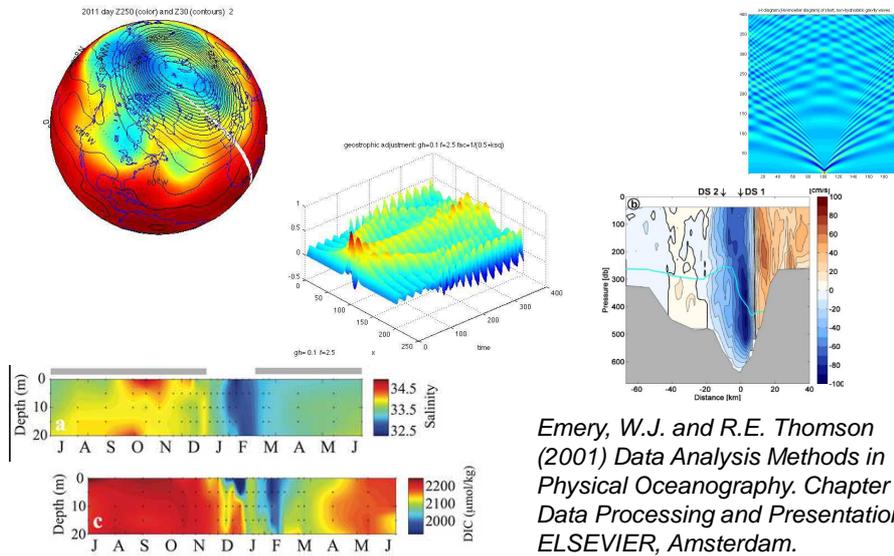
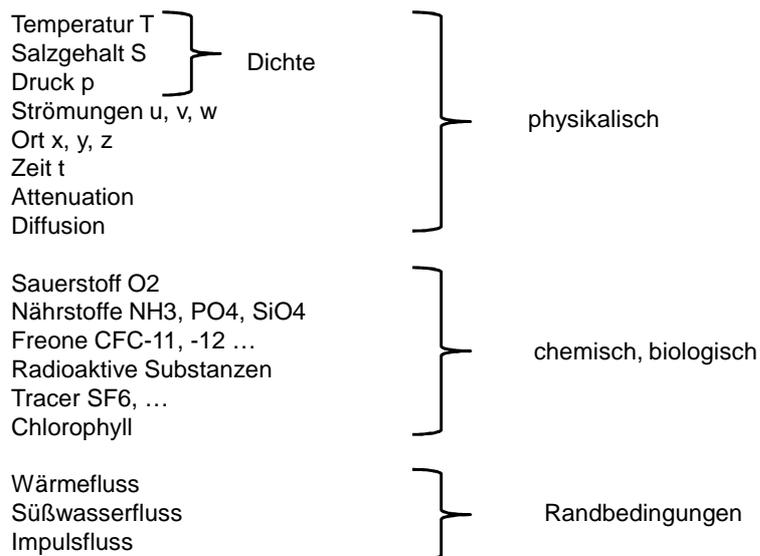


## 04 – Darstellung von Messdaten



Emery, W.J. and R.E. Thomson  
(2001) *Data Analysis Methods in  
Physical Oceanography. Chapter 2:  
Data Processing and Presentation.*  
ELSEVIER, Amsterdam.

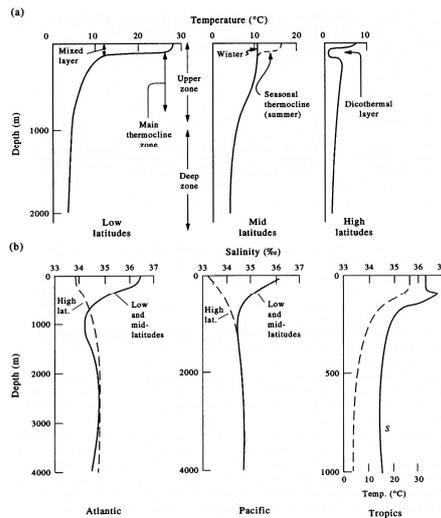
## Messgrößen



## Messgrößen

Skalare:	$\Theta(x, y, z, t)$	z.B. Temperatur, Druck, Tracer
Vektoren	$\vec{\Theta}(x, y, z, t)$	z.B. Strömungen
Tensoren	$E(x, y, z, t)$	z.B. Stress
		Komponenten (Skalare)
		z.B. Ost-West-Strömung
		z.B. Oberflächen-Windstress

## Profile $\Theta = f(z)$

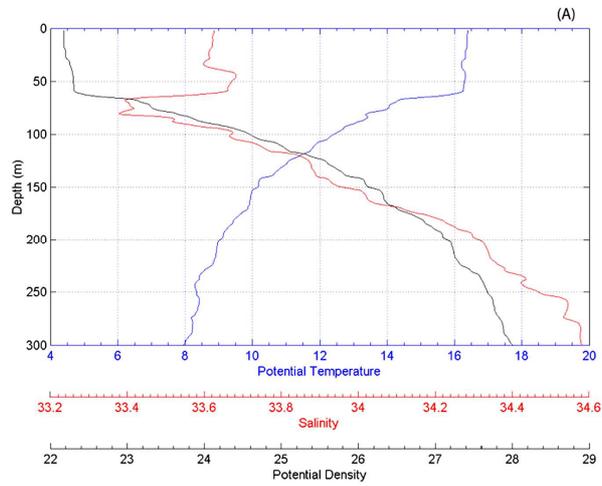


### Graphical presentation of oceanic data

From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

Figure 2.2. Vertical profiles. (a) Temperature profiles for tropical (low) latitudes, mid-latitudes, and polar (high) latitudes in the Pacific Ocean. (b) Salinity profiles for the Atlantic, Pacific and tropical oceans for different latitudes. The diathermal layer in (a) is formed from intense winter cooling followed by summer warming to shallower depths. Both salinity (solid line) and temperature (dashed line) are plotted for the tropics in (b). (From Pickard and Emery, 1992.)

## Profile $\Theta = f(z)$



Vertical profiles of temperature, salinity, and density in offshore waters. Temperature is in  $^{\circ}\text{C}$  and density ( $\sigma$ ) is in  $\text{kg m}^{-3}$ .

From Jeronimo and Gomez-Valdes, 2010 (JGR).

## Profile – Zeitserien $\Theta = f(z, t_i)$

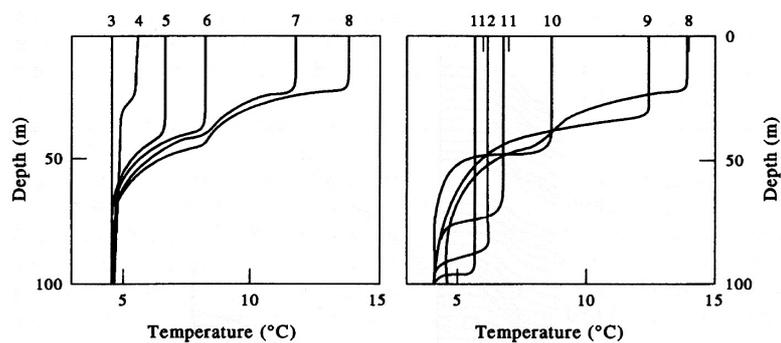


Figure 2.8. Time series of monthly mean profiles of upper ocean temperature at Ocean Weather Station "P", northeast Pacific ( $50^{\circ}\text{N}$ ,  $145^{\circ}\text{W}$ ). Numbers denote the months of the year. (From Pickard and Emery, 1992.)

From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

## Profile – Wasserfall Plots $\Theta = f(z, t_i)$

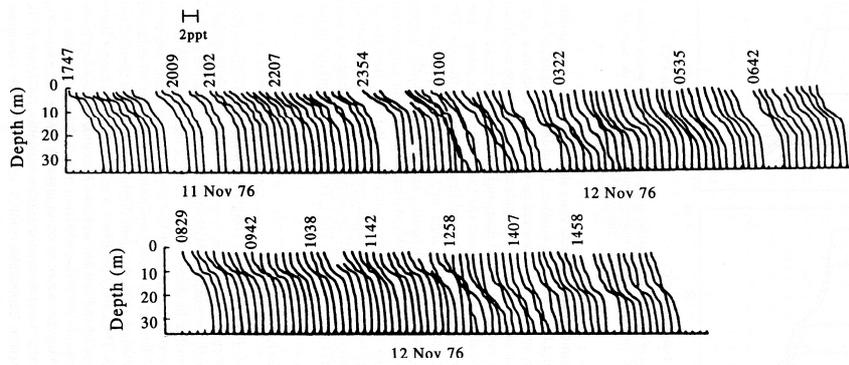
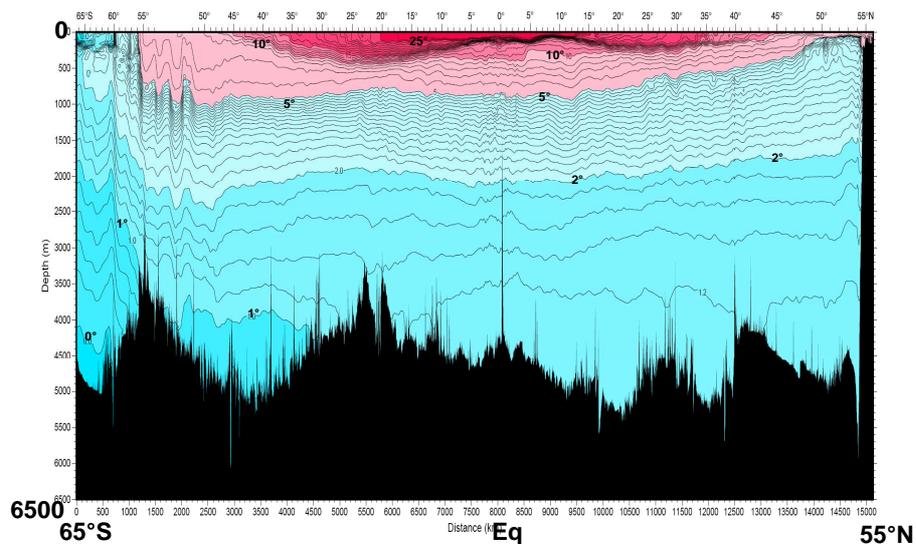


Figure 2.7. Time series of salinity profiles ("waterfall plot") taken in a highly stratified fjord. The effects of large internal waves can be seen around 0100 and 1300 on 12 November. (From Farmer and Smith, 1980.)

From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

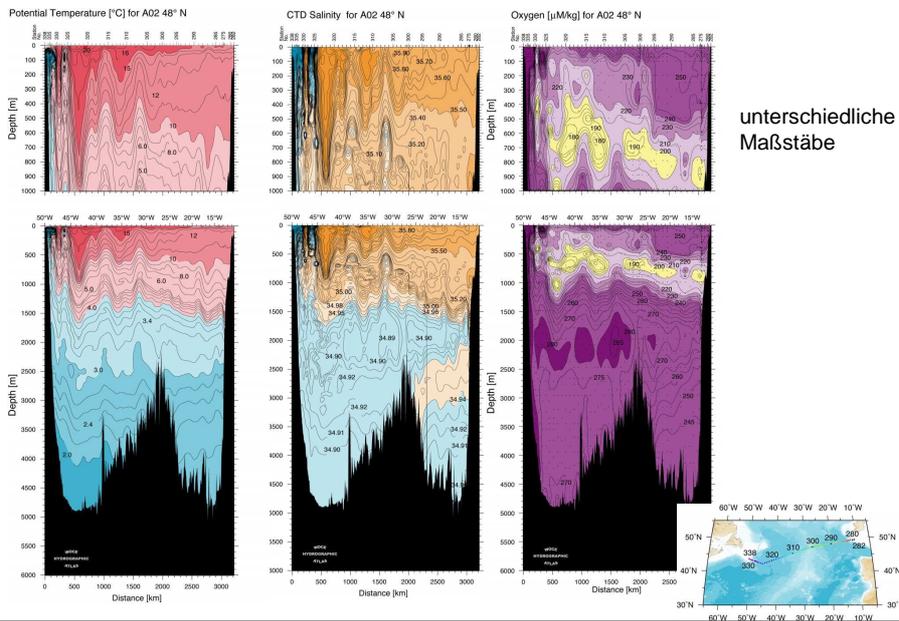
## Schnitte $\Theta = f(x, z)$

### Temperature distribution along 135°W, Pacific Ocean

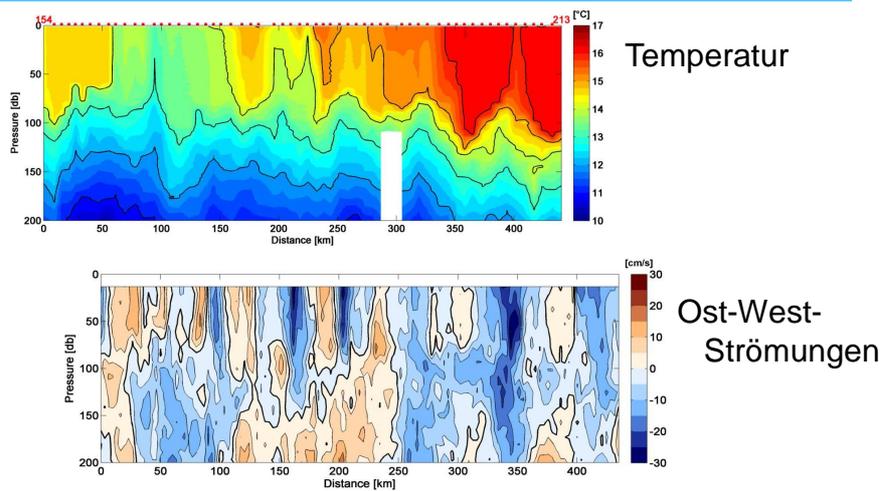


WOCE Atlas Volume 2: Pacific Ocean, [http://www-pord.ucsd.edu/whp\\_atlas/](http://www-pord.ucsd.edu/whp_atlas/)

## Schnitte $\Theta = f(x, z)$

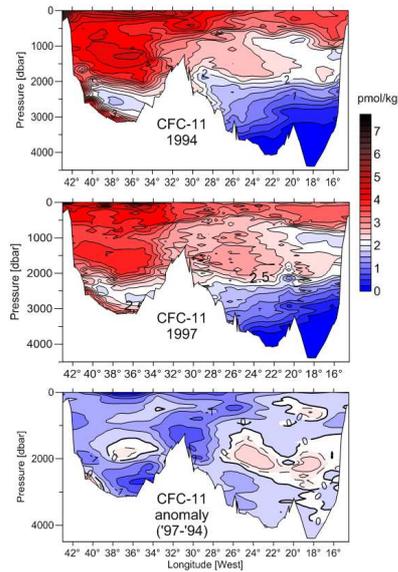


## Schnitte $\Theta = f(x, z)$



METEOR M99 August 2013. Küstenparalleler Schnitt vor Namibia

## Schnitte $\Theta = f(x, z)$

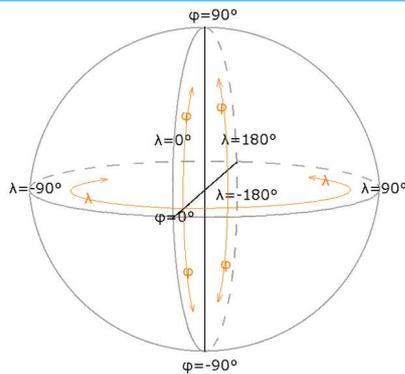


Freon (CFC-11) Konzentration auf einem Schnitt im Nordatlantik von der Südspitze Grönlands nach Irland.

Vergleich der Daten von 1994 und 1997.

(Femke de Jong, 2010)

## Geographische Koordinaten



Breitengrade  
engl. latitude  
von 0 Grad (Äquator)  
bis 90 Grad N und 90 Grad S

Längengrade  
engl. longitude  
von 0 Grad (Nullmeridian)  
bis 180 Grad W und 180 Grad O

Gradnetz der Erde = gedachtes Koordinatensystem, dessen Längen- und Breitenkreise sich rechtwinklig schneiden.

Breitenminute: entspricht einer Strecke von ca. 1.852 m, definiert die Länge einer Seemeile

Längenminute: beträgt am Äquator ebenfalls 1.852 m, nimmt aber zum Pol hin bis auf Null ab -> *breitenabhängig*

Innerhalb Europas liegt die Strecke zwischen 1 km und 1,5 km

## Kartenprojektionen

---

Die Erde ist ein dreidimensionaler Körper.

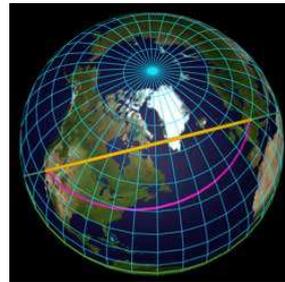
Transformation von 3-dimensionalen geographischen in 2-dimensionale Koordinaten = Kartenprojektion

- **Azimutale** Abbildungen
- **Zylindrische** Abbildungen
- **Konische** Abbildungen



winkeltreu

Die „pinke Strecke“ ist ca. 1000 km länger als die „gelbe Strecke“

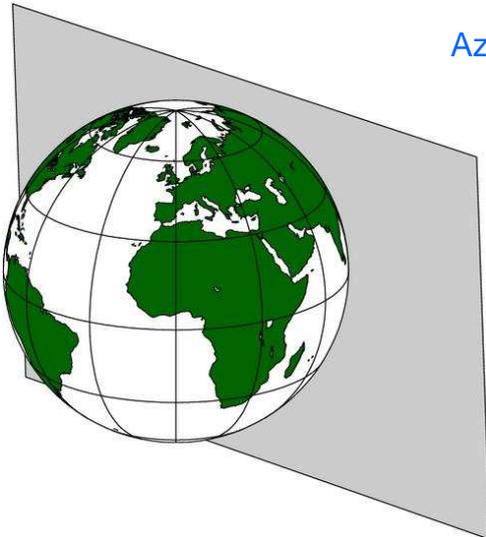


längentreu

## Kartenprojektionen

---

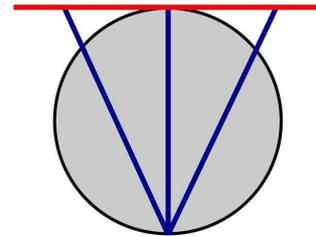
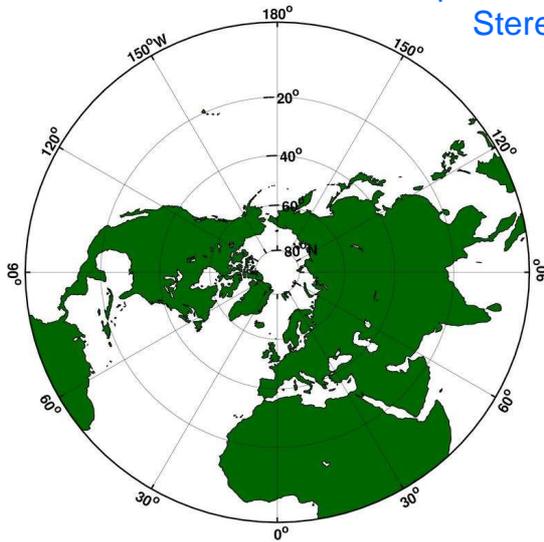
### Azimutale Abbildungen:



Die Kartenebene wird als Tangente an die Erdfigur angelegt, ähnlich einer Lichtquelle, die durch den Globus scheint und die Schatten der Längen- und Breitenkreise auf die Kartenebene projiziert.

## Kartenprojektionen

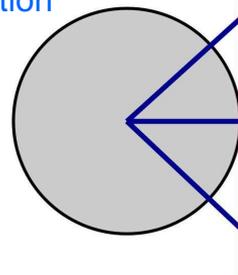
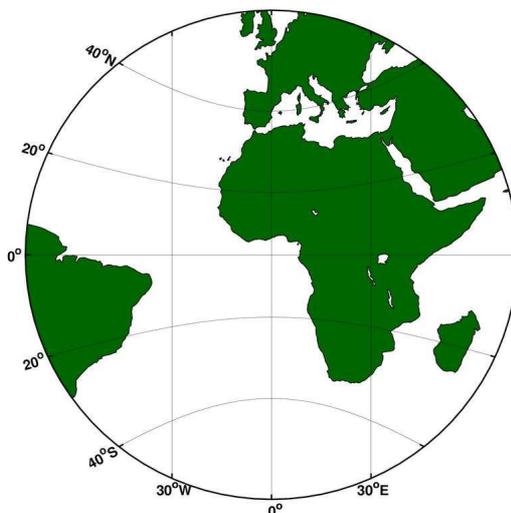
### Beispiel für azimutale Abbildungen: Stereographische Projektion



- winkeltreu
- Perspektivpunkt gegenüber dem Projektionszentrum

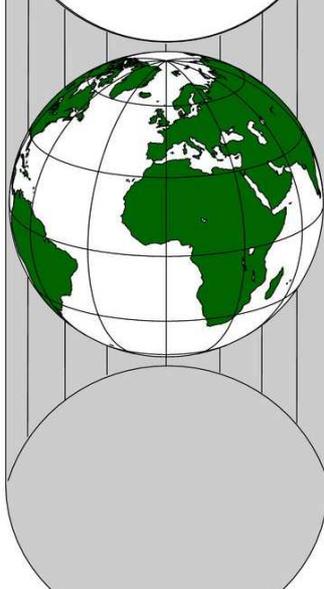
## Kartenprojektionen

### Beispiel für azimuthale Abbildungen: Gnomonische Projektion



- Perspektivpunkt am Erdmittelpunkt
- weder winkel- noch flächentreu

## Kartenprojektionen



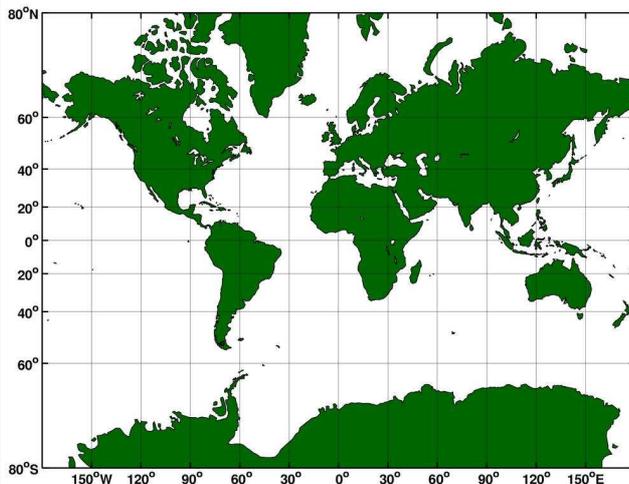
### Zylindrische Abbildungen

Die Kartenebene wird am Äquator um den Globus gelegt, so dass ein Zylinder entsteht.

Meridiane und Breitenkreise sind so auf die Ebene projiziert, dass beim 'Abwickeln' ein rechtwinkliges Netz paralleler Geraden entsteht.

## Kartenprojektionen

### Beispiel für zylindrische Abbildungen: Mercator-Projektion



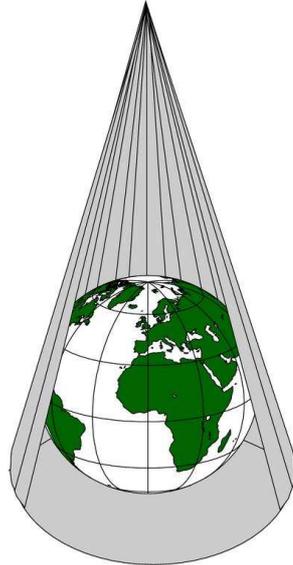
Winkeltreu

Breitenkreisabstände nehmen vom Äquator weg proportional zum Maßstab ständig zu

**In der Seefahrt genutzte Projektion!**

## Kartenprojektionen

---



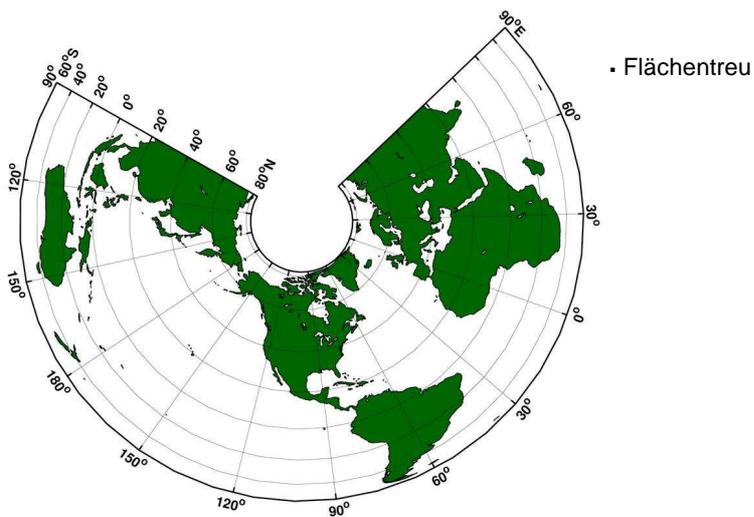
### Konische Abbildungen

Über den Globus wird ein Kegel gelegt und dieser in die Ebene abgerollt.

## Kartenprojektionen

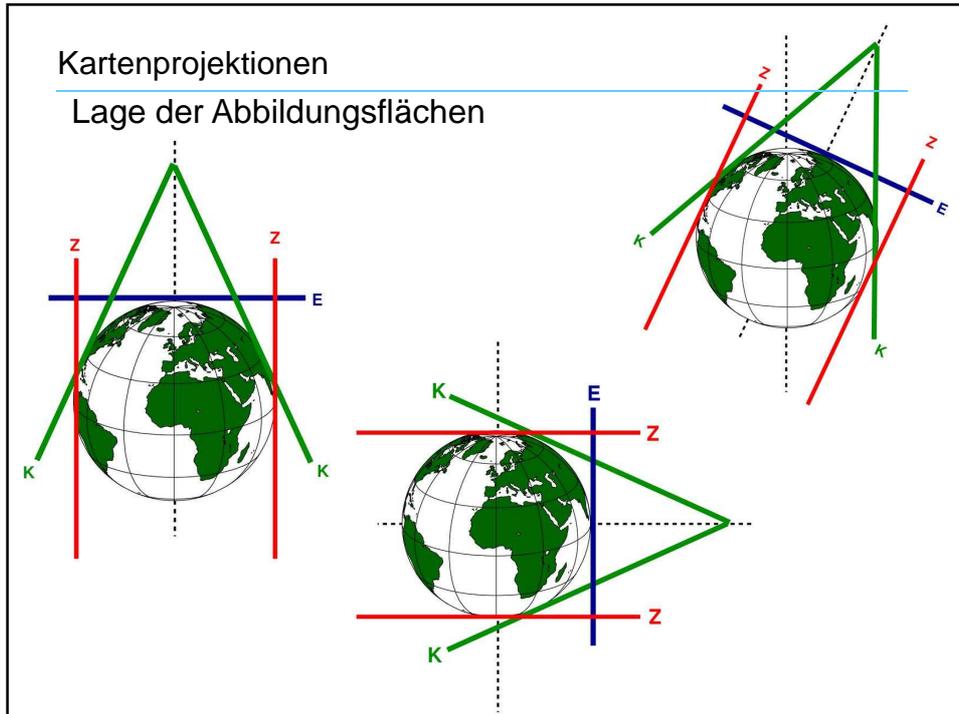
---

### Beispiel für konische Abbildungen: Albers -Projektion



## Kartenprojektionen

### Lage der Abbildungsflächen



## Kartenprojektionen

### Winkeltreue (konforme) Projektionen

- Von einem Punkt aus ist der Maßstab in alle Richtungen gleich. Die Meridiane und Breitenkreise schneiden sich im rechten Winkel. Da der Maßstab örtlich der gleiche ist, bleibt auch die Form der Flächen erhalten. Außerdem bleiben die Winkel zwischen den Linien unverändert.

### Flächentreue (äquivalente) Projektionen

- Die Flächengröße bleibt erhalten, Maßstab, Form und Winkel werden verzerrt. Meridiane und Breitenkreise schneiden sich nicht im rechten Winkel. Bei kleineren Flächen ist die Verzerrung der Form nicht so bedeutend, so dass der Unterschied zu winkeltreuen Projektionen dann schwer erkennbar ist.

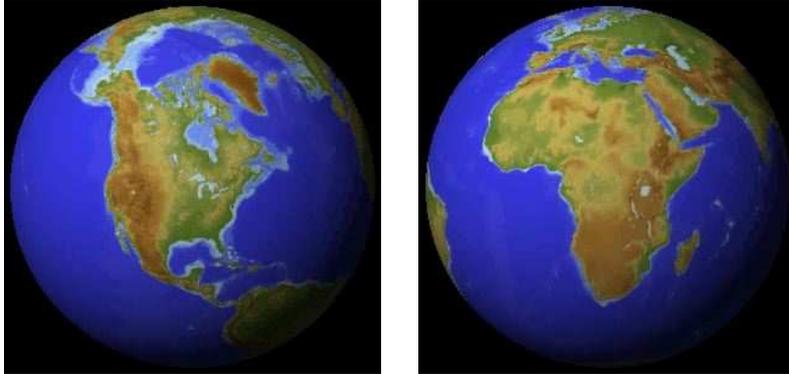
### Äquidistante Projektionen

- Die Entfernung zwischen zwei Punkten auf der Karte bleibt unverzerrt.

Keine Projektion kann/ist alles ... !!!

## Kartenprojektionen

---

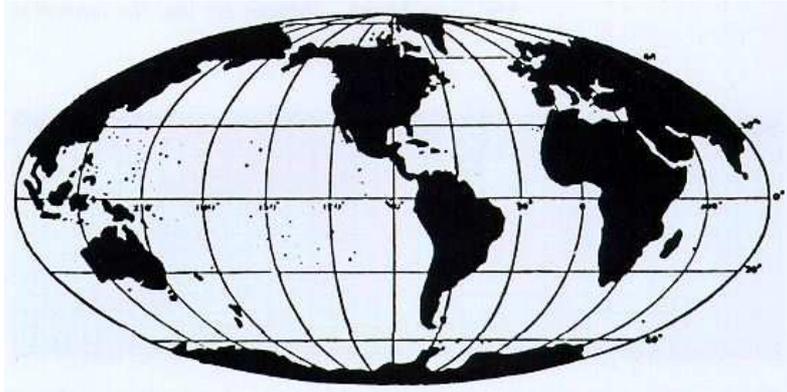


### Satelliten Bilder – “Fotographische Ansicht”

Nordamerika hat 80 % der Fläche von Afrika  
Grönland hat 2/3 der Fläche der Arabischen Halbinsel

## Kartenprojektionen

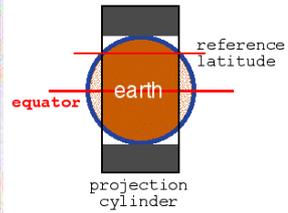
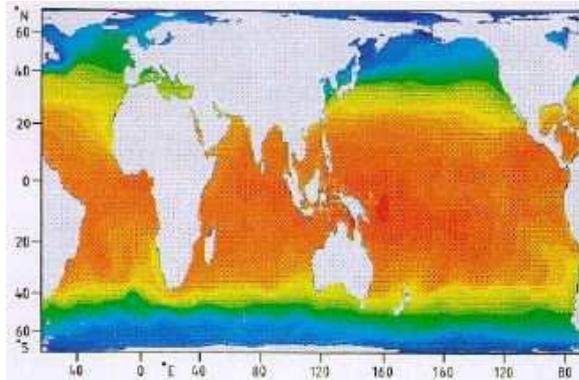
---



### Mollweide-Projektion (flächentreu)

Die Kontinente werden in den richtigen Größenverhältnissen zueinander dargestellt. Das Koordinatensystem (Längen- und Breitengrade) ist gebogen.  
Nicht winkeltreu!

## Kartenprojektionen

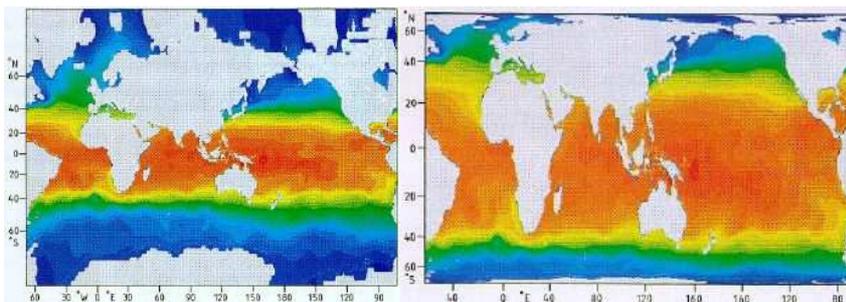


### Gall-Peters-Projektion (flächentreu)

Zylindrische, flächentreue Projektion

Referenz-Breite 45 ° N/S: Alle Punkte werden nach außen/innen auf den Zylinder projiziert. Die Form der Kontinente wird verzerrt.

## Kartenprojektionen



Mercator (winkeltreu)

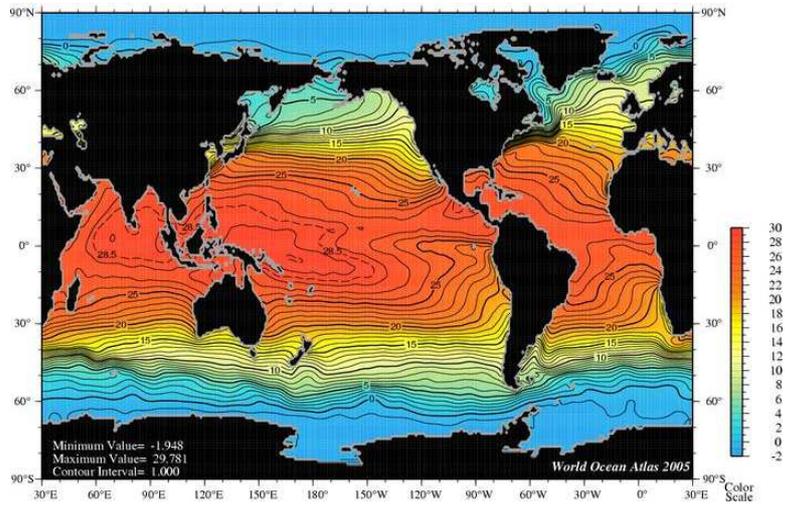
Gall-Peters (flächentreu)

Die Karten zeigen die gleichen Informationen (mittlere Oberflächentemperatur) !

Die Tropen (zwischen 30 ° N und 30 ° S) nehmen die Hälfte der Erdoberfläche ein!

Karten  $\Theta = f(x,y,z_0)$

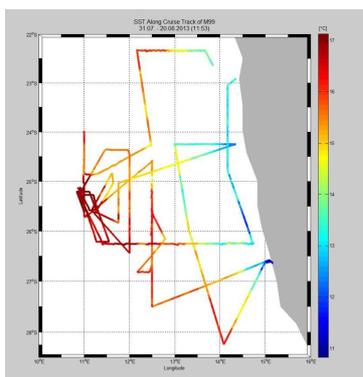
Mittlere Oberflächentemperatur(SST)



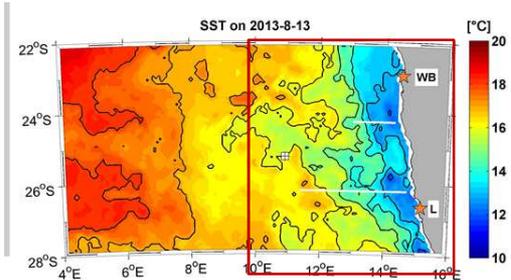
[http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr\\_woa05.html](http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr_woa05.html)

Karten  $\Theta = f(x,y,z_0)$

Oberflächentemperatur(SST) während METEOR M99



Aus Schiffsmessungen mit dem  
Thermosalinographen



Aus Strahlungsmessungen  
vom Satelliten aus

## Tracer – Tracer Diagramm $\Theta_1 = f(\Theta_2)$

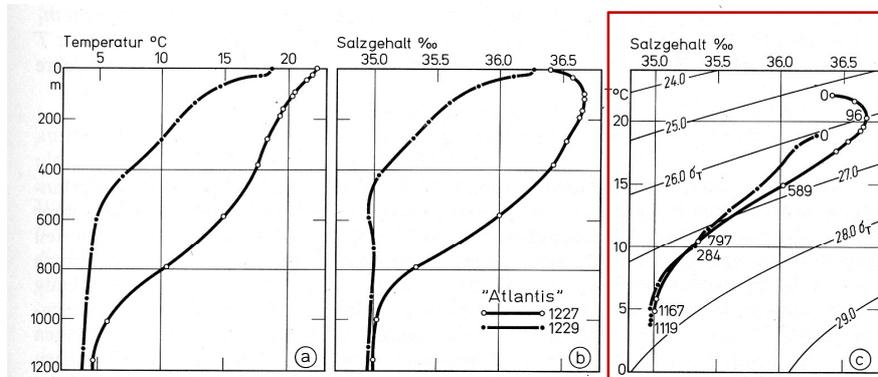
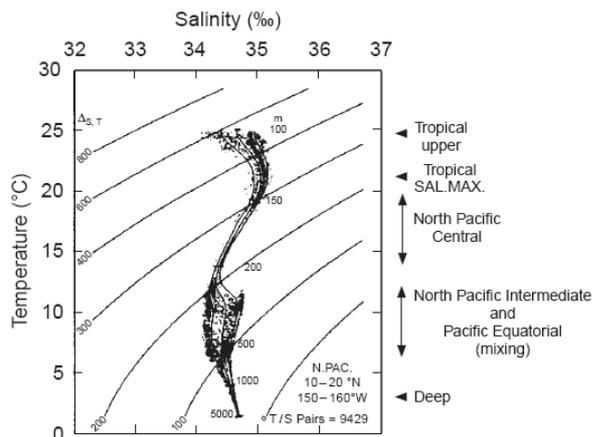


Abb. 5.16. Beziehung zwischen Temperatur und Salzgehalt auf den beiden benachbarten Stationen „Atlantis“ 1227 und 1229 im Golfstrom östlich von Kap Hatteras. Stationslage s. Abb. 10.42. a) Vertikale Temperaturverteilung; b) vertikale Salzgehaltsverteilung; c) TS-Beziehung. Ziffern an den Meßpunkten: Meßtiefen in m.

*Dietrich et al., 1975*

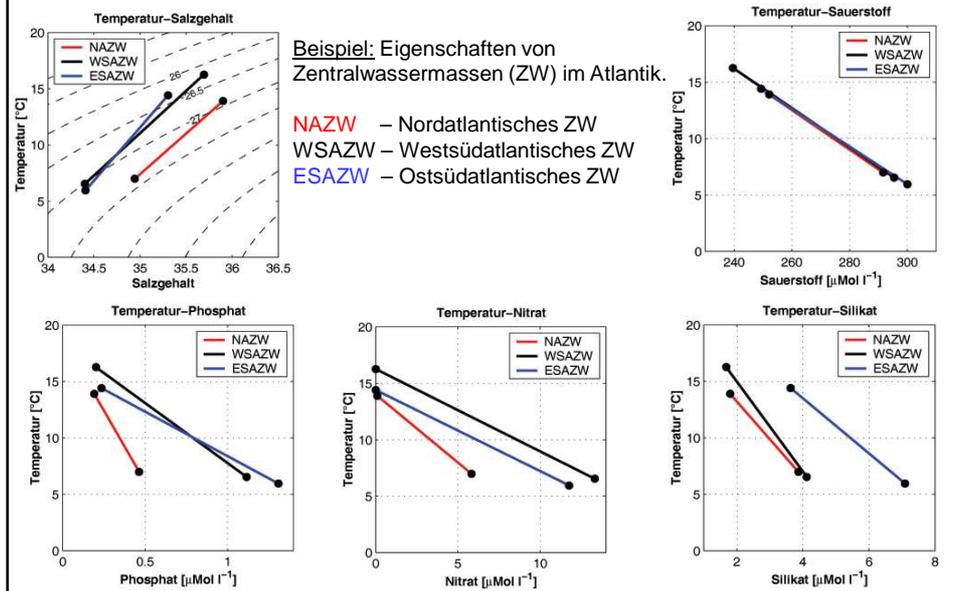
## Temperatur-Salzgehalts - Diagramm



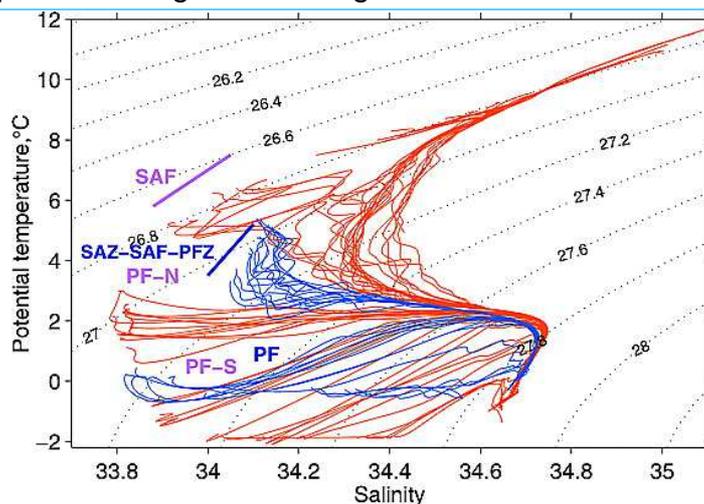
**Figure 1** Example of TS 'scatter plot' for all data within a  $10^\circ$  square with mean TS curve (centre line) and curves for one standard deviation in salinity on either side. ( $1\text{‰} \doteq 1 \text{ PSU}$ .)

*From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier*

## Tracer - Tracer – Diagramme $\Theta_i = f(\Theta_j)$



## Temperatur-Salzgehalts - Diagramm



The potential temperature (°C) versus salinity relationship for the Drake Passage region (blue curves) and WOCE SR3 section south of Australia (red curves). Voids in – S space correspond to fronts across which water mass properties change.

From Sokolov et al., 2004 (JGR)

## TS –Diagramm volumetrisch

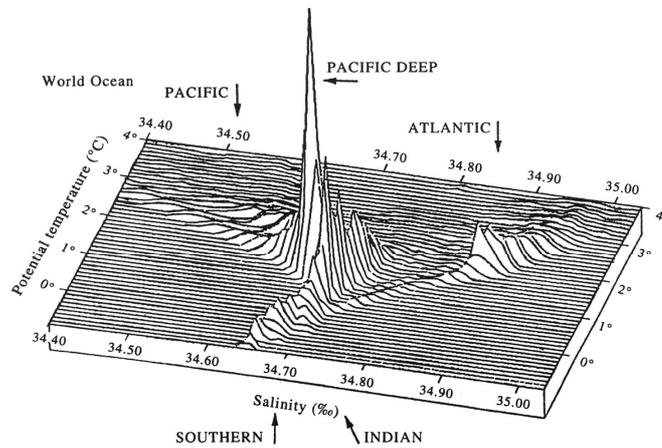


Figure 2.18. Three-dimensional volumetric TS diagram for the deep waters of the world ocean. The distinct peak corresponds to common deep water which fills most of the deeper parts of the Pacific. (From Pickard and Emery, 1992.)

From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

## TS-Diagramm Zeitserien $S = f(T, t)$

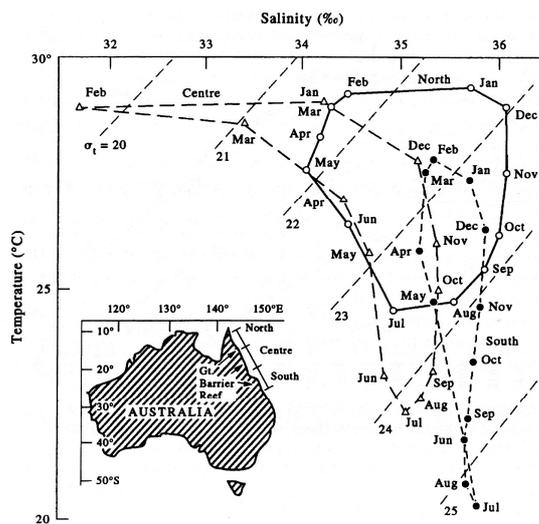
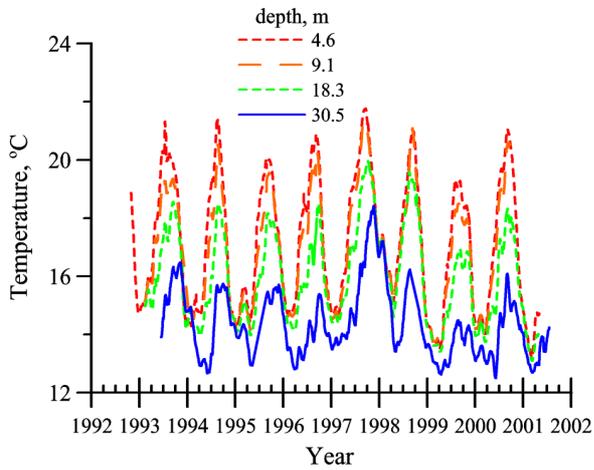


Figure 2.16. Monthly mean temperature-salinity pairs for surface water samples over a year in the lagoon waters of the Great Barrier Reef. (From Pickard and Emery, 1992.)

From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

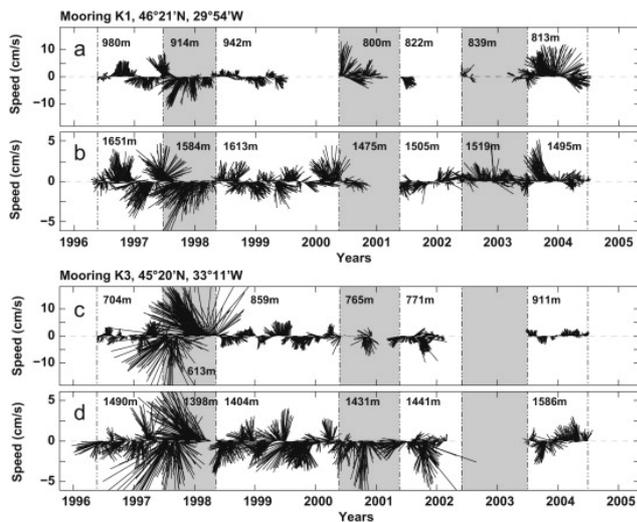
### Zeitserien $\Theta = f(z, t_i)$



Smoothed thermograph data for four depths near California.

*From Gelpi and Norris, 2008 (JGR)*

### Vector plots



Temporal evolution of current velocity vectors in the ULSW and in the deep LSW range. Northward velocities are positive. Gray and white backgrounds denote the different deployment periods.

*From Kieke et al., 2009 (Deep Sea Res. I)*

## Skalar – Vektor Kombination

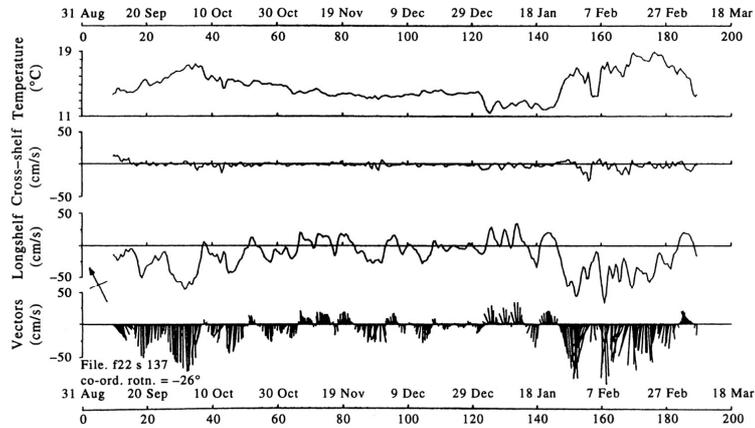
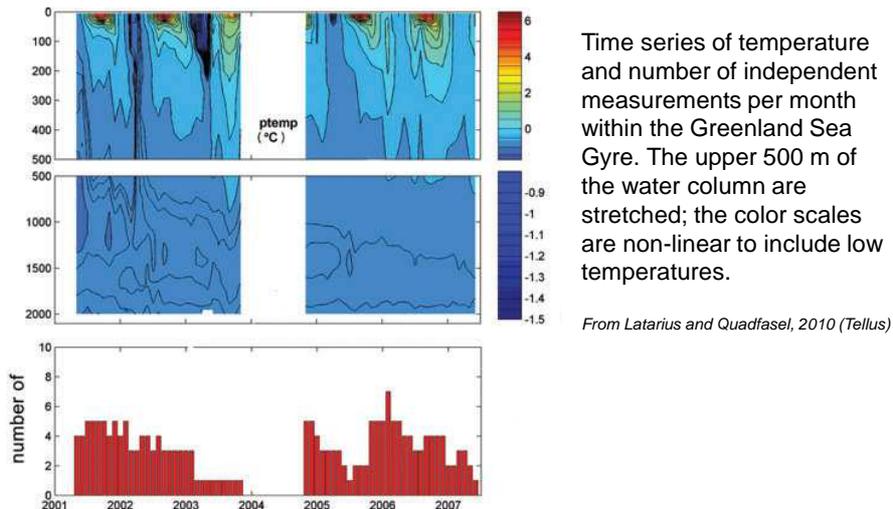
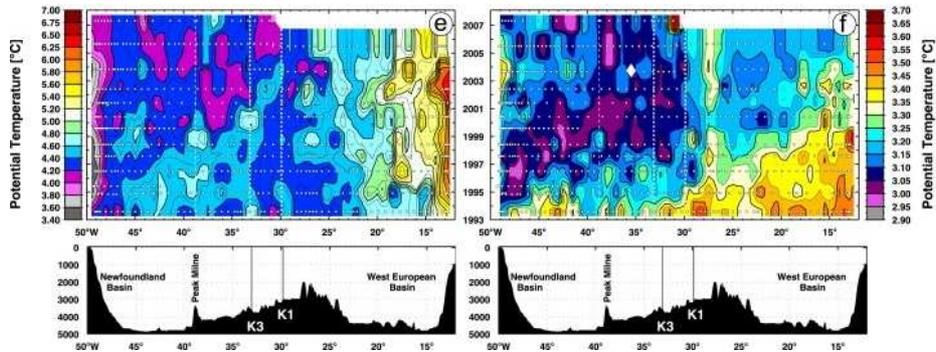


Figure 2.19. Time series of the low-pass filtered  $u$  (cross-shelf,  $x$ ) and  $v$  (longshelf,  $y$ ) components of velocity together with the simultaneously collected values of temperature ( $T$ ) for the east coast of Australia immediately south of Sydney, 31 August, 1983 to 18 March, 1984. The axes for the stick vectors are rotated by  $-26^\circ$  from North so that “up” is in the alongshore direction. The current meter was at 137 m depth in a total water depth of 212 m. Time in Julian days as well as calendar days. (Freeland et al., 1985.)

## Time-depth series $\Theta = f(z, t_i)$



## Hovmöller Diagramm $\Theta = f(x, t_i)$

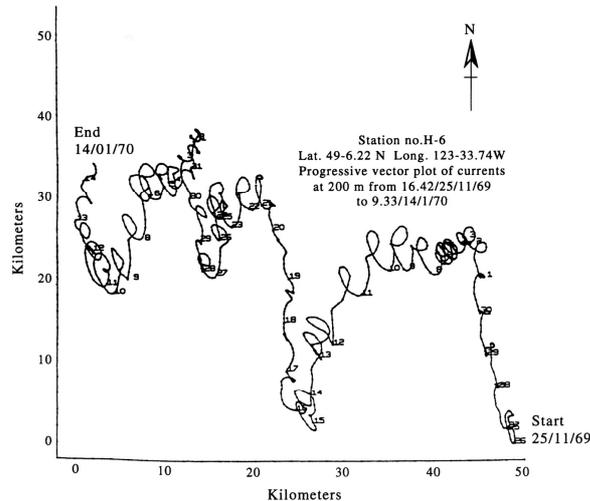


Time distribution of potential temperature [°C] for two different modes of Labrador Sea Water.

Left column: Upper LSW (density range:  $\sigma_{\theta} = 27.68 \text{ kg/m}^3 - \sigma_{1.5} = 34.62 \text{ kg/m}^3$ ), right column: deep LSW (density range:  $\sigma_{1.5} = 34.62 - 34.72 \text{ kg/m}^3$ ). Data are displayed along the A2/AR19 line (43–48°N) for the period 1993–2007. White dots denote station positions. Note the changing and non-linear color scales.

From Kieke et al., 2009 (Deep Sea Res. I)

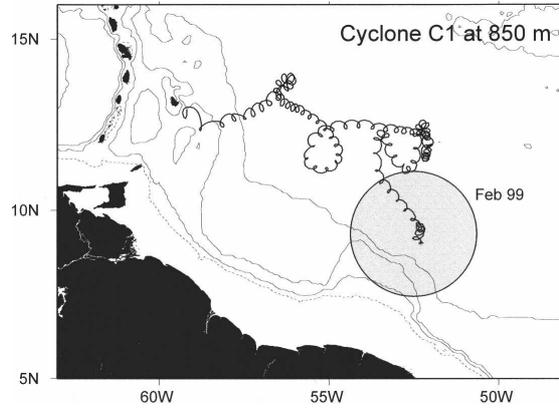
## Progressives Vektor Diagramm



From Emery and Thomson, 2001: „Data Analysis Methods in Physical Oceanography“, Elsevier

Figure 2.5. Progressive vector diagram (PVD) constructed from the east–west and north–south components of velocity for currents measured every 10 min for a period of 50 days at a depth of 200 m in the Strait of Georgia, British Columbia. Plotted positions correspond to horizontal displacements of the water that would occur if the flow near the mooring location was the same as that at this location. (From Tabata and Stickland, 1972.)

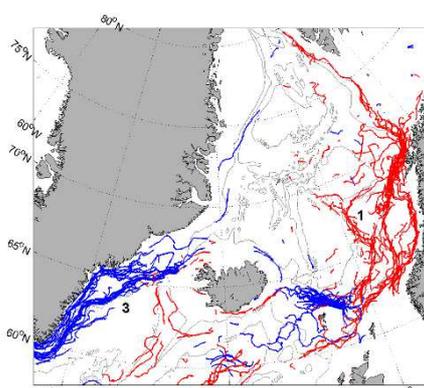
## Trajektorien $v = v(x, y, t)$



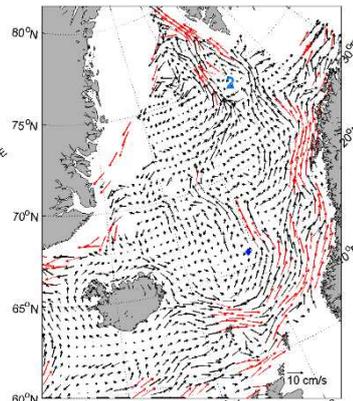
Trajectory of RAFOS float 36 looping at 843 m within an intermediate-depth cyclonic eddy. The float was launched during a hydrographic survey in February 1999. The float completed 80 cyclonic loops over 10.5 months as it drifted northwestward towards Barbados.

*From Fratantoni and Richardson, 2006 (JPO)*

## Trajektorien $v = v(x, y, t)$

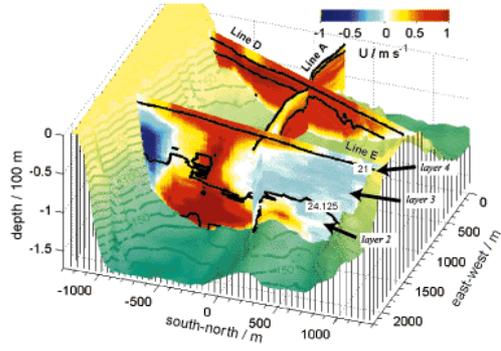


**Figure 1:** Trajectories of the satellite tracked drifters when the mean flow exceeded 25 cm/s. Red lines indicate northward and blue lines southward movement. Numbers refer to the circulation features discussed in the text. Black lines indicate the 1000, 2000, and 3000 isobaths.



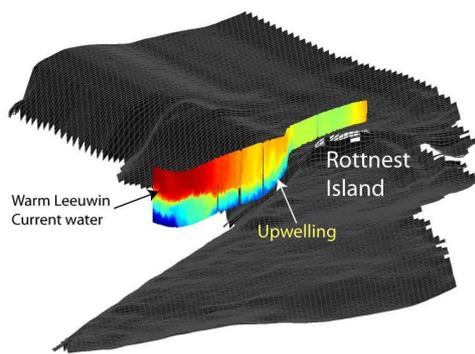
**Figure 2:** Pseudo-Eulerian description of the mean flow. The length of the vectors scales with the velocity, but vectors in excess of 15 cm/s are held fixed and marked red. Numbers refer to the circulation features discussed in the text. The marking at 1°W, 65°45'N represents the minimal westward extent of Atlantic Water found by Blindheim et al. (2000).

### 3-d Plots

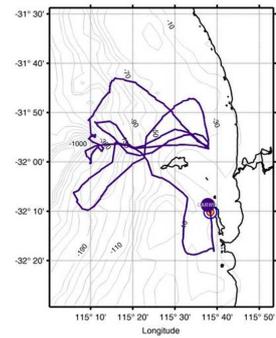


Vorsicht: nicht zu viele Informationen in ein Bild

### 3-d Plots



*Ich – dq – verstehe dieses Bild nicht.*



Glider vor West-Australien

## Filme

---

Oberflächen-  
temperaturen vor  
Namibia im  
Auftriebsgebiet des  
Benguela Systems.

Daten stammen aus  
einem ROMS Modell  
mit 4 Tagen  
Auflösung.

Die schmalen  
Strukturen sind sog.  
Filamente.

## Darstellungen

---

Den Formen Ihrer Darstellung sind keine Grenzen gesetzt, aber

- die Information muss verständlich sein
- sie muss eindeutig sein
- sie muss dem Betrachter die Haupt-Information vermitteln, und
- den Betrachter nicht verwirren