Ostsee-Exkursion (Kieler Bucht—Bornholm) am:

	rot	orange	rosa (Myzel)	bräunlich	weißlich
18. 8.—21. 8. 69	50	2	12	1	47
30. 6.—1. 7. 70	36	—	2	—	10
25. 8.—27. 8. 70	20	6	3	2	31

Der Anteil karotinoidhaltiger Hefen an der Gesamtzahl liegt im zentralen Teil der Ostsee offenbar höher als in verunreinigten Küstengewässern und im Süßwasser. Die roten Hefen halten sich bevorzugt in der Oberflächenschicht des Meeres auf. Obgleich auch die *Rhodotorula*-Arten nicht als autochthone Meeresorganismen angesehen werden können, sagen die Befunde aus, daß sie zum Überleben und zur Vermehrung unter marinen Bedingungen besonders befähigt erscheinen. Die Anwesenheit vieler anderer Festlandhefen im Meer ist dagegen von der Nähe des Landes und der Verweildauer in dieser Umgebung abhängig.

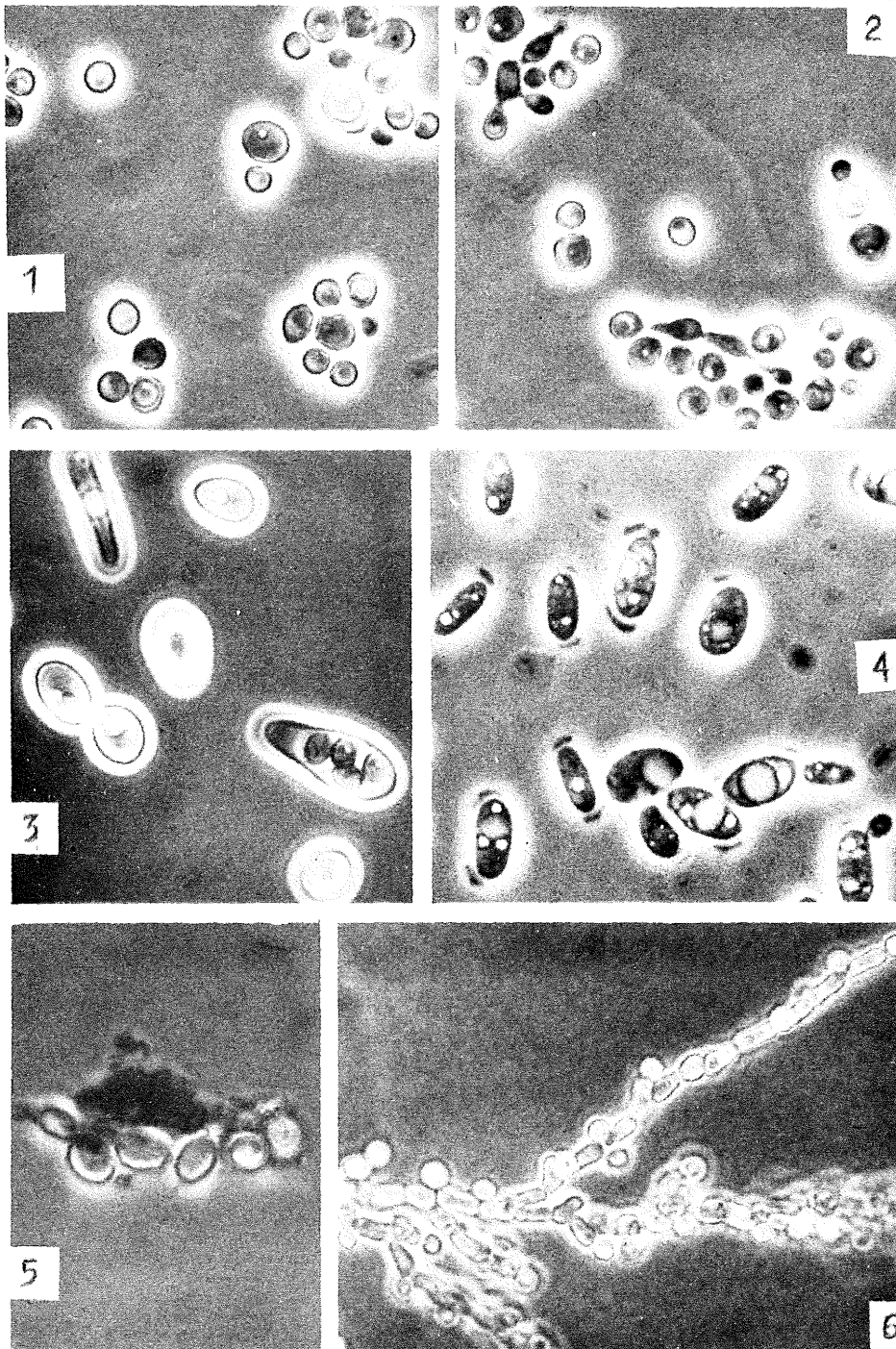
In der folgenden Übersicht werden die Isolierungen aus dem Untersuchungsgebiet nach ihrer taxonomischen Zugehörigkeit und Herkunft geordnet:

Tabelle 1

Art	Bezeichnung	Herkunft
A. Hefen aus küstenfernen Gebieten der Ostsee:		
<i>Candida tropicalis</i> . . . . .	H 8	BLK II, 1 m (Eckernförder Bucht)
<i>Candida parapsilosis</i> . . . . .	H 33	BLK II, 10 m
var. <i>intermedia</i> ( <i>C. parapsilosis</i> )*		
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 96	Darßer Schwelle, 19 m
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> . . . . .	H 25	BLK II, 1 m
( <i>Rh. rubra</i> )		
<i>Rhodotorula</i> spec. . . . .	H 94	zwischen Rügen und Bornholm, 10 m
<i>Torulopsis</i> spec. . . . .	H 95	zwischen Rügen und Bornholm, 40 m
<i>Debaryomyces</i> spec. . . . .	H 212	56°24'N 11°22,2'E, 24 m
<i>Hansenula anomala</i> . . . . .	H 10	BLK II, 10 m
( <i>H. anomala</i> var. <i>anomala</i> )		
B. Hefen aus den Förden der Kieler Bucht:		
<i>Candida humicola</i> . . . . .	H 7	Holnis, 1 m (Flensburger Förde)
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 16	Langballigau, 1 m (Flensburger Förde)
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 26	Baggerloch, 22 m (Kieler Förde)
<i>Candida parapsilosis</i> var. <i>intermedia</i> . . . . .	H 41	Baggerloch, 5 m (Kieler Förde)
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 84	Hörn, 1 m (Kieler Förde)
<i>Rhodotorula aurantiaca</i> . . . . .	H 1	Langballigau, 1 m (Flensburger Förde)
<i>Rhodotorula glutinis</i> ( <i>Rh. glutinis</i> . . . . . var. <i>glutinis</i> )	H 30, H 32	Meierwik, 1 m/10 m (Flensburger Förde)
<i>Rhodotorula</i> spec. . . . .	H 82	Holtenau, 1 m (Kieler Förde)
<i>Torulopsis famata</i> ( <i>T. candida</i> ) . . . . .	H 19	Langballigau, 10 m (Flensburger Förde)
<i>Torulopsis</i> spec. . . . .	H 89	Laboe, 10 m (Kieler Förde)
<i>Trichosporon cutaneum</i> . . . . .	H 81	Baggerloch (Kieler Förde)
<i>Trichosporon</i> spec. . . . .	H 80	Baggerloch (Kieler Förde)
<i>Debaryomyces hansenii</i> . . . . .	H 4, H 85	Holnis, 19 m/1 m (Flensburger Förde)
<i>Debaryomyces hansenii</i> . . . . .	H 63	Baggerloch, 5 m (Kieler Förde)
<i>Debaryomyces kloeckeri</i> ( <i>D. hansenii</i> ) . . . . .	H 45	Baggerloch, 15 m (Kieler Förde)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> . . . . .	H 203, H 204	Kupfermühle, 10 m (Flensburger Förde)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> . . . . .	H 40	Baggerloch, 20 m (Kieler Förde)
C. Hefen aus verwesenden Algen vom Fördeufer:		
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 69	Algen
<i>Rhodotorula rubra</i> . . . . .	H 76	Algen
<i>Trichosporon</i> spec. . . . .	H 74	Algen
<i>Debaryomyces kloeckeri</i> ( <i>D. hansenii</i> ) . . . . .	H 73	Algen
D. Hefen aus Abwasser und verunreinigten Meeresgebieten:		
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i> ( <i>Rh. rubra</i> ) . . . . .	H 400	Bülk, 2,5 km
<i>Candida pulcherrima</i> . . . . .	H 406	Bülk
( <i>Metschnikowia pulcherrima</i> )?		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> . . . . .	H 405	Abwasser (häufig)
Schwarze Hefe . . . . .	H 408	Bülk
E. Hefen aus dem Süßwasser und sonstigen Substraten:		
<i>Candida</i> spec. . . . .	H 102	Abfluß Selenter See
<i>Cryptococcus neoformans</i> . . . . .	H 113	Schwentine
<i>Torulopsis</i> spec. . . . .	H 115, H 104	Schwentine
<i>Debaryomyces</i> spec. . . . .	H 105	Hagener Au
<i>Candida pulcherrima</i> . . . . .	H 306	Flugsand (St. Peter)
( <i>Metschnikowia pulcherrima</i> )?		

\*) Die in ( ) Klammern gesetzten Artbezeichnungen geben, in den erforderlichen Fällen, die Synonyma nach LODDER (1970) wieder.

Tafel 1 (zu H.-G. Hoppe)



Bildunterschriften umseitig

zu den umseitigen Abbildungen

Abb. 1: *Debaryomyces kloeckeri* (H 45) vegetative Zellen und Asci mit je einer Spore, Baggerloch, 15 m.  
Endvergrößerung: ca. 1400 ×.

Abb. 2: *Debaryomyces kloeckeri* (H 45), Bildung keulenförmiger Zellen, Endvergrößerung ca. 1400 ×.

Abb. 3: *Hansenula anomales* (H 10), vegetative Zellen und Ascus mit vier Sporen, BLK II, 10 m.  
Endvergrößerung: ca. 1500 ×.

Abb. 4: *Rhodotorula mucilaginosa* (H 25), vegetative Zellen mit „Polkappen“, BLK II, 1 m. Endvergrößerung: ca. 1500 ×.

Abb. 5: *Rhodotorula mucilaginosa* (H 25), Zellen an Detritus in Meerwasser (kontinuierliche Kultur).  
Endvergrößerung: ca. 1200 ×.

Abb. 6: *Trichosporon cutaneum* (H 81), Myzellen mit Blastosporen, Baggerloch (Kieler Förde) 10 m,  
Endvergrößerung: ca. 800 ×.

## Taxonomie und Verteilung der isolierten Hefen

Ein Vergleich von Literaturangaben vermittelt den Eindruck, daß Hefen mit der Gattungszugehörigkeit *Candida*, *Rhodotorula*, *Debaryomyces*, *Cryptococcus*, *Torulopsis* und *Trichosporon* in marinen Gebieten häufig angetroffen wurden. Andere Gattungen wurden seltener nachgewiesen; hier wären zu nennen: *Hansenula* (MEYERS et al. 1967 a, ROTH, jr. et al. 1962, FELL et al. 1960), *Pichia* (ROSS und MORRIS 1962, TAYSI und N. VAN UDEN 1964, FELL 1967, NORKRANS 1966), *Saccharomyces* (BHAT und KACHWALLA 1955, TAYSI und N. VAN UDEN 1964), *Hanseniaspora* (MEYERS et al. 1967 a, FELL 1967), *Kluyveromyces* (*K. aestuarii*, AHEARN et al. 1968), *Metschnikowiella* (N. VAN UDEN und CASTELO-BRANCO 1961), *Kloeckera* (TAYSI und N. VAN UDEN 1964), *Sterigmatomyces* (FELL 1967) und *Sporobolomyces* (MEYERS et al. 1967 a, FELL 1967).

Aus der Tabelle (1) wird ersichtlich, daß die auch in den anderen Meeresgebieten seltener vorkommenden Gattungen mit Ausnahme von *Hansenula* (Abb. 3) im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen wurden.

Nach den Beobachtungen ist die Mannigfaltigkeit der Hefebesiedlung der Förden größer als die der Kieler Bucht. Jedoch treten auch in den Küstengewässern bevorzugt Arten auf, die zur Hefeflora des Meeres gehören (*Debaryomyces hansenii*, *Deb. kloeckeri*, *Rhodotorula glutinis* u. a.). Dies mag mehr eine Folge der Einspülung vom Festland als der Wasserzirkulation in den Förden sein, da die Hefekonzentration im Ostseewasser gewöhnlich gering ist. Die Kulturhefe *Saccharomyces cerevisiae* konnte in der Flensburger Förde bis zur Station Kupfermühle und mit zeitweilig hohem Anteil im Abwasser nachgewiesen werden. Obgleich dieser Organismus in großer Zahl in die Küstengewässer gelangt, ist er im offenen Meer kaum nachgewiesen worden.

Die auf Algenanwurf wachsenden Hefearten scheinen denen des umgebenden Fördewassers zu entsprechen. Angehörige der Gattung *Trichosporon* (Abb. 6) wurden auch von SUEHIRO (1960) auf marinen Algen gefunden. Aus dem Abwassergebiet Bülk wurde eine schwarz pigmentierte Hefe bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C isoliert. Schwarze Hefen scheinen in Meeresgebieten jedoch keine Seltenheit zu sein, Fundmeldungen liegen von FELL et al. (1960), TAYSI und N. VAN UDEN (1964) und SUEHIRO et al. (1962) vor.

Im Folgenden sollen einige Besonderheiten der isolierten Hefestämme vermerkt werden:

Der *Debaryomyces*-Stamm H 45 bildet nach längerer Kulturdauer gelegentlich eigenartige sproßverbände mit langgestreckten, keulenförmigen Zellen (Abb. 1, 2) die eine Abweichung von dem bekannten multilateralen sproßungsmodus darstellen. Bei dem Stamm H 25 (*Rhodotorula mucilaginosa*) ist das Auftreten von zwei Reservestoffkörpern auffällig, die in der Nähe der Pole entstehen und in älteren Kulturen über die Hälfte des Zellvolumens einnehmen können. Obgleich für diesen Organismus eine Kapsel nicht nachgewiesen wurde, können nach längerer Bebrütung im flüssigen Medium an der Außenseite der Zellpole eigenartige Ablagerungen entstehen (Abb. 4, 5). Diese Erscheinung wurde gelegentlich auch beim Wachstum dieses Stammes in Seewasser festgestellt. Hier sammelten sich Detrituspartikel vornehmlich an den Zellpolen und deren Umgebung. Für die Ökologie dieses Hefestammes in mariner Umgebung mag der beschriebene Vorgang von Bedeutung sein.

### Die Eigenschaften der isolierten Hefestämme:

Durch die Ermittlung der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Eigenschaften der Hefen können möglicherweise Rückschlüsse auf die selektierende Wirkung des Seewassers auf diese Organismen gezogen werden.



#### Ascosporenbildung:

Von insgesamt 50 Hefestämmen aus dem Untersuchungsgebiet waren 10 zur sexuellen Reproduktion durch Ascosporen fähig. Obgleich Seewasser bei entsprechender Vorzucht der Organismen ein recht gutes Sporulationsmedium darstellt (für *Saccharomyces cerevisiae* und *Debaryomyces*-Arten) und die gebildeten Sporen über längere Zeit ihre Keimfähigkeit behalten, dürfte der geschlechtlichen Fortpflanzung wegen der geringen Hefedichte in küstenfernen Gebieten kaum eine Bedeutung zukommen. Nach AHEARN et al. (1968) betrug die Zahl der sporenbildenden Arten pro Wasserprobe im Süßwasser 3,9, dagegen nur 2,4 im Seewasser. Desgleichen sinkt ihre durchschnittliche Individuenzahl von 350 Zellen/l auf  $< 5$  Zellen/l.

#### Fermentation:

Ein Gärungsvermögen für Zucker wurde bei 17 der 51 geprüften Hefen festgestellt. Der hohe Anteil oxydativ dissimilierender Organismen an der Gesamtpopulation (*Rhodotorula*, *Debaryomyces*), kann als Hinweis auf die geringe Bedeutung der Gärungseigenschaften in relativ nährstoffarmen Gewässern gewertet werden.

#### Nitratassimilation:

Nach den Untersuchungen konnten 17 von 43 Isolierungen Nitrat verwerten. Daraus geht hervor, daß die Möglichkeit zur Nutzung von Nitrat für einige Hefearten von Bedeutung sein mag; für die überwiegende Zahl der Organismen ist offenbar jedoch ein ausreichendes Angebot an assimilierbaren organischen Stickstoffverbindungen im Meerwasser vorhanden.

#### Morphologie:

Auf entsprechenden Nährböden entwickelten 11 (vor allem *Candida*- und *Trichosporon*-Arten) von 25 bestimmten Hefen ein ausgeprägtes Myzel oder Pseudomyzel. Die filamentöse Wuchsform könnte zur Herstellung eines innigen Kontaktes mit bewachsenen Partikeln wichtig sein. Allerdings beobachtete MADRI (1968) nur bei einem von 10 *Candida albicans* Stämmen aus klinischem Material, die er in sterilisiertem Seewasser untersuchte, Myzel- und Chlamydosporenbildung. Möglicherweise kann dieser Befund aber auf das Fehlen geeigneter Aufwuchspartikel zurückgeführt werden.

#### Pigmentierung:

Die Bildung von Farbstoffen wurde bei 18 von 53 Isolierungen registriert, 14 von diesen zeigten eine rosa bis rote Koloniefärbung. Besonders in den oberen Wasserschichten küstenferner Areale nimmt der Anteil der roten Hefen an der Gesamtzahl stark zu.

### Diskussion

Schon die aufmerksame Betrachtung der mit Hefen aus dem Innenteil der Förden und aus küstenfernen Gebieten bewachsenen Membranfiltern läßt einen Rückgang der Formenmannigfaltigkeit in der offenen Ostsee erkennen. Einschränkend muß jedoch hervorgehoben werden, daß die Wahrscheinlichkeit, seltene Organismen zu isolieren, wegen der geringen Hefedichte in der Ostsee (häufig nur 2—10 Zellen in 100 ml) viel kleiner ist als in verunreinigten Gebieten mit dichter Hefebesiedlung.

Wie den Tabellen von AHEARN et al. (1968) zu entnehmen ist, besteht zwischen der Artenzusammensetzung räumlich zusammenhängender Süßwasser- und Ästuarpopulationen kaum ein Unterschied. Veränderungen traten dagegen hinsichtlich der prozen-

tualen Häufigkeit der Arten (basierend auf dem Vorkommen in der Gesamtzahl der Wasserproben) ein. Ähnliche Verhältnisse dürften auch in den verunreinigten Randgebieten der Kieler Bucht vorliegen. Darüberhinaus besteht durch die Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet die Möglichkeit, daß Süßwasserorganismen bis weit in die offene See hinausgelangen. Eine Umstellung der Süßwasserflora auf die durch einen hohen Anteil der *Rhodotorula*- und *Debaryomyces*-Arten gekennzeichnete marine Hefebesiedlung dürfte in Abhängigkeit von der hydrographischen Situation erst im zentralen Gebiet der Kieler Bucht stattfinden.

#### Literaturverzeichnis

- AHEARN, D. G., F. J. ROTH jr. und S. P. MEYERS (1968): Ecology and characteristics of yeasts from aquatic regions of South Florida. — *Marine Biol.*, 4, 291—308.
- BHAT, J. V. und N. KACHWALLA (1955): Marine yeasts off the Indian Coast. — *Proc. Ind. Acad. Sci.*, 41 (1), Sec. B., 9—15.
- FELL, J. W., D. G. AHEARN, S. P. MEYERS und F. J. ROTH jr. (1960): Isolations of yeasts from Biscayne Bay, Fla., and adjacent benthic areas. — *Limnol. Oceanogr.*, 5, 336—371.
- FELL, J. W., (1967): Distribution of yeasts in the Indian Ocean. — *Bull. Mar. Sci.* 17, 454—470.
- HOPPE, H.-G. (1972): Untersuchungen zur Ökologie der Hefen im Bereich der westlichen Ostsee. — *Kieler Meeresforsch.* 28, 54—77.
- LODDER, J. und N. J. W. KREGER-VAN RIJ (1952): *The Yeasts. A taxonomic study.* — North Holland Publishing Co., Amsterdam.
- LODDER, J. (1970): *The Yeasts. A taxonomic study.* — North Holland Publishing Co., Amsterdam, London.
- MADRI, P. P. (1968): Factors influencing growth and morphology of *Candida albicans* in a marine environment. — *Bot. Mar.* 11, (1—4), 31—35.
- MEYERS, S. P., D. G. AHEARN und F. J. ROTH jr. (1967a): Mycological investigations of the Black Sea. — *Bull. Mar. Sci.*, 3, 576—596.
- MEYERS, S. P., D. G. AHEARN, W. GUNKEL und F. J. ROTH jr. (1967b): Yeasts from the North Sea. — *Mar. Biol.* 1, 118—123.
- NORKRANS, B. (1966): On the occurrence of yeasts in an estuary off the Swedish West-coast. — *Svensk. Bot. Tidskrift*, 4, 463—482.
- ROSS, S. S. und E. O. MORRIS (1962): Effect of Sodium Chloride on the Growth of certain Yeasts of Marine Origin. — *J. Sci. Fd. Agric.* 13, 467—475.
- ROTH jr., J. F., D. G. AHEARN, J. W. FELL, S. P. MEYERS und S. A. MEYER (1962): Ecology and taxonomy of yeasts isolated from various marine substrates. — *Limnol. Oceanogr.* 7, 178—185.

- SIEPMANN, R. und E. HÖHNK (1962): Über Hefen und einige Pilze aus dem Nordatlantik. — Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., 8, 79—98.
- SUEHIRO, S. (1960): Studies on the yeast developing in putrefied marine algae. — Sci. Bull. Fac. Agric., Kyushu Univ., 4, 443—449.
- SUEHIRO, S., Y. TOMIYASU und O. TANAKA (1962): Studies on marine yeasts. IV. Yeasts isolated from marine plankton. — J. Fac. Agric., Kyushu Univ., 3, 155—161.
- TAYSI, I. und N. VAN UDEN (1964): Occurrence and population densities of yeasts species in an estuarine-marine area. — Limnol. Oceanogr. 9, 42—45.
- UDEN, N. VAN und R. CASTELO-BRANCO (1961): *Metschnikowiella zobellii* sp. nov. and *M. krissii* sp. nov., two yeasts from the Pacific Ocean pathogenic for *Daphnia magna*. — J. gen. Microbiol. 26, 141—148.
- UDEN, N. VAN und R. CASTELO-BRANCO (1963): Yeast species in Pacific water, air, animals and kelp off Southern California. — Limnol. Oceanogr. 8, 323—329.
- WICKERHAM, L. J., M. H. FLICKINGER und K. A. BURTON (1946): A modification of Henrici's Vegetable-Juice Sporulation Medium of Yeasts. — J. Bact. 58, 611—612.
- WICKERHAM, L. J. und K. A. BURTON (1948): Carbon assimilation tests for the classification of yeasts. — J. Bact. 56, 363—371.