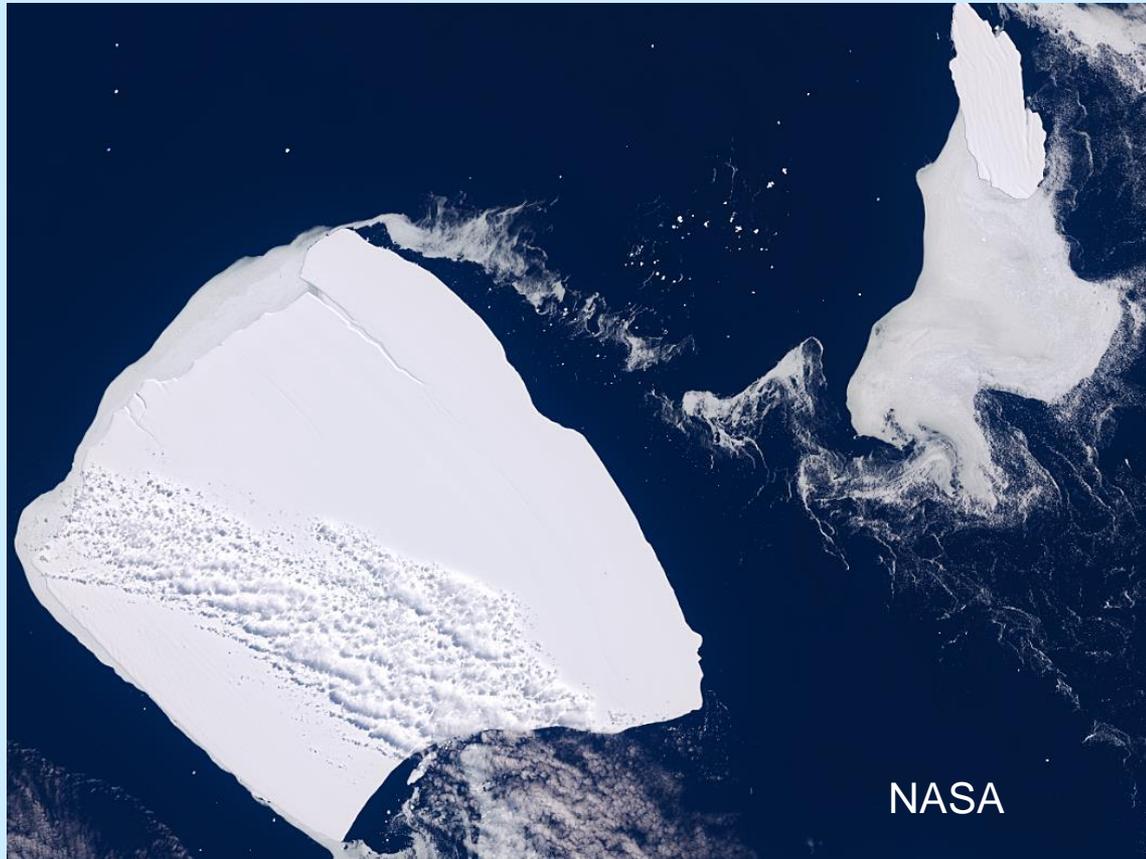


Die wundersame Drift des derzeit größten Eisbergs der Welt



Dieter Etling, Hannover

Mitarbeit: Claudia Hinz



Claudia Hinz auf Fahrt
mit der *Fram* im Südatlantik
Januar 2025



Expeditionsschiff *Fram* ©Hurtigruten



unter Königspinguinen auf Südgeorgien



Eisbergfotos: Claudia Hinz



Drohnenaufnahmen

Andrew Miller

Ocean Endeavour





DMG

Deutsche Meteorologische Gesellschaft

Mitteilungen DMG 2 | 2025

Eisberg A23a – der derzeit größte und langlebigste Eisberg der Welt

Claudia Hinz und Dieter Etling

Am 23.01.2025 passierte Claudia Hinz bei einer Expedition in die Antarktis zwischen Südgeorgien und den Süd-

40 m aus dem Wasser herausragenden Koloss gemeißelt (Abb. 1). Die ebene Oberfläche des Eisbergs hatte Ende Januar 2025 eine Größe von 3650 km², was etwa der Fläche der Insel Mallorca entspricht (Abb. 2). Etwa 2 Stunden be-

Die Taylor-Säule – ein fast unbekanntes Strömungsphänomen

Dieter Etling

Ein ohne Grundberührung festsitzender Eisberg
Im Sommer 2024 machte der mit einer Fläche von Mallorca

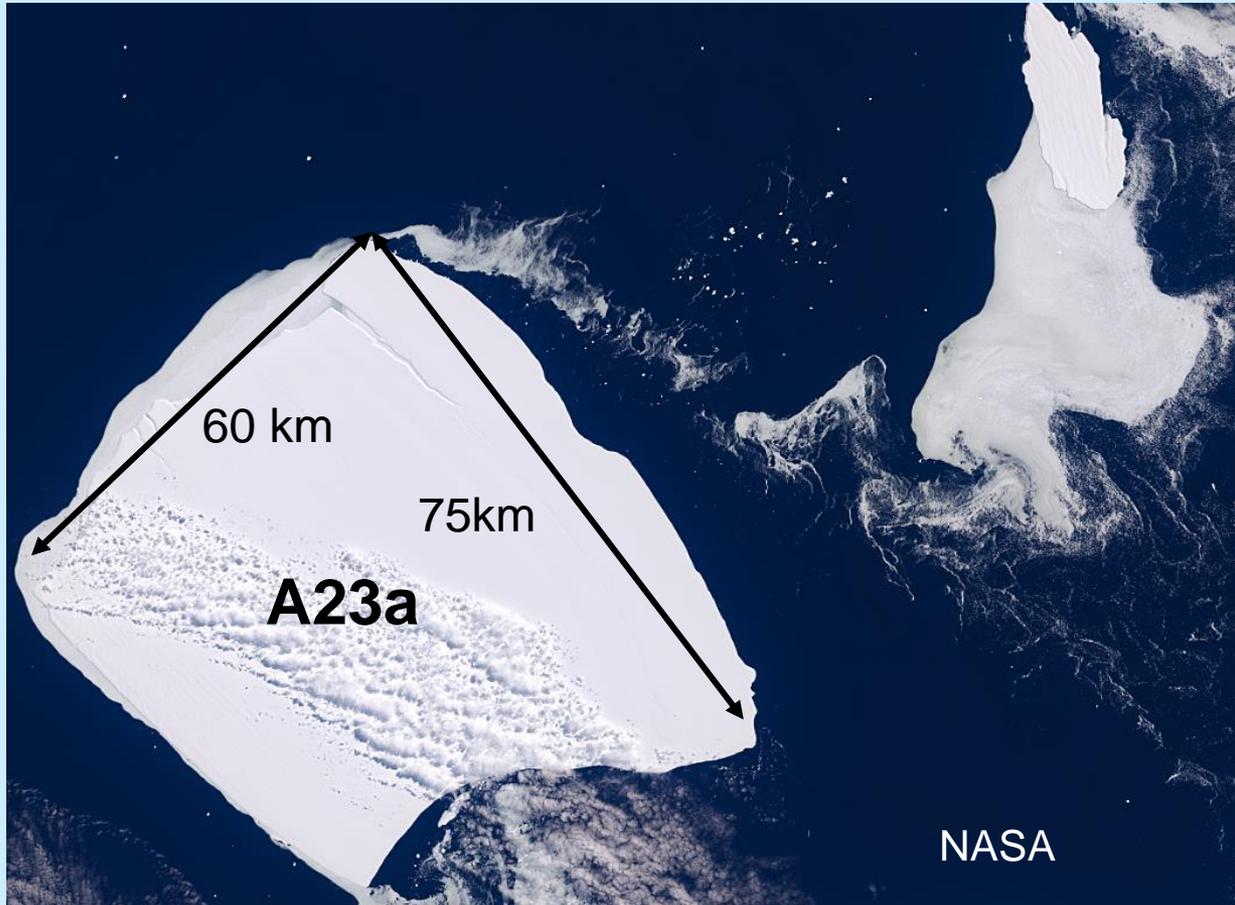
ctic Survey (BAS) zeigt eindrucksvoll den im Wirbel kreisenden Eisberg (BAS, 2024).

Wieso kann sich ein Wirbel im Ozean so lange an Ort und Stelle halten? In der Erdatmosphäre ist nichts dergleichen

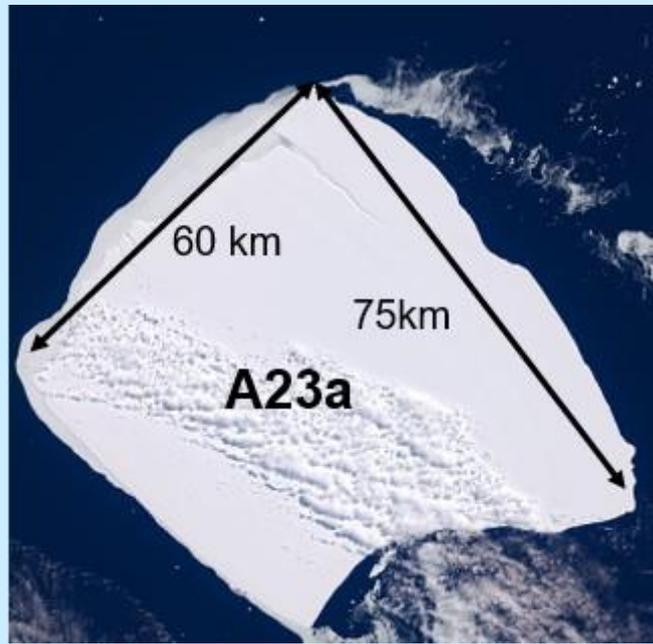
Derzeit größter (und ältester) Eisberg der Welt

Fläche: ca. 4000 km²

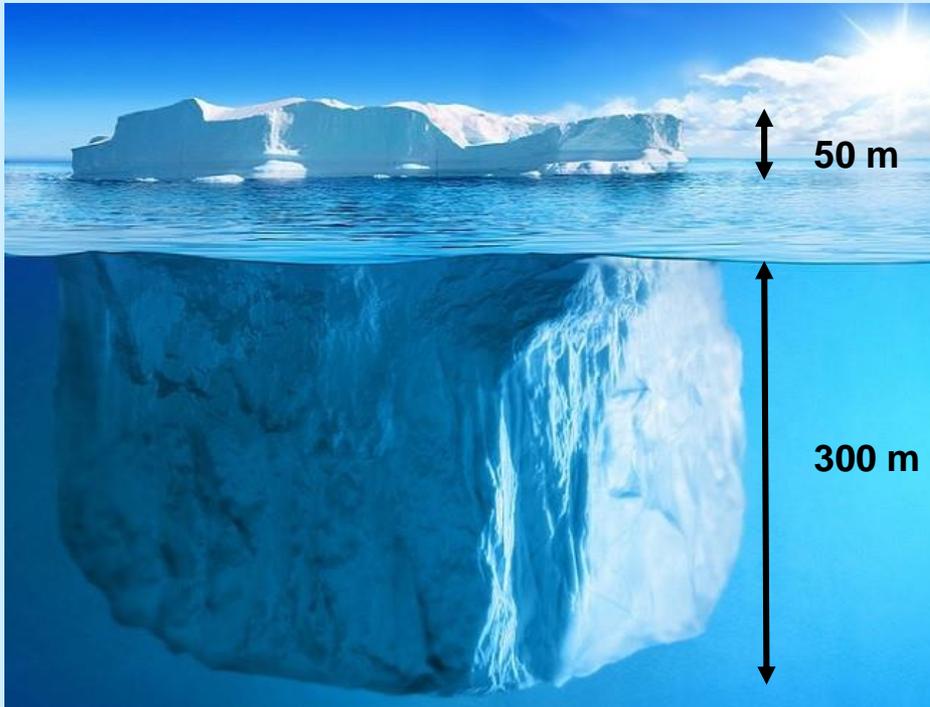
Entstehung: Oktober 1986



Allzeitrekord: Eisberg B15, Entstehung 2000
Fläche ca. 11000 km², Maße ca. 295 km x 40 km

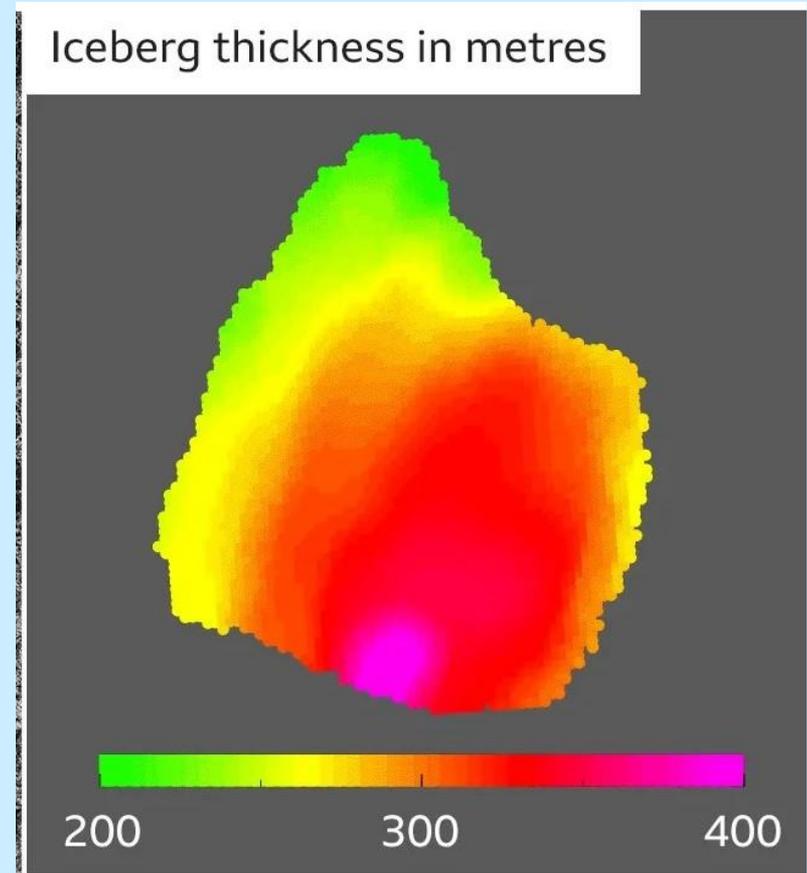


Vertikalstruktur von Eisberg A23a



Vertikale Erstreckung (ca.)

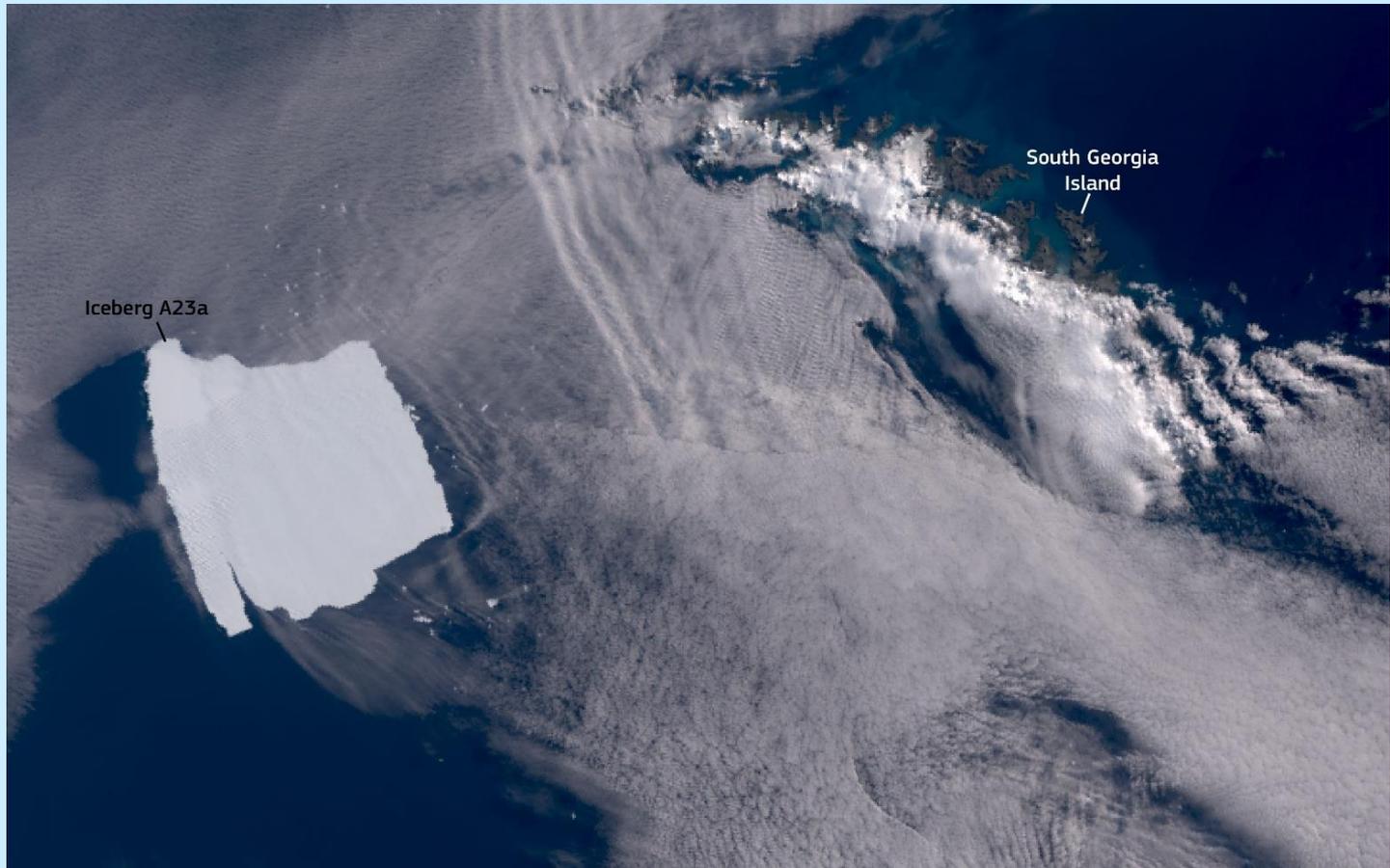
Grafik: panthermedia.net/Studioclover



Eisdicke aus Radarmessungen

ESA/Cryosat-2, 2018

Ende einer langen Reise



Satellitenbild von Sentinel-3 (ESA) vom 17 März 2025

Eisberge bei Grönland



Peter Prokosch



blickgewinkelt.blogspot.de



Jens Bluberg

Eisberge im Nordatlantik entstehen durch Kalben von Gletschern



Ilulisat Eisfjord mit Jacobshavn Gletscher

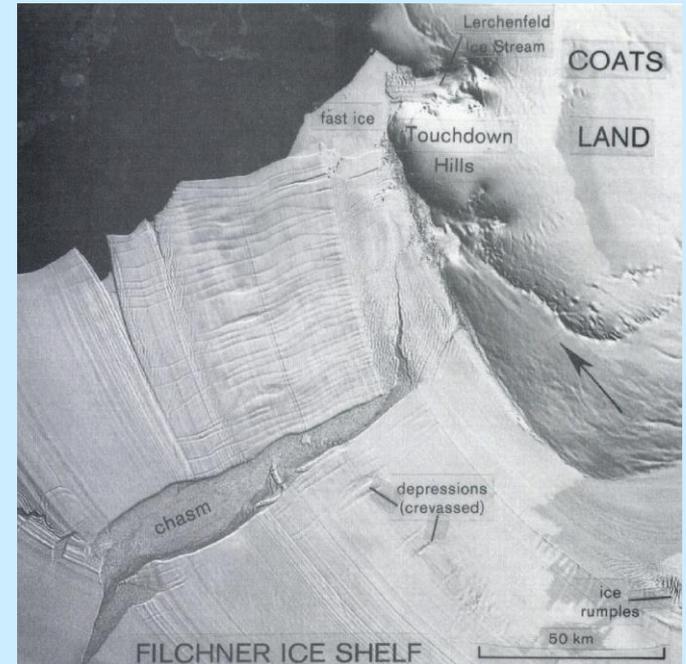
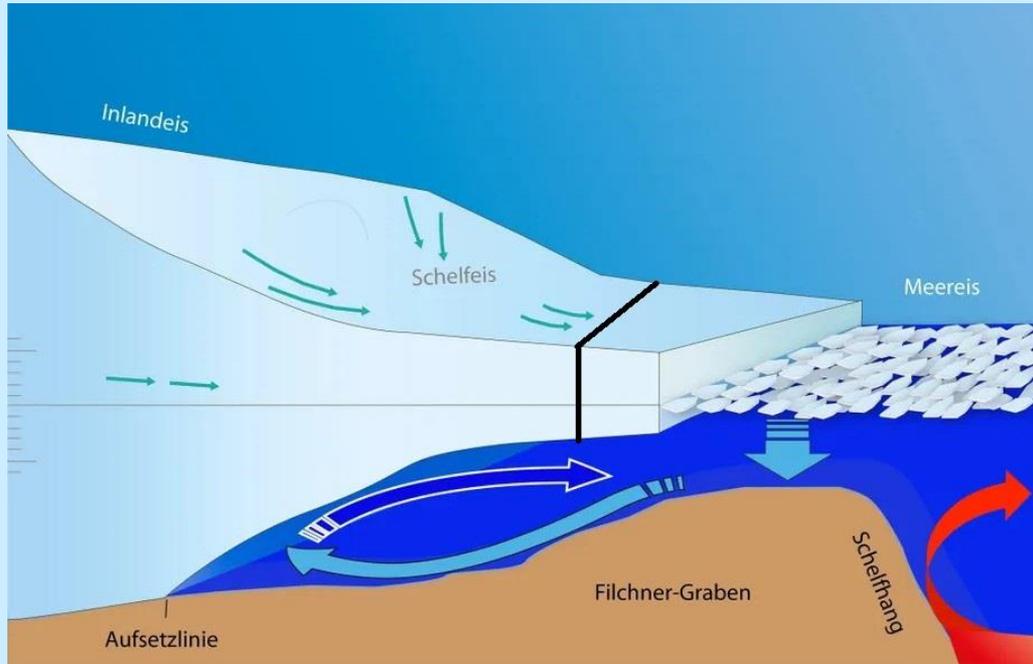
Copernicus/ESA Sentinel-2



Front Knud Rasmussen Gletscher

Foto: Anna u. Lucas Jahn

Im Südatlantik entstehen (Tafel-) Eisberge durch Abbruch von Teilen der Schelfeiskante der Antarktis

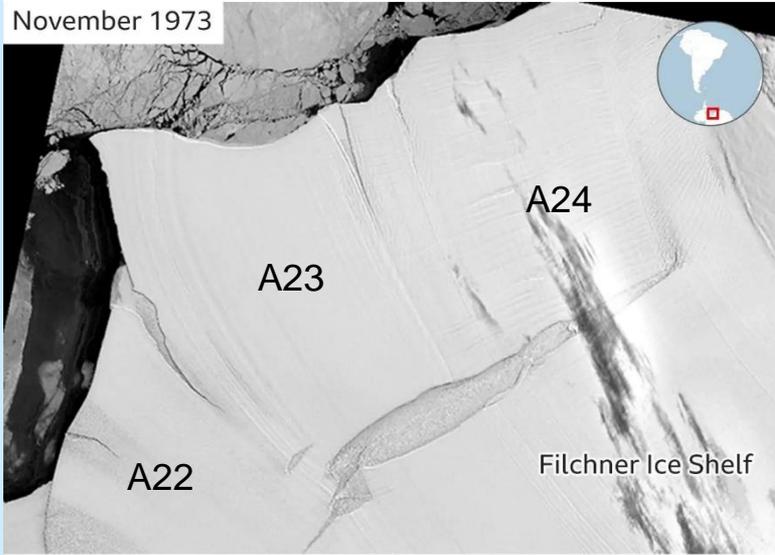


Schema der geophysikalischen Vorgänge an der Schelfeiskante, © AWI

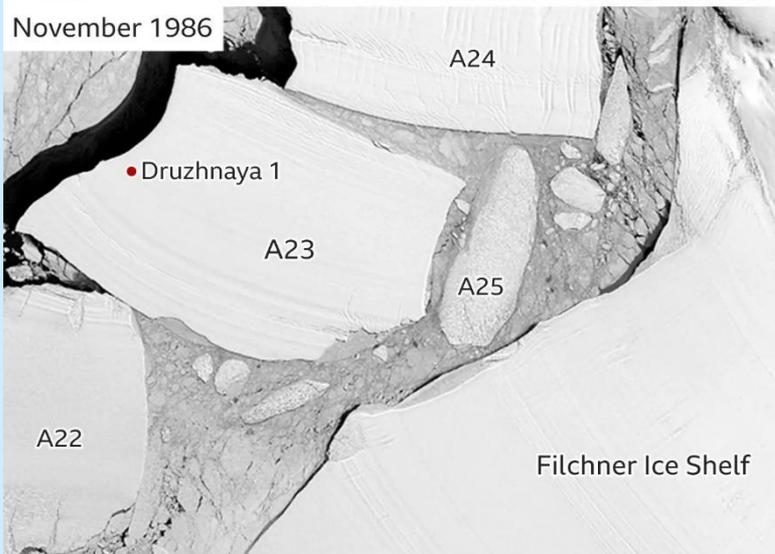
Landsat-5 Aufnahme, 1.3.1986, vom Filchner-Eisschelf
Swithinback et al., Glaciology, 2017

Filchner Ice Shelf: The origins of A23a

November 1973



November 1986



Source: USGS/LANDSAT

B B C

Filchner Eisschelf
im November 1973
Lage der späteren
Eisberge markiert

Rand des Filchner Eisschelf
im November 1986 nach
Kantenabbruch und Bildung
von Eisbergen

Erfassung von Eisbergen durch U.S. National Ice Center (USNIC)

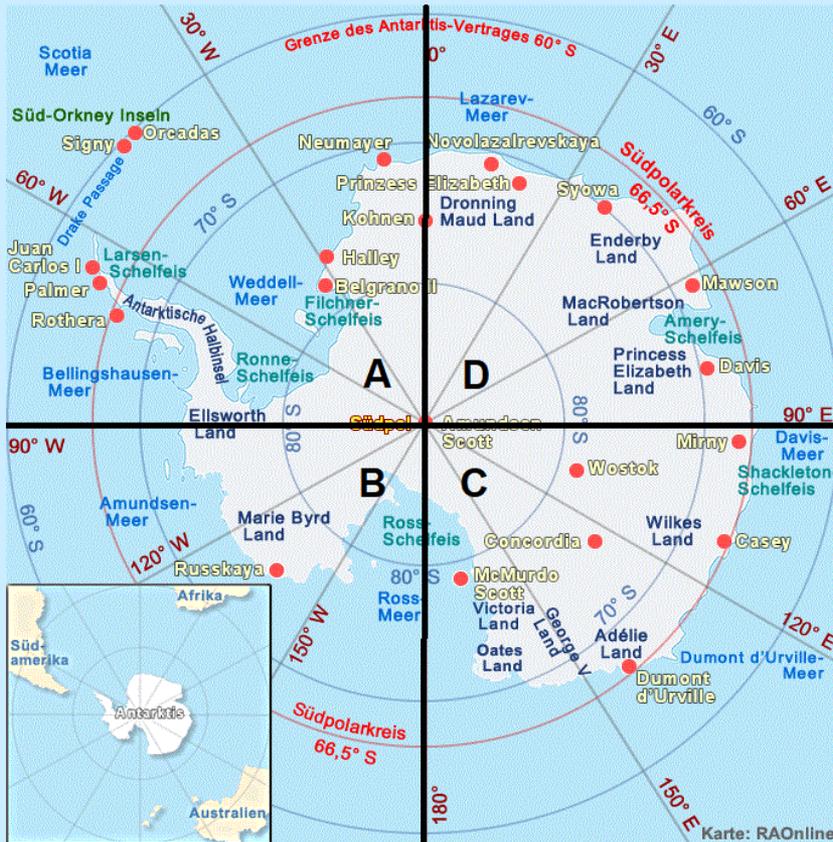
Kennzeichnung von Eisbergen und Verfolgung deren Positionen und Größenänderungen während ihrer Lebensdauer.

Mindestgrößen: Fläche: $20 \text{ nm}^2 = 70 \text{ km}^2$ oder:
längste Erstreckung $10 \text{ nm} = 19 \text{ km}$

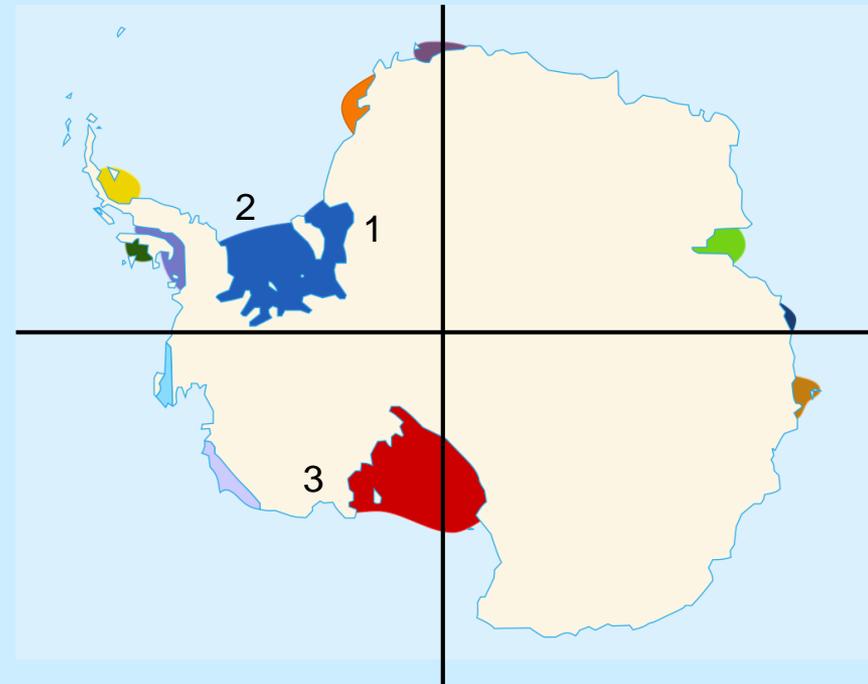
Kennzeichnung, z.B. **A 23 a**:

- A Sektor der Antarktis, in welchem der Eisberg kalbte
- 23 Nummer des Eisbergs aus der Sektion seit Beginn der Erfassung im Jahr 1978. Je kleiner die Zahl, desto älter ist der Eisberg
- a Angabe, wenn der Eisberg in mehrere Teile zerbricht (a: größter Teil, danach b,c usw)

Antarktis: Sektoreneinteilung und Eisschelfe



Karten: RAOnline



- 1 Filchner
- 2 Ronne
- 3 Ross



Antarctic Iceberg Report

Legend: New Iceberg: ■ Iceberg too small tracking: ■

Iceberg	Length (NM)	Width (NM)	Latitude	Longitude	Area (sqNM)	Last Update
A23A	40	32	054° 47' 57.27" S	039° 02' 54.26" W	903.88	04/18/2025
A23C	11	4	055° 51' 2.32" S	037° 54' 58.78" W	37.75	04/18/2025
A74A	30	18	061° 43' 34.26" S	052° 32' 28.25" W	315.44	04/18/2025
A76C	16	7	061° 05' 13.17" S	049° 47' 46.21" W	98.76	04/18/2025
A77	27	4	064° 13' 29.94" S	055° 34' 5.88" W	99.13	04/18/2025
A80A	9	7	062° 08' 23.69" S	054° 03' 42.57" W	38.95	04/18/2025
A81	28	25	068° 33' 3.85" S	058° 13' 46.42" W	393.18	04/18/2025

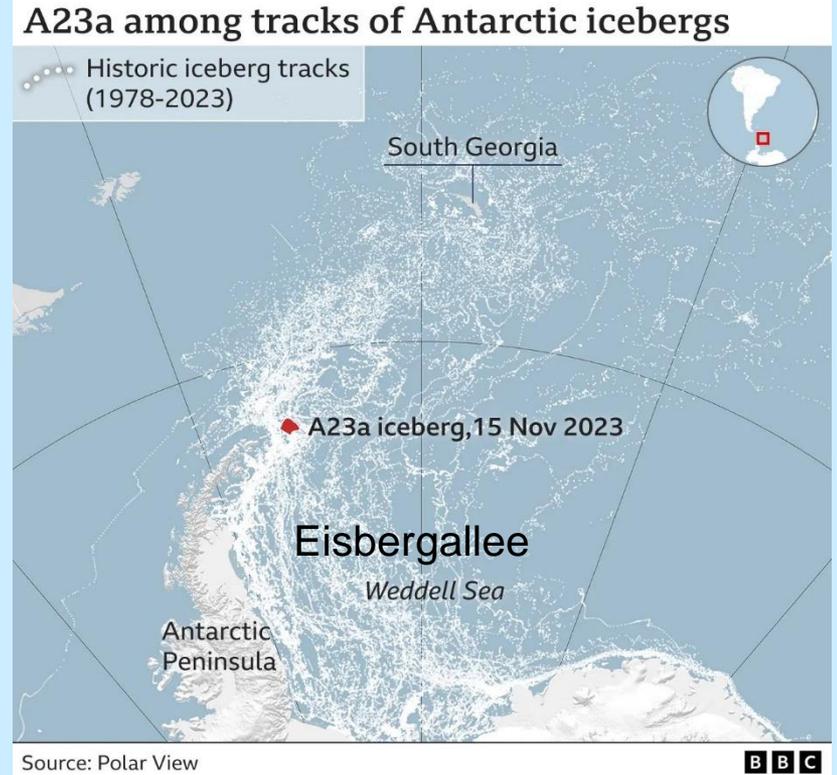
Am 18.04.2025 insgesamt 41 Eisberge erfasst

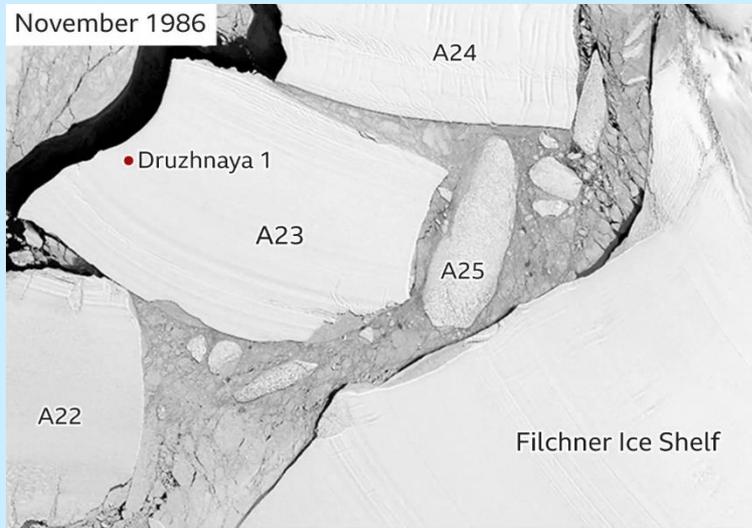
In den Sektoren: A: 11, B: 8, C: 11, D: 11

Zugbahnen von Eisbergen in Sektor A (Wedellmeer)

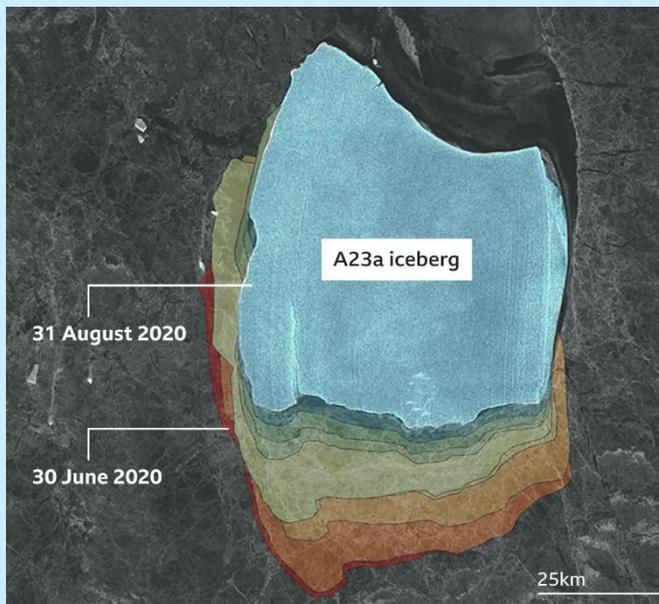
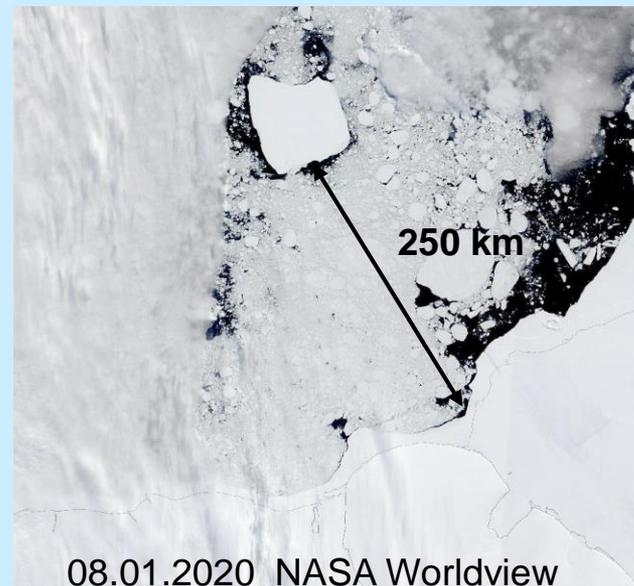


Karte: RAOnline





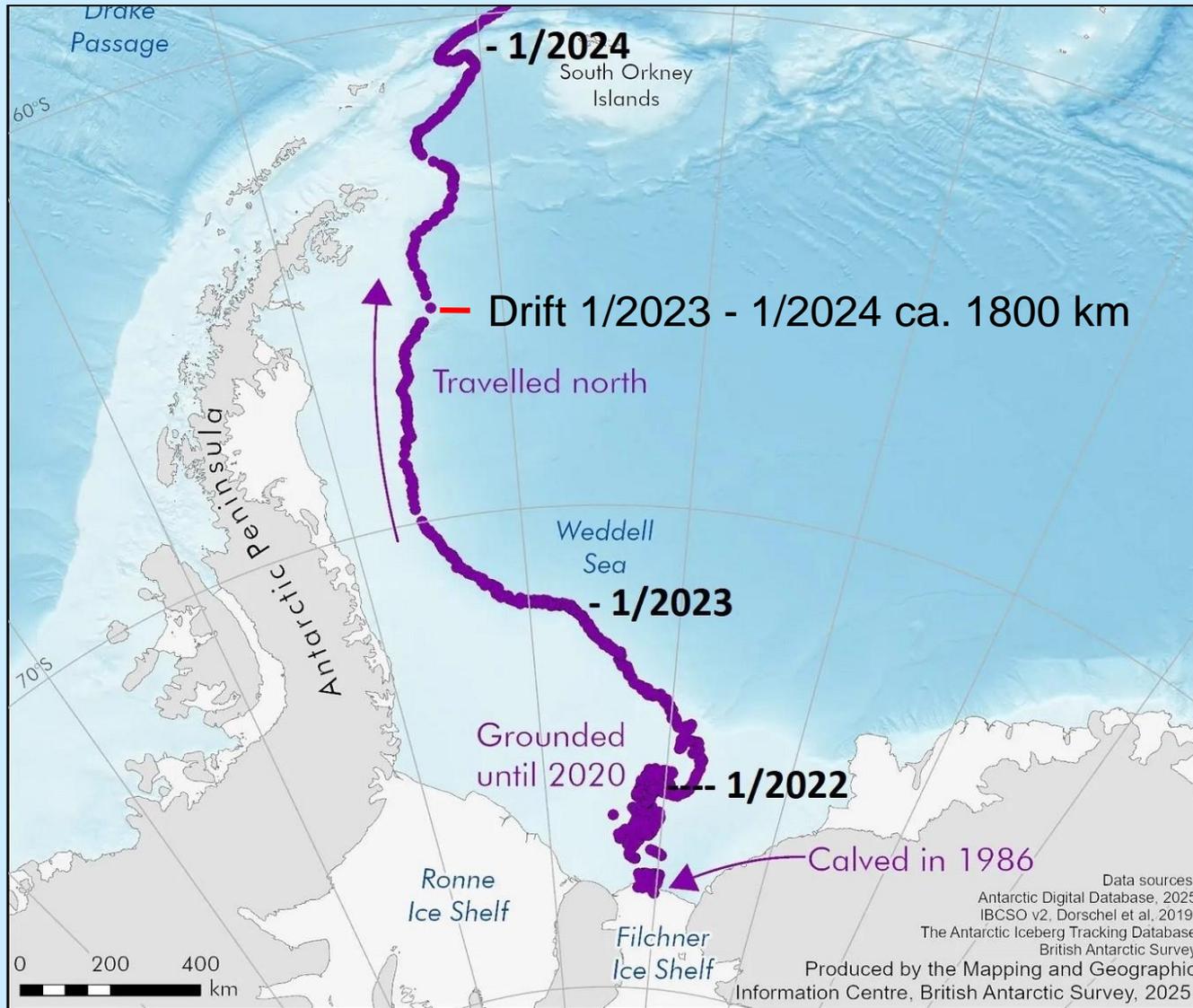
Source: USGS/LANDSAT



Source: Polar View



Drift A23a von 11/1986 – 1/2024

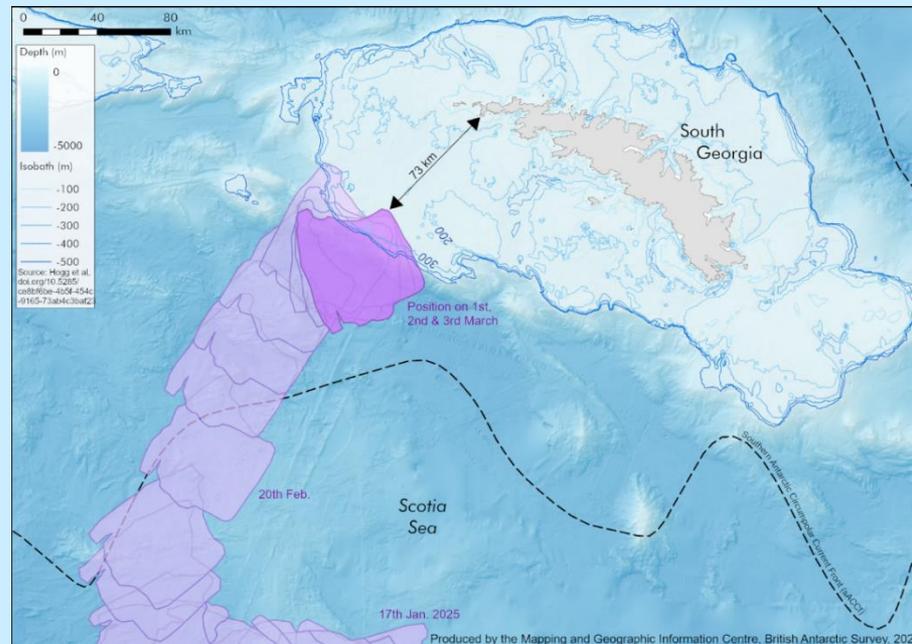


Drift A23a im Zeitraum 1/2024 – 1/12025



Der interessanteste Teil der Drift: A23a verbleibt für 8 Monate (04-11/2024) in einem nahezu stationären Ozeanwirbel

Drift A23a – das Finale



Gesamtdrift Eisberg A23a, 10/1986 – 03/2025



Drift A23a im Zeitraum 1/2024 – 1/12025



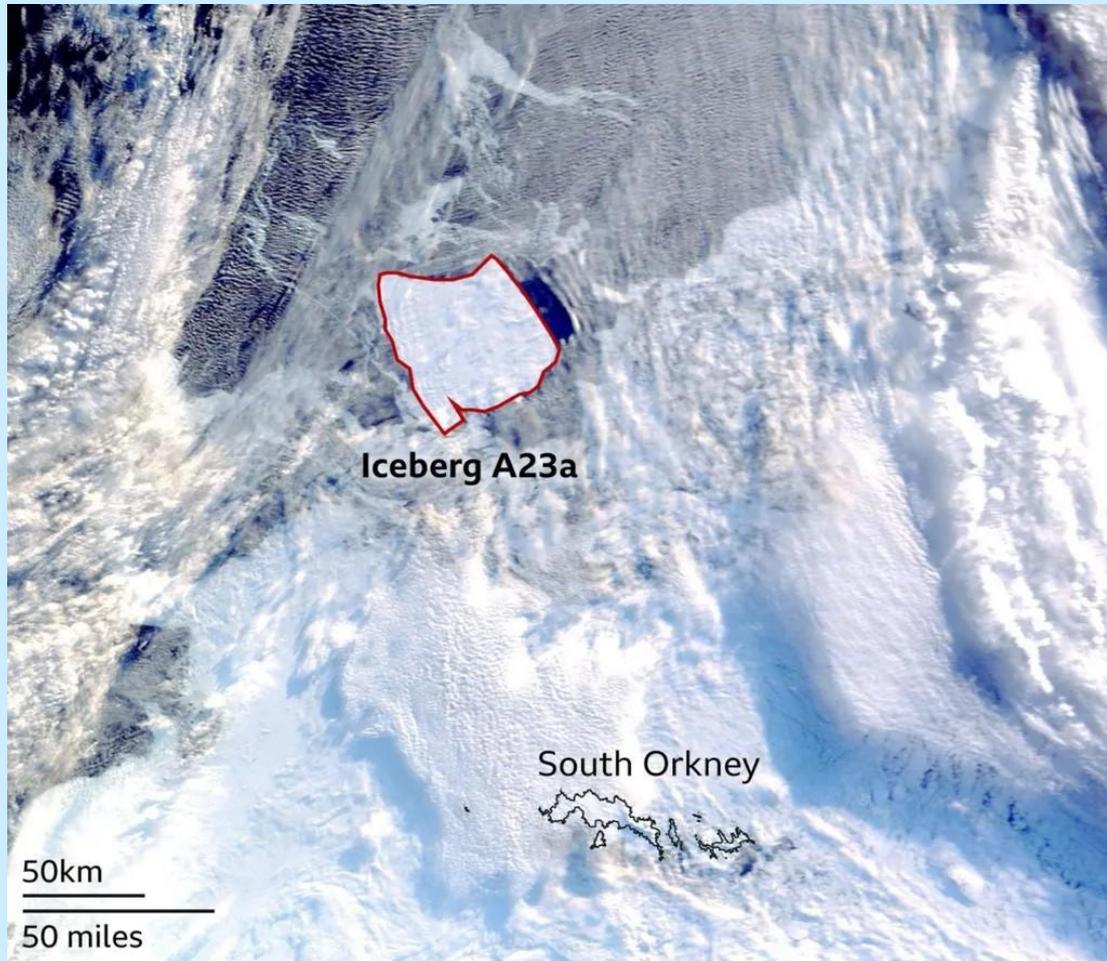
Abbildungen: British Antarctic Survey (BAS)

Eisberg „weigert sich zu sterben“ – A23a in Strudel gefangen (*ORF*)

Tanz im Meeresstrudel: weltweitgrößter Eisberg hängt fest (*MDR*)

Der größte Eisberg der Welt kreißt um sich selbst (*Spiegel*)

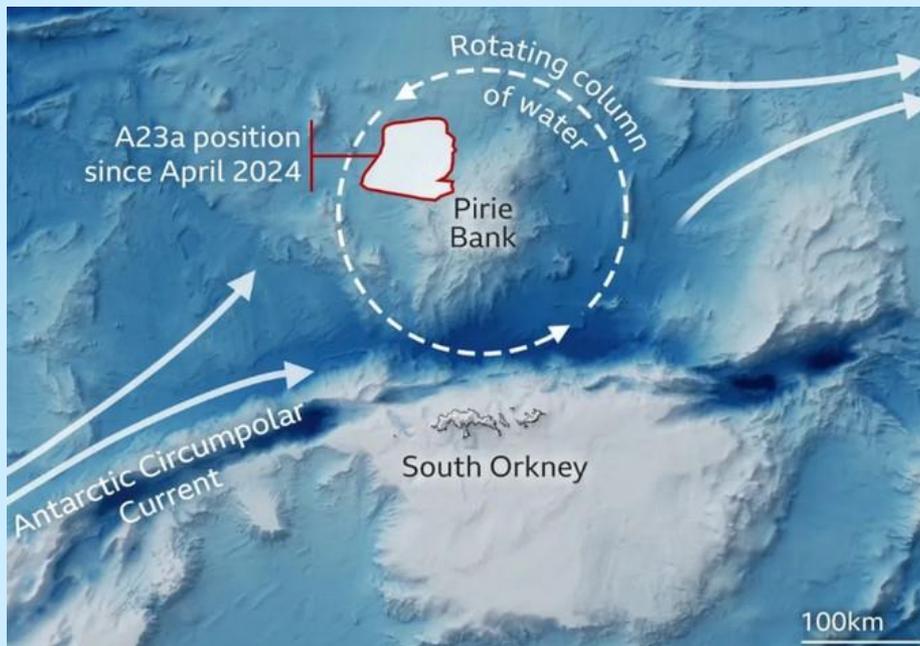
World's largest iceberg caught spinning in mysterious ocean trap (*9news*)



Source: Nasa Modis, 26 July 2024



Eisberg A23a „gefangen“ in einem Ozeanwirbel der Teil einer sogenannten „Taylor-Säule“ ist



Eisberg A23a gefangen in einem Ozeanwirbel im Bereich der Pirie-Bank

Abb.: IBSCO/NASA



Schematische Darstellung einer Taylor-Säule oberhalb des Pirie-Bank Seamounts

Durchmesser ca. 100 km
Höhe ca. 1000 m

Abb.: USGS

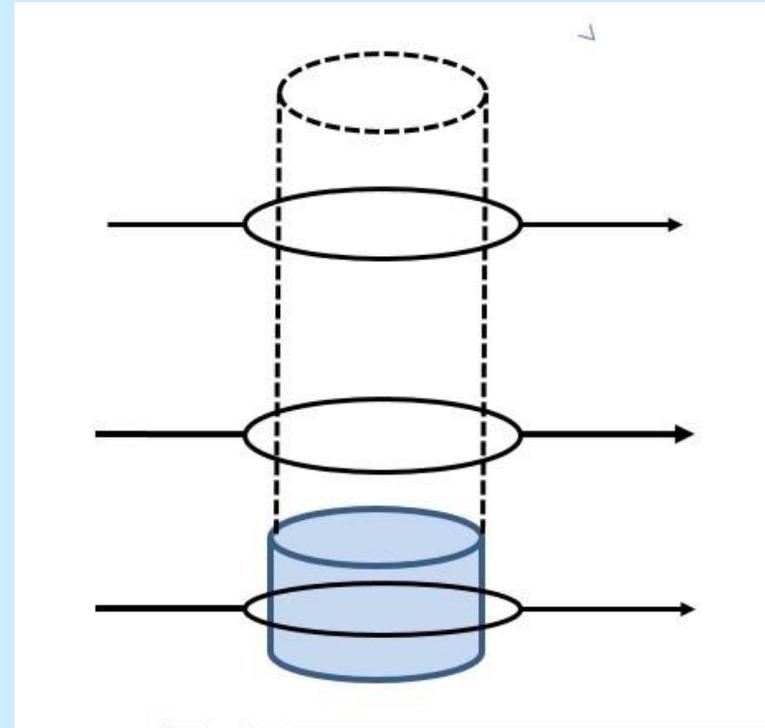
Taylor-Säule - Taylor Column

A



Kerzenständer des U.S. Designers
Michael Taylor (1927-1986)

B

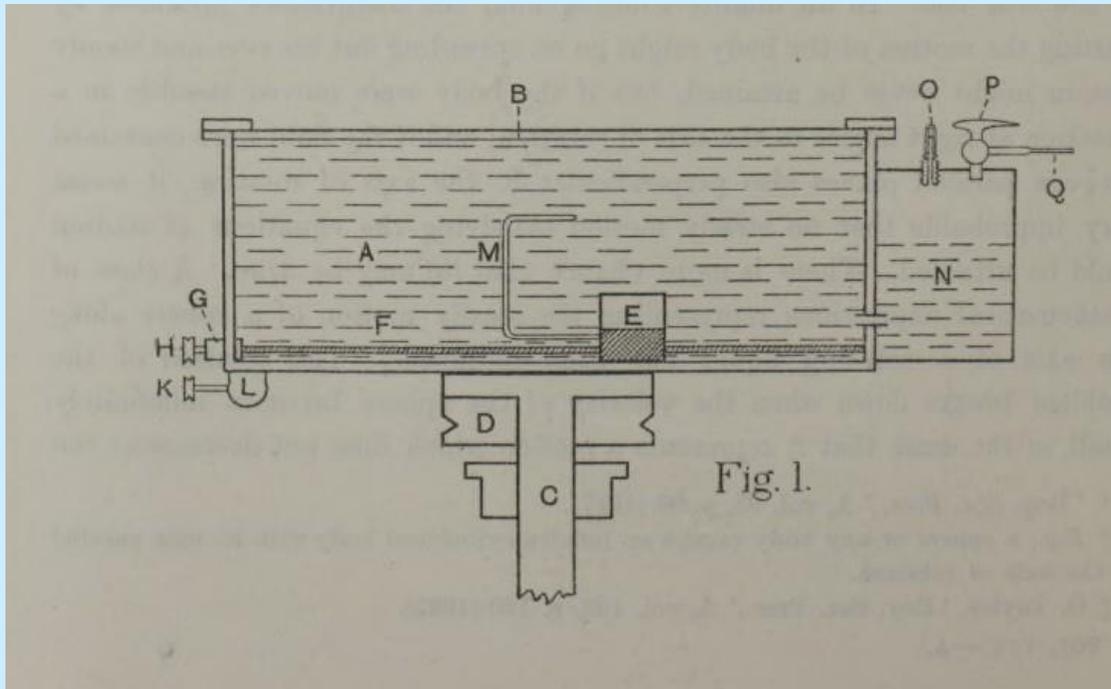


Strömungsphänomen benannt nach dem
U.K. Physiker Geoffrey Taylor (1866-1975)

Geoffrey Ingram (G.I.) Taylor (1886-1975)

Bekannter britischer Physiker, Hauptarbeitsgebiete Strömungsmechanik und Festkörpermechanik. Bei Strömungsmechanik besonderes Interesse für den Einfluss der Systemrotation auf die Strömung in Flüssigkeiten (Theorie und experimentelle Untersuchungen in rotierenden Wassertanks)

Umströmung von Zylindern in rotierenden System (JFM, 1923)



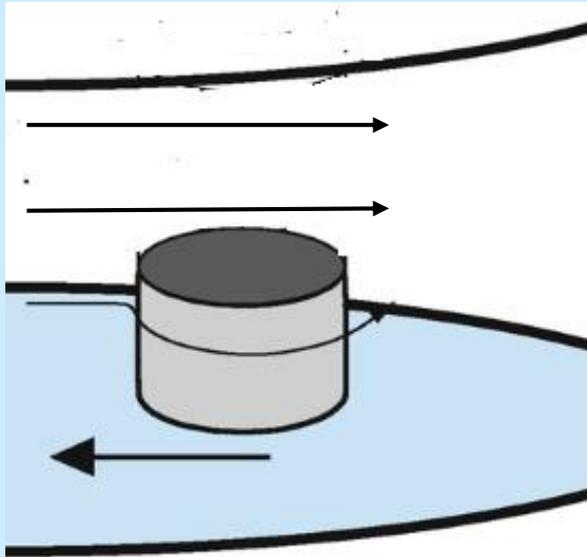
A: Flüssigkeit

C: Rotationsachse

E: Zylinder.

Dieser wird am Tankboden durch die Flüssigkeit gezogen

Schematische Darstellung von Taylor's Laborexperimenten

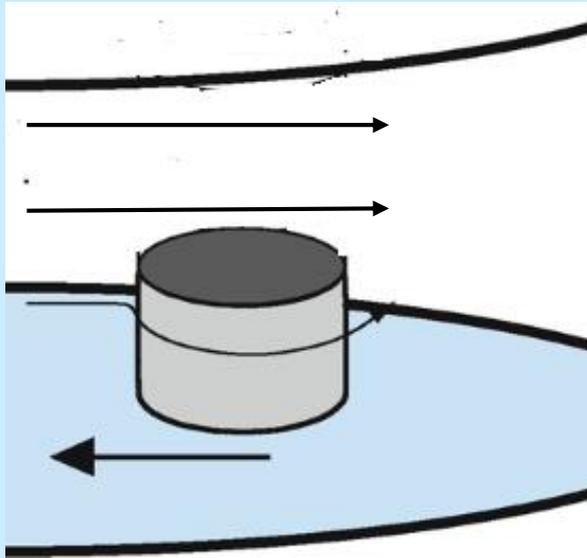


Festkörper wird durch einen
Wassertank gezogen

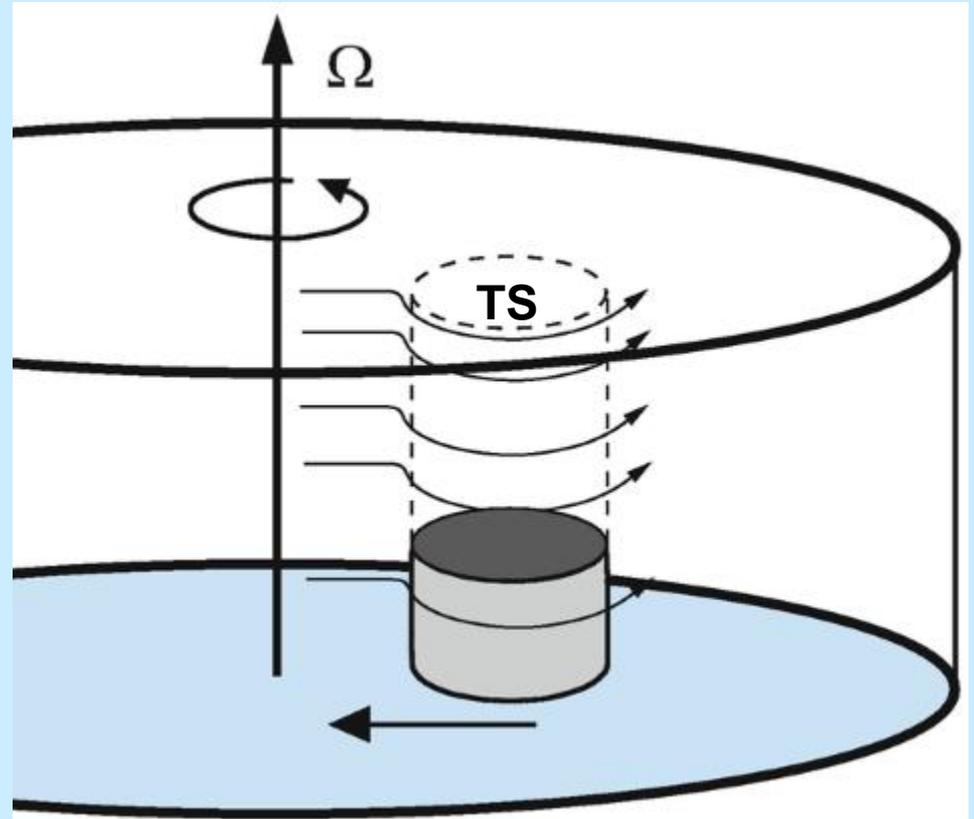
Pfeile zeigen
Momentanaufnahme der
Strömungsverhältnisse

ohne Rotation

Schematische Darstellung von Taylor's Laborexperimenten



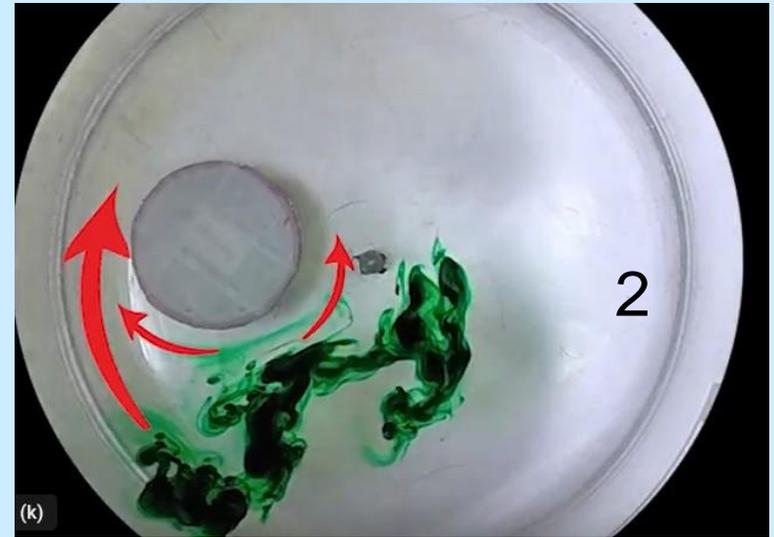
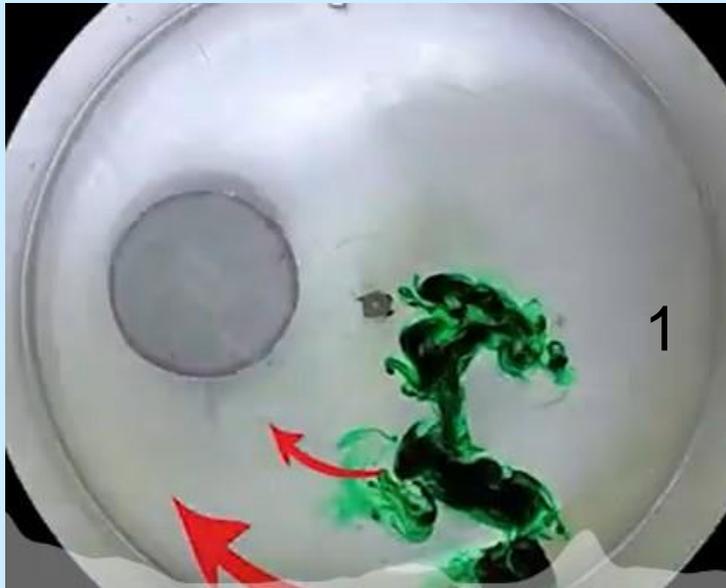
ohne Rotation



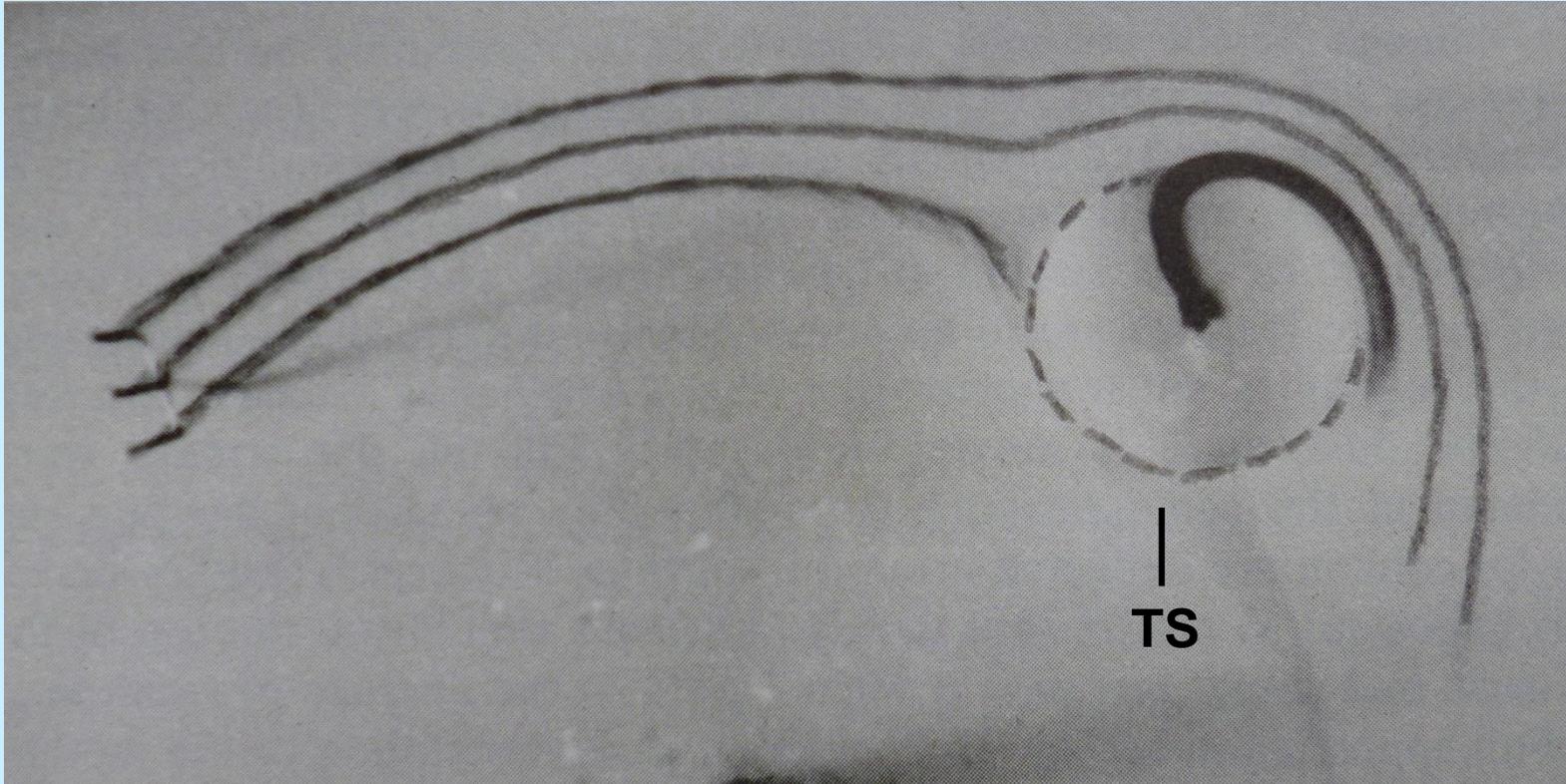
mit Rotation

TS=Taylor-Säule

Taylor-Säule im Tank-Experiment SpinLab UCLA

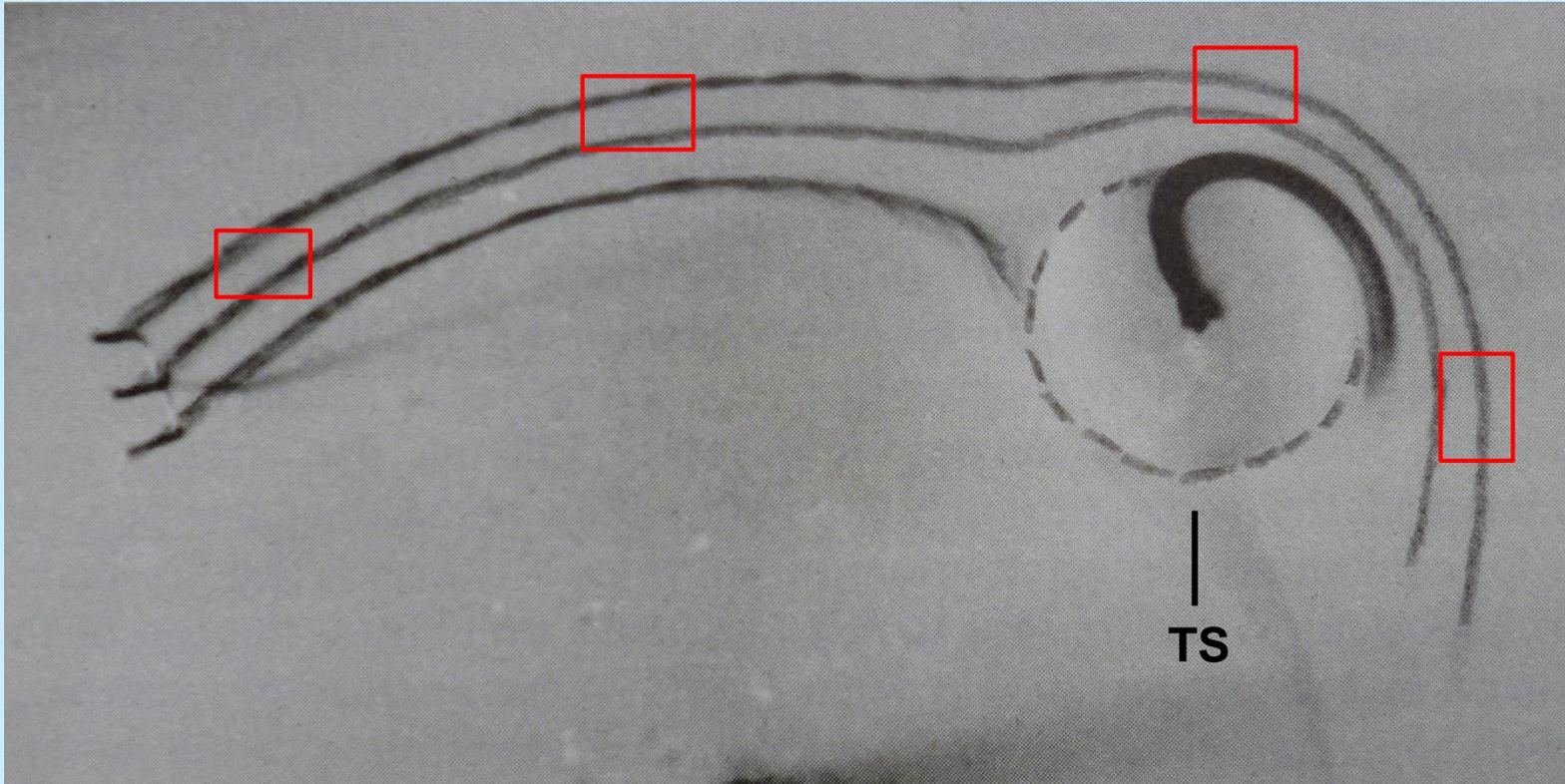


Strömungsverhältnisse im Bereich einer Taylor-Säule



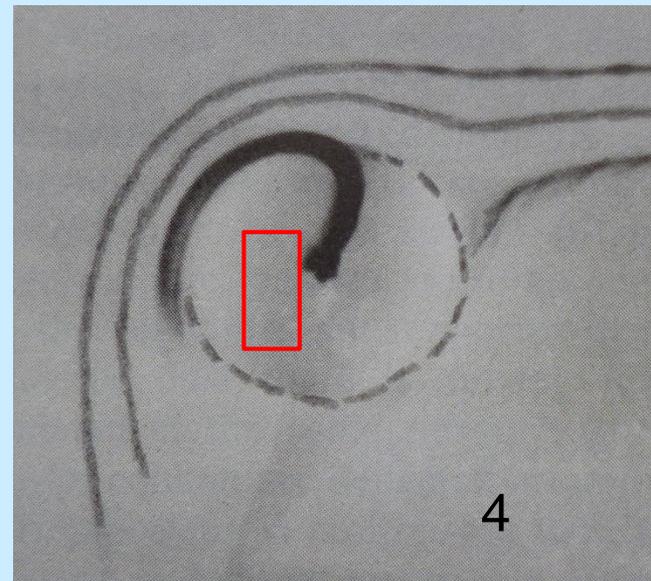
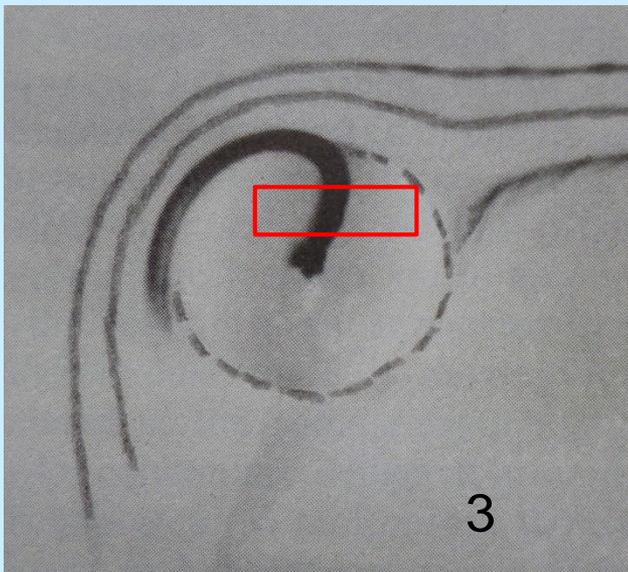
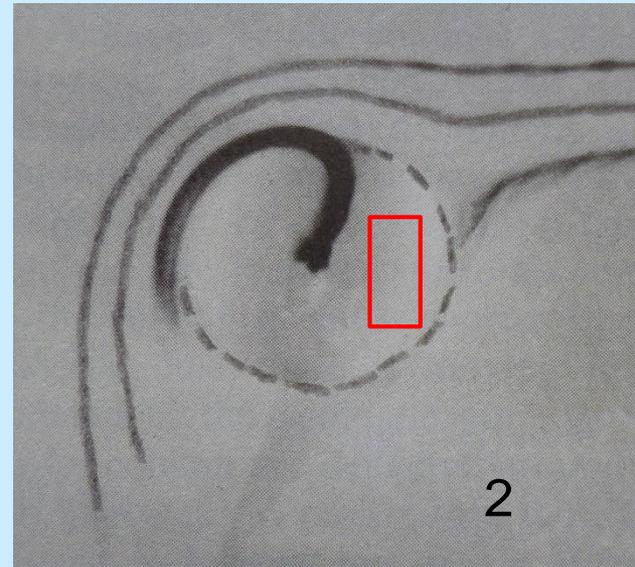
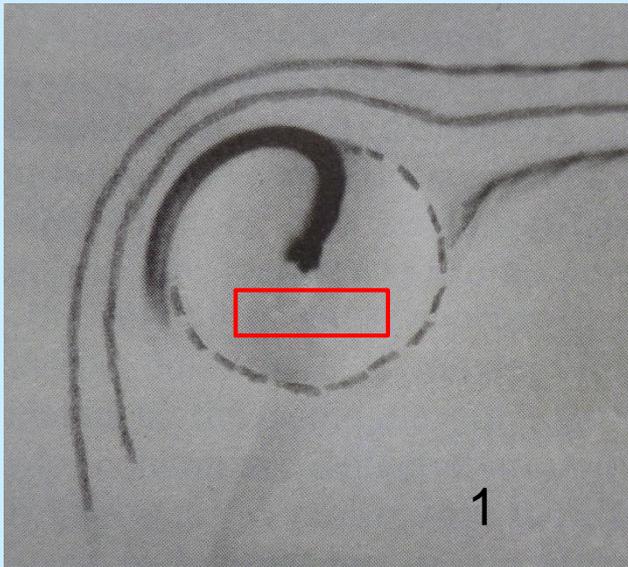
Laborexperiment im rotierenden Wassertank von C. W. Titman
Rotationsrichtung: zyklonal (gegen den Uhrzeigersinn)

Quelle: Tritton: Physical Fluid Dynamics, 1988



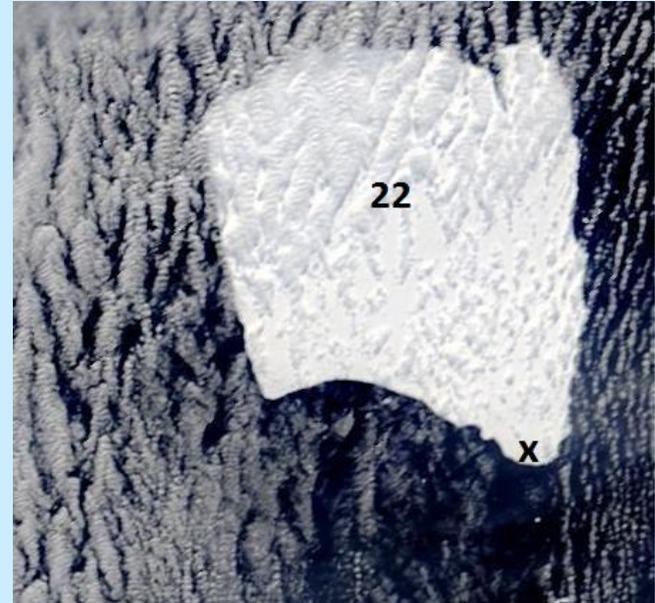
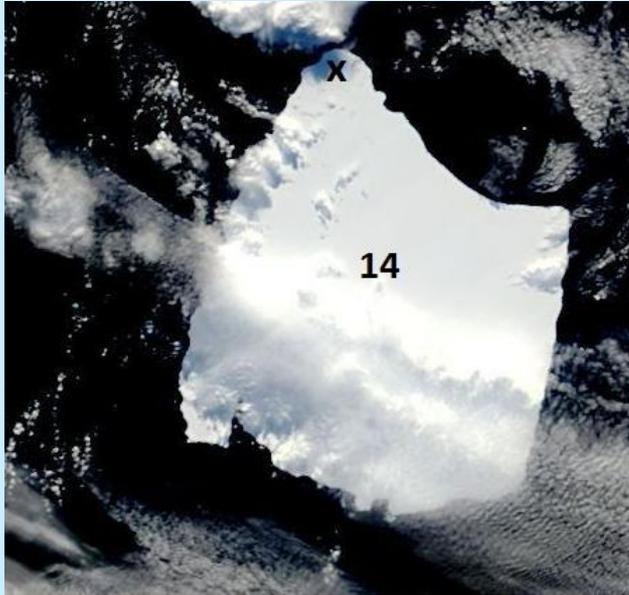
Drift eines schwimmenden Körpers auf der Wasseroberfläche

Drift eines schwimmenden Körpers in der Taylor-Säule



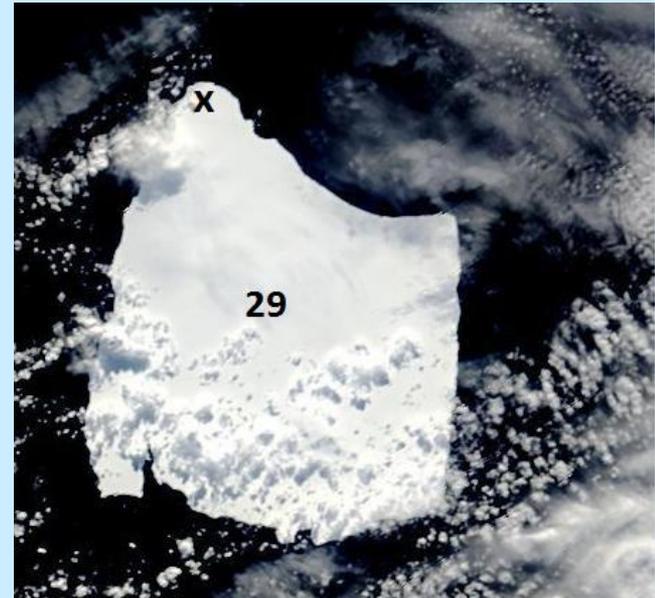
100 km

September 2024



NASA

100 km



Vorhersage der Taylor-Säule durch Theorie von J. Proudman (1916) und G.I. Taylor (1917)

(Herleitung aus der dreidimensionalen Vorticitygleichung)

$\mathbf{V}(x,y,z) = \mathbf{V}_h + \mathbf{w}$ Geschwindigkeitsfeld

Ω Vektor der Systemrotation (in z-Richtung)

$\Omega = 2\pi/T$, T = Periode der Systemrotation

Taylor-Proudman Theorem:

In **sehr stark rotierenden** reibungsfreien Fluiden mit konstanter Dichte gilt:

$$2\Omega \, d\mathbf{V}(x,y,z)/dz = 0 \quad (\text{Kurzform der Vorticity-Gleichung})$$

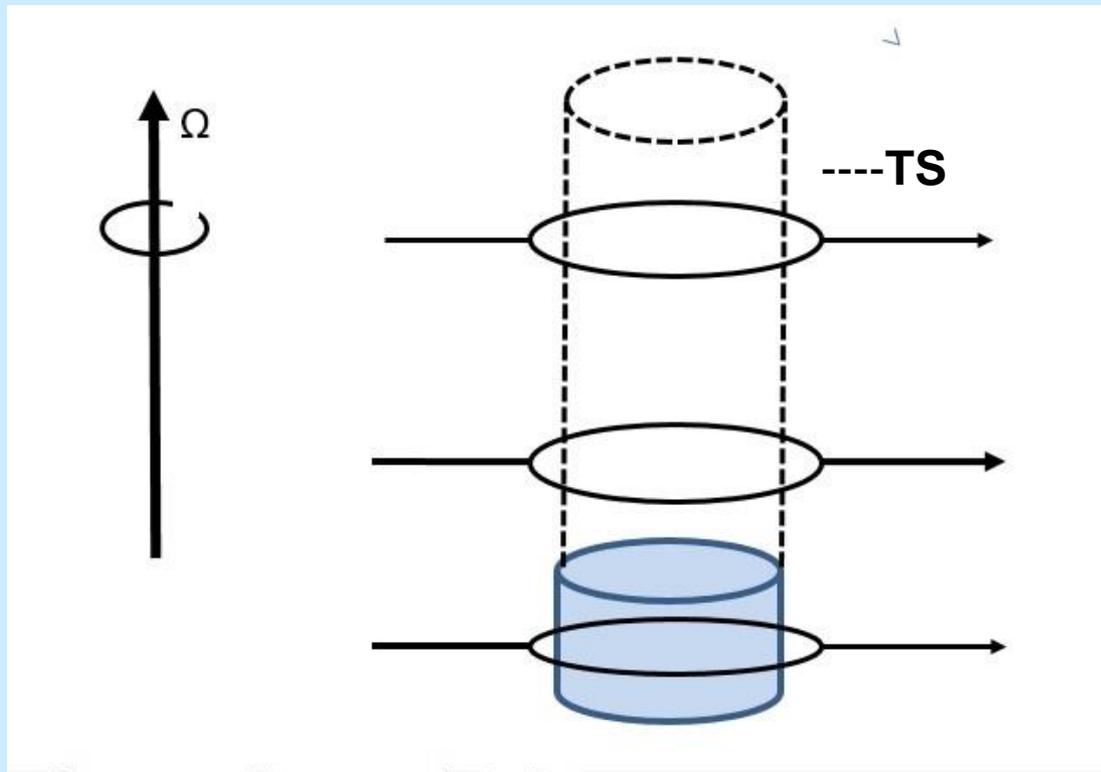
oder: $d\mathbf{V}_h/dz + d\mathbf{w}/dz = 0$

(in der Meteorologie: barotrope Strömung)

Konsequenz aus dem Taylor-Proudman-Theorem:

Am unteren festen Rand gilt: $w = 0$ und somit wegen $dw/dz = 0$:
 $w = 0$ in der gesamten Strömung. **Strömung rein horizontal.**

Praktisches Beispiel: Taylor-Säule als **virtuelles** Strömungshindernis



Was bedeutet „sehr starke Rotation“?

Maß für die relative Wirkung der Rotation über die Corioliskraft auf das Strömungsverhalten: **Rossby-Zahl** (Ro):

$Ro = \text{Trägheitskraft/Corioliskraft}$

Skalenanalyse: D : typischer Durchmesser des Strömungsphänomens

U : typische Geschwindigkeit

f : Coriolisparameter ($= 2\Omega$, $\Omega = \text{Winkelgeschwindigkeit}$)

$$Ro = U/(fD)$$

$Ro \gg 1$: Corioliskraft hat keinen Einfluss auf die Strömung

$Ro = 1$: Corioliskraft in der gleichen Größenordnung wie die Trägheitskraft

$Ro \ll 1$: Corioliskraft dominiert die Strömung

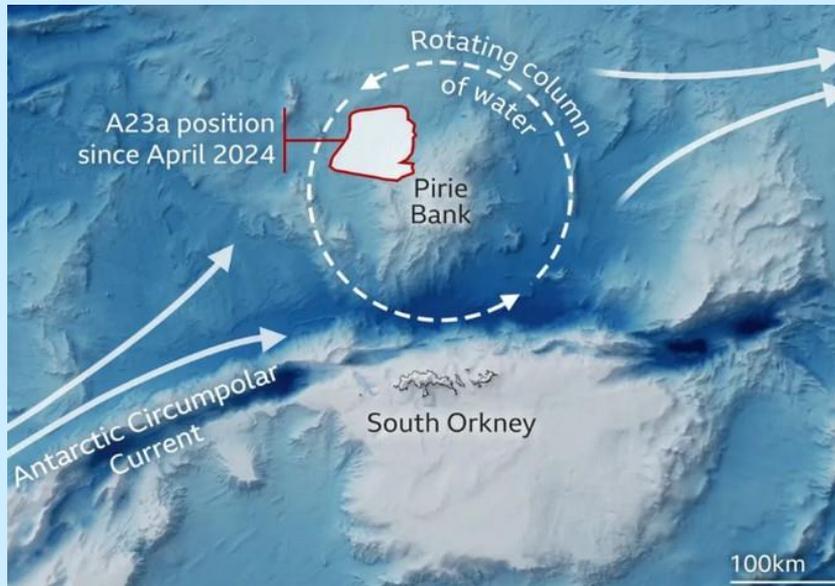
$Ro \approx 0$: Taylor-Proudman Theorem

Beispiele: ($f = 1/10^4 \text{ 1/s}$)

Tiefdruckgebiet: $U = 10 \text{ m/s}$, $D = 1000 \text{ km}$, $Ro = 0,1$

Staubteufel: $U = 10 \text{ m/s}$, $D = 100 \text{ m}$, $Ro = 10$

War der Ozeanwirbel oberhalb des Pirie-Bank-Seamount der obere Teil einer Taylor-Säule?



Abschätzung der Rossby-Zahl:

$$D = 100 \text{ km}, U = 0,1 \text{ m/s}, f = 10^{-4} \text{ s}^{-1} : Ro = 0,01 \text{ Taylor-Säule}$$

Taylor-Säulen sind im Ozean keine Seltenheit, siehe z.B.:

[Meredith, M. P. et al. \(2015\): Circulation, retention, and mixing of waters within the Weddell-Scotia Confluence, Southern Ocean: The role of stratified Taylor columns. Journal of Geophysical Research: Oceans, 110, 547-562.](#)

Gibt es Taylor-Säulen in der Atmosphäre?

Analogon: Umströmung einer Insel

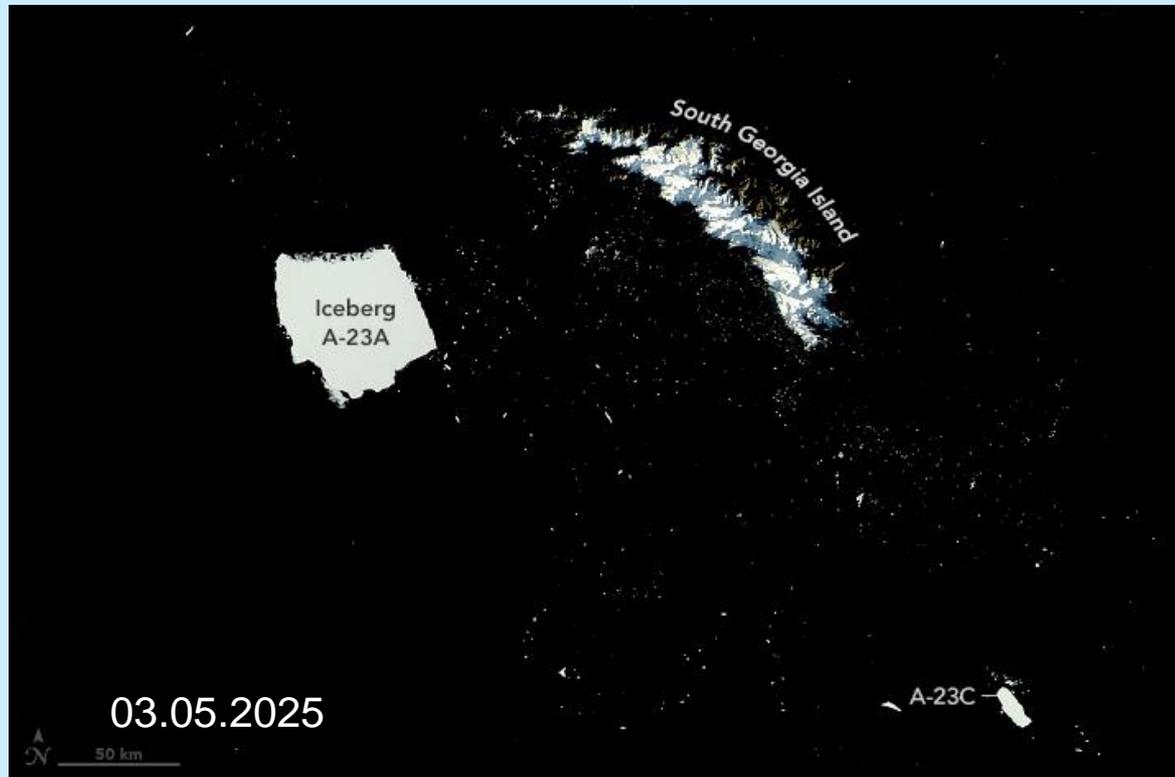


Karman'sche Wirbelstrasse: in ihrer Vertikalerstreckung auf die Inselhöhe beschränkt.

$U = 5\text{m/s}$, $D = 50\text{ km}$: $Ro = 1$: keine Taylor-Säule

Tägliche Beobachtung von A23a auf NASA Worldview

<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>



Antarctic Iceberg Report

Legend: New Iceberg: ■ Iceberg too small tracking: ■

Iceberg	Length (NM)	Width (NM)	Latitude	Longitude	Area (sqNM)	Last Update
A23A	40	32	054° 47' 57.27" S	039° 02' 54.26" W	903.88	05/22/2025
A23C	11	4	054° 03' 55.36" S	034° 12' 54.00" W	37.75	05/22/2025

(Fast) alles über Eisbergdrift im Bereich der Antarktis

Journal of Geophysical Research: Oceans

RESEARCH ARTICLE

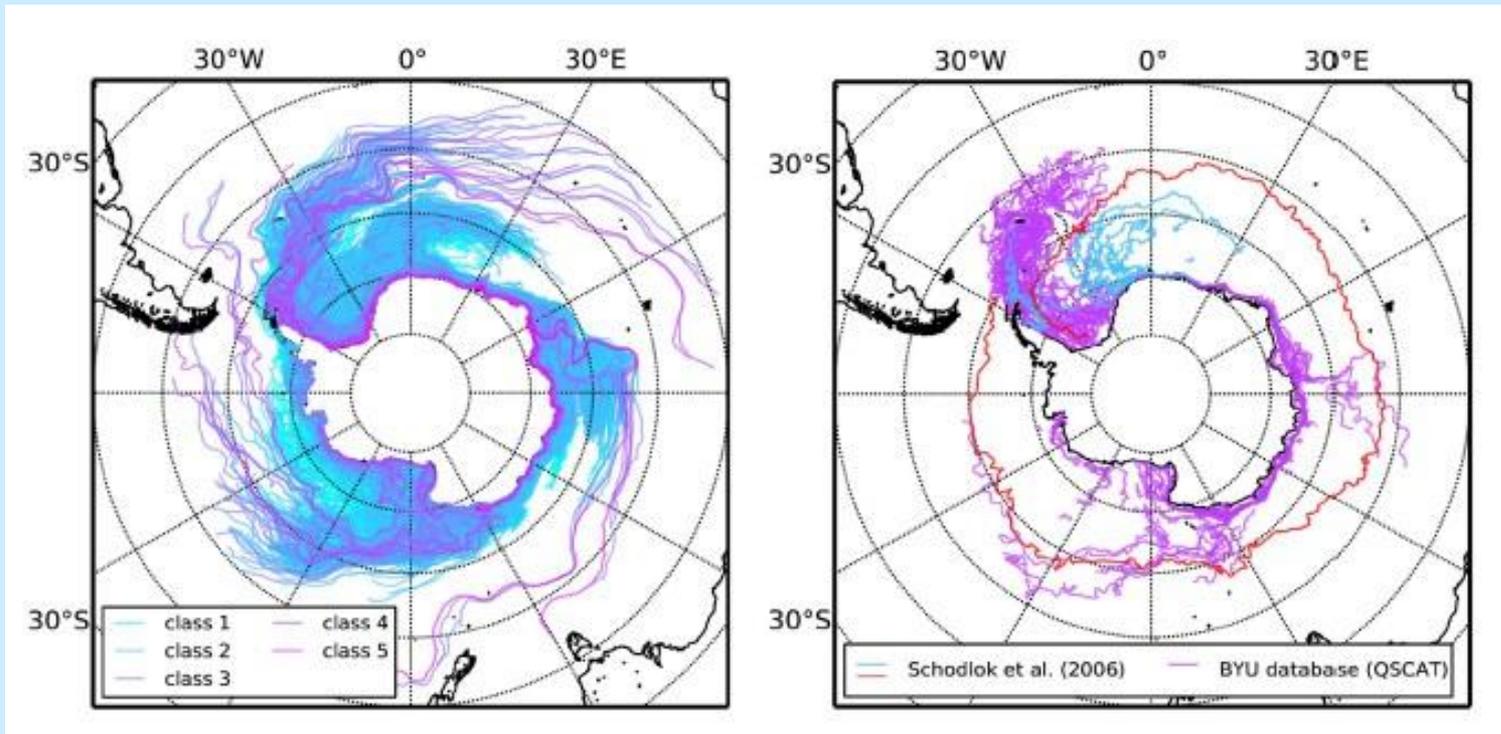
10.1002/2016JC012513

A simulation of small to giant Antarctic iceberg evolution: Differential impact on climatology estimates

Key Points:

- Initialization with observed iceberg positions and a realistic size

Thomas Rackow¹, Christine Wesche¹, Ralph Timmermann¹, Hartmut H. Hellmer¹, Stephan Juricke², and Thomas Jung^{1,3}



Simulationen

Beobachtungen