

Dokumentation für das  
**Alfred-Wegener-Institut**  
für Polar – und Meeresforschung

Bathymetrisches Modell der Kara-See  
- Datenaufnahme, Höhenmodell, Isobathen

digitale  
**kkw**  
kartografie

# Inhaltsverzeichnis

<b>Hintergrund.....</b>	<b>2</b>
Aufgabe.....	2
<b>Arbeitsablauf.....</b>	<b>2</b>
Scannen der Karten.....	2
Georeferenzieren und Entzerren.....	2
Digitalisierung der Lotungen.....	3
Qualitäts-Sicherung der Datenaufnahme.....	3
Zusammenführen der Daten.....	3
Triangulation.....	4
Erstellung der Isolinien.....	4
Projektion der Isobathen nach DD.....	5
ASCII-Vektoren und PanMap-Layer.....	5
<b>Eigenschaften der Daten.....</b>	<b>5</b>
Datendichte.....	5
Konflikte in den Tiefenangaben zwischen den Datensätze .....	5
Isolinienverlauf im Vergleich .....	6
<b>Anlagen.....</b>	<b>7</b>

## HINTERGRUND

### Aufgabe

---

Aus zwei angelieferten russischen Seekarten der Kara-See im Maßstab 1:500000 waren die als Annotationen enthaltenen Lotungen (Tiefenangaben) zu digitalisieren. Die Werte waren mit entsprechenden Werten einer früher aufgenommenen Seekarte und Echolotungen von Schiffsexpeditionen die als Tabellen angeliefert wurden, zu kombinieren.

Alle Werte gemeinsam waren als digitales Höhenmodell heranzuziehen, um eine Delaunay-Triangulation durchzuführen. Mit Hilfe dieser Triangulation waren Isolinien der Wassertiefe im Gebiet der Karten zu berechnen. Diese Isolinien waren in dezimalen Grad zu projizieren, als ASCII-Dateien zu exportieren und in sogenannte „PanMap-Layer“ zu wandeln.

## ARBEITSABLAUF

### Scannen der Karten

---

Die Karten wurden mit Hilfe eines Vidar TruScan Titan II A0-Scanners in einer Auflösung von 200 DPI in Farbe (8 Bit indiziert) eingescannt und in TIFF-Dateien abgelegt.

### Georeferenzieren und Entzerren

---

Die Karte 11133 ist gegenüber den anderen Karten um Angaben in englischer Sprache erweitert. Diesen Angaben konnten die Projektion der Karte („Mercator, latitude of true scale: 75° North“) und das geodätische System („Pulkovo 1942“) entnommen werden.

Das auf den Karten vorhandene Netz von Längen- und Breitengraden wurde entsprechend unter ArcInfo erzeugt (bzw. entsprechende Tics) und in das Referenz-System der Karten (Mercator, 75°N, Pulkovo 1942) überführt. Als Zentralmeridian wurde 82° E gewählt.

Mit Hilfe der so erzeugten Tics wurden die Scans der Karten georeferenziert (ArcInfo-Programm „register“) und nachfolgend entzerrt (ArcInfo-Programm „rectify“). Diese resultierenden Rasterdaten bildeten die Grundlage für die weitere Bearbeitung.

---

### **Digitalisierung der Lotungen**

Die Digitalisierung der Lotungen von den georeferenzierten und entzerrten Scans erfolgte manuell am Bildschirm. Dazu wurde ArcView eingesetzt, das um eine in Avenue erstellte Routine erweitert wurde, mit deren Hilfe die Digitalisierung der Punkte bei gleichzeitiger Eingabe des Wertes („Depth“) besonders zügig durchzuführen war.

Auf diese Weise wurden der Karte 11124 etwa 2500 Lotungen und der Karte 11133 etwa 3000 Lotungen entnommen und als ArcView Shapefiles abgelegt.

---

### **Qualitäts-Sicherung der Datenaufnahme**

Zur Überprüfung der Datenaufnahme auf Fehleingaben (Karten 11124, 11133) wurden die Shapefiles unter ArcView zur Darstellung gebracht und mit den Werten des Attributs „Depth“ annotiert. Diese Darstellungen wurden „über die Scans gelegt“, die Werte in zwei Durchgängen am Bildschirm verglichen und wo nötig korrigiert. Außerdem wurden vorläufige Isolinien-Pläne erstellt und auf Plausibilität untersucht (visuell).

---

### **Zusammenführen der Daten**

Die digitalisierten Tiefenwerte waren mit zwei anderen Datensätzen zu kombinieren: entsprechenden Daten einer früheren Digitalisierung (Seekarte 10103) die noch beim AN vorlagen und Echolot-Daten von Schiffsexpeditionen, die vom AG als Tabellen geliefert wurden.

Die Daten der Seekarte 10103 umfassen etwa 2000 Datensätze. Ihre Koordinaten lagen beim AN in dezimalen Gradangaben (DD) vor. Sie wurden entsprechend projiziert (ArcInfo-Programm „project“).

Die Echolot-Profile der Schiffsexpeditionen lagen ebenfalls in DD vor, als geodätisches System wurde WGS84 herangezogen, da es sich offensichtlich um GPS-Koordinaten handelte. Auch diese Daten wurden in die Projektion und das Referenzsystem der Karten 11124 und 11133 überführt.

---

## **Triangulation**

Die ArcView-Shapefiles der digitalisierten Lotungen, die die Tiefenangaben enthalten, wurden in ArcInfo Coverages überführt (ArcInfo-Programm „shapearc“). Ebenso die Lotungen der Echolot-Profile. Außerdem wurde mit Hilfe der digitalisierten Küstenlinien eine ArcInfo Polygon-Coverage des Festlands erstellt.

Diese Coverages dienten als Eingabe für das ArcInfo-Programm „createtin“ zur Berechnung der Delaunay-Triangulation, wobei den Festlands-Polygonen der Parameter „harderace“ zugeordnet wurde.

---

## **Erstellung der Isolinien**

Isolinienpläne wurden mit dem ArcInfo-Programm „tincontour“ erzeugt. Um einen realistischen Verlauf der resultierenden Isolinien zu erreichen, wurde der Parameter „subdivision degree“ auf 6 gesetzt und die „weedtolerance“ auf 1500.

Der erste Wert gibt die Zahl der zusätzlicher Knoten für die Kanten der ursprünglichen Dreiecke an, die dann wiederum zu neuen Dreiecken vermascht werden. Er dient dazu einen weichen Verlauf der Isolinien zu erhalten.

Über die Angabe der weedtolerance setzt tincontour einen Algorithmus (Douglas-Peucker) ein, der über die Konstruktion von Trendlinien zwischen Knoten und Stützpunkten eine Generalisierung der Stützpunkte in zulässigen Toleranzen vornimmt.

---

## **Projektion der Isobathen nach DD**

Nach der Berechnung der Isolinien-Coverages müssen diese noch in das vom AG gewünschte Bezugssystem projiziert werden: geografische Koordinaten in dezimaler Darstellung. Dies geschah unter ArcInfo („project“), mit WGS84 als geodätischem System.

---

## **ASCII-Vektoren und PanMap-Layer**

Die ArcInfo-Linien-Coverages (Isobathen) wurden mit Hilfe des ArcInfo-Programms „ungenerate“ in ASCII-Dateien ausgegeben. Mit Hilfe eines vom AN erstellten Perl-Programms wurde das Format dieser Dateien in so genannte GF3-Vektoren umgewandelt, die dann in PanMap importierbar sind und in das PanMap eigene Layer-Format gewandelt werden können.

## **EIGENSCHAFTEN DER DATEN**

---

### **Datendichte**

In Stichproben wurde der mittlere Abstand der Lotungen zueinander ermittelt. Er liegt für die Karten 11124 und 11133 bei etwa 5km bis 8km, für die Karte 10103 (aus der früheren Digitalisierung) bei etwa 15km bis 20km. Für die Echolot-Profile als quasi lineare Information wurde dies nicht ermittelt.

---

### **Konflikte in den Tiefenangaben zwischen den Datensätzen**

Die digitalisierten Seekarten überlagern sich zum Teil. Dadurch ergeben sich in diesen Bereichen eng benachbarte oder quasi übereinander liegenden Werte aus verschiedenen Quellen. Entsprechendes gilt natürlich für die Echolot-Profile. Solche geografisch (fast) deckungsgleiche Angaben aus unterschiedlichen Quellen unterscheiden sich in ihrem Wert zum Teil um bis zu 50m.

Dies führte bei der Berechnung der Isolinien an einigen Stellen zu völlig unrealistischen Verläufer der Isolinien. Um diesem Effekt abzuwehren wurde eine Priorität der Datensätze eingeführt, die sich an der räumlichen Auflösung orientiert. Höchste Priorität: Echolot-Profile, dann Karten 11133 und 11124 und als letztes Karte 10103.

Die Echolot-Profile wurden mit einem Puffer von 1,5km versehen innerhalb dessen die Werte der Karten verworfen wurden.

Dort wo die Karten 11124 und 11133 mit der Karte 10103 überlappen wurden die Werte der Karte 10103 verworfen.

Weitere Fehlerquellen ergeben sich aus der Tatsache, dass die Werte aus den Seekarten sich auf „Mean Sea Level“ beziehen. Wie dieser in russischen Seekarten definiert ist und wie diese Angaben wiederum in Beziehung zu den Angaben der Echolot-Profile stehen und welche Korrekturen hier anzuwenden wären, ist dem AN nicht bekannt.

---

### **Isolinienverlauf im Vergleich**

Differenziertheit im Verlauf und die Details der Isolinien im Bereich der Karten 11124 und 11133 erscheinen größer als im Bereich der Karte 10103. Vor allem im nordöstlichen Teil des Arbeitsgebiets. Dies kann die tatsächliche Situation widerspiegeln, oder ein Effekt der höheren räumlichen Auflösung der Daten sein.

Generell decken sich Trend und Lage der erzeugten Isolinien sehr gut mit den Isolinien, die im Vorgängerprojekt erstellt worden waren und unter [www.pangaea.de](http://www.pangaea.de) zur Verfügung stehen. Dennoch gibt es einzelne Abweichungen im Verlauf.

Diese Abweichungen erklären sich aus der Tatsache, dass im Vorgängerprojekt das geodätische System der Seekarte 10103 unbekannt war und somit eine Berücksichtigung bei der Bearbeitung der Daten und des Tiefenmodells nicht möglich war. Die Daten wurden anhand des aufgedruckten geografischen Koordinaten-Netzes digitalisiert, was zu einer linearen Interpolation der x,y- Koordinaten der Lotungen führt.

Ein solches Verfahren ist gegenüber der Bearbeitung in der tatsächlichen Projektion der Karte unter Berücksichtigung des geodätischen Systems hinsichtlich der Genauigkeit unterlegen. Die aktuelle Bearbeitung stellt hier einen deutlichen Fortschritt dar.

## **ANLAGEN** *Abbildungen, Tabellen, Profile, Triangulation*

Abbildungen zu:

- Lage der verwendeten Seekarten im Gebiet der Karasee
- Übersicht der verwendeten Lotungen (Seekarten und Echolot-Profile)
- Dreiecksvermaschung der Datenpunkte (Triangulation)
- Isobathen 25m, 50m, 75m, 100m, 200m, 300m, 400m, 500m
- farbkodierte Tiefenintervalle

CD-Rom



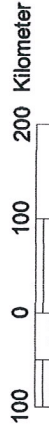
# Kara Sea Bathymetry Area Covered by Nautical Charts

## Symbols

- Land  
Nautical Charts Used
- 10103
  - 11124
  - 11133

## Scale

1:8000000

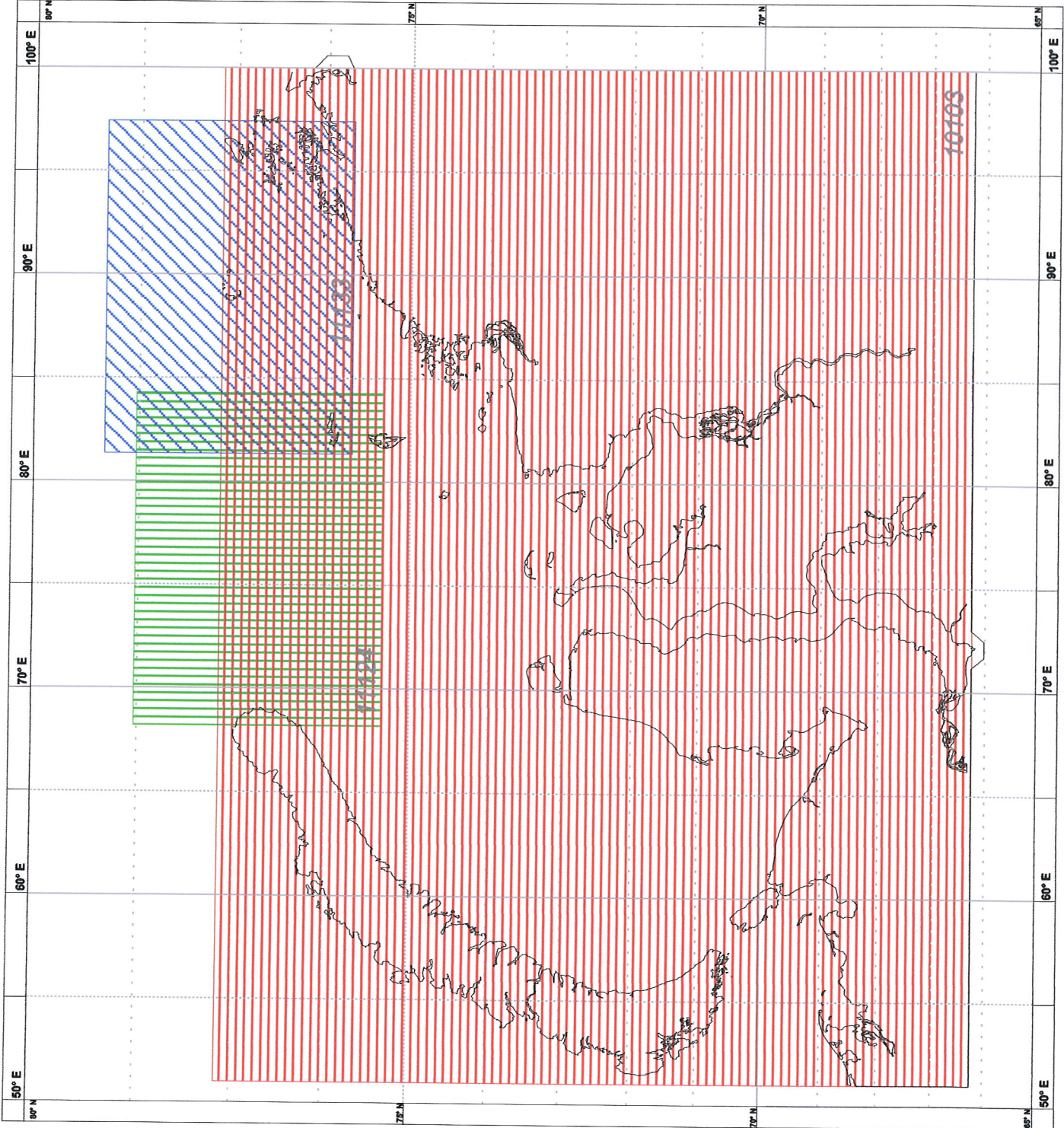


## Co-ordinate System

Projection: Mercator  
Central Meridian: 82° E  
Latitude of True Scale: 75° N  
Ellipsoid: Krasovsky  
False Easting: 0 m  
False Northing: 0 m

digitale  
**KKAW**  
kartografie







kk-w - digital cartography  
Lohnstraße 41  
D 24105 Kiel - Germany  
Tel: +49 431 5791 - 160  
www.planiglobe.com



# Kara Sea Bathymetry

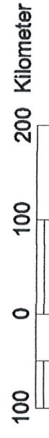
## Available Data (Soundings)

### Symbols

-  Land
-  Ship Soundings
-  Chart Soundings 11133
-  Chart Soundings 11124
-  Chart Soundings 10103
-  Limit of Control

### Scale

1:8000000

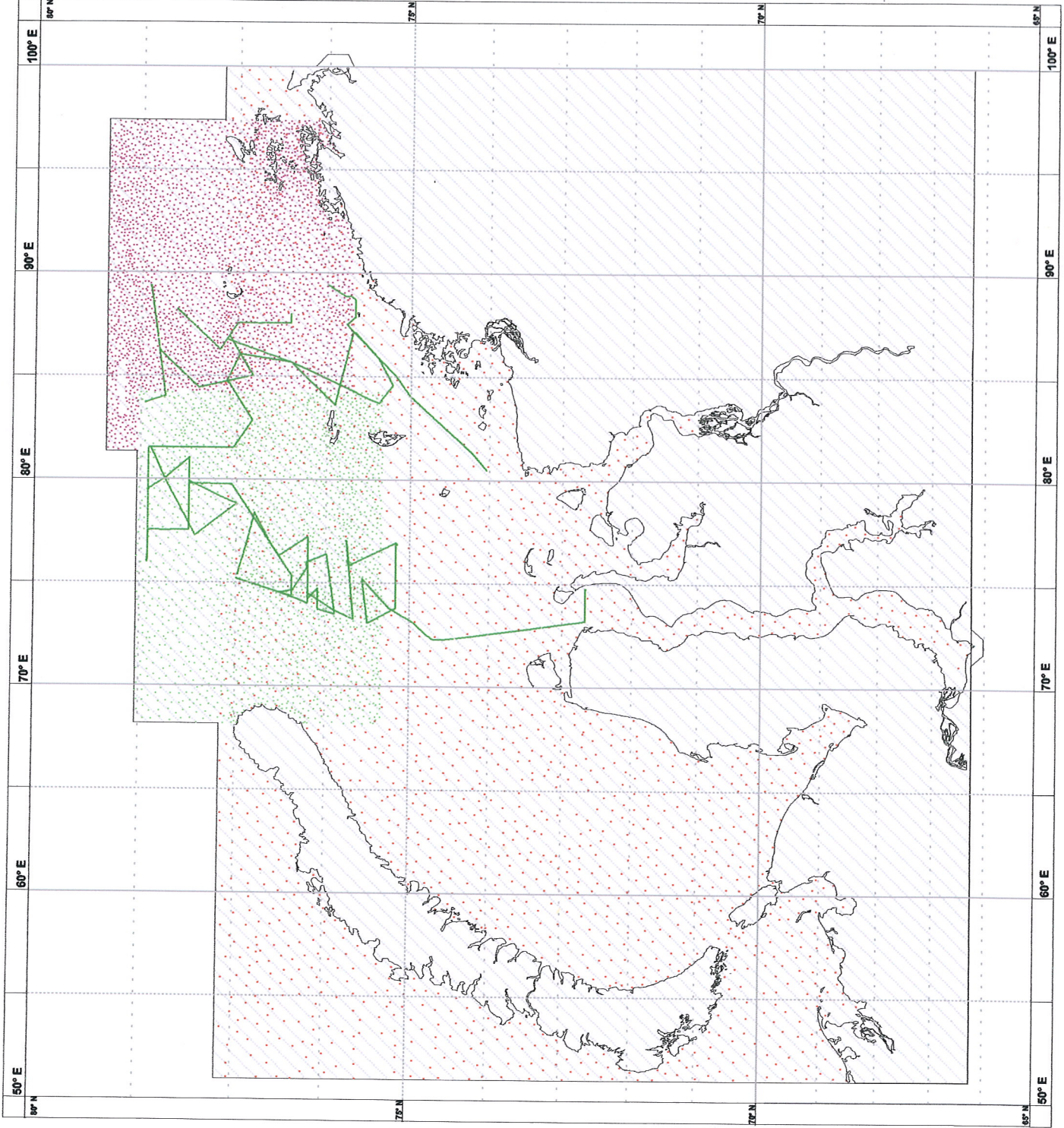


### Co-ordinate System

Projection: Mercator  
 Central Meridian: 82° E  
 Latitude of True Scale: 75° N  
 Ellipsoid: Krassovsky  
 False Easting: 0 m  
 False Northing: 0 m

digitale  
**KKAW**  
 kartografie




kk+w - digital cartography  
 Lomsestraße 41  
 D 24105 Kiel - Germany  
 Tel: +49 . 431 . 5791 - 160  
 www.planiglobe.com



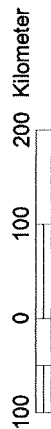
# Kara Sea Bathymetry

ArcInfo TIN

Symbols

-  Land
-  ArcInfo TIN
-  Limit of Control

Scale  
1:8000000

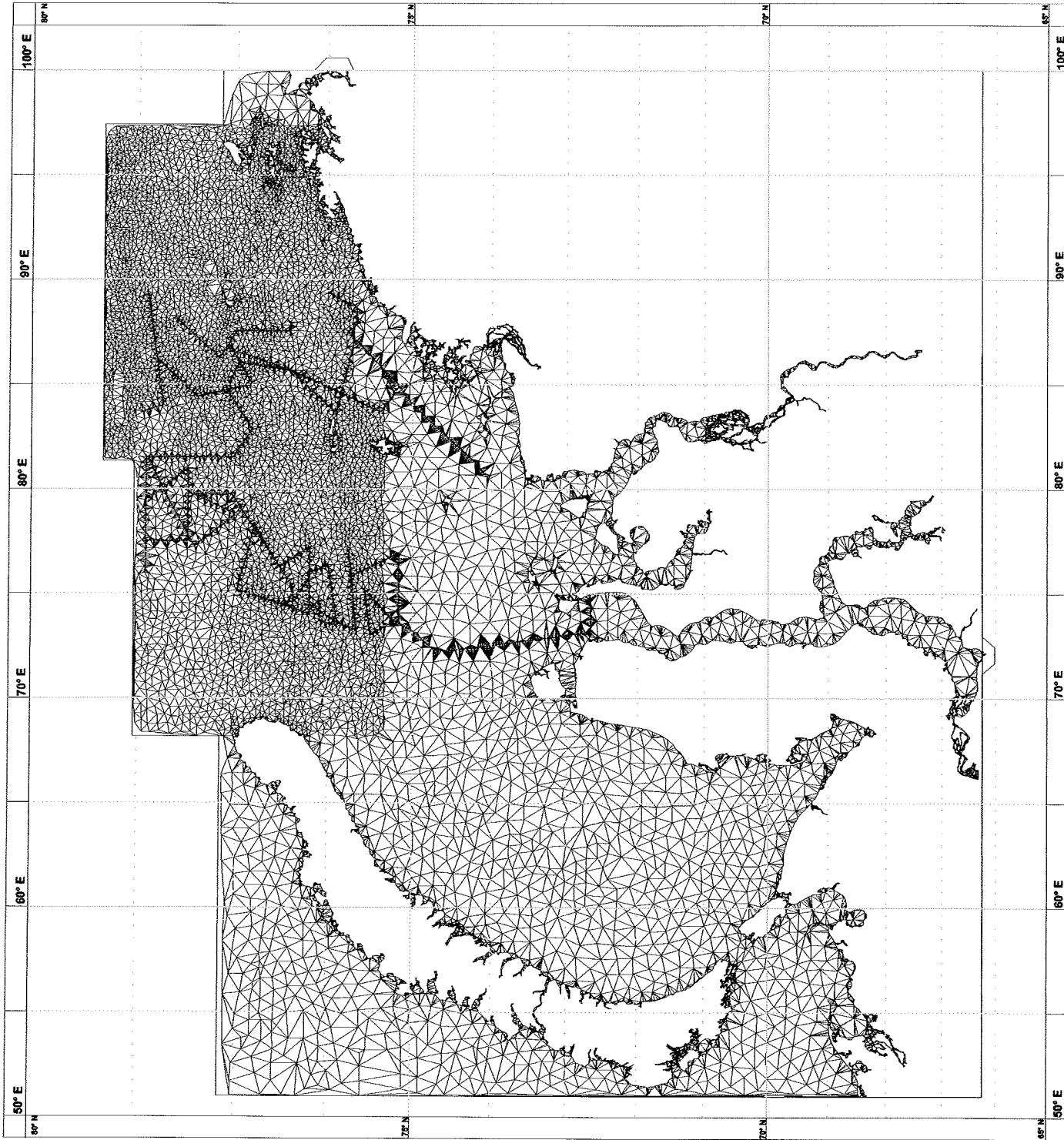


## Co-ordinate System

Projection: Mercator  
Central Meridian: 82° E  
Latitude of True Scale: 75° N  
Ellipsoid: Krassovsky  
False Easting: 0 m  
False Northing: 0 m

digitale  
**KKAW**  
kartografie

kk+w - digital cartography  
Lomsenstraße 41  
D 24105 Kiel - Germany  
Tel: +49 . 431 . 5791 - 160  
www.planiglobe.com



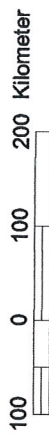
# Kara Sea Bathymetry

## Depth Contours

## Symbols



**Scale**  
1:8000000

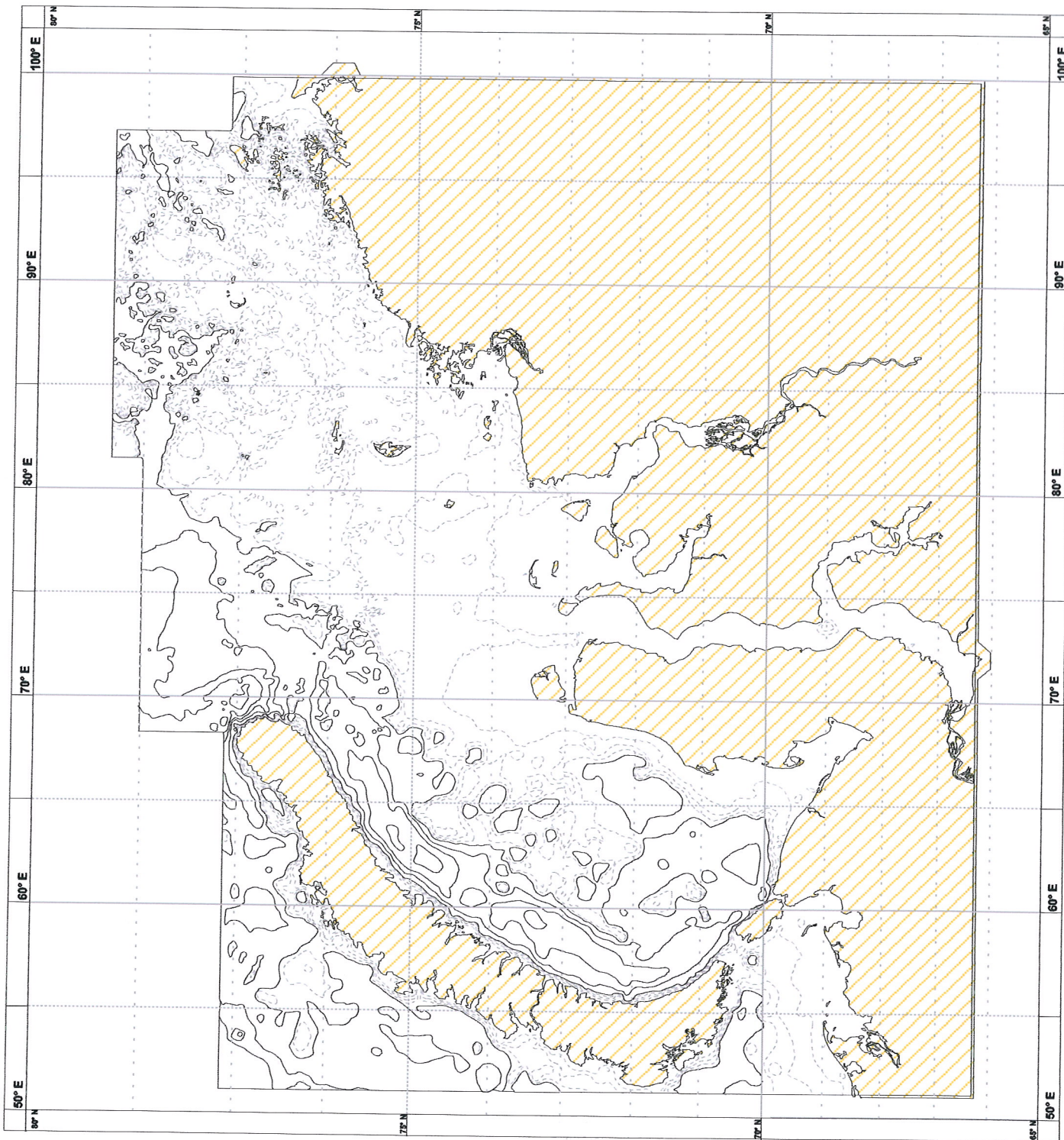


## Co-ordinate System

Projection: Mercator  
Central Meridian: 82° E  
Latitude of True Scale: 75° N  
Ellipsoid: Krasovsky  
False Easting: 0 m  
False Northing: 0 m

digitale  
**KKAW**  
kartografie

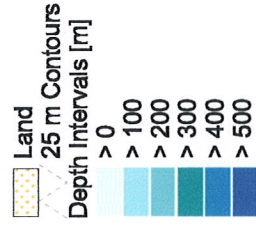
kk+w - digital cartography  
Lomsenstr. 41  
D 24105 Kiel - Germany  
Tel: +49 431 5791 - 180  
www.planiglobe.com



# Kara Sea Bathymetry

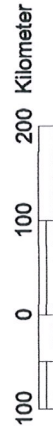
## Colour Coded Intervals

### Symbols



### Scale

1:8000000



### Co-ordinate System

Projection: Mercator  
Central Meridian: 82° E  
Latitude of True Scale: 75° N  
Ellipsoid: Krasovsky  
False Easting: 0 m  
False Northing: 0 m

digitale  
**KKW**  
kartografie

kk+w - digital cartography  
Lomsenstr. 41  
D 24105 Kiel - Germany  
Tel: +49 . 431 . 5791 - 160  
www.planiglobe.com

