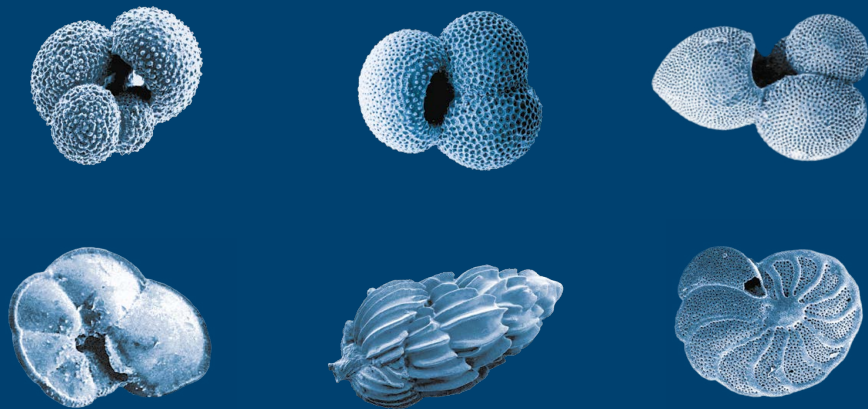




GEOMAR

Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
 Wischhofstraße 1-3 | 24148 Kiel
info@geomar.de | www.geomar.de

HELMHOLTZ

SPITZENFORSCHUNG FÜR
 GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

Foraminiferen

Mikrofossilien
 als Umweltarchive
 aus dem Meer





Foraminiferen

Mikrofossilien als Umweltarchive aus dem Meer

Als Foraminiferen bezeichnet man eine Gruppe winzig kleiner Einzeller, von denen viele Kalkschalen bilden. Die ältesten bekannten Fossilien von Foraminiferen stammen aus dem Kambrium, sind also rund 560 Millionen Jahre alt. Bis heute kommen die Einzeller in nahezu allen marinen Lebensräumen vor, in Tiefseegräben genauso wie in den Salzwiesen. Sogar in den Poren von antarktischem Meereis sind sie schon gefunden worden. Weil viele Arten empfindlich auf bestimmte Umweltbedingungen reagieren, können an ihren Schalen kleinste Veränderungen abgelesen werden. Auf diese Weise kann die Klima- und Meeresforschung weit in die Erdgeschichte zurückblicken und Aufschluss über den Zustand und die Dynamik des Ozeans in der Vergangenheit erhalten, aber auch aktuelle Veränderungen dokumentieren.

Stellvertretend für die große Vielfalt dieser Organismen finden Sie in dieser Broschüre sechs ausgewählte Steckbriefe von häufig in der Wissenschaft genutzten Foraminiferen.

Titelfoto: Lebende Foraminiferen aus dem Golf von Mexico, Jessica Spear, USGS

Foto links: Schalen abgestorbener Foraminiferen aus dem Golf von Aqaba [Eilat], Ch. Hemleben

Was genau sind eigentlich Foraminiferen?

Viele Arten bilden ein Gehäuse aus Kalziumkarbonat, das den Weichkörper der Einzeller vor Umwelteinflüssen schützt. Im Deutschen werden die Foraminiferen auch als Kammerlinge bezeichnet, weil ihre Gehäuse häufig aus mehreren, verschieden großen Kammern aufgebaut sind. Aufgrund ihrer einzigartigen Anpassung an zum Teil extreme Umweltbedingungen sind Foraminiferen nahezu überall im Ozean zu finden.

4

Generell unterscheidet man zwischen planktischen Arten, die im Wasser treiben, und benthischen Arten, die auf oder im Meeresboden beheimatet sind. Die planktischen Arten sind zwar mengenmäßig bedeutender, aber die benthischen Foraminiferen haben eine erheblich größere Artenvielfalt. Die meisten Foraminiferen haben eine Größe von weniger als einem Millimeter. Allerdings gab und gibt es auch Arten, die deutlich größer werden. Ein Beispiel sind die bis zu faustgroßen Nummuliten. Weil Foraminiferen auch als Fossilien gut erhalten sind, werden sie für einige Erdzeitalter als so genannte Leitfossilien verwendet.



Eingefärbte Foraminiferen aus Nord- und Ostsee. Fotos: Joachim Schönfeld / GEOMAR

Warum ist die Forschung an Foraminiferen so spannend?

Foraminiferen sind für die Wissenschaft sehr interessant, weil diese Gruppe von Einzellern ein so breites Spektrum von Lebensräumen bewohnt und als kalkbildende Gruppe auf die Umweltveränderungen besonders sensibel reagiert. Aber wie entlocken Forscherinnen und Forscher den Einzellern oder ihren Kalkschalen die entsprechenden Umwelt-Informationen?

6

Eine Möglichkeit ist es, die Zusammensetzung der einzelnen Arten in einem bestimmten Meeresgebiet genauer unter die Lupe zu nehmen. Dabei wird untersucht, welche Art wie häufig in einer bestimmten Wassertiefe vorkommt. Dadurch erfährt man, in welcher Wassertiefe sich bestimmte Arten am wohlsten fühlen. Untersucht man im Folgenden Foraminiferen-Proben aus der Vergangenheit dann kann man vergleichen, ob sich die Häufigkeit von Arten verändert hat oder ob es neue gibt oder ältere Arten plötzlich nicht mehr vorkommen. Aus diesen zahlreichen Informationen kann die Forschung Rückschlüsse über die Lebensbedingungen der Foraminiferen ziehen. Das Ganze gibt dann Aufschluss über Umweltveränderungen beispielsweise im Klima oder Meeresspiegelschwankungen. Aber gibt es die Möglichkeit, diese Veränderungen noch genauer zu untersuchen?



Dieser Bohrkern wurde während einer Schiffsexpedition mit einem Schwerlot gewonnen. Im Labor werden aus dem Kern Proben zur Extraktion von Mikrofossilien entnommen. Foto: Jan Steffen / GEOMAR

7

Die Gehäuse der Foraminiferen bestehen aus Kalziumkarbonat und speichern verschiedene Umweltfaktoren. Weil die Gehäuse abgestorbener Foraminiferen im Meeresboden häufig gut erhalten sind, stellen sie ein großes und vielfältiges Umweltarchiv dar. Um dieses Archiv zu entschlüsseln gibt es verschiedene Verfahren. Eine Möglichkeit ist es, stabile Sauerstoffisotope in den Schalen zu messen. Bestimmte Isotopen-Verhältnisse sagen etwas darüber aus, wie die Wassertemperatur zur Lebenszeit der Foraminifere war oder ob eine Eiszeit herrschte.

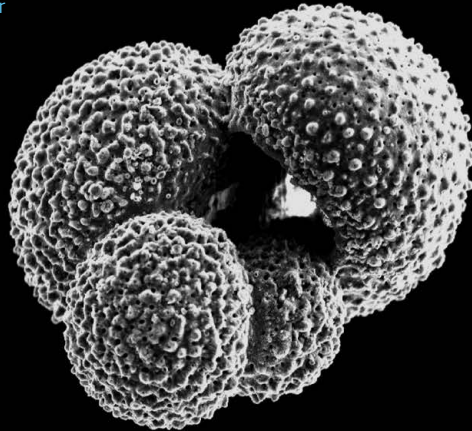
Eine weitere Methode beruht auf der Messung der Elemente Magnesium [Mg] und Kalzium [Ca]. Foraminiferen bauen sie in ihre Schalen temperaturabhängig ein. Bei kälteren Temperaturen wird weniger Magnesium eingebaut, bei wärmeren entsprechend mehr. Das Mg/Ca Verhältnis sagt also etwas über die Umgebungstemperaturen zu Lebzeiten der Einzeller aus – und zwar auf etwa zwei Grad genau. Diese Informationen tragen dazu bei, das Klima vergangener Zeiten zu rekonstruieren.

Diese und weitere Analysemethoden ermöglichen anhand der Foraminiferen einen Blick zurück in die Geschichte der Ozeane und damit der gesamten Erde. Dieser Blick in die Vergangenheit hilft dabei, zukünftige Entwicklungen besser abzuschätzen.



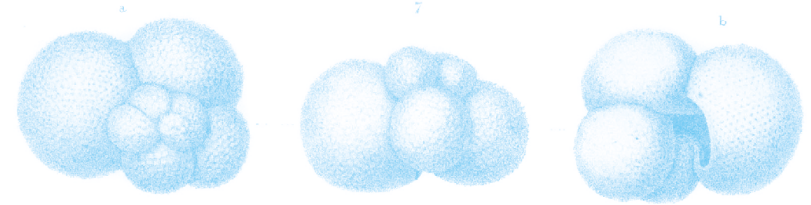
Globigerina bulloides

Planktische Foraminifere
Größe: 200 bis 400 Mikrometer
Tiefe: ca. 0-200 Meter



200 µm

Foto: Marci Robinson / USGS

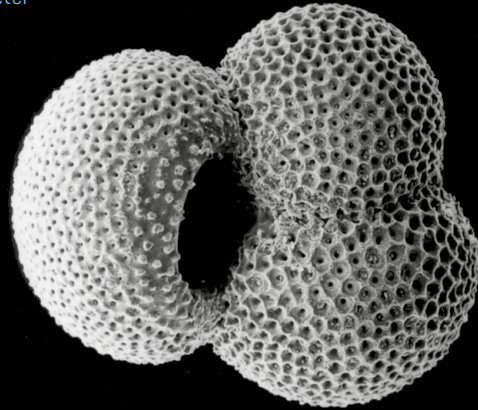


STECKBRIEF *GLOBIGERINA BULLOIDES*

Form	Große Gehäuseöffnung, umgeben von vier kugelförmigen Kammern mit rauer Oberfläche, die mit Poren überzogen ist
Vorkommen	Eine der am häufigsten auftretenden Foraminiferenarten in mittleren bis hohen Breitengraden sowie in nährstoffreichen Auftriebsgebieten
Forschungsbeispiele	Rekonstruktionen der Auftriebsintensität, Indikatoren für Umweltveränderungen im Oberflächenwasser, Rekonstruktion saisonaler Temperaturschwankungen und der Karbonatchemie im Oberflächenwasser

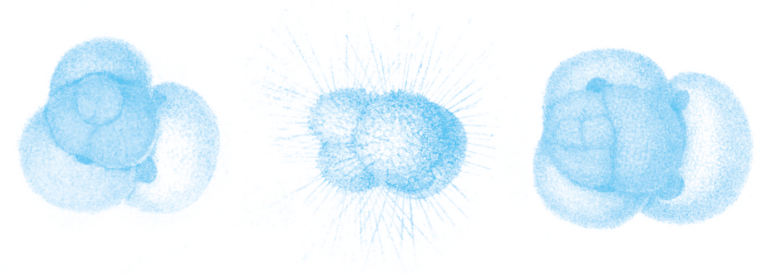
Globigerinoides ruber

Planktische Foraminifere
Größe: 200 bis 400 Mikrometer
Tiefe: ca. 0 bis 50 Meter



200 µm

Foto: Tabea Bösch / GEOMAR



STECKBRIEF *GLOBIGERINOIDES RUBER*

Form	Große Gehäuseöffnung, umgeben von drei kugelförmigen Kammern mit rauer Oberfläche, die mit Poren überzogen ist
Vorkommen	Weltweit verbreitet, bevorzugt im tropischen und subtropischen Ozean, dort oft in Auftriebsgebieten und Meereswirbeln
Forschungsbeispiele	Rekonstruktion von Oberflächenwasser-Bedingungen wie Temperatur und Salzgehalt. Die rosa Form [G.ruber pink] trat erstmals vor ca. 750.000 Jahren auf und verschwand vor ca. 120.000 Jahren aus dem Indischen und Pazifischen Ozean, weshalb diese Variante für die Altersdatierung von Sedimentbohrkernen verwendet werden kann.

Globigerinoides sacculifer

Planktische Foraminifere | Größe: ab 250 Mikrometer
Tiefe: ca. 0 bis 60 Meter

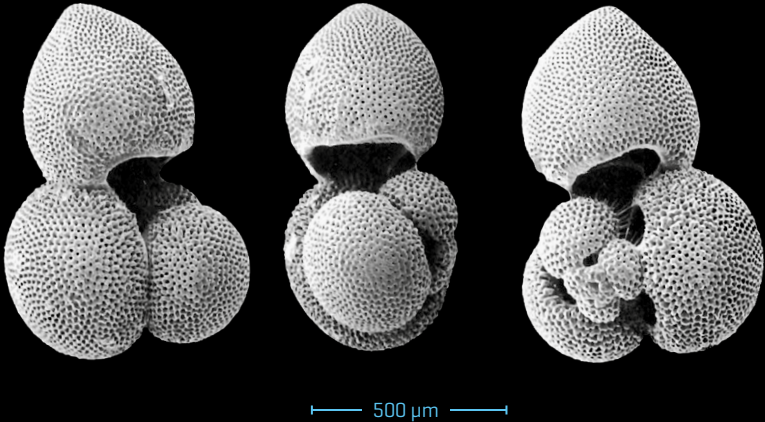
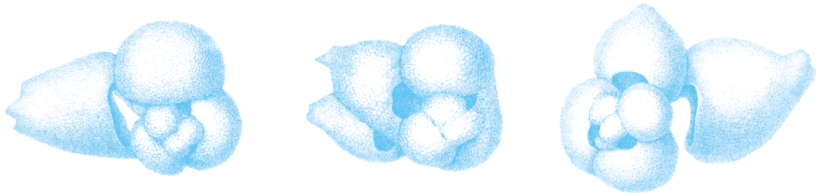


Foto: Loeblich & Tappan / www.mikrotax.org/pforams



STECKBRIEF <i>GLOBIGERINOIDES SACCULIFER</i>	
Form	Mehrere leicht versetzte kugelförmige Kammern, wobei auch eine Kammer sackartig ausgebildet sein kann, primäre Gehäuseöffnung mit breitem Rand
Vorkommen	Weltweit verbreitet, bevorzugt in niedrigen Breiten im warmen Oberflächenwasser
Forschungsbeispiele	Temperatur, Salzgehalt und pH-Wert der Meeresoberfläche, Rekonstruktion saisonaler Temperaturschwankungen und der Karbonatchemie im Oberflächenwasser

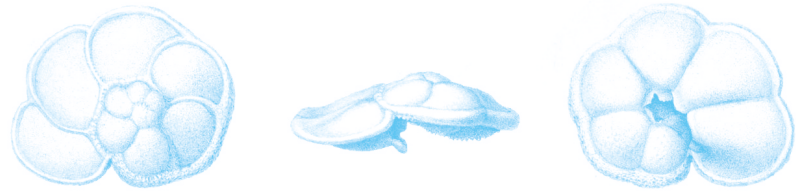
Globorotalia menardii

Planktische Foraminifere | Größe: um 1000 Mikrometer
Tiefe: ca. 50-400 Meter



500 µm

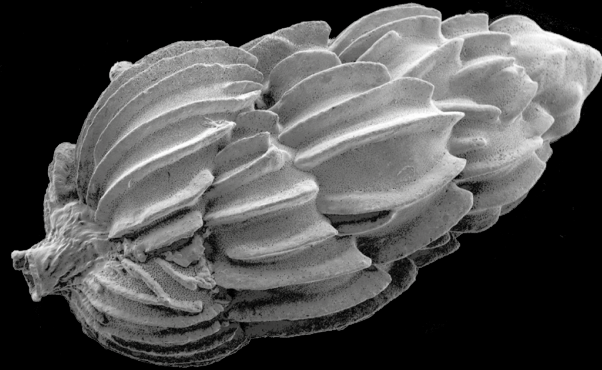
Foto: Loeblich & Tappan / www.mikrotax.org/pforams



STECKBRIEF GLOBOROTALIA MENARDII	
Form	Fünf bis sechs abgeflachte, im Spiralmuster angeordnete Kammern mit glatter Oberfläche, schlitzförmige Öffnung mit breiter Lippe
Vorkommen	Verbreitet in tropischen Meeren, besonders im östlichen Südatlantik, im westlichen Südatlantik seltener zu finden
Forschungsbeispiele	Schwankungen in Anzahl und Größe in verschiedenen Zeitaltern deuten auf Klimaveränderungen hin, Paläozeanographische Isotopen-Analyse

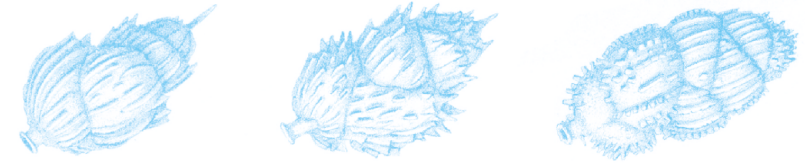
Uvigerina peregrina

Benthische Foraminifere
Größe: 150-440 Mikrometer



200 µm

Foto: Nicolaas Glock / GEOMAR



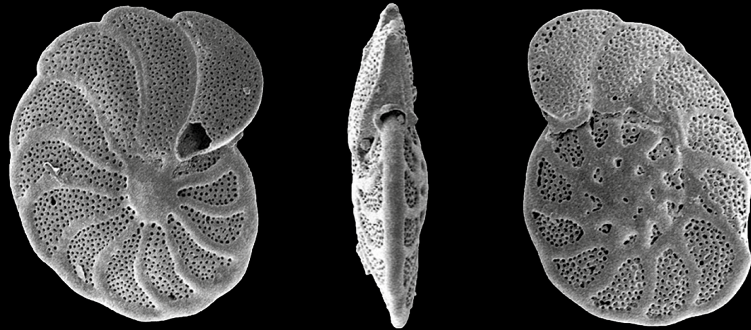
STECKBRIEF *UVIGERINA PEREGRINA*

Form	Mehrere Kammern mit ausgeprägten Graten, die in langer Form gebündelt sind
Vorkommen	Weit verbreitet, bevorzugt im südlichen Pazifik, im östlichen und südlichen Atlantik und im Mittelmeer in relativ flachen Meeresböden
Forschungsbeispiele	Rekonstruktion der Eigenschaften von mittlerem und Bodenwasser, Kartierung großräumiger Bewegungen von Wassermassen während Eis- und Warmzeiten

Cibicidoides wuellerstorfi

Benthische Foraminifere

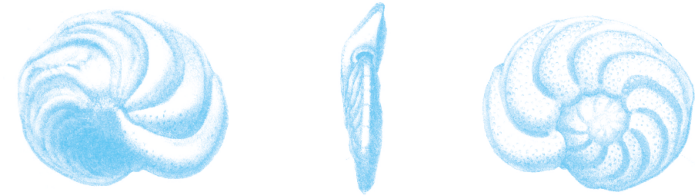
Größe: 300 bis 600 Mikrometer



300 µm

Foto: www.foraminifera.eu/ M. Hesemann

20



STECKBRIEF *CIBICIDOIDES WUELLERSTORFI*

Form	Kreisförmig mit nach links oder rechts ausgerichtetem Spiralmuster, eine Seite konisch, eine Seite flach
Vorkommen	Pazifik, Nordatlantik und Antarktis in relativ tiefen Meeresböden
Forschungsbeispiele	Eine der am häufigsten verwendeten benthischen Foraminiferenarten in der Paläo-Ozeanographie, Isotopen-Analyse zur Rekonstruktion eiszeitlicher Bedingungen, Rekonstruktion des globalen Eisvolumens

21

Weitere Infos zur Forschung mit Foraminiferen am GEOMAR

www.geomar.de/forschen/fb1/fb1-p-oz/schwerpunkte/proxies/foraminiferen-und-umwelt

www.geomar.de/de/entdecken/artikel/article/wie-ozeanstroemungen-klimaarchive-beeinflussen

www.geomar.de/de/entdecken/artikel/article/wie-man-historiker-zum-sprechen-bringt-foraminiferen-untersuchen-aber-richtig

Illustrationsnachweis

Die Zeichnungen im Innenteil stammen von Henry Bowman Bradys 1884 erschienenem „Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the Years 1873-1876“. Dies Buch gilt bis in die Gegenwart als ein klassisches Werk über Foraminiferen. Quelle: Natural History Museum Data Portal [data.nhm.ac.uk]

Die Illustrationen auf Seite 9 und rechts zeigen verschiedene Foraminiferen aus dem 1904 erschienenem Buch „Kunstformen der Natur“ von Ernst Haeckel.

