



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Hamburg University of Applied Sciences

Diplomarbeit  
im Fachbereich Geomatik

Untersuchungen zur Verbesserung der Navigation eines  
*Remotely Operated Vehicle* anhand von  
Mikro-Bathymetriedaten

Rike Rathlau

Betreuender Prüfer: Prof. Dr.-Ing. D. Egge  
Zweiter Prüfer: Dr.-Ing. H. W. Schenke

---

August 2004

Erklärung (§23(5)PSO):

Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

---

Bremerhaven, den 27. August 2004  
Rike Rathlau



# Aufgabenstellung

27. Juni 2004

## Diplomarbeit für Frau Rike Rathlau

### **Thema:**

Untersuchungen zur Verbesserung der Navigation eines Remotely Operated Vehicle anhand von Mikro-Bathymetriedaten

### **Zielsetzung:**

Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) hat in Zusammenarbeit mit dem Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) auf dem Fahrtabschnitt ARK XIX/3b des FS Polarstern mikrobathymetrische Vermessungen mit dem Remotely Operated Vehicle (ROV) Victor 6000 im Gebiet des Håkon Mosby Mud Vulcano (HMMV) durchgeführt. Die Navigation des ROV erfolgte durch die Inertialnavigation sowie USBL (Ultra Short Base Line) POSIDONIA der Polarstern.

Flachwasserfächerecholote erreichen eine hohe Genauigkeit und Auflösung bei der Tiefenmessung. Der Einsatz solcher Systeme an Bord von Unterwasserfahrzeugen bietet die Möglichkeit, hohe Genauigkeiten und Auflösungen auch in der Tiefsee zu erreichen. Jedoch macht die in Bezug auf die bathymetrischen Messungen unzureichende Navigationsgenauigkeit des ROV eine weitere Bearbeitung und Korrektur der Positionsdaten erforderlich.

### **Aufgabenstellung:**

Hauptaufgabe der Kandidatin ist es, mit Hilfe der Bathymetriedaten die Navigation des ROV zu verbessern. Die einzelnen Arbeitsschritte für die Bearbeitung der Fächerecholot- und Navigationsdaten sind aufzuzeigen und kritisch zu betrachten.

---

Der Kandidatin stehen zur Auswertung ROV-Bathymetriedaten sowie bereits an Bord korrigierte Daten der ROV-Navigation zu Verfügung.

Als Teilaufgaben sollen folgende Punkte bearbeitet werden:

- Konvertierung der ROV Bathymetriedaten in ein für das AWI verwendbares Format,
- Beschreibung des Messprinzips des ROV-Navigationssystems,
- Aufzeigen, Dokumentation und Umsetzen der einzelnen Auswerteschritte zur ROV-Navigationsverbesserung auf der Basis der gemessenen Bathymetrie unter Verwendung von ArcInfo,
- Beurteilung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse sind als Poster und als Kurzfassung (1 Seite) zusammenzustellen.

Die Kandidatin legt neben der schriftlichen Ausarbeitung auch eine CD-ROM als Anlage vor, die - so weit wie möglich - die für diese Arbeit relevanten Dateien enthält, insbesondere die LaTeX-Dateien und die Abbildungsdateien.

gez. Prof. Dr.-Ing. Delf Egge

# Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Daten einer systematischen Vermessung des HÅKON MOSBY MUD VULCANO (HMMV) (2 km x 2 km) verwendet und bearbeitet. Die Mikrobathymetriedaten wurden auf der Expedition ARK XIX-3b mit dem SeaBat 8125 von Reson auf dem *Remotely Operated Vehicle* (ROV) Victor 6000 gesammelt. Die Verwendung des ROV und dessen Daten ist eine Kooperation des AWI mit dem IFREMER.

Der HMMV liegt in der südlichen Barentssee am Kontinentalhang und ist von biologischer und geologischer Bedeutung, da es sich um einen Schlammvulkan mit Gasaustritt handelt und trotzdem ein reicher Lebensraum vorhanden ist. Deshalb ist es den Geologen und Biologen von Wichtigkeit, ein digitales Geländemodell (DGM) des Vulkanes zu erhalten.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist die Korrektur der Navigation an die Rohdaten, die anhand einer Karte dargestellt wird. Diese Arbeit ist folgendermaßen aufgebaut: Zunächst werden kurz die Bathymetrie sowie die geologischen und biologischen Interessen am Vulkan erläutert. Darauf folgen die technischen Informationen über den ROV und seine Messsysteme. Dann wird der Datenfluss und dessen Verarbeitung mit den verschiedenen Programmen erklärt und die Schwierigkeit der unterschiedlichen Datenformate aufgezeigt. Anschließend wird ein DGM mit einer Rasterweite von 0.25 m berechnet und hieraus Isolinien abgeleitet und mit der Navigationslinie in einer Tabelle gespeichert. Diese wurden gegen benachbarte Isolinien/Navigationslinien-Dateien verschoben. Anschließend wurde die korrigierte Navigation ausgelesen und an die Rohdaten angebracht. Des Weiteren folgt eine Dokumentation der einzelnen Schritte anhand von Screenshots und Erklärungen, ausgehend von den Rohdaten bis hin zur Anbringung der Navigationskorrektur an die Rohdaten.

Das Fazit dieser Arbeit ist, dass diese Auswertung durch die unterschiedlichen Datenformate und Projektionen sehr umfangreich, kompliziert ist. Es ist zu überlegen, einen Test mit dem Programm Caribes durchzuführen, um zu vergleichen, ob das Umwandeln und Umprojizieren der Daten ebenfalls so umständlich wie in ArcInfo ist. Des Weiteren ist zu testen, wie dort die Navigationskorrektur durchgeführt wird und welche Transformation benutzt wird.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>iv</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>vii</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Das Untersuchungsgebiet des HMMV</b>	<b>2</b>
2.1. Untersuchungen des HMMV . . . . .	2
2.2. Bathymetrie des HMMV . . . . .	2
2.3. Wissenschaftliche Fragestellung . . . . .	5
<b>3. Technische Beschreibung des ROV</b>	<b>7</b>
3.1. Technische Grundlagen des ROV . . . . .	7
3.1.1. Allgemeine Daten . . . . .	7
3.1.2. Das Kabelgewicht . . . . .	8
3.1.3. Module des ROV . . . . .	9
3.1.4. Navigation des ROV . . . . .	9
3.1.5. Konfiguration der Geräte auf dem ROV . . . . .	10
3.2. Das Fächersonarsystems Reson SeaBat 8125 . . . . .	11
3.3. Der Bewegungssensor Octans Subsea Unit . . . . .	12
3.4. Das Positionierungssystem Posidonia . . . . .	13
3.5. Das Inertialsystem MINS . . . . .	15
3.6. Conductivity – Temperature – Depth (CTD) . . . . .	16
<b>4. Datenerfassung und Aufbereitung</b>	<b>19</b>
4.1. Planung der Vermessung . . . . .	19
4.2. Aufzeichnung der Rohdaten mit QINSy . . . . .	24
4.3. Dateneditierung mit dem Programm HIPS . . . . .	26
4.3.1. Datenbearbeitung und -editierung . . . . .	26
4.4. Das Tabellenprogramm Access von Microsoft . . . . .	32
4.5. Das Geoinformationssystem ArcInfo . . . . .	33
4.6. ADELIE – Ein Werkzeug von ArcInfo für ROV und AUV . . . . .	34

<b>5. Digitales Geländemodell (DGM)</b>	<b>36</b>
5.1. Griderstellung . . . . .	36
5.2. Isolinienerstellung . . . . .	38
<b>6. Navigationseditierung</b>	<b>41</b>
6.1. Allgemeines zur Navigationskorrektur . . . . .	41
6.2. ArcInfo – ein GIS und Kartenerstellungsprogramm . . . . .	42
6.3. Navigationskorrektur mit einem Coverage . . . . .	47
6.4. Das Navigationskorrekturprogramm Caraibes . . . . .	48
6.5. Erläuterung zu der erzeugten Karte . . . . .	50
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>52</b>
7.1. Ergebnis . . . . .	52
7.2. Ausblick . . . . .	53
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>55</b>
<b>Danksagung</b>	<b>59</b>
<b>A. Glossar</b>	<b>60</b>
<b>B. Schallgeschwindigkeitsberechnung nach Chen-Millero</b>	<b>63</b>
<b>C. Beschreibung der XTF-Pakete von QINSy 7.0</b>	<b>65</b>
<b>D. Programmanleitung – XTF-Export aus QINSy von QPS</b>	<b>69</b>
<b>E. Programmanleitung – Caris Datenaufbereitung</b>	<b>74</b>
<b>F. Programmanleitung – Caris, Navigation mit 8 Nachkommastellen auslesen</b>	<b>99</b>
<b>G. Navigationskorrektur mit Coverage und Shape</b>	<b>107</b>
<b>H. Programmanleitung – Einlesen der Navigation in eine Access <i>Feature Class</i></b>	<b>114</b>
<b>I. Programmanleitung – Einlesen einer Access Tabelle in eine <i>Feature Class</i></b>	<b>129</b>
<b>J. Programmanleitung – Navigationspunkte projizieren und in eine FD speichern</b>	<b>150</b>
<b>K. Programmanleitung – Umwandeln einer FC in eine andere Projektion</b>	<b>157</b>

L. Programmanleitung – ArcMap, Mergen von Isolinien und Navigationslinie	172
M. Programmanleitung – Verschieben der Isolinien zueinander	178
N. Navigation auslesen und an die Rohdaten anbringen	185
O. Teilkarte des Håkon Mosby Mud Vulcano	202
P. Inhalt der beigefügten CD-ROM	203

# Abbildungsverzeichnis

2.1.	Übersichtskarte des HMMV . . . . .	3
2.2.	Bathymetrie des HMMV; A.Beyer,2004 . . . . .	4
2.3.	Vereinfachte Ernährungspyramide des HMMV . . . . .	6
3.1.	Verbindung zwischen Schiff, Kapelgewicht und Victor . . . . .	8
3.2.	Gerätekonfiguration von Victor . . . . .	10
3.3.	Reson SeaBat 8125 . . . . .	11
3.4.	Bewegungssensor Octans 3000 . . . . .	12
3.5.	Offsetmöglichkeiten der Posidonia Kalibrierung . . . . .	14
3.6.	Posidonia System . . . . .	15
3.7.	Kalibrierungstrack von Posidonia . . . . .	16
3.8.	CTD Rosette . . . . .	17
3.9.	Wasserschallprofil als Ascii-Datei eingelesen HIPS (Sound Velocity Profile) . . . . .	18
4.1.	Profilplan für den Tauchgang des ROV über dem HMMV . . . . .	21
4.2.	Allgemeiner Datenfluss . . . . .	23
4.3.	QINSy7 Datenfluss . . . . .	24
4.4.	Fehlerhafte Sensortiefe in der XTF-Datei . . . . .	25
4.5.	Eintragung von den Echolotparameter in die Schiffskonfigurationsdatei . . . . .	26
4.6.	Eintragung des Ellipsoids in die Schiffskonfigurationsdatei . . . . .	27
4.7.	Eintragung des Bewegungssensors in die Schiffskonfigurationsdatei . . . . .	27
4.8.	Eintragung der Pitchwerte in die Schiffskonfigurationsdatei . . . . .	27
4.9.	Eintragung der Rollwerte in die Schiffskonfigurationsdatei . . . . .	27
4.10.	Eigenständig Berechnungen der eingetragenen Werte in das VCF durch HIPS . . . . .	28
4.11.	Tidenprofil als ASCII-Datei eingelesen in HIPS . . . . .	29
4.12.	Tiefendatenfilter für ein Fächerecholot in HIPS . . . . .	31
4.13.	Swath Editor mit groben Fehlern . . . . .	31
4.14.	Swath Editor mit systematischen Fehltiefen und Messrauschen . . . . .	32
4.15.	Möglichkeiten der ADELIE Software . . . . .	34
5.1.	Gridberechnung für Raster . . . . .	37

5.2.	Einstellungen für die Erstellung von Isolinien im Field Sheet Editor	38
5.3.	Einstellungen zum Glätten der Isolinien im Field Sheet Editor . . .	39
5.4.	Geglättete Isolinien in HIPS . . . . .	39
6.1.	Isolinien vor der Navigationskorrektur . . . . .	44
6.2.	Navigationskorrektur mit der Affine Transformation . . . . .	44
6.3.	Schaltflächen für das Verschieben . . . . .	45
6.4.	Ergebniss der Navigationskorrektur . . . . .	45
6.5.	Navigationsvergleich in HIPS . . . . .	46
6.6.	Fehlerhafte Reihenfolge der Navigation . . . . .	47
6.7.	Caraibes . . . . .	49
6.8.	Geländemodell aus Caraibes . . . . .	50
C.1.	XTF Pakete - XTF File Header . . . . .	65
C.2.	XTF Pakete - Position Packet . . . . .	66
C.3.	XTF Pakete - Sensor Packet . . . . .	67
C.4.	XTF Pakete - Bathy Packet . . . . .	68



# Tabellenverzeichnis

3.1. Sampling Module des ROV Victor 6000 . . . . .	9
3.2. Technische Spezifikation des Reson SeaBat 8125 . . . . .	11
3.3. Gerätebeschreibung des Octans . . . . .	13
4.1. Werte für die Profilplanung . . . . .	19

# 1. Einleitung

In der Meerestechnologie werden seit einigen Jahren die Unterwasserfahrzeuge *Remotely Operated Vehicle* (ROV) und *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) eingesetzt. Mit den Unterwasserfahrzeugen werden neue Erkenntnisse über den Meeresboden in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen wie der Meeresbiologie, -geologie, Bathymetrie etc. gewonnen. Hierbei spielt auch die topographische Erfassung des Meeresbodens eine wichtige Rolle, denn diese Technologie ist von großer Bedeutung für ozeanographische, biochemische und geowissenschaftliche Forschungsgebiete. Anhand von topographischen Karten ist es den anderen Wissenschaften möglich, Rückschlüsse auf ihre Proben zu ziehen, bzw. neue Proben an für die Topographie interessanten Stationen zu entnehmen.

Vom 23. Juni 1999 bis 19. Juli 1999 fand eine Expedition auf dem Forschungsschiff (FS) POLARSTERN statt, während der das ROV seinen 1. Einsatz für die Kooperation Alfred-Wegener-Institut (AWI) – *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer* (IFREMER) hatte. Auf der Expedition ARK-XIX-3b zwischen Norwegen und Spitzbergen war das Ziel, positionsgenaue Sedimentproben und Bilder des Meeresbodens aus der Arktis zu bekommen. Dies wurde erfolgreich ausgeführt. Neue Eindrücke und interessante Bilder aus der Tiefsee waren das Ergebnis. Das ROV verteilte am Meeresboden Käfige mit Hartsubstratplatten als freie Besiedlungsflächen für Ausschlussexperimente, die auf einem Gestell unterhalb des ROV in die Tiefsee befördert wurden (THIEDE ET AL., 2004 [6]).

In der vorliegenden Arbeit wird folgende Fragestellung bearbeitet: Ist eine Navigationskorrektur der auf der Expedition ermittelten Daten bzw. des Fächerecholotes SeaBat 8125 von Reson mit den am AWI zur Verfügung stehenden Programmen möglich? Weiterhin werden nutzbare Programme aufgezählt und zum Teil kurz erklärt (z.B. MB-System, Caribes). Die Positionierungsgenauigkeiten des Forschungsschiffes (FS) POLARSTERN und des ROV VICTOR werden kurz erläutert.

Das AWI erwarb im Jahre 2003 ein AUV, das eventuell um ein Fächerecholot ergänzt werden soll. Daher ist ein Ziel dieser Diplomarbeit, der Frage nachzugehen, ob die vorhandenen AWI-Programme für die erforderliche Navigationskorrektur bei der Anschaffung eines Fächerecholotes ausreichen.

## 2. Das Untersuchungsgebiet des HMMV

### 2.1. Untersuchungen des HMMV

Das Gebiet des HÅKON MOSBY MUD VULCANO (HMMV) liegt in der Barentssee am Festlandsockel nordwestlich von Norwegen bei 72° N und 14° E. Die mittlere Wassertiefe beträgt 1260 m. Der HMMV wurde im Jahre 1989 durch eine Sonar-Untersuchung bei der Expedition vom *Naval Research Laboratory* (NRL) mit dem SideScan Sonar Sea-MARC II entdeckt (VOGT ET AL., 1999 [27]). Sea-Marc II arbeitete mit einer Frequenz von 11 bis 12 kHz. Der Vulkan wurde nach dem FS HÅKON MOSBY der Universität Bergen benannt.

Die mikrobathymetrische Datenauswertung des ersten Einsatzes des ROV auf dem FS POLARSTERN erfolgte durch das (IFREMER). Bei dieser Expedition waren jedoch keine Wissenschaftler der Bathymetriegruppe des AWI mit an Bord. Bei dem zweiten Einsatz des ROV auf dem FS POLARSTERN bei der Expedition ARK XIX-3a/b nahmen schließlich auch Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Bathymetrie des AWI teil. Die Bathymeter des AWI überwachten zusammen mit den Wissenschaftlern des IFREMER die mikrobathymetrischen Tauchgänge des ROV. Die Auswertung findet noch in beiden Instituten mit unterschiedlichen Programmen statt.

### 2.2. Bathymetrie des HMMV

Die Bathymetriedaten des HMMV-Gebietes (siehe Abbildung 2.2) wurden mit dem Fächersonarsystem Hydrosweep DS-2 von STN Atlas auf der Expedition ARK XIX-3b mit dem FS POLARSTERN aufgenommen. Der HMMV wurde mit einer Streifenbreite von ca. 200 m überfahren. Dadurch entstand eine hohe Punktdichte. Bei der Editierung der Messwerte wurden die äußersten Messwerte des Fächers verworfen, da diese durch die Schrägmessung fehlerhaft sind. Zur besseren Anschauung für die biologischen und geologischen Wissenschaftler wurden die editierten Bathymetriedaten in einem Geländemodell dargestellt. Des Weiteren wurden zusätzliche

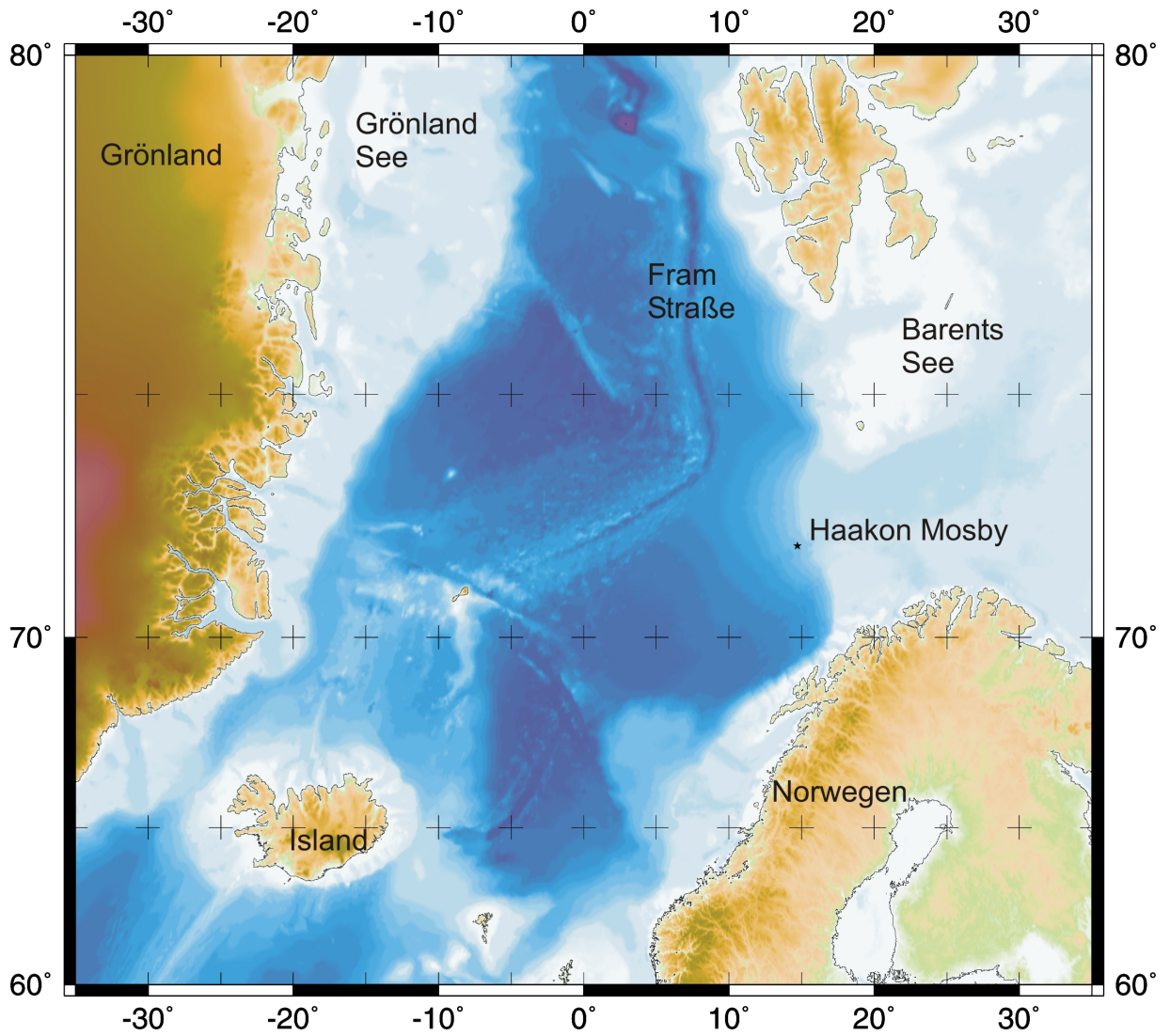


Abbildung 2.1.: Übersichtskarte des HMMV

Sidescan- und Backscatterdaten für eine bessere Interpretation des Meeresbodens aufgezeichnet.

Die Sidescan- und Backscatterdaten geben die Echointensität in Abhängigkeit von der Zeit wieder. Sie werden hauptsächlich erfasst, um die Morphologien und kleinräumigen Strukturen des Meeresbodens in einer Kartendarstellung darzustellen. Das Sidescan Sonar zeichnet das zurückkommende Signal vom Meeresboden auf. Dieses Signal wird zu dem echten Horizontbereich umgewandelt (MIENERT ET AL., 2003 [20]). Die Backscatterdaten geben die Rückstreuintensität jedes einzelnen Hardbeams an, der vom Meeresboden reflektiert wurde. Hierdurch ist erkennbar, wie der Meeresboden beschaffen ist (Sand, Steine, Schlamm usw.).

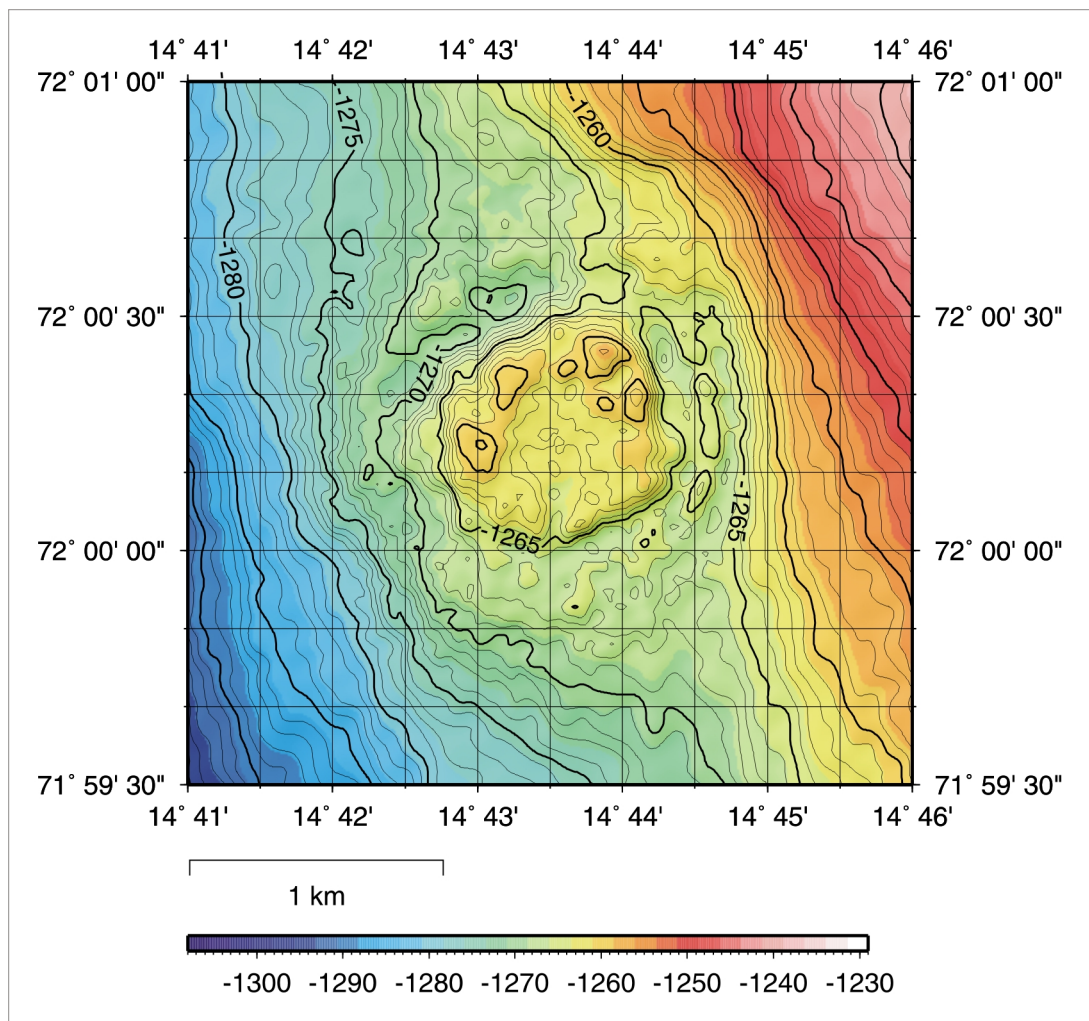


Abbildung 2.2.: Bathymetrie des HMMV (A. Beyer 2004)

## 2.3. Wissenschaftliche Fragestellung

### Geologisches Interesse

Der HMMV ist ein Schlammvulkan, der Gas, Wasser und Sedimente aus dem Untergrund an die Oberfläche des Meeresbodens befördert. Die Schlammvulkane sind eine der wichtigsten Quellen für die Emission von Erdgas (Methan) im Meer. Aufgrund von extrem hohen Methangehalten an solchen Standorten in der Tiefsee kommen dort spezielle Bakterien vor, die das Methan als Energiequelle nutzen können. Schlammvulkane sind daher sowohl aus geologischer wie aus biologischer Sicht einzigartige Naturräume, deren Untersuchungen Rückschlüsse auf vergangene Abschnitte des Erdklimas zulassen (TIEDE ET AL., 2004 [7]).

Das Ungewöhnliche an dem aktiven Schlammvulkan HMMV ist, dass er an einem passiven Kontinentalhang liegt und sich in arktischen Breiten befindet. Aktive Schlammvulkane liegen normalerweise an aktiven Kontinentalhängen, da hier die Ausbrüche durch das Über- und Untereinanderschieben der Kontinentalplatten (tektonische Platten) ausgelöst wird.

### Biologisches Interesse

Im Gebiet des HMMV leben methanotrophe Bakterien. Dort wo die Bakterienmattendichte der chemosynthetischen und methanotrophen Bakterien am größten ist, ist meistens ein direkter Gasaustritt zu vermuten. Im Krater gibt es zwei dominierende *Pogonophoren*-Arten (Röhrenwürmer): zu 80% sind es *Sclerolium* und zu 20% *Oligobrachia*. Die Röhrenwürmer leben in Symbiose mit den methanotrophen Bakterien. Eine reichhaltige Lebenswelt deutet auf ein signifikant aktives Austrittsgebiet von Fluiden und Gasen hin (INTERNETSEITE GEOMAR, 2004 [13]).

Am HMMV gibt es trotz der Gasaustritte weitere Lebewesen wie z.B. Muscheln, Seesterne und Fische, die sich auf das Leben mit dem Methan spezialisiert haben. Sie benötigen es bzw. die Nahrungskette, die sich hieraus bildet, zum Überleben. Die Bakterienmatten stellen somit die Grundlage der Nahrungskette dar (siehe Abbildung 2.3).

Auf der ARK XIX-3b wurde intensiv über die Bakterienmatten im Krater des HMMV geforscht.

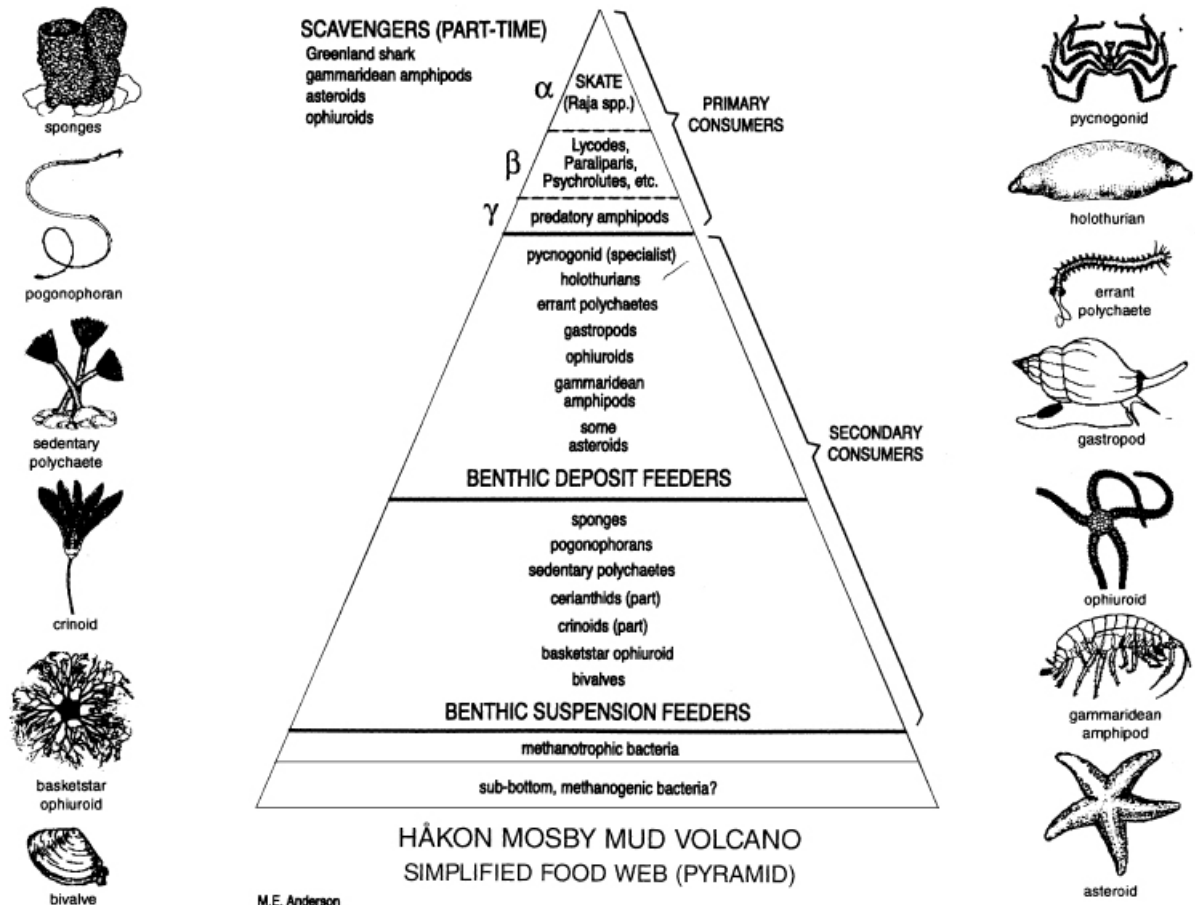


Fig. 8 Simplified food web (pyramid) for Håkon Mosby mud volcano, based on observations only through 1996 (Bakken et al. 1975; Vogt et al. 1997; Milkov et al. 1999; and Pimenov et al. 1999) and general expectations from known regional fauna (M. E. Anderson, personal communication 1998)

Abbildung 2.3.: Vereinfachte Ernährungspyramide des HMMV (VOGT ET AL., 1999 [27])

# 3. Technische Beschreibung des ROV

## 3.1. Technische Grundlagen des ROV

### 3.1.1. Allgemeine Daten

Das IFREMER ist der Eigentümer des ROV VICTOR 6000. Das ROV wurde in der Zeit von 1993 bis 1997 in Zusammenarbeit mit dem GENAVIR<sup>1</sup> entwickelt.

Das ROV VICTOR 6000 hat die Größe 3.1 m x 1.8 m x 2.1 m (Länge/Höhe/Breite) und wiegt vier Tonnen. Die Höchstgeschwindigkeit des ROV in Fahrtrichtung beträgt 1.7 kn, in vertikaler Richtung 1.3 kn. Die Tauchtiefe reicht bis zu 6000 m. Die Kabelverbindung zum ROV ist 8500 m lang und hat einen Durchmesser von 22 mm. Die Geschwindigkeit, bei der ein reibungsloses Auf- und Abwickeln des Kabels auf der Winsch gewährleistet werden kann, beträgt 0.5 m/sec. Die Sollbruchstelle des Kabels liegt bei neun Tonnen. Die Tauchgänge können bis zu drei Tage ohne Auftauchen des ROV andauern. Das ROV ist mit acht Kameras ausgestattet. Zwei Kameras stehen ausschließlich den ROV-Piloten zur Verfügung, um eine sichere Navigation am Meeresboden zu gewährleisten. Es sind 5 Farbkameras und 8 Scheinwerfer à 5 kW für die wissenschaftlichen Untersuchungen vorhanden, um unter Wasser den Meeresboden und die Fauna betrachten zu können.

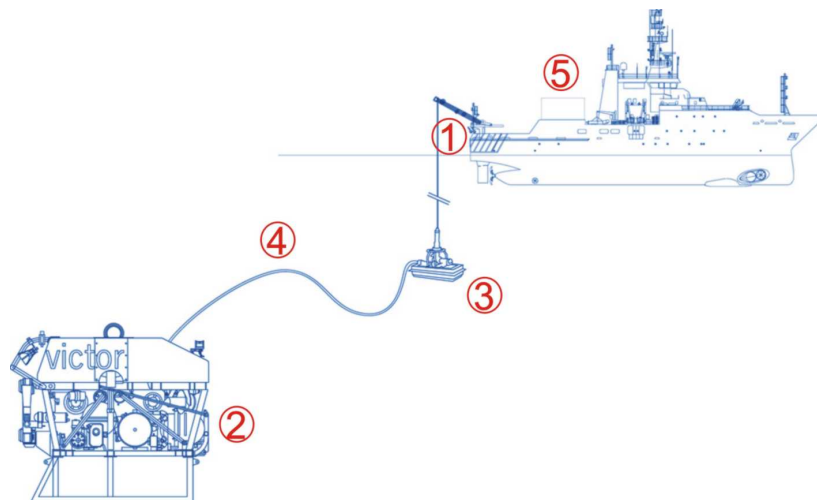
Das ROV besitzt für die Forschung am Meeresboden einen Schwenkarm (*manipulator arm*) und einen Greifarm (*grasping arm*) mit jeweils verschiedenen Bewegungsfreiheitsgraden. Diese werden von den ROV-Piloten gesteuert. Sie können jeweils ein Gewicht von bis zu 100 kg im Wasser heben. Mit den Armen werden z.B. Sediment- und Wasserproben entnommen, Objekte vom Meeresboden aufgehoben oder verschoben und kann eine Transportkiste aus dem Modul des ROV herausgezogen werden. Es ist ebenfalls möglich, mit den Armen einen *Lander* (Gerät für Messungen am Meeresboden) zu bewegen und ihn an eine andere Position zu setzen (IFREMER, 2003 [19]).

Die Steuerungszentrale, von der aus das ROV navigiert wird, ist an Deck des Forschungsschiffes und befindet sich in einem 20-ft-Kontainer, der auf jedem Schiff

---

<sup>1</sup>GENAVIR ist eine *Group of Economic Interest for the Management of oceanographic Vessels*





**Abbildung 3.1.:** Auf der oben stehenden Abbildung ist die Verbindung Schiff (5) – Kabelgewicht (3) – ROV VICTOR (2) zu sehen.

eingrichtet werden kann. Hier sitzen ein ROV-Pilot, ein Operationskoordinator, sowie, während der Tauchgänge, ein bis zwei Wissenschaftler zur Aufnahme von Fotografien. Die Piloten erhalten von den Wissenschaftlern Koordinaten oder Anweisungen, wo das ROV hingesteuert werden soll. Wenn Koordinaten von dem nächsten geplanten Tauchgang vorhanden sind, können diese in QINSy (siehe Abschnitt 4.2) eingegeben und auf einen Bildschirm angezeigt werden. Dadurch können die ROV-Piloten die Profillinie in Verbindung mit dem ROV sehen, und die Wissenschaftler die Richtigkeit der abgefahrenen Profile kontrollieren. Des Weiteren ist es möglich, auf zwei Bildschirmen die Bilder und Videos der Kameras des ROV zu sehen. Die Bilder der Hauptkamera werden direkt auf DVD gespeichert. Die Bilder der anderen Kameras können einzeln abgespeichert und kommentiert werden, welches zu den Aufgaben der Wissenschaftler gehört.

### 3.1.2. Das Kabelgewicht

Durch das Kabelgewicht (Depressor) wird das Kabel auf leichte Spannung zwischen Schiff und Depressor gehalten (siehe Abbildung 3.1), wodurch eine Unabhängigkeit von den Schiffsbewegungen und dem ROV gewährleistet wird.

Der Depressor hat die Maße 1.5 m x 0.8 m x 0.5 m (Länge/Breite/Höhe) und wiegt 1.2 Tonnen. Er ist ca. 200 m vor dem ROV angebracht und wird auf ca. 100 m über den Meeresboden herabgelassen, so dass das ROV einen Radius von ca. 100 hat, in dem es sich frei bewegen kann. Er besitzt einen Tiefensensor (*altitude sensor*), der den Abstand zum Meeresboden angibt, sowie einen Wandler, der das Posidonia

Signal (siehe Abschnitt 3.4) vom FS reflektiert, wodurch die Position des Depressors erfasst wird.

### 3.1.3. Module des ROV

Das ROV besitzt drei auswechselbare Module. Das Standard Modul heißt *sampling*, das wissenschaftliche Modul *scientific* und das Seevermessungsmodul *bathymetry*. Im *sampling modul* sind folgende Arbeitsgeräte enthalten:

Messgeräte und -instrumente
3 Temperatur-Messgeräte
8 Sedimentprobenrohre
1 Wasserproben-Pumpe für 19 x 200 ml
Proben in der Tube für 4 x 740 ml
Sedimentrohre (d = 53 mm, l = 400 mm)
6 Strömungsmesser
mobile Körbe
1 Greifarm für Proben
1 Probenbox

**Tabelle 3.1.:** Sampling Module des ROV Victor 6000 (VOGT ET AL., 1999 [27])

Das wissenschaftliche Modul hat eine Größe von 2.5 m x 1.85 m x 0.7 m. Mit dem Modul kann über vier Schnittstellen kommuniziert werden:

- 2 RS 422 links mit 38400 baud<sup>(2)</sup>
- 1 RS 232 links mit 9600 baud
- 1 Video Kanal (CCIR standard)

Das Modul hat eine Transportbox je Tauchgang zur Verfügung. Durch die Box ist es möglich, Gegenstände zum Meersboden oder an die Meeresoberfläche zu befördern.

### 3.1.4. Navigation des ROV

Die Navigation des ROV kann nur so genau sein, wie die des Schiffes. Auf dem FS POLARSTERN ist das Positionierungssystem MINS<sup>3</sup> (siehe Abschnitt 3.5) installiert. Das MINS arbeitet mit einem Einfrequenz-GPS-Empfänger der Firma

<sup>2</sup>baud - Datenübertragungsgeschwindigkeit.

<sup>3</sup>MINS – *Marine Inertial Navigation System*.

Leica und einem Ashtech-System für die Zeitgebung, sowie zwei Zweifrequenz-GPS-Empfängern der Firma Trimble, um die Position zu erhalten. Weiterhin gehen in die MINS die Bewegungskorrekturdaten ein, welche bei der Positionsberechnung mitbeachtet werden müssen.

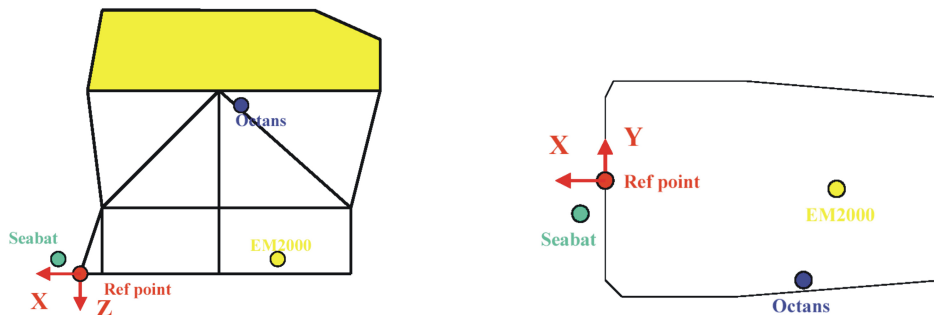
Der ROV wird durch das Positionierungssystem Posidonia geortet und erhält so eine Position (siehe Abschnitt 3.4) **mit der die Inertialnavigation kontrolliert und berichtet wird**. In Posidonia gehen die Positions- und Bewegungsdaten der MINS mit ein.

Die einzelnen Positionen des ROV, Schiffes und Depressors werden in QINSy auf dem Bildschirm dargestellt und können so optisch kontrolliert werden. Der ROV erhält die Position durch seine eigene Inertialnavigation. Diese ist für kurze Strecken bis 100 m genau. Bei einer Abweichung der Inertialnavigation von der Posidonia-Position von ca. 10 m wird diese zurückgesetzt (reinitialisiert), so dass die Positionen wieder übereinander liegen und die selben Koordinaten besitzen.

Alle eingehenden Daten werden auf einem zentralen Server gespeichert und anschließend auf CD oder DVD gebrannt. Die Daten sind kompatibel mit dem Programm ADELIE (siehe Abschnitt 4.6), welches zur groben Navigationsverbesserung der Posidonia Navigation verwendet wird.

### 3.1.5. Konfiguration der Geräte auf dem ROV

Auf dem ROV wurde ein Referenzpunkt festgelegt, auf den alle Geräte zentriert sind (siehe Abbildung 3.2). So können für die einzelnen Echolote (Reson Seabat, Simrad EM2000) genaue Positionen und die Daten des Bewegungssensors (Octans) erhalten werden.



**Abbildung 3.2.:** Die Gerätekonfiguration auf dem Victor 6000. Auf den Abbildungen sind die Fächerecholote Seabat von Reson und EM 2000 von Simrad sowie der Bewegungssensor Octans dargestellt. (H. Bisquay vom IFREMER, 2004)

## 3.2. Das Fächersonarsystems Reson SeaBat 8125

Das Reson SeaBat 8125 stammt aus der Serie SeaBat81xx und ist ein Flachwasserfächerecholot, das gleichzeitig auch Backscatter- und Sidescandaten erfassen kann (RESON HANDBUCH, 2003 [5]). Für die Fahrt ARK XIX-3 wurden zwei Fächerecholotypen (Reson Seabat und Simrad EM), auf dem ROV zu Testzwecken für einen eventuellen Kauf durch das IFREMER installiert. In der Abbildung 3.3 ist der Wandler sowie das dazugehörige Terminal zu sehen.

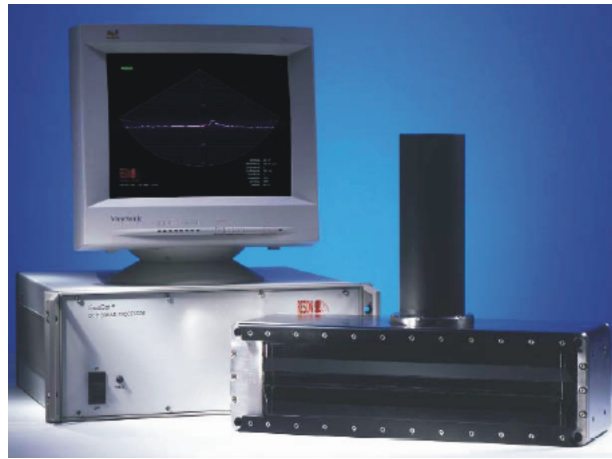


Abbildung 3.3.: Reson SeaBat 8125 (Reson Handbuch, 2003 [5])

Technische Spezifikationen des Reson	
Öffnungswinkel	120°
einzelne Beamwinkel	0.5°-1.0°
Frequenz	455 kHz
Beams per Ping	240
Beams pro sec bei 20 m Wassertiefe	7
Streifenbreite	3.5 x Wassertiefe (zwischen ROV und Meeresboden)
Einsatztiefe	1500 m
Tiefenmessgenauigkeit	6 cm

**Tabelle 3.2.:** Technische Spezifikation des Reson SeaBat 8125 (Reson Handbuch, 2003 [5])

Die Wasserschallkalibrierung erfolgt durch die Eingabe eines Schallprofiles, welches

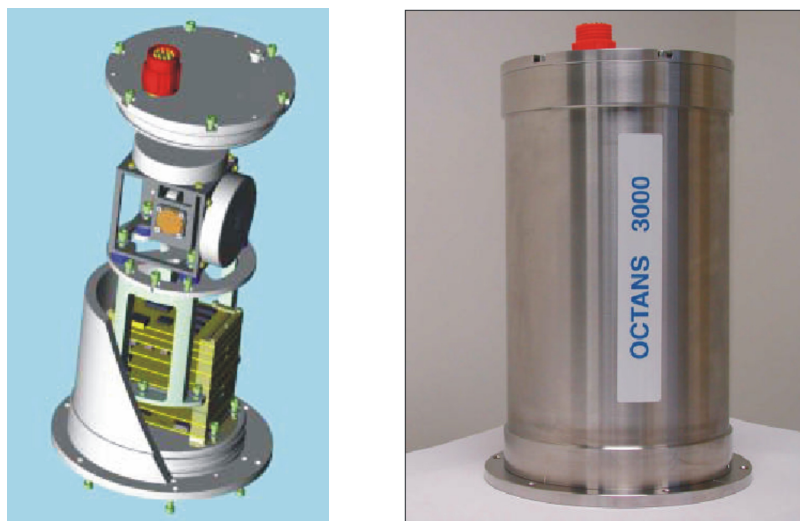
kurz zuvor im Messgebiet per CTD-Sonde ermittelt wurde.

Die Heave-, Roll-, Pitchkorrekturen werden von dem externen Bewegungssensor Octans (siehe Abschnitt 3.3) aufgenommen und mit in den Rohdaten abgespeichert.

Durch einen großen Öffnungswinkel von  $120^\circ$  ist die Erfassung eines breiteren Streifens möglich. Die Frequenz von 455 kHz ist für geringere Tiefen besser geeignet. Bei Tiefseevermessungen bis 5000 m würden die Schallwellen durch Absorption und Reflexion von Partikeln nicht bis auf den Meeresboden gelangen. Eine hohe Frequenz in den Bereichen von 200 kHz und aufwärts werden für Flachwasservermessungen bis 100 m eingesetzt. Der Vorteil eines hochfrequenten Echolotes ist, dass dieses von der ersten Sedimentschicht reflektiert wird und mehr Details erkennbar werden.

### 3.3. Der Bewegungssensor Octans Subsea Unit

Der Octans Subsea Unit Modell 3000 TI von der Firma IXSEA ist ein Bewegungssensor mit Kreiselkompass, welcher speziell für die Unterwasseranwendung bis zu einer Tiefe von 3000 m hergestellt wurde (IXSEA 2002 [2]). Auf dem ROV ist das Messgerät in einem wasserdichten Druckkasten aus Titanium angebracht, wie im rechten Bild der Abbildung 12 zu sehen ist.



**Abbildung 3.4.:** Auf dem linken Bild ist das Innenleben des Bewegungssensors Octans 3000 zu sehen. Auf dem rechten Bild wird das Octans in einem druckfesten Kasten abgebildet, wie er installationsfertig ist. (IXSEA, 2002 [2])

Technische Spezifikationen des Octans	
Einschwingzeit	eine Minute
Kursgenauigkeit	0.1°
Genauigkeit des Roll- und Stampfwinkels	0.01°
dynamische Genauigkeit beim Rollen- und Stampfen	0.01°
Genauigkeit von Hub, Schub und Schwanken	5 cm oder 5 % (je nachdem, welcher Betrag höher ist )
Hubbewegungsperiode	0.03 bis 1000 Sekunden (einstellbar)

**Tabelle 3.3.:** Technische Spezifikation des Octans Subsea Unit Modell 3000 TI (IXSEA 2002 [2])

Das Octans misst die Bewegungen und stellt die Daten den einzelnen Programmen zur Verfügung. Dies sind: *true*, *heading*, *roll*, *pitch*, *yaw*, *heave*, *surge*, *sway*, *rate of turn*. Hierunter ist Folgendes zu verstehen:

**true altitude** – die wahre Höhe über dem Meeresboden

**true course** – der rechtweisende Kurs

**Heading** – der anliegende Kurs bzw. Fahrtrichtung

**Roll** – das Rollen eines Schiffes, welches durch die Wellenbewegung zustande kommt

**Pitch** – das Stampfen des Schiffes, d.h. die Rotation um die Schiffsquerachse. Es tritt am stärksten durch die große Bugbewegung bei kurzen Wellen auf

**Yaw** – das Gieren eines Schiffes, der *yaw angle* bezeichnet den Gierwinkel

**Heave** – (dt. Hub) z.B. Anheben des gesamten Schiffes durch die Wellenbewegung in der vertikalen Achse. Der Begriff beschreibt ebenfalls das statische Einsinkverhalten des Schiffes durch Last. Dabei stellt *heave* die Abweichung der Einsinktiefe relativ zum normalen Tiefgang dar.

**Surge** – ein Schub, ein akuter Anstieg, eine Welle oder auch eine Sturmflut

**Sway** – das Schwanken des Schiffes

**Rate of turn** – die Kursänderung

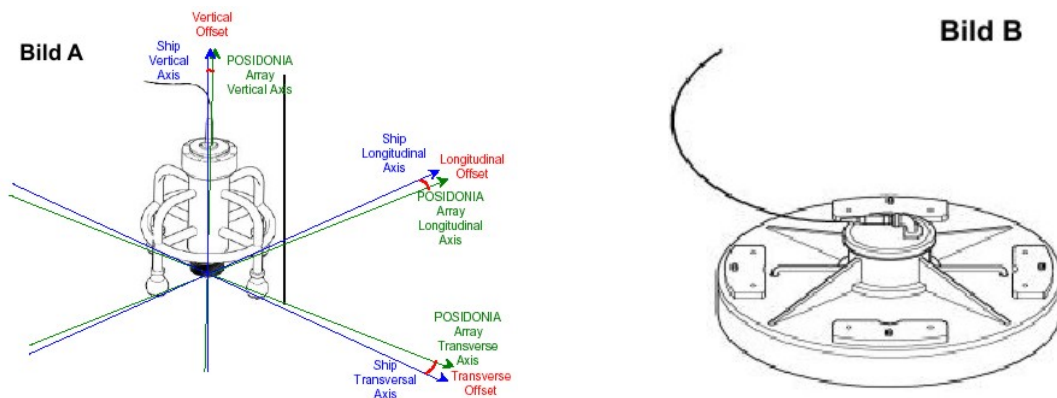
### 3.4. Das Positionierungssystem Posidonia

Das Posidonia-System ist ebenfalls ein Produkt der Firma IXSEA. Mit Posidonia kann die Position eines oder mehrerer Unterwasserobjekte und -fahrzeuge oberhalb

von 6000 m Wassertiefe aus Distanz und Azimuth berechnet werden. Dies erfolgt mit Hilfe von Wandlern (Transpondern), die an den Unterwasserobjekten und -fahrzeugen befestigt sind.

Posidonia ist ein System, welches mit akustischen Signalen und *Ultra Short Base Line* (USBL) arbeitet. Die Wandler werden durch ein akustisches Signal erfasst. Der Sender und Empfänger (*Transducer*) misst mit einer Frequenz von 8.5 kHz und ist am Schiffsrumpf befestigt oder in ihn eingelassen. Es gibt zwei Arten von *Transducer*: Zum einen den *deployable* (ausschwenkbarer Sender/Empfänger), welcher ein flexibler *Transducer* ist, der an einem Kabel hängt und dadurch variabel eingesetzt werden kann. Zum anderen den *flush*, der fest im Schiffsrumpf eingelassen bzw. eingebaut worden ist. Der Vorteil des *flush* ist, dass er aufgrund der Installation in den Schiffsrumpf auch bei höheren Geschwindigkeiten eingesetzt werden kann und nicht als schleppendes System hinterher gezogen wird.

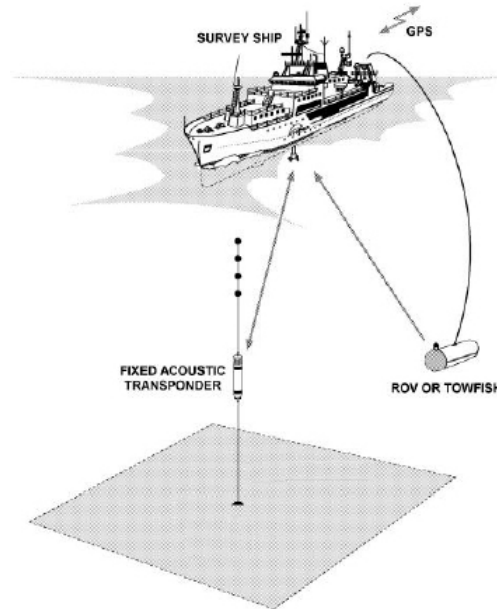
Auf dem FS POLARSTERN ist der Posidonia *Transducer* fest in den Schiffsrumpf eingebaut, wie der *flush* wie in der Abbildung 3.5, in Bild B sichtbar. Bild A zeigt einen variablen nicht fest eingebauten Posidonia *Transducer*. In der Grafik wird verdeutlicht, wo die Korrekturwerte angebracht werden müssen. Des Weiteren ist hier ersichtlich, welcher Achsversatz (*offset*) möglich ist.



**Abbildung 3.5.:** In Bild A ist das *deployable* System dargestellt und welche Offsetmöglichkeiten bei der Posidonia Kalibrierung vorhanden sind. Bild B zeigt das *flush* System, welches auf dem FS POLARSTERN eingebaut ist. Die vier kleinen schwarzen Punkte in den Aussenbereichen sind die Antennen von denen das Signal gesendet und empfangen wird (POSIDONIA HANDBUCH, 2002 [25]).

Von dem Transducer wird ein Schallsignal mit einer Frequenz von 8.5 kHz abgegeben, welches vom Transponder reflektiert und so im Empfänger mit einer bestimmten Laufzeit und einem Einstrahlwinkel erfasst wird. Um eine genaue Position zu berechnen, benötigt das System die Schiffsbewegungsdaten. In der Abbildung 3.6, ist das System der Posidonia-Messung mit einem ROV oder Towfish (dt. Schlep-

psystem) sowie einem festverankerten Transponder dargestellt. Die Genauigkeit der Positionierung beträgt 0.5 % der Wassertiefe (Posidonia Handbuch, 1999 [24]).



**Abbildung 3.6.:** Das System von Posidonia (POSIDONIA HANDBUCH, 2002 [25])

Die Kalibrierung dieses Systems erfolgt über mehrmaliges Abfahren einer Acht (siehe Abbildung 3.7), welches den Schnittpunkt über einem Transponder hat. Der Transponder wird vor der Kalibrierung auf dem Meeresboden ausgesetzt.

Vor der Kalibrierungsfahrt wird die Wasserschallgeschwindigkeit für das Gebiet anhand einer CTD-Sonde ermittelt und in das Posidonia-Programm eingegeben. Die Kalibrierungswerte für die Posidonia werden auf Null gesetzt. Anschließend wurde mit der Messfahrt begonnen.

Es werden mind. zwei Achten mit max. 3 kn abgefahren. Je öfter die Acht überfahren wird, um so besser werden die Kalibrierungswerte. Da die Schiffszeit des FS POLARSTERN teuer ist, wird der Vorgang meist nur zwei bis drei Mal wiederholt. Die hieraus erhaltenen Kalibrierungswerte sollten gegen Null gehen. Nach der Kalibrierung der Posidonia wird der Transponder wieder an Bord genommen.

## 3.5. Das Inertialsystem MINS

Das *Marine Inertial Navigation System* (MINS) von der Firma Raytheon-Anschütz ist eine Inertial-Laser-Plattform.



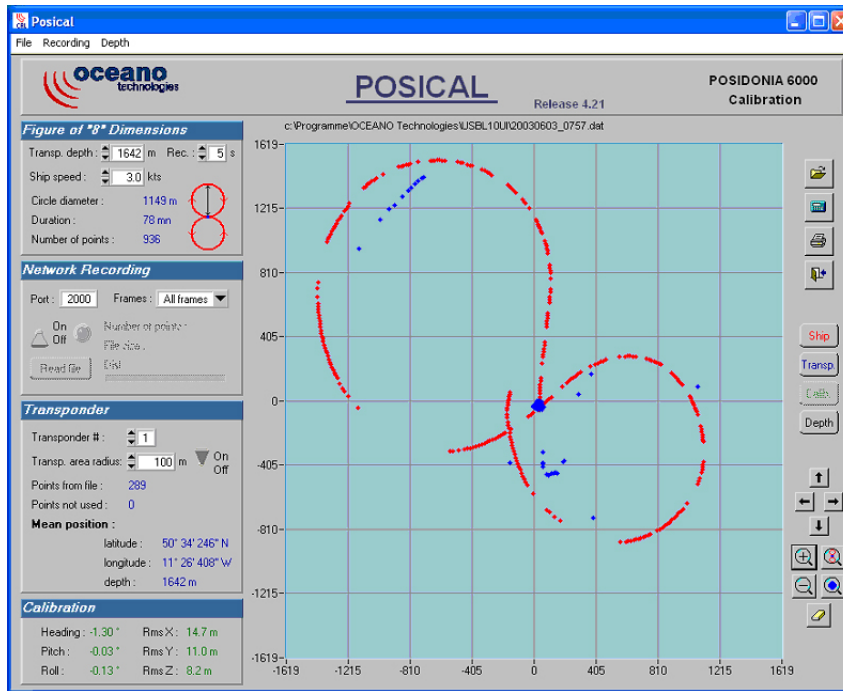


Abbildung 3.7.: Track für die Kalibrierung von Posidonia (Abbildung von H.Muhle von FIELAX, Juni 2003)

Mit dem MINS werden zum einen die Schiffslagedaten wie Roll-, Pitch-, Heave- und Yawkorrekturen des Schiffes und zum anderen die Position erfasst. Das MINS errechnet sich seinen Standort anhand eines integrierten präzidierenden Filters, der Position von zwei Trimble-Empfängern erhält (diese sind in einem untergeordneten Schiffskoordinatensystem mit dem MINS im Koordinaten-Ursprung), den Zusatzinformationen über die Fahrtrichtung sowie der Geschwindigkeit über Grund (S. CHRISTEN, 1999 [9], A. IFFLAND, 2004 [17]).

Die Genauigkeiten lt. Herstellerangaben sind besser als  $\pm 1.14$  arc min (Bogenminuten) bei einer dynamischen Stabilität von 0.001 deg/sec.; es lassen sich allerdings keine Informationen bezüglich einer Breitenabhängigkeit im Handbuch finden. Die Genauigkeit beim Heading (Richtungswinkel) ist analog zu  $\pm 3$  arc cm min (Bogenminuten) bei 0.003 deg/sec angegeben (S. CHRISTEN, 1999 [9], (RAYTHEON, 2004 [23])).

### 3.6. Conductivity – Temperature – Depth (CTD)

Die Echolotmessung beruht auf Schalllaufzeiten (Zweiwegelaufzeiten) zwischen dem Aussenden des Sendesignals und dem Empfang des Reflexionssignals vom Meeres-

boden. Mit der CTD-Sonde (siehe Abbildung 3.8) werden die physikalischen Eigenschaften (Leitfähigkeit, Temperatur und Druck) in der Wassersäule bestimmt.



**Abbildung 3.8.:** Eine CTD-Rosette mit Wasserschöpfern, wobei das Gerät in der Mitte die CTD-Sonde ist.

Durch die physikalischen Veränderungen der Wassersäule ergeben sich Unterschiede in der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls im Wasser. Daher ist die Bedeutung der Kenntnis über die Schallausbreitung in der Wassersäule nicht außer Acht zu lassen. Die mittlere Wasserschallgeschwindigkeit wurde bspw. von Medwin und Clay (1975) in die vereinfachte empirische Gleichung überführt:

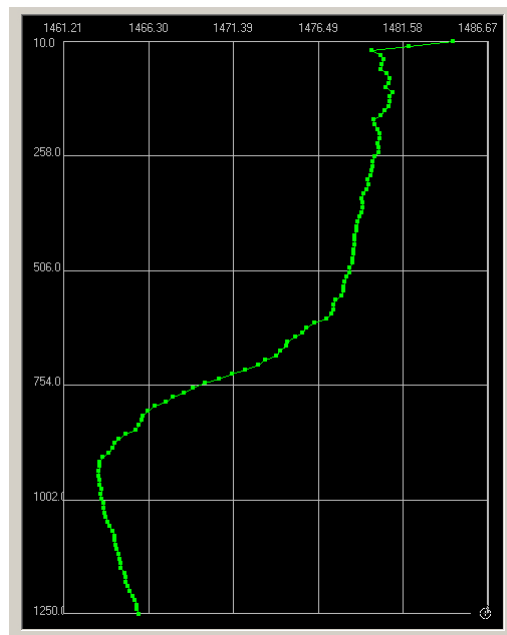
$$c_0 = 1449.2 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.00029T^3 + (1.34 - 0.010T) * (S - 35) + 0.016z \quad (3.1)$$

T = Temperatur, z = Tiefe in Metern, s = Salinität

Bei der CTD-Messung wird die Sonde so tief wie möglich zum Meeresboden hinab gelassen, damit über die gesamte Wassersäule ein durchgängiges Wasserschallprofil aufgezeichnet wird. Dies geschieht durch das ständige Abspeichern der Messwerte.

Eine fehlerhafte Annahme der örtlichen Wasserschallgeschwindigkeit hat eine falsche Tiefenberechnung zur Folge. Bei Fächerecholotmessungen bewirkt dies nicht nur eine Verschiebung des Tiefenhorizontes, sondern ist aufgrund der nach außen zunehmenden Laufzeiten durch die Wassersäule für die äußeren Beams auch mit einer Deformation des Fächers verbunden (A. IFFLAND, 2004 [17]).

In der Abbildung 3.9 ist das in dieser Auswertung verwendete Wasserschallprofil abgebildet. Es wurde von 10 m bis 1250 m Tiefe gemessen und in HIPS dargestellt.



**Abbildung 3.9.:** Wassershallprofil alle 10 m als ASCII-Datei in HIPS eingelesen.

Die Schallgeschwindigkeit auf der Expedition wurde nach der in Anhang B, aufgeführten Formel von Chen and Millero (1997) berechnet (NATIONAL PHYSICAL LABORATORY, 2004 [21]).

# 4. Datenerfassung und Aufbereitung

## 4.1. Planung der Vermessung

Bei der Planung einer Gebietsvermessung werden zuerst die Profile geplant und die benötigte Schiffszeit errechnet. Anschließend wird die Schiffszeit beantragt, da diese auf einem Forschungsschiff knapp ist. Danach folgt die Anpassung der zugesprochenen Schiffszeit an die Vermessung. Es stellt sich die Frage, mit welcher Überdeckung sinnvollweiser zu messen ist, wobei hiervon die Flughöhe des ROV über dem Meeresboden abhängt, da der Öffnungswinkel des Fächerecholotes als Parameter vorgegeben ist. Hiernach muss nach der Messgeschwindigkeit gefragt werden: Wieviele Knoten kann das ROV fahren und bei welcher Geschwindigkeit bekommt man eine ausreichende Punktdichte? Da das ROV nur 1.7 kn fahren kann, ist es möglich, bei Gegenstrom sogar notwendig, volle Geschwindigkeit zu fahren. Die *Pingrate* beträgt 10 *Pings* pro Sekunde. Eine so hohe Pingrate hat ein großes Datenaufkommen zur Folge.

Zur Datenerfassung stand an Bord des FS POLARSTERN den Wissenschaftlern ein PC mit einer Festplatten-Speicherkapazität von einem TByte und einem DVD-Brenner des IFREMER zur Verfügung.

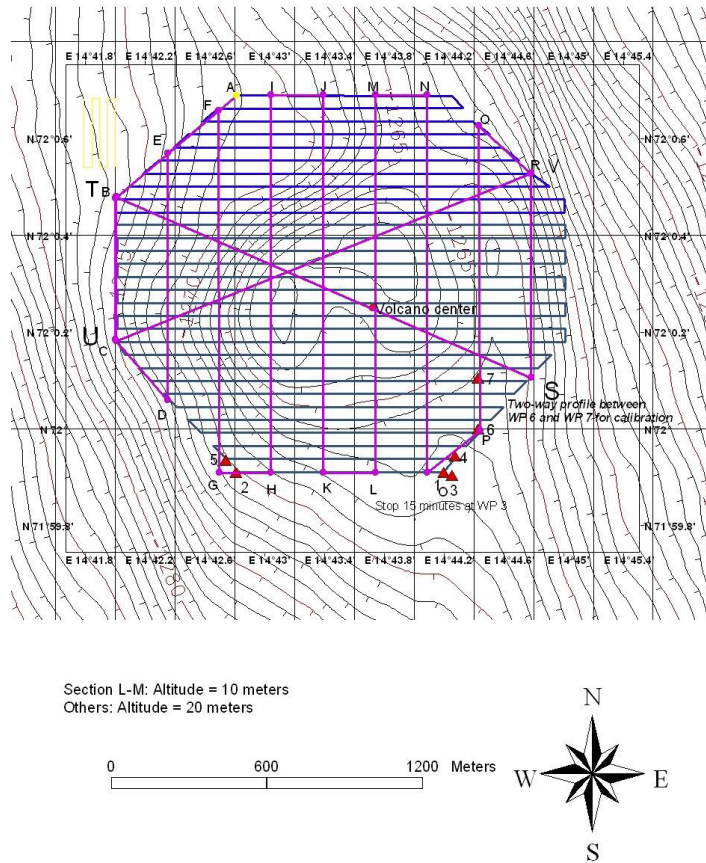
Werte für die Profilplanung	
Flughöhe	20 m
Öffnungswinkel	120°
Streifenbreite	70 m
Profilabstand	50 m
Überlappungsbereich	20 m
Beamgröße (Footprint) bei 0° Einfallswinkel	0.17 m
Beamgröße (Footprint) bei 15° Einfallswinkel	0.18 m
Beamgröße (Footprint) bei 45° Einfallswinkel	0.25 m
Abstand zwischen den Beams	0.35 m

**Tabelle 4.1.:** Werte für die Profilplanung des ROV

Da der Meeresboden nicht vorher betrachtet werden kann, haben in der Seevermessung die Gesichtspunkte der Profile andere Hintergründe als in der topographische Geländeaufnahme (z.B. flächendeckende Aufnahmen, Strömungsrichtung, Aufnahme von Magnetik etc.). Bei einer bathymetrischen Vermessung kommt es auf flächendeckende Profile an. Bei einer flächendeckenden mikrobathymetrischen Vermessung ist es wichtig, dass sich die einzelnen Profile überlappen, um eine Navigationskontrolle zu haben. Die Profile des ROV werden meist so gelegt, dass das ROV mit der Strömung fährt. Bei einer Gegenströmung von 1 kn bewegt sich das ROV nur noch mit 0.7kn über den Meeresgrund vorwärts. Jedoch ist dies bei systematischen Vermessungen, wie bei der auf der *Expeditin*, kaum zu realisieren, da parallele Profile gefahren werden.

Bei den Tauchgängen auf der Expedition im HMMV war die Strömung gering und hatte daher keinen Einfluss auf die Planung der Profile.

## Dive 221



**Abbildung 4.1.:** Profilplan für den Tauchgang des ROV über dem HMMV (von C. Edy IFREMER - Abschlussvortrag der Expedition ARK XIX-3b, 2003)

Die Wissenschaftler des IFREMER planten die Profile (siehe Abbildung 4.1) in einem grafischen Programm anhand von Anfangs- und Endpunktkoordinaten. Sie wählten eine "Flughöhe" von 20 m über dem Meeresboden und erzielten so eine Streifenbreite von 70 m (3.5 x Wassertiefe lt. der technischen Beschreibung von Reson (siehe Abschnitt 3.2). Der Profilabstand wurde mit 50 m geplant, so dass ein Überlappungsbereich von 20 m vorhanden war. Die geplanten Profile wurden dann in QINSy (siehe Abschnitt 4.2) eingeladen.

Danach wurde eine CTD-Messung durchgeführt, um die Wasserschallgeschwindigkeit für das Echolot und Posidonia zu bestimmen. Nachdem die CTD-Werte von 1240 m bis 1270 m (Messbereich des Echolotes auf dem ROV) in das Echolot und die Werte für den Tiefenbereich von 10 m bis 1270 m in das Posidonia eingegeben

wurden, begann die Messung. Das SeaBat war so in der Lage, die Schallgeschwindigkeitskorrekturen durchzuführen. Die Rohdaten wurden durch die Korrekturen verbessert. Bei diesem Tauchgang wurden die Rohdaten in QINSy prozessiert, aber ohne die Schallgeschwindigkeitskorrektur anzubringen. Die Schallgeschwindigkeitskorrektur erfolgte zu einem späteren Zeitpunkt in dem Programm CARIS HIPS/SIPS (siehe Abschnitt 4.3.1).

Nachfolgend wird erläutert, wie die Zusammenhänge der einzelnen Schritte in den folgenden Abschnitten der Datenaufbereitung sind (siehe auch Abbildung 4.2). Während der Fahrt erfolgte die Rohdaten-Aufzeichnung sowie die grafische Kontrolle der Profile mit QINSy. Nach Beendigung der Profilfahrt wurden die Daten im Post Processing<sup>1</sup> vorbereitet und in das XTF-Format exportiert. Danach wurden alle Daten in HIPS eingelesen: Zuerst wurden die Gezeitenkorrekturen an die Rohdaten angebracht, dann folgte eine Korrektur anhand der Schallgeschwindigkeit und eine Editierung der Tiefenwerte sowie eine Grid- und Isolinienberechnung. Die Navigation wurde als ASCII-Datei ausgelesen, in Access in eine Tabellenform gebracht und in ArcCatalog importiert. Die Isolinien wurden als dxf-Datei exportiert und ebenfalls in ArcCatalog importiert.

Die einzelnen Arbeitsschritte in den Programmen (QINSy, CARIS, ArcInfo, etc.) sind im Anhang mit Bildschirmaufnahmen dokumentiert und kommentiert.

---

<sup>1</sup>Post Processing bedeutet die Verarbeitung der Rohdaten nach der Aufzeichnung.

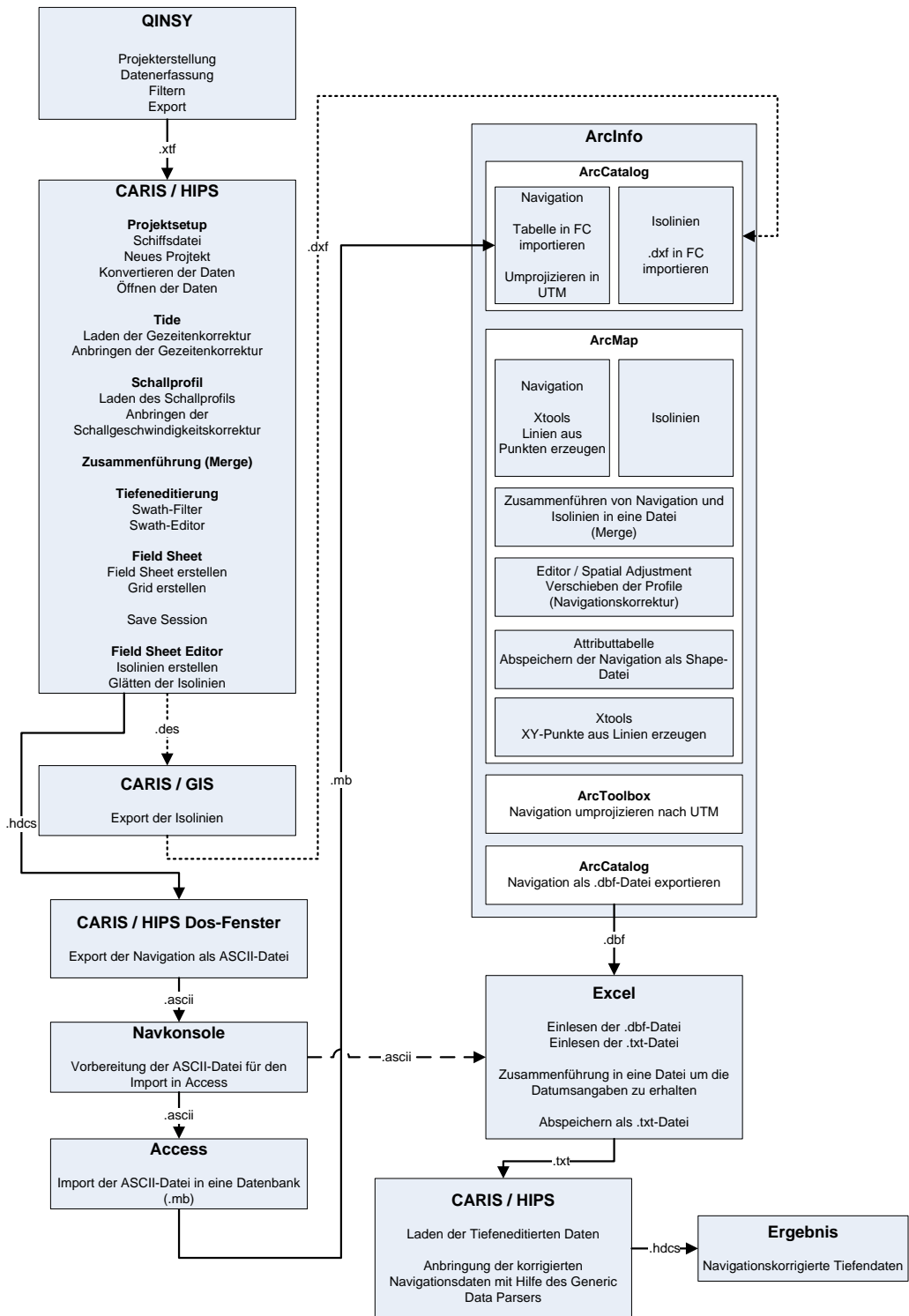


Abbildung 4.2.: In der Abbildung wurde der Datenfluss von den Rohdaten bis zum Endprodukt aufgezeigt.



## 4.2. Aufzeichnung der Rohdaten mit QINSy

Das Programm QINSy stand in der Version 7.0 zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um ein Produkt der Firma QPS, mit Sitz in den Niederlanden. Mit diesem hydrographischen Programm ist es möglich, Rohdaten aufzuzeichnen und weiterzuverarbeiten. Bei der Tiefeneditierung können verschiedene Verfahren angewandt werden: Editierung mit Hilfe eines Filters, eine Editierung der einzelnen Streifen (*swath*) oder die Editierung in einem ausgewählten Gebiet (*subset*).

In der Abbildung 4.3, ist der Datenfluss von QINSy aufgezeigt.

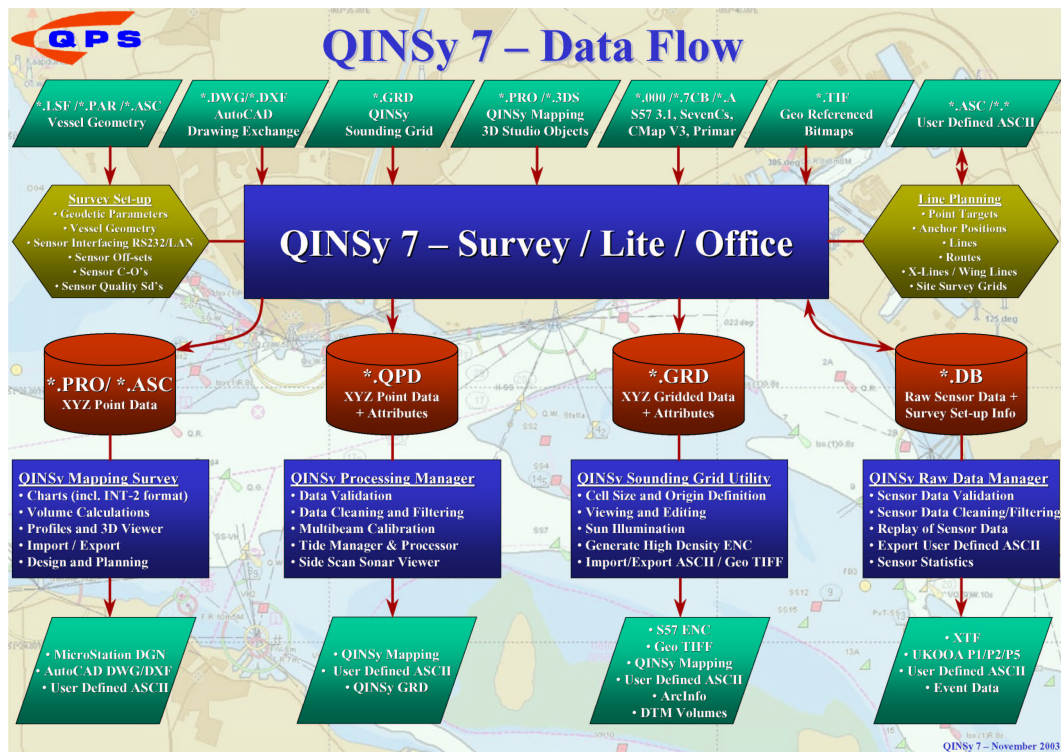


Abbildung 4.3.: Der Datenfluss von QINSy7 [22]

Während der Fahrt wurden die Rohdaten<sup>2</sup> mit dem Flachwasserfächerecholot Sea-Bat 8125 erfasst und mit dem Programm QINSy abgespeichert. Die Rohdaten werden als .db-Files von QINSy abgespeichert und haben eine Größe von 30 Gbyte. In dieser Datei wurden das geodätische Datum, das ROV als Fahrzeug, die Angabe der Messgeräteabstände etc. definiert.

Nach Beendigung des Tauchganges wurden die Rohdaten durch einen Glättungsfilter (*smooth data filter*) bearbeitet, um die Positionshöhe des ROV zu berichtigen. Hierbei wurde die Sensortiefe des ROV alle 4s gemittelt, sowie die Ausreißer

<sup>2</sup>Daten ohne Verbesserungen.

(Spikes) der Tiefen von Posidonia entfernt oder gemittelt. Die Zeitverzögerung (*latency*) korrigiert wurden ebenfalls korrigiert und im Filter auf -1s gesetzt. Die Zeitverzögerung kommt zwischen der Messzeit (Zeitpunkt an dem das Echo ausgesendet wurde) und der Datenerfassung zustande. Anschließend wurden die gesamten gefilterten (.db.filt) und nicht-gefilterten (.db) Daten in eine XTF-Datei von einer Gesamtgröße von 10 Gbyte exportiert. Das XTF-Format ist eine binäres Format mit mehreren Paketen (Header, Position, Bathymetry, Side Scan). Bei dem Datenexport ins XTF-Format traten einige Schwierigkeiten auf:

1. Die Zeitverzögerung wurde so exportiert, dass sie den Einstellungen von CARIS genau entgegenwirkte. Die Supporter von QPS haben ein Umprogrammieren der Software veranlasst, so dass nun ausgewählt werden konnte, ob die Zeitverzögerung mit exportiert werden soll oder nicht.
2. Die ROV-Tiefe wurde in ein falsches Paket geschrieben (siehe Abbildung 4.4), so dass das ROV keine Gerätetiefe hatte, sondern eine Positionshöhe. Die Gesamttiefe konnte nicht errechnet werden (Gerätetiefe (ROV-Tiefe) + Tiefenmessung mit dem Echolot = Gesamttiefe der Wasseroberfläche bis zum Meeresboden). Da QPS keinen Anlass sah, ihren Fehler zu beheben, schrieb CARIS einen neuen Konverter für die XTF-Daten von QPS.

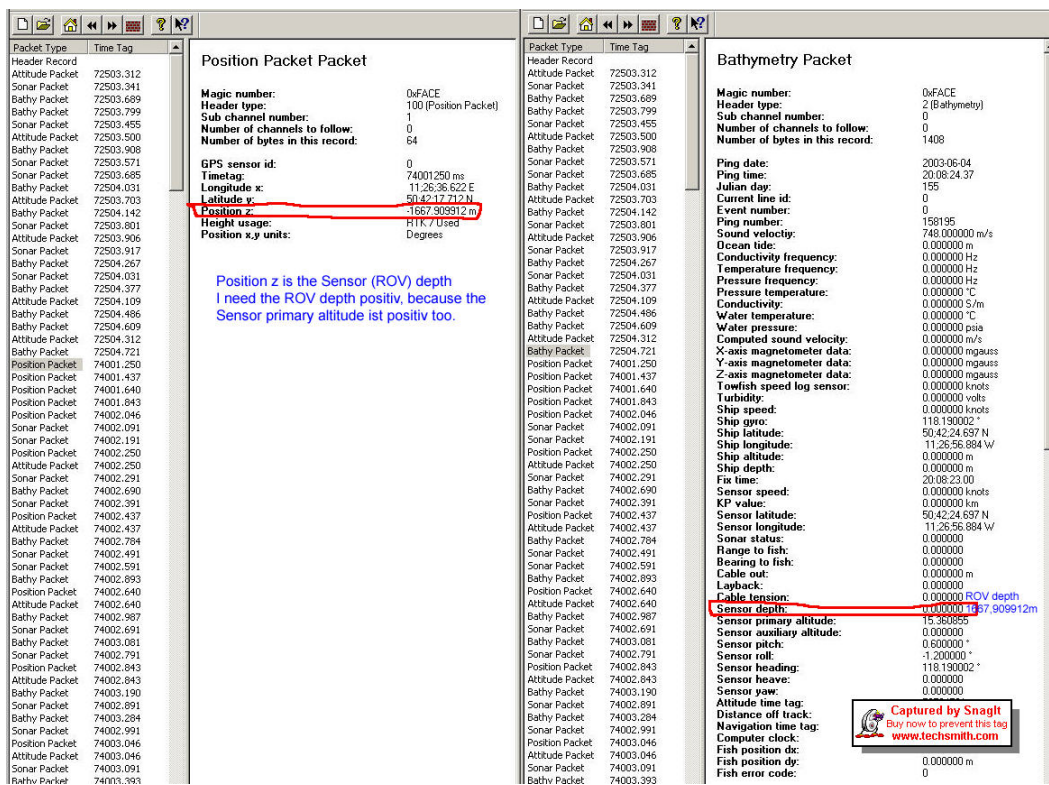


Abbildung 4.4.: In dem *Position Packet* ist die Sensor Tiefe als Positionstiefe angegeben, obwohl für diese Tiefe ein Feld im *Bathymetry Packet* vorgesehen ist.

Die Informationen über Position, ROV, Bathymetrie usw. stehen in der XTF-Datei in mehreren Paketen. Eine Dokumentation hierzu befinden sich im Anhang C.

## 4.3. Dateneditierung mit dem Programm HIPS

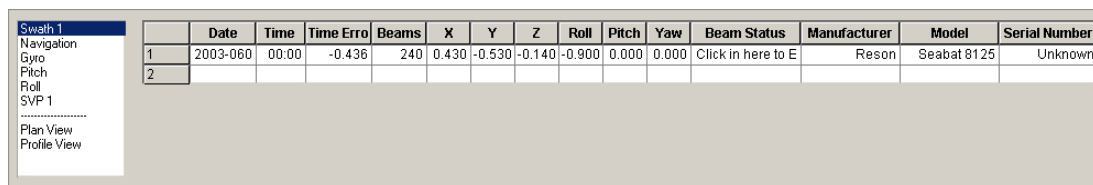
### 4.3.1. Datenbearbeitung und -editierung

Das *Hydrographic Information Processing System* (HIPS) stand in der Version 5.3 zur Verfügung und ist ein Programm der Firma CARIS aus Kanada. Am AWI wird mit diesem Programm neben der Tiefeneditierung die Tide und das Schallprofil (SVP - *Sound Velocity Profile*) angebracht. Ein wichtiger Grund für die diese Datenauswertung war, dass die Tiefeneditierung in CARIS effektiver über eine grafische Oberfläche erfolgte. Zudem konnten Filteroptionen direkt gewählt werden.

### Die Schiffskonfigurationsdatei erstellen

In HIPS wird als ein erster Schritt für jedes Fahrzeug (FS, ROV, etc.) eine eigene Schiffskonfigurationsdatei (*Vessel Configuration File* - VCF) erstellt. In der VCF-Datei stehen die Abstände (*Offsets*) der Geräte zum Referenzpunkt, die Gerätetypen und die Abmasse des Fahrzeuges.

Bei den Eintragungen im Swath1 muss die Zeitdifferenz (*latency*) beachtet werden. Dies ist die Differenz zwischen dem Messung und der Datensicherung, z.B. auf einer CD. Sie wird beim Anbringen der Schallgeschwindigkeit in HIPS mit angebracht. Beim Exportieren der XTF-Daten aus QINSy 7.0 wurde die Zeitdifferenz nicht mit exportiert, da die Werte der Einstellung von HIPS entgegenwirken.



	Date	Time	Time Error	Beams	X	Y	Z	Roll	Pitch	Yaw	Beam Status	Manufacturer	Model	Serial Number
1	2003-060	00.00	-0.436	240	0.430	-0.530	-0.140	-0.900	0.000	0.000	Click in here to E	Reson	Seabat 8125	Unknown
2														

**Abbildung 4.5.:** Eintragung der Echolotparameter in die Schiffskonfigurationsdatei. *Time Error* ist die Zeitverzögerung (*latency*). X,Y,Z der Abstand vom Echolot zum Referenzpunkt.

	Date	Time	Time Error	X	Y	Z	Ellipsoid	Manufacturer	Model	Serial Number
1	1981-310	00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	WG84	Unknown	Unknown	Unknown
2										

Abbildung 4.6.: Eintragung des Ellipsoids in die Schiffskonfigurationsdatei

Beim Gyro, Pitch und Roll sind in X,Y,Z die Abstände von Octans zu dem Koordinatenursprung des ROV eingetragen.

	Date	Time	Time Error	X	Y	Z	Error:	Manufacturer	Model	Serial Number
1	2003-060	00:00	0.000	-1.580	-0.850	-1.670	0.000	Unknown	Octans	Unknown
2										

Abbildung 4.7.: Eintragung des Bewegungssensors in die Schiffskonfigurationsdatei

	Date	Time	Time Error	X	Y	Z	Error:	Apply?	Manufacturer	Model	Serial Number
1	2003-060	00:00	0.000	-1.580	-0.850	-1.670	0.000	Yes			
2											

Abbildung 4.8.: Eintragung von den Pitchwerte in die Schiffskonfigurationsdatei

	Date	Time	Time Error	X	Y	Z	Error:	Apply?	Manufacturer	Model	Serial Number
1	2003-060	00:00	0.000	-1.580	-0.850	-1.670	0.000	Yes			
2											

Abbildung 4.9.: Eintragung der Rollwerte in die Schiffskonfigurationsdatei

Pt	X	Y
1	-1.750	-1.580
2	0.050	-1.580
3	0.050	1.520
4	-0.850	1.520
5	-1.750	1.520
6	-1.750	-1.580
7		

Pt	Z	Y
1	0.330	-1.580
2	-1.670	-1.580
3	-1.670	1.520
4	0.330	1.520
5	0.330	-1.580
6		

**Abbildung 4.10.:** Das Programm HIPS berechnet die Koordinaten für die weitere Berechnung selbstständig nach dem Eintrag in der Schiffskonfigurationsdatei. *Plan View* beschreibt das ROV mit Geräten in der Draufsicht, *Profil View* das ROV in Seitenansicht.

## Das neue Projekt erstellen

Im nächsten Schritt wird ein neues Projekt angelegt, in dem das VCF ausgewählt und die Messtage als julianische Tag eingegeben werden. Anschließend wählt man eine UTM-Zone oder lässt diese vom Programm automatisch anhand der Koordinaten aus der Rohdatendatei wählen. Nun gibt man eine Größe für das Projektgebiet an oder lässt dies wiederum automatisch berechnen. In den ersten Schritten ist die automatische Auswahl von Vorteil, wenn man alle aufgenommenen Rohdaten einlesen möchte.

## Das Einlesen der Daten

Mit dem *Conversion Wizard Spezial XTF* werden die XTF-Dateien nach HIPS importiert. Der Konverter wurde extra von CARIS für diese ROV XTF-Daten programmiert. Die ROV-Tiefen standen an falscher Stelle und QPS sah dies nicht als Produktionsfehler an. Mit dem normalen XTF-Konverter wurden die ROV-Tiefen als Positionshöhen eingelesen.

Vor dem Konvertieren der XTF-Dateien ist es sinnvoll, sich testweise einige Dateien anzuschauen, um den Inhalt der Pakete zu kontrollieren. Das heißt, es soll geprüft werden, ob Tiefen, Navigation und Positionierung im richtigen Paket abgespeichert wurden, da sonst der Konverter die Werte nicht findet bzw. an einer anderen Stelle in der Datei sucht. Das Visualisieren von Text und Zahlen der XTF-Dateien ist mit beiden Programmen (QINSy und HIPS/SIPS) möglich. In CARIS basiert der XTF-Viewer (dumpXTF) auf einer DOS-Version und ist als beliebige Textdatei anzeig- und speicherbar. Bei QINSy ist der Viewer Windows-basiert und in einem dazugehörigen Programm dargestellt, aber nicht speicherbar.

Da QPS die Tiefe des ROV in dem Positions-Paket als Positionshöhe  $z$  angab und nicht wie üblich im Bathymetrie-Paket als Sensor-Tiefe abspeicherte, musste

CARIS einen neuen Konverter für das AWI namens *SpezialXTF* programmieren. Dieser Konverter bewirkt, dass die ROV-Tiefe in dem namentlich falschen Paket gefunden und als Sensortiefe im Bathymetrie-Paket abspeichern konnte. In dem Konverter ist die Angabe des Projektes mit VCF und Datum notwendig, damit die konvertierten Daten in einer Datei im richtigen Projekt gespeichert werden können.

## Das Anbringen der Tide

Um in HIPS mit der Editierung der Datei zu starten, muss das Projekt, in das die XTF-Dateien konvertiert wurden, erneut geöffnet werden. Als erstes wird die Tide angebracht die in einer Tidendatei steht. Diese Tidendatei kann in HIPS erstellt werden (siehe Abb. 4.11) oder als ASCII-Dateien importieren. Da wir in einem kleinen Gebiet von 2 km x 2 km Ausdehnung mit einem Tidenhub von 1.29 m und einem Geländehöhenunterschied von 10 m über einen Zeitraum von 44 Stunden gemessen haben, war die Anbringung der Gezeitenkorrektur notwendig. Andernfalls würden die Kontrollprofile nicht zu den Profilen passen und eine systematische Veränderung aufweisen.

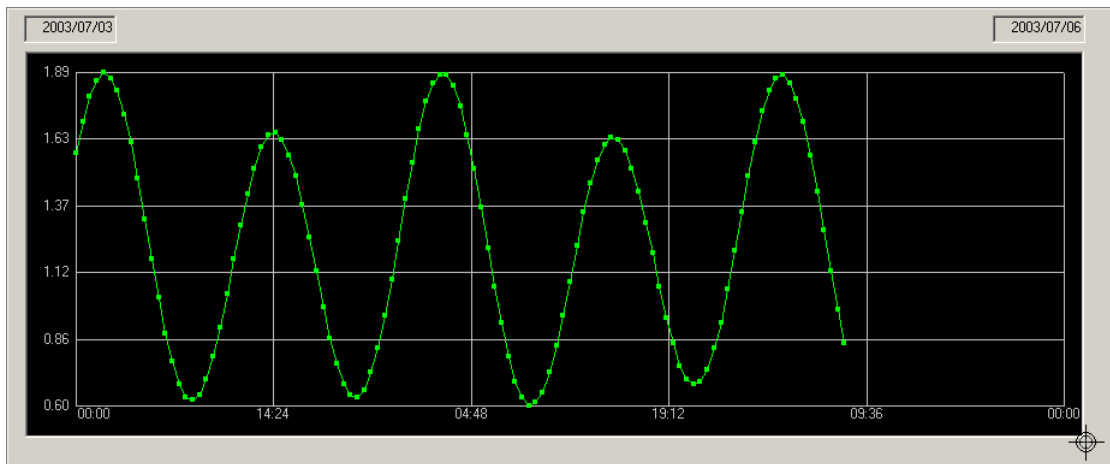


Abbildung 4.11.: Tidenprofil als ASCII-Datei eingelesen in HIPS

## Das Anbringen der Schallgeschwindigkeitskorrektur

Danach erfolgt das Anbringen des SVP, welches ebenfalls in HIPS erstellt wird oder als ASCII-Datei eingelesen werden kann. Bei den manuell erstellten ASCII-Dateien sind die Formatierungsvorgaben von CARIS einzuhalten. Das verwendete Wasserschallprofil von 10 m bis 1250 m wurde in Abschnitt 3.6 dargestellt. Mit der Schallgeschwindigkeitskorrektur werden die Rohstiefen<sup>3</sup> auf wahre Tiefen korrigiert.

<sup>3</sup>Hierbei handelt es sich um nicht-editierte Messtiefen ohne jegliche Art von Berichtigungen.



Es wurde eine mittlere Schallgeschwindigkeit in das SeaBat eingegeben, damit die Abstrahlwinkel und die Laufzeit richtig berechnet werden. Diese Eingabe ist nur für die Anzeige auf dem Bildschirm relevant. Somit ist es notwendig, die Schallgeschwindigkeitskorrektur durchzuführen, um korrekte Tiefen zu erhalten. Speziell in den Außenbeams ist dies von hoher Wichtigkeit, da sich dort die Berechnung der Strahlen am stärksten auswirkt. Des Weiteren wird durch das Anbringen der SVP die Zeitverzögerung von -0,430sec. angebracht, sofern diese im VCF angegeben wurde.

## Die Tiefeneditierung mit Filter, Swath- und Subset-Editor

Im nächsten Schritt erfolgt die Tiefeneditierung, für die mehrere Möglichkeiten bestehen:

**Tiefenfilter** - Der Tiefenfilter kann auf die Rohdaten angewendet werden, um grobe Fehler zu entfernen.

**Swath Editor** - ist zum Betrachten einzelner Profile.

**Subset Editor** - Hiermit können ganze Gebiete mit mehreren Profilen angeschaut werden.

**Surface Cleaning** - Hier werden mit Hilfe von Statistikansätzen Fehltiefen beseitigt.

Da die Profile und auch Beams keine Lagerichtigkeit besitzen, ist es nicht möglich, sich die Daten im Subset Editor lagegenau anzuschauen. Im Subset Editor würden sich z.B. Profile mit fehlerhafter Navigation überlappen, die normalerweise nebeneinander liegen. So kann es passieren, dass es zur Löschung richtiger Punkte und Falschinterpretation von Darstellungen kommt.

Bei der Auswertung der Expeditionsdaten wurde zuerst ein Filter (siehe Abbildung 4.12) auf die Rohdaten angewandt. Zum Filtern der Daten können mehrere Parameter eingegeben werden, wie z.B. das Mini- und Maximum der Tiefenwerte (Depth Mini- and Maximum), die Festlegung, welche Beams automatisch herausgefiltert werden sollen etc. Bei einem Fächerecholot mit einer guten Überdeckung ist es sinnvoll, die äußersten drei Beams zu entfernen, da diese erfahrungsgemäß mit mehr Fehltiefen behaftet sind.

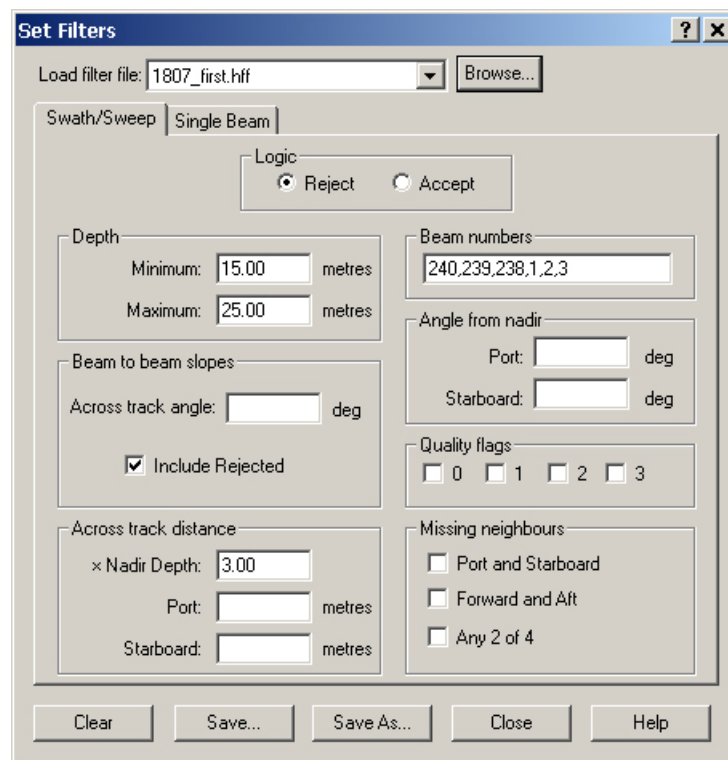


Abbildung 4.12.: Tiefenfiltereinstellungen für ein Fächerecholot.

Anschließend folgte die Editierung mit dem *Swath Editor*, mit dem grobe Fehlmessungen manuell bereinigt wurden. Die Rohdaten der einzelnen Profile ergaben schon ein sehr kontinuierliches Geländemodell.

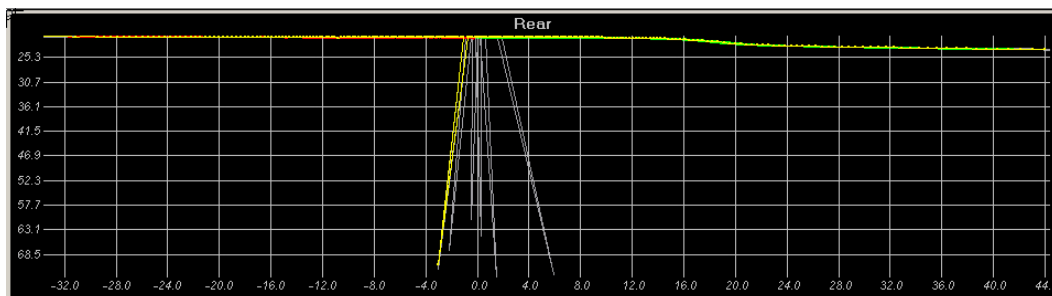


Abbildung 4.13.: Swath Editor mit groben Fehltiefen. (grau: Fehltiefen, rot: Backbord, grün: Steuerbord) (Abbildung aus HIPS - Profil Nr. 26)



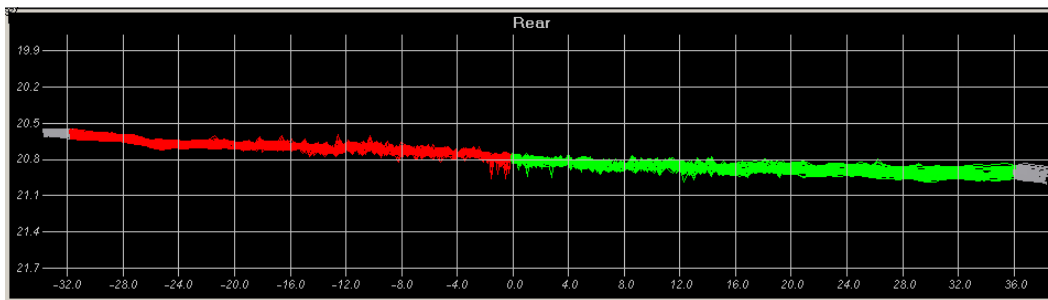


Abbildung 4.14.: Swath Editor mit systematischen Fehltiefen (Abbildung aus HIPS - Profil Nr. 24)

## Das Auslesen der Navigation

Um die Navigation in ArcInfo zu korrigieren, muss diese als Text-Datei je Profil ausgelesen werden. In einem anderen Format ist dies leider nicht möglich. Des Weiteren muss beachtet werden, dass HIPS alle vorhandenen acht Kommastellen ausgibt. In dem Menü *Tools/Option/General/Status bar units* ist Geographic DD wegen der acht Nachkommastellen zu wählen. Diese acht Stellen geben den Millimeterbereich an und reichen für die Genauigkeit der Datenauswertung aus. Die Navigation wird im DOS-Fenster in der Verzeichnisstruktur `C:/CARIS/HIPS/Bin` mit dem Befehl: `printfnav ... /n > Ausgabeumleitung` als Textdatei ausgelesen und abgespeichert. Hier liegt bei jeder zehnten Navigationsposition ein Rundungsfehler in der letzten Stelle um einen Millimeter durch CARIS vor. Dieser Fehler wird jedoch wegen seiner minimalen Größe außer Acht gelassen. Die Textdatei wird in *NaviKonsole.exe* (programmiert von Sebastian Röber, 2004) eingelesen, welches wiederum in DOS arbeitet, und die Daten in ein Tabellenformat mit Spaltenformatierung speichert. Diese Formatierung erleichtert das Einlesen in Access.

## 4.4. Das Tabellenprogramm Access von Microsoft

Access ist ein Produkt der Microsoft Palette und im Office Paket enthalten. Die bearbeiteten Daten können als Tabelle in ArcInfo angezeigt und in eine Arc-Info Datei umgewandelt werden. Es ist auch möglich, eine Textdatei direkt in Arc Info einzulesen. Es ist jedoch nicht machbar, dass die geodätische Datenbank das von CARIS übermittelte Format Datum/Zeit (2003-185 08:42:32:807) lesen kann, weswegen Access dazwischen geschaltet wurde.

Die Navigationsdaten liegen als Textdatei aus dem Programm *NaviKonsole* (programmiert von Sebastian Röber, 2004) vor und können nun nach Access importiert werden. Beim Importieren nach Access sind einige Formatierungen vonnöten, die

durch ein Importmenü abgefragt werden. Hierfür kann ein *Importfilter* erstellt werden, um die Einstellungen der zu filternden Daten nicht bei jeder Datei wiederholen zu müssen. Die Navigationspunkte liegen nun in einer .mb vor und können in ArcInfo gelesen werden. Eine Beschreibung dieser Schritte ist im Anhang zu finden.

## 4.5. Das Geoinformationssystem ArcInfo

ArcInfo ist ein Produkt der Firma ESRI, deren Hauptsitz in USA/Redlands, Kalifornien ist. ArcInfo ist ein Geoinformationssystem (GIS) mit verschiedenen Anwendungen für die Kartenerstellung von z.B. Straßen-, Fernerkundungs-, Satelliten-, Seekarten etc. Zur Bearbeitung der Daten wurde die ArcInfo Version 8.3 verwendet.

Die Hauptaufgabe der Diplomarbeit ist es, mit ArcInfo einen Weg zu finden, die Navigationsdaten anhand der Isolinien zu korrigieren. Um dies realisieren zu können, wurden mehrere Möglichkeiten in Betracht gezogen und getestet: Beim ersten Versuch wurden alle Punkte der Mikrobathymetrie in eine geodätische Datenbank (*Geodatabase* - GDB) eingelesen. Hierzu wurden aus HIPS alle Daten in einer ASCII-Datei gespeichert. Danach wurden die Daten durch das Programm Reson.exe (programmiert von Sebastian Röber, 2004) in einer Access-Tabelle konvertiert. Da es ArcInfo möglich ist, Access-Tabellen zu importieren, konnte diese problemlos in eine GDB eingelesen werden. Mit kleinen Dateien bis 30 Mbyte ist es möglich, diese zuprojizieren und in ArcMap ein Grid mit dem Befehl *Inverse Distance Weighted* (IDW)<sup>4</sup> zu errechnen. Bei größeren Dateien ab 30 Mbyte ist dies jedoch fehlgeschlagen, da eine GDB nur zwei GByte Daten erfassen und eine Eigenschaftsklasse (*Feature Class* - FC) nur 30 Mbyte verarbeiten kann. Das Problem hierbei ist, dass die Daten in der FC eine Größe zwischen 15 Kbyte und 350 Mbyte haben. Die Datenmengen vergrößert sich in einer geodätischen Datenbank auf das Dreifache, da diese aufgesplittet und in verschiedenen Tabellen abgespeichert werden, um so ein einfacheres Auffinden und ein schnelleres Rechnen zu ermöglichen. Daher erreichte die GDB nach dem Einlesen der Rohdaten eine beträchtliche Größe von fast einem GByte, je nach Größe der Rohdatendatei. Aus diesem Grund konnte die GDB die Daten nicht in eine andere Projektion umwandeln, da sonst zwei GByte überschritten wurden.

Im zweiten Versuch wurden die bathymetrischen Daten in HIPS bearbeitet und als Isolinien aus CARIS GIS in einer dxf-Datei ausgelesen (Isolinien-Berechnung siehe Abschnitt 5.2). Die dxf-Dateien können mit ArcInfo angezeigt, gelesen und in einer GDB bzw. FC importiert werden. Der Vorteil der Isoliniendaten aus HIPS ist, dass sie wesentlich kleiner sind (von 0.1 bis 4 Mbyte).

---

<sup>4</sup>Das gewichtete lineare Interpolationsverfahren IDW wird zur Berechnung der Rasterpunkte eines Geländemodells genutzt.

## 4.6. ADELIE – Ein Werkzeug von ArcInfo für ROV und AUV

*Aide au DEpouilleLlement Interactif des données des Engins sous-marins* (ADELIE) ist ein Programm vom IFREMER. Es wird mit ArcView geöffnet und bezieht sich auf die Bedürfnisse der Tiefseewissenschaftler, die mit einem Unterwasserfahrzeug forschen. Die Software wurde in Zusammenarbeit von den Wissenschaftlern des IFREMER und der Schiffsmannschaft, die dem Projekt angehören und mit dem ROV und seinen Daten arbeiten, entwickelt. So wurde die Anforderung der Software auf Anregungen der Benutzer, die die Nachbereitung der Daten für die Unterwasserfahrzeuge bearbeiten, zugeschnitten. ADELIE hat sich u.a. zum Hauptziel gesetzt, für alle Unterwasserfahrzeuge, die eine an die Zeit gekoppelte Datenerfassung durchführen, die Daten umzuwandeln und zu bearbeiten. Das Programm ist in drei Hauptfunktionen eingeteilt: Import, Video und GIS (ADELIE PROSPEKT, 2004 [18]). In der Abbildung 4.15, sind einige Funktionen der ADELIE Software dargestellt.

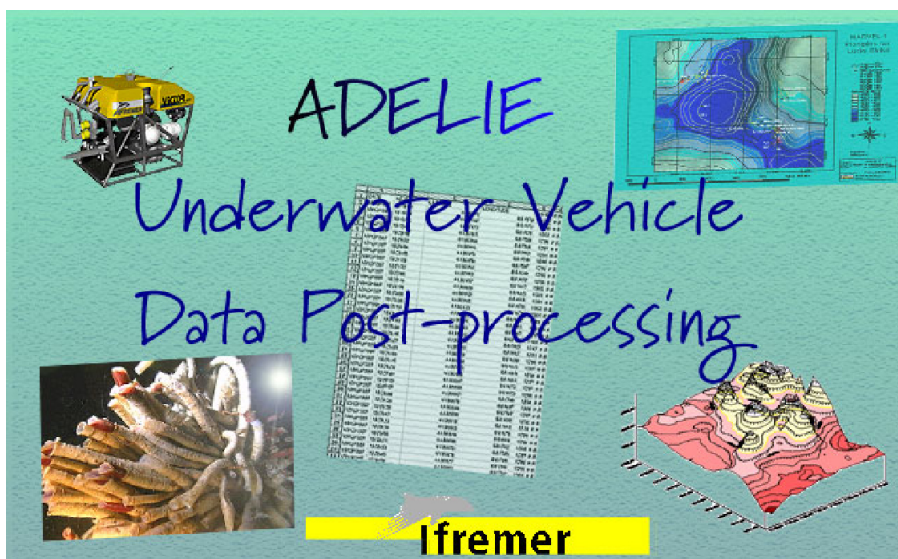


Abbildung 4.15.: Möglichkeiten der ADELIE Software

Das ADELIE-Programm verfügt über folgende Werkzeuge:

**ADELIE Import** Hiermit ist die Konvertierung der ROV- und AUV-Daten von NAUTILE, VICTOR 6000 etc. möglich. Es ist erforderlich, dass die Daten in DBase- oder Textdateien abgespeichert werden. Dieses Werkzeug bietet die Möglichkeit, die Daten einer ganzen Fahrt bzw. Expedition oder einzelner Tauchgänge zu sichern.

**ADELIE Video** Es ermöglicht, die Daten von den Videos mit den Tauchgangsdaten (Position, Lage, etc.) zu synchronisieren. Aus den neuen Videos kann das Programm *minifilms* erstellen. Anschließend kann eine Zusammenfassung der Videobänder erstellt werden. Hiermit ist eine Abfolge von Bildern gemeint, die im Sekundenabstand vom Videoband ausgelesen wurden. In ADELIE ist ein Werkzeug zur automatischen Bildmosaikgenerierung aus Videosequenzen<sup>5</sup> integriert.

**ADELIE GIS** Dieses Werkzeug basiert auf *ArcView Geographic Information System* von ESRI. ADELIE hat viele Funktionen zum Anzeigen und Prozessieren von Multimedia Informationen wie z.B. ein Display für die thematischen 2D und 3D Layer für Navigation, Ereignisse, Bathymetrie, stehende Bilder etc. Ferner ist ein Filtern und Glätten der Schiffsnavigation und ein Kalkulieren der neuen Position aufgrund von thematischen Elementen der gefilterten Navigation möglich. Des Weiteren besitzt es einen direkten Anschluss zu den Bilder- und Videosequenzen, die in ADELIE Video gespeichert sind. Ein grafisches Display für den Kurs, die Latitude und Longitude des Unterwasserfahrzeuges entsprechend des Videos (brauchbar für Analysen) gehören ebenfalls zu den Funktionen. Interaktiv kann eine Meeresbodencharakterisierungskarte entworfen werden. Dies geschieht durch das Überwachen des Videos. Abschließend ist die Gestaltung der Seiten und Drucke der erhaltenen Ergebnisse auf einem Plotter oder Drucker in (A4, Letter, A3, A0,...) und ein Exportieren der Daten, Ergebnisse und Seitenlayouts in verschiedenen Formaten (Dbase, ASCII-Text, WMF, BMP, Postscript, Adobe Illustrator, CGM, JPEG ...)

Mit dem Programm ADELIE ist es in Kombination mit ArcView möglich, aus Navigationspunkten eine Linie zu erstellen. Hierzu müssen die Punkte in ein für ArcView lesbares Format gebracht werden. Hierfür ist es am günstigsten, wenn eine .dbf-Datei verwendet wird. Diese kann in verschiedenen Programmen aus einer Textdatei erstellt werden, wie z.B. in Access, Excel, ArcCatalog.

In der Nachbereitung der Expedition wurden die Daten als dBase5-Datei in Access umgewandelt und in ADELIE unter *Add Event Theme* eingelesen. Die Datei wurde dann in *View* geöffnet. Zuerst wurden die Punkte gefiltert und geglättet. Anschließend wurde anhand des Zeitstempels eine Linie mit dem Befehl *generate smoothed navigation* daraus erstellt. Die neue Navigationslinie wurde in eine Shapefile konvertiert, welche in ArcCatalog eingelesen und somit in eine geodätische Datenbank importiert werden konnte. Mit dem neuen Werkzeug XTools von ESRI können die Daten nun direkt in ArcMap, mit dem die Erstellung einer Linie aus Punkten möglich ist, aufbereitet werden und müssen nicht in ADELIE bearbeitet werden.

---

<sup>5</sup>Sequenz - Aufeinanderfolge.

# 5. Digitales Geländemodell (DGM)

## 5.1. Griderstellung

Durch ein Geländemodell werden die Messdaten in grafischer Form visualisiert bzw. anschaulicher dargestellt. Ein DGM ist ein Geländemodell, welches aus Flächenpunkten berechnet wird. Für die Navigationskorrektur benötigt man Isolinien von jedem Profil, aus denen die Geländestrukturen ersichtlich werden. Isolinien sind Linien gleicher Höhe und können aus einem Grid (dt. Rasterfeld) errechnet werden. Die Grids der Profile müssen einzeln erstellt werden, da die jeweiligen Profile gegeneinander verschoben werden sollen. Hierbei ist es wichtig, dass die nebeneinander liegenden Profile nicht mitgeladen, das heißt nicht-aktiviert werden, da diese sonst mit in die Berechnung der Grids einfließen würden.

Die Griderstellung mit den Expeditionsdaten sowie die Berechnung der Isolinien erfolgte nach abgeschlossener Editierung mit HIPS. Ursprünglich war es beabsichtigt, das Grid und die Isolinien mit ArcInfo zu erstellen. Der Hintergedanke hierbei war, die editierten Daten nach ArcInfo zu überführen und alle Daten (bathymetrische Daten, Navigationskorrektur von Posidonia sowie die ROV-Navigation) in einem Programm zusammenzufassen. Nach einer Testphase ergab sich das Problem, dass ArcInfo nur kleine Mengen (FC bis 30 MByte) der editierten Daten einer mikrobathymetrischen Vermessung erfassen konnte (siehe Abschnitt 4.5).

Da HIPS große Datenmengen bearbeiten kann, wurden die Isolinien in diesem Programm erstellt. Um Isolinien zu erhalten, wurde zuvor ein Grid berechnet. HIPS bietet zwei verschiedene Methoden zur Berechnung eines Grids: Die reguläre Methode beschreibt eine Modellrechnung durch eine gleichmäßige gitterförmige Anordnung der Interpolationspunkte (Gitter- oder Rasterpunkte). Die irreguläre Methode ist die Dreiecksvermaschung (Triangulationsmethode), welche durch unterschiedliche mathematische Verfahren zur Dreiecksbildung erfolgt und bei der Einzelechotvermessung verwendet wird, da eine linienhafte bzw. ungleichmäßige Punktverteilung vorherrscht (C. HOHMANN 2002 [16]). Da die zubearbeitenden Expeditionsdaten von einem Fächerecholot stammen, wurde die reguläre Methode gewählt.

Die Abbildung 5.1 zeigt ein Beispiel zur Gridberechnung. Für die Berechnung des Rasters wurden zehn gewichtete Punkte herangezogen. Diese Punkte müssen sich in dem vorgegebenen maximalen Radius befinden.

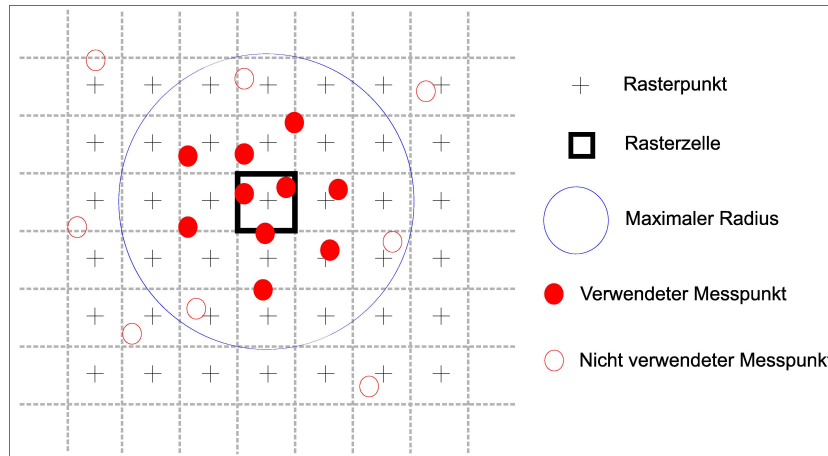


Abbildung 5.1.: Gridberechnung anhand eines Rasters (A. FRAHM, 2003 [11])

In HIPS wird zuerst von jedem Profil ein *New Field Sheet* (neues Gebietsblatt) und anschließend ein Grid erstellt. Durch das *Field Sheet* wird ein Gebiet auf einem Blatt vorgegeben. Hierbei kann die Angabe der Projektion und der Blattgrenzen festgelegt oder vom Programm automatisch ausgewählt werden. Nach der Fertigstellung eines *New Field Sheet* kann ein Grid erstellt werden. Es werden alle Angaben zu den Blattecken und den Projektionen des *Field Sheets* übernommen. Um ein Grid zu Erstellen, müssen Angaben zu der gewünschten Rastergröße und der jeweiligen Farbtabelle für die Tiefen- bzw. Höhenunterschiede eingegeben werden. Anschließend wird das verwendete Sonargerät und die *Beamweite* (Schallkeulenbreite) angegeben, sowie die Pings ausgewählt (gelöschte, akzeptierte, ausgelassene), die im Grid verwendet werden sollen.

Bei der Nachbearbeitung der Expeditionsdaten wurde die Projektion automatisch gewählt. Die Blattgrenzen bzw. Umringskoordinaten wurden durch das Aufziehen eines Rechteckes um das jeweilige Profil erstellt. Dabei war zu beachten, dass in dem Umring kein anderes Profil aktiviert war. Bei der Expedition wurde eine Rastergröße von 0.25 m ausgewählt, da die *Footprintgröße* von 0.17 m bis 0.35 m und der Abstand der Beams 0.35 m betrug. Somit war in jedem Raster mindestens ein Ping.

## 5.2. Isolinienerstellung

Durch Isolinien wird eine Geländestruktur dargestellt. Isolinien werden benötigt, um die nebeneinanderliegenden Profile, bei denen die Geländestruktur identisch sind, übereinander zu schieben. Anhand der Struktur und der Grids ist erkennbar, ob zwei nebeneinander liegende Profile aneinander passen oder sogar gleiche Strukturen aufweisen.

Die Griddaten in HIPS werden als *Session* abgespeichert, da diese nur so im *Field Sheet Editor* (Gebietsblatt-Editor) geöffnet werden können. Im *Field Sheet Editor* werden die Isolinien berechnet, beschriftet und editiert. Bei der Berechnung können mehrere Eingabeparameter ausgewählt werden, wie z.B. der Abstand der Isolinien von 0.5 m (siehe Abbildung 5.2), sowie das Minimum und Maximum des Bereiches, in dem die Isolinien mit dem Intervall berechnet werden sollen (CARIS, 2003 [3]).



**Abbildung 5.2.:** Einstellungen für die Erstellen von Isolinien im *Field Sheet Editor* von HIPS

Da die berechneten Isolinien aus den Expeditionsdaten sehr ungleichmäßig aussahen und zu Fehlinterpretationen des Geländemodells beitrugen, wurden diese mit dem Befehl *Smooth Contours* (Glätten der Isolinien) geglättet. Hierfür können mehrere Eingaben getätigt werden (siehe Abbildung 5.3).

Die *Filter Tolerance* wurde mit 1 m angegeben. Darunter ist zu verstehen, dass die neu berechneten nicht mehr als 1 m von den originalen Isolinien abweichen dürfen. Bei *Output Number of Points* wurde eine zehn eingegeben, da dies die Anzahl der Punkte der geglätteten Linie definiert. Je höher der Wert desto geglätteter die



Linie. Bei *Curve Order* wurde eine vier eingegeben. Dieser Wert gibt an, wie sehr der Biegungsablauf geglättet werden soll. Je größer der Wert, desto mehr weicht die Isolinie von der originalen Isolinie ab.

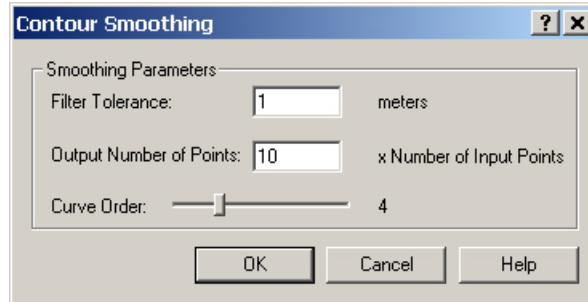


Abbildung 5.3.: Einstellungen zum Glätten der Isolinien im *Field Sheet Editor*.

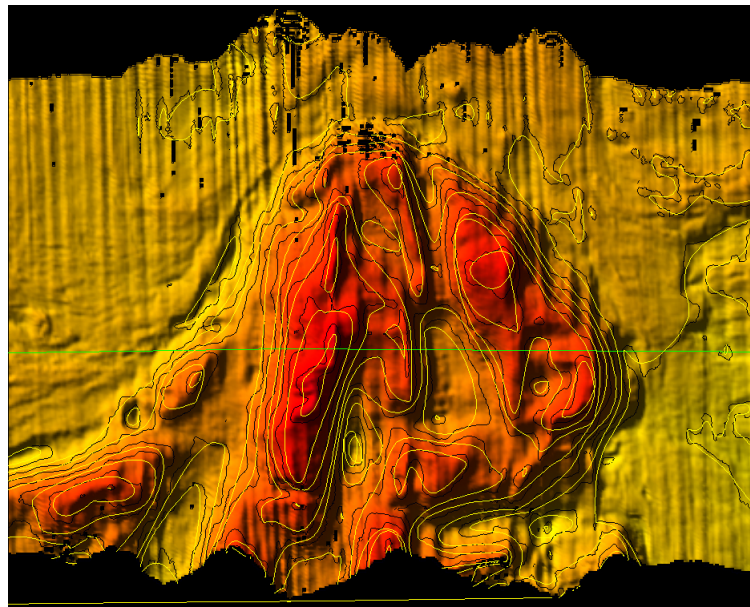


Abbildung 5.4.: Glättung der Isolinien in HIPS. (schwarz: nicht-geglättete Isolinien; gelb: geglättete Isolinien)

Nun ist es möglich, sich die neue Darstellung im *Field Sheet Editor* anzeigen zu lassen. So kann beurteilt werden, ob der gewählte Isolinienabstand auch der Lesbarkeit der Karte entspricht und nicht zu klein oder zu groß gewählt wurde. Es wurden die geglätteten und nicht-geglätteten Isolinien angezeigt (siehe Abbildung 5.4), um beurteilen zu können, ob die Glättung zur besseren Interpretation des DGM beitrug. Nach der Speicherung der neu erstellten Daten sind diese auch in HIPS darstellbar.



Es war angedacht, die Isolinien als E00-Datei mit Caris GIS auszulesen, da hier die Isolinien mit dazugehöriger Tiefeninformation exportiert werden. Es entstand das Problem, das ArcInfo aber nur 500-Stützpunkte von einer Linie verarbeiten kann. Caris liest aber alle Stützpunkte aus und splittet das File nicht ab dem 500-Stützpunkt auf. Damit ist gemeint, dass Caris GIS aus einer 800-Stützpunktedatei keine 500- und 300-Stützpunktedatei exportieren kann. Somit wurde die HDCS-Datei (Caris Dateiformat) aus Caris GIS in eine dxf-Datei exportiert, welche problemlos in ArcInfo angezeigt werden kann. Bei der dxf-Datei werden keine Tiefeninformationen mitgeliefert, da dieses Format nur grafische Elemente und Informationen beinhaltet. Daher konnte ArcInfo nicht die Tiefeninformationen anzeigen, wenn auf die Isolinie geklickt wurde. Der Vorteil gegenüber einer E00-Datei ist, dass die dxf-Datei sofort sichtbar ist und zur Weiterverarbeitung bereit steht.

# 6. Navigationseditierung

## 6.1. Allgemeines zur Navigationskorrektur

Eine Navigationskorrektur ist bei einem ROV notwendig, wenn genaue Positionen am Meeresboden benötigt werden. Die Inertialnavigation des ROV wird bei Abweichungen von ca. 10 m wieder auf die Posidonia-Navigation reinitialisiert (siehe Abschnitt 3.1.4). In den vorliegenden Daten sind Abstände (*offsets*), der identischen Punkte zweier Grids, bis zu 50 m vorhanden.

Anhand der Isolinien von zwei nebeneinander liegenden Profilen wird eine Navigationskorrektur durch Verschieben und Verdrehen der Isolinien durchgeführt. Die Navigation wird zuvor mit den Isolinien eines Profils in einer Datei zusammengefasst (*merge*), so dass beim Verschieben der Isolinien anhand von identischen Geländestrukturen die Navigation mit verschoben wird. Die Navigation wird anschließend wieder ausgelesen und in einer eigenen Datei abgespeichert, um sie an die Rohdaten anbringen zu können. Die Navigationskorrektur ist bei einer ungenauen bzw. falschen Navigation notwendig, da hier den Tiefenwerten falsche Positionen zugeordnet werden und somit die hieraus errechneten Isolinien (Tiefenlinien) einen Lagefehler auf den Meeresboden übertragen würden.

Für die Navigationseditierung stehen am AWI zwei Programme zur Verfügung: MB-System und ArcInfo.

MB-System basiert auf UNIX und besitzt keine grafische Oberfläche. Die Befehle werden direkt in die Befehlszeile eingegeben. Die Editierung erfolgt durch Interpolation. Das heißt, dass diese Interpolation durch einen Rechenprozess und nicht wie bei ArcMap durch eine grafische Verschiebung sowie Transformation erfolgt. Die Einarbeitungszeit in das Programm würde den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen. Dies ist ein Grund, weshalb die Entscheidung zu Gunsten von ArcMap ausfiel.

Die ArcInfo PC-Version ist ein GIS-Programm mit einer grafischen Oberfläche. Die ArcInfo Unix-Version bzw. die ArcInfo Workstation ist von den Funktionsweisen wie das MB-System, welches über Eingabe von Befehlen auf der Befehlszeile arbeitet. Da die Unix-Version ohne grafische Oberfläche arbeitet, ist hier keine Navigationskorrektur durch Verschiebungen der Isolinien möglich. Das Verschieben der Isolinien kann nur in der ArcInfo bzw. ArcMap PC-Version im Tool *Spatial*

*Adjustment* (räumliche Anpassung) erfolgen. Weiterer Vorteil für ArcInfo ist, dass es Handbücher, Übungen mit Anleitungen und eine Kundenbetreuung von ESRI Deutschland gibt.

## Transformation

In dem *Spatial Adjustment* Werkzeug stehen mehrere Transformationen zur Verfügung, um ein photogrammetrisches Verfahren durchzuführen. Am geeignetsten wäre das *Rubber Sheeting* (Gummifläche), welches, wie die Affine Transformation, eine Art der Koordinatentransformation ist (UNIVERSITÄT ROSTOCK, 2004 [26]). Beim *Rubber Sheeting* wird versucht, die Punkte einer Linie wie ein Gummiband übereinander zu legen. Um hier ein gutes Ergebnis zu erzielen, sollten möglichst viele gleiche Punkte in beiden (Isolinien-) Profilen gefunden werden.

Dies war nicht an allen Stellen der vorliegenden Profile möglich, da die Isolinien keine gleichen Anschlüsse und kaum Übereinstimmungen besaßen. In den Überlappungsbereichen der Profile erfasst das Fächerecholot mit den Pings nicht die selben Punkte. Aus diesem Grund sind die Isolinien an unterschiedlichen Positionen in den Grids, so dass nicht die selben Punkte in den Profilen gefunden werden können. Die Geländestrukturen sind im Überlappungsbereich die gleichen.

Aus diesem Grund wird die Affine Transformation verwendet, die eine eindeutige Umrechnung von rechtwinkligen ebenen Koordinaten in ein anderes System ermöglicht. Bei der Affinen Transformation benötigt man mindestens drei identische Punkte in den Außenbereichen der Profile. Mehrere identische Punkte verbessern die Transformation. ESRI verwendet für die Affine Transformation die zwei folgenden Formeln erster Ordnung:

$$x' = Ax + By + C \quad (6.1)$$

$$y' = Dx + Ey + F \quad (6.2)$$

Die Affine Transformation versucht, nicht alle Punkte bzw. Linien übereinander zu bringen, sondern nur die ausgewählten Punkte.

## 6.2. ArcInfo – ein GIS und Kartenerstellungsprogramm

Mit den nachfolgenden Schritten wird die Navigationskorrektur in ArcInfo vom Ein- bis zum Auslesen der Navigation sowie die Weiterverarbeitung bis zum Caris Endprodukt beschrieben.

Es wurde für die Expeditionsdaten die Geodatabase von ArcInfo verwendet, da diese das Zeitformat samt den Millisekunden lesen konnte. Die Millisekunden sind in der Navigationskorrektur ein wichtiger Faktor, da das ROV anhand eines Flachwasserfächerecholot die Tiefenwerte aufnimmt und 10 mal in der Sekunde einen Ping sendet. Mit den anderen ArcInfo Formaten ist die Abspeicherung und Erkennung der Millisekunden nicht möglich. Ein weiterer Grund war, dass sich mit der Geodatabase von ESRI zu dem Zeitpunkt noch kaum einer der Bathymetriegruppe befasst hatte.

Die Isolinien stehen als dxf-Datei aus Caris GIS zur Verfügung. Diese können ohne Probleme mit der richtigen Projektion in eine FC eingelesen werden. Die Navigationspunkte liegen in einer Access-Datenbank (siehe Abschnitt 4.4) vor und können in den ArcCatalog gelesen werden. Die Punkte werden in die GDB importiert, umprojiziert und in eine FD kopiert. Anschließend wird die Navigation in die UTM Projektion umprojiziert und in die entsprechende FD mit UTM Projektion abgespeichert. Nun haben die Isolinien und die Navigationspunkte die selbe Projektion. Die Punkte werden in ArcMap geöffnet und mit dem Werkzeug *XTools*<sup>1</sup> in eine Navigationslinie umgewandelt. Anschließend werden die Isolinien eines Profils hinzugeladen und mit der Navigationslinie in eine Tabelle bzw. Datei zusammengefasst (*merged*). Dies ist notwendig, damit beim Verschieben der Isolinien ebenfalls die Navigationslinie mit dem selben Winkel und der selben Richtung verschoben wird. Die Isolinien werden so verschoben, dass ähnliche Geländestrukturen aufeinander liegen (siehe Abbildung 6.2). Ähneln sich die Geländestrukturen nicht, könnten Lücken zwischen den einzelnen Profilen der Grund dafür sein. Diese Isolinien können dann nicht verschoben werden.

Für das Verschieben der Isolinien werden die Werkzeuge *Editor* und *Spatial Adjustment* benötigt. Nach dem Starten des Editor werden unter *File/Snapping* die verwendeten Dateien angeklickt, damit der Cursor beim Editieren auch die richtigen Linienpunkte in seinem Umkreis fängt. Danach wird im Werkzeug *Spatial Adjustment* die Transformation ausgewählt und die Datei, die verschoben bzw. auf die die Affine Transformation angewendet werden soll, aktiviert. Anschließend kann mit der Transformation bzw. mit der Suche nach ähnlichen Geländestrukturen begonnen werden. Für das Verknüpfen von ähnlichen Strukturen stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Zum ersten die Schaltfläche für die Einzel-Punkt-Verbindung (siehe linke Abbildung 6.3). Zum zweiten die Schaltfläche für geschlossene Linien (siehe rechte Abbildung 6.3), bei der zur Auswahl steht, mit wievielen Punkten die Linien verbunden werden sollen.

---

<sup>1</sup>*XTools* ist ein extra Werkzeug, welches bei der Version 8.3 nicht vorhanden war. Durch Nachfragen bei ESRI wurde das benötigte Werkzeug kostenlos per Mail zugesandt.

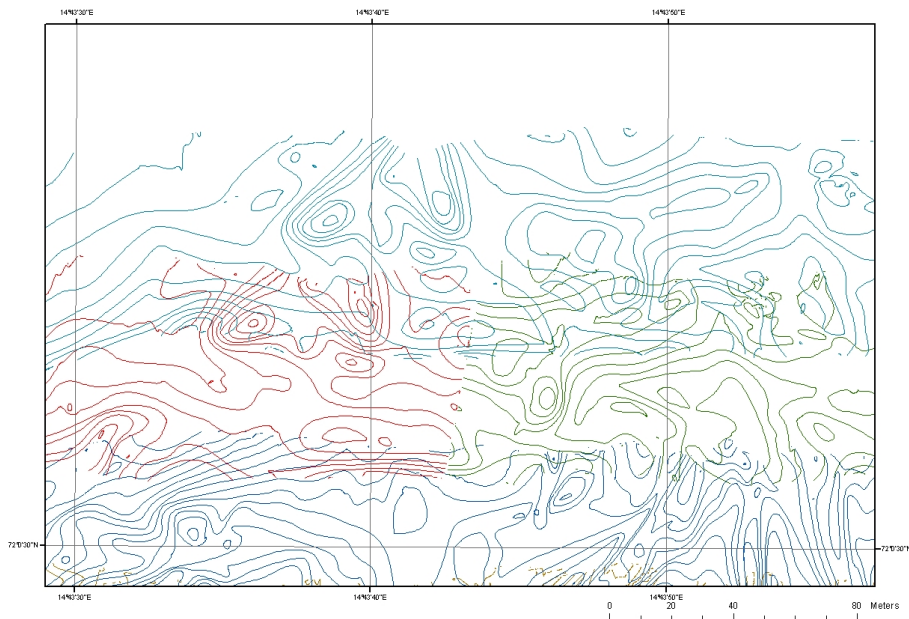


Abbildung 6.1.: Isolinien vor der Navigationskorrektur

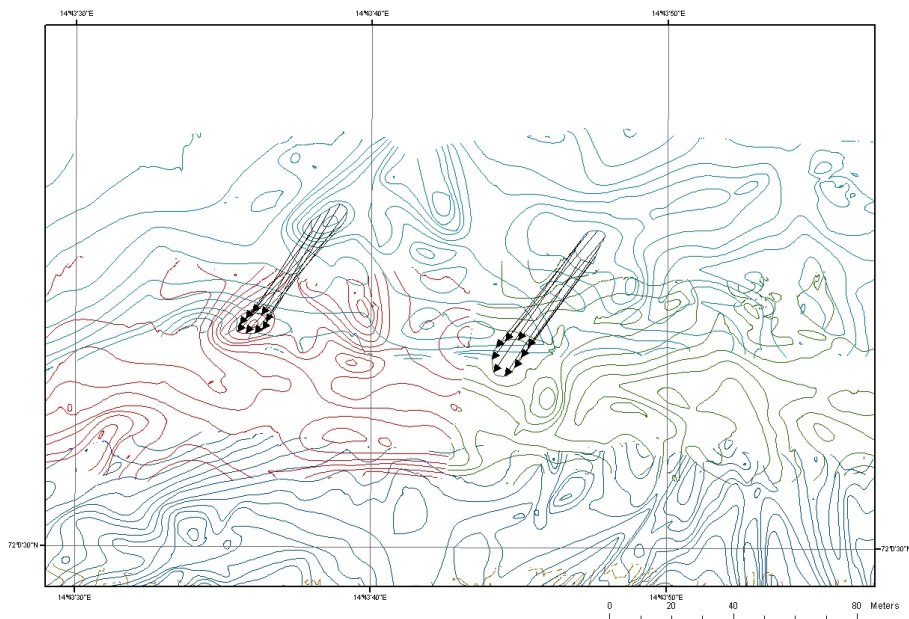


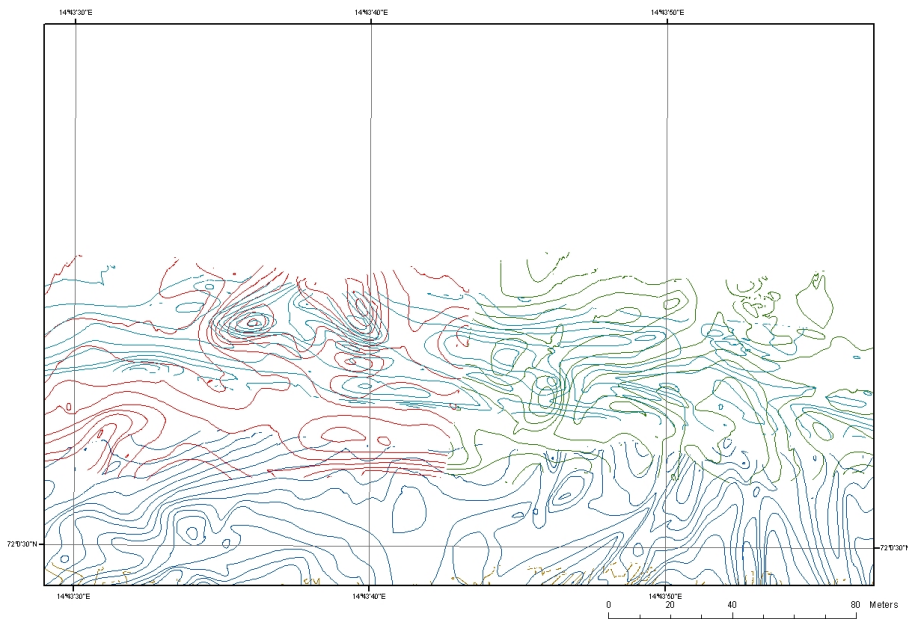
Abbildung 6.2.: Navigationskorrektur mit der Affine Transformation durch das Verschieben von Isolinien



**Abbildung 6.3.:** Schaltflächen für das Verschieben von Isolinien mit einem Punkt (linke Abbildung) oder einer geschlossenen Linie (rechte Abbildung).

Nachdem mind. drei identische Punkte/Strukturen in den Endbereichen der Profile verbunden wurden, kann die Transformation unter *Spatial Adjustment/Adjust* abgeschlossen werden. Die Transformation der Isolinien wird berechnet und anschließend angezeigt. Wenn die Transformation nicht zufriedenstellend ist, kann diese durch die Schaltfläche *Go Back* wieder rückgängig gemacht werden. Wurde das Editieren schon abgeschlossen bzw. gesichert, ist eine Wiederherstellung nicht mehr möglich. Dann müssen die Rohdaten neu in die FC eingelesen, umprojiziert und zusammengefasst werden.

Wenn alle identischen Geländestrukturen so zueinander verschoben wurden, dass es einen bathymetrischen Sinn macht (siehe Abbildung 6.4), wird die Editierung beendet und gesichert. Anschließend wird die Navigationslinie markiert (dies geht am besten in der Attribut-Tabelle) und als Shape-Datei gespeichert.



**Abbildung 6.4.:** Ergebnis der Verschiebung der Isolinien

Dann wird die Shape-Datei in *Visual Basic Editor* geöffnet und mit dem Programm *Polyline2Point* (programmiert in VBA von Tanja Kohls, 2004) werden die korrigierten Navigationspunkte aus der Linie in einer neuen Shape-Datei abgespeichert.

Die einzelnen Punkte sind noch nicht ersichtlich und abspeicherbar. Dies kann mit dem Werkzeug *XTools/Add X/Y-Coordinates* realisiert werden. Die Shape-Datei enthält nun zwei verschiedene Koordinatenarten: die Linie in lat/long und Punkte X/Y. Für das Einlesen in Caris werden die Punkte in geographischen Koordinaten benötigt. Da die X/Y-Koordinate die Navigationskorrektur beinhaltet, wird die Shape-Datei mit der Toolbox umprojiziert, so dass die gewünschten geographischen Koordinaten herauskommen. Ein Problem ist, dass die Shape-Datei die Spaltenformatierung einer geodätischen Datenbank nicht korrekt lesen kann, so wurde die Uhrzeit mit den Millisekunden nicht abgespeichert. Diese könnte von einer Rohnavigation (.txt), die aus Caris ausgelesen wurde, übernommen werden, wenn ArcInfo die Reihenfolge der Navigation beibehalten hätte. Das folgende Beispiel sowie das im Anhang sind für die Situation beschrieben, dass die Navigation die selbe Reihenfolge behält. Die Shape-Datei wird dann als dbf-Datei in ArcCatalog abgespeichert. Diese Datei und die Text-Datei (Rohnavigation) wurden in Excel eingelesen. Datum und Uhrzeit wurden aus den Rohdaten in die Datei kopiert. Anschließend wurde die Excel-Datei als Text-Datei (.txt) abgespeichert. Dann mußten die Kommata durch Punkte ersetzt werden, da der *Generic Data Parser* von HIPS keine Kommata in den Koordinaten verarbeiten kann. Nun wird die Text-Datei mit dem *Generic Data Parser* in das vorhandene oder ein neues Projekt eingelesen. In dem ersten Versuch wurde die korrigierte Navigation in eine extra Datei abgespeichert. So konnten beide Profile in HIPS angezeigt werden und die Verschiebung der Navigation war ersichtlich (siehe 6.5).

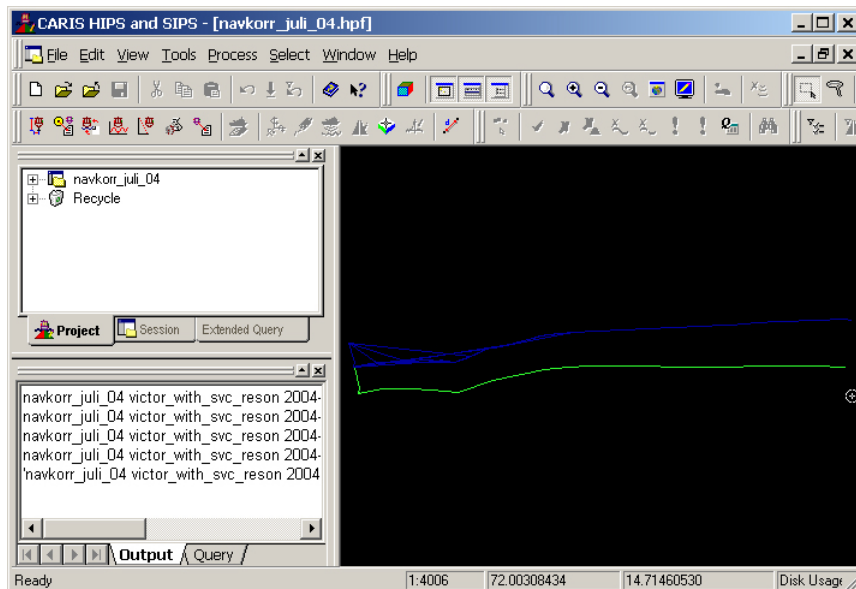
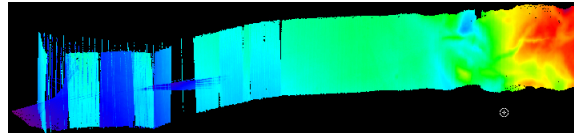


Abbildung 6.5.: Navigationsvergleich in HIPS

Anschließend erfolgte eine Gridberechnung in Caris. Hierbei wurde ein Fehler des

Programms XTools von ArcInfo festgestellt. Das Programm XTools ordnete die Navigationspunkte in einer anderen Reihenfolge, als sie in der original Tabelle vorhanden sind. Dies hatte zur Folge, dass bei der Gridberechnung die Tiefen nicht mehr in der Reihenfolge waren und kein sinngemäßes Geländemodell ergaben (siehe Abbildung 6.6). Des Weiteren wurde der Rollwinkel nicht korrekt oder gar nicht angebracht. Dieses Problem besteht seit längerem, hatte aber für die Navigationskorrektur keine weiteren Auswirkungen. Die Qualität der späteren Darstellung des Gebietes in einer Karte wird dadurch verschlechtert.



**Abbildung 6.6.:** Es ist die fehlerhafte Reihenfolge der Navigations ersichtlich. In dieser Abbildung ist kein sinngemäßes DGM zu sehen.

Der Fehler wurde korrigiert, indem die Auswertung nicht mit dem Modul XTools erfolgte, sondern mit einem Punkt- und Linien-Coverage, bei dem die Reihenfolge der Punkte nicht vertauscht wurde.

### 6.3. Navigationskorrektur mit einem Coverage

Auf Grund der praktischen Erfahrung mit dem Programm ArcInfo wurde der Ablauf neu überdacht und konzipiert. Das Ergebnis war, dass es einfacher ist die Daten in ein Coverage einzulesen als in eine Geodatabase. Die Vorteile der Geodatabase sind, dass sich alle Daten in einer Datenbank befinden und die Reihenfolge der Koordinaten in der Tabelle gleich bleibt. Dies ist bei der Navigationskorrektur nicht notwendig, da es ausreicht, dass sich alle Daten in einem Ordner befinden. Ein weiterer Grund, warum die GDB zuvor benutzt wurde, ist das Datum/Zeitformat, welches aber durch das Zusammenfügen der Isolinien und Navigationslinien in eine Shape-Datei geschrieben wird. Da Shape- und Coverage-Datei kein Zeitformat beinhalten ist das umständliche Einlesen in eine GDB überflüssig geworden.

Es wurden die Isolinien als dxf-Datei und die Navigation als Generatedatei mit Hilfe der ArcToolbox in ein Coverage eingelesen. Diese Dateien wurden dann in ArcMap geöffnet und zusammengeführt. Anschließend wurden diese gegeneinander verschoben und transformiert. Die Navigationslinie wurde aus der Shape-Datei ausgelesen und anschließend in ein Coverage exportiert. Aus dem Coverage wurde dann ein Generateformat ausgelesen, welches in einem Editor umformatiert wurde. Das Datum/Zeitformat aus der Roh-Navigation wurde im Editor hinzukopiert. Diese Datei konnte HIPS einlesen und in der richtigen Reihenfolge darstellen. Der



aufgeführte Weg wurde als besser befunden, weil er zu einem erfolgreichen Ergebnis kommt und nicht so viele verschiedenen Dateitypen wie bei der GDB verwendet wurden.

Zur Gridberechnung für die Erstellung der Karte wurde HIPS von Caris verwendet. Das Grid wurde anschließend aus HIPS in ein GeoTiff exportiert. Dieses wurde in ArcMap importiert und die abschließende Karte wurde erstellt.

## 6.4. Das Navigationskorrekturprogramm Caraibes

Die Software Caraibes (*CARtography Adopted to Imagery and Bathymetry of Sonars and multibeam echosounders*) wurde von den französischen Wissenschaftlern des IFREMER entwickelt. Die Software ist sehr umfangreich, deshalb war eine ausführliche Beschäftigung mit dem Navigationskorrekturprogramm und der Dateneditierung nicht möglich. Das Navigationskorrekturprogramm wurde u.a. von Christian Edy entwickelt, der auch an Bord des FS POLARSTERN auf der Expedition ARK XIX-3b anwesend war und den teilnehmenden Bathymetern eine kurze Einweisung in die Software gab. Das Programm wird an dieser Stelle kurz erläutert.

Mit Caraibes ist die Verschiebung der Isolinien der einzelnen Profile gegeneinander möglich. Bei den Expeditionsdaten wurden zuerst die XTF-Files aus QINSy exportiert, danach die Tiefen editiert, mit der Bewegungssensorkorrektur (*motion sensor correction*) die Roll- und Neigungswinkel verbessert sowie anschließend die Tidenkorrektur angebracht. Die unterschiedlichen Isolinienprofile wurden zur besseren Unterscheidung farblich abgesetzt. Die Posidonia-Profilen wurden in schwarz dargestellt. Nun konnte betrachtet werden, wie gut die Profile der Inertialnavigation mit den Posidonia-Positionen zusammenpassen.

Anschließend wurden die einzelnen benachbarten Isolinienprofile verglichen. Geprüft wurde, ob diese zusammenpassten oder noch Verschiebungen gegeneinander notwendig waren. Bei den Verschiebungen der einzelnen Isolinienprofile wurde je nach Gebiet in der Mitte oder am Rand angefangen. Im Fall des HMMV wurden von den französischen Wissenschaftlern sinnvollerweise in der Mitte des Gebietes begonnen, da so die Verzerrungen in der Mitte des Gebietes am geringsten und am Rand am stärksten waren. Wäre z.B. am südlichsten Rand mit den Verschiebungen begonnen worden, wären die Verzerrungen am nördlichsten Rand doppelt so hoch wie in der Mitte des Gebietes gewesen. Bei Messdatenlücken (*gaps*) in den Profilen war das Verschieben gegeneinander nicht möglich. Da derartige Lücken vorhanden waren, wurde versucht, diese beim nächsten bathymetrischen Tauchgang zu füllen, was auch erfolgreich durchgeführt wurde. Hierbei wurde das Flachwasserfächerecholot EM2000 von Simrad verwendet. Die Daten von dem Simrad EM2000 konnten in HIPS nicht eingelesen werden. Aus diesem Grund wurde die Navigationsverschiebung nur mit den Reson SeaBat 8125 Daten getestet.

Bei einer Verschiebung können beliebig viele Punkte eines Profil angefasst und auf die passenden Stellen der danebenliegenden Isolinie verschoben werden. Die Anpassung der Profile erfolgte von der Mitte des Gebietes nach außen.

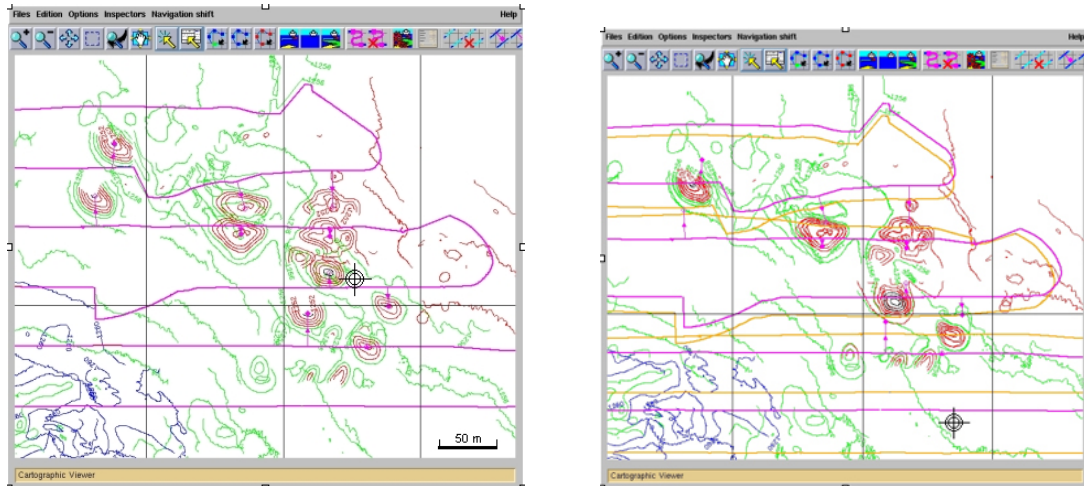


Abbildung 6.7.: *Caraibes*

Bei viel Struktur, Hängen und großer Bewegung im Gelände ist es einfacher, einen Verschiebungswinkel zu finden, da mehr Anhaltspunkte vorliegen als in flachen Gebieten mit wenig Struktur. Das Ergebnis der Verschiebung von Profilen mit Isolinien ist eine verbesserte Navigation. Anschließend werden die X/Y-Daten aus der Bathymetrie (Isolinien) und der angepassten Navigation berechnet. Bei der Berechnung ist es möglich, mehrere Parameter anzugeben. Danach wird dann ein digitales 2D-Grid erstellt, um so die Verschiebung der Isolinien beurteilen zu können.

Die französischen Wissenschaftler benötigten die korrigierte Bathymetrie ebenfalls zur Planung des darauffolgenden bathymetrischen Tauchganges, um die Löcher im Geländemodell (*gabs*) zu füllen. Zur Veranschaulichung ist es möglich, die Küstenlinien von ETOPO5<sup>2</sup>, dem TerrainBase Modell<sup>3</sup>, usw. zu importieren. *Caraibes* ist ebenfalls mit GMT<sup>4</sup> kompatibel.

<sup>2</sup>Hierbei handelt es sich um ein Geländemodell mit einem Gitternetz von 5 x 5 Minuten, berechnet aus den Höhenwerten der Ozeane und Kontinente.

<sup>3</sup>Geländemodell mit einem fünf Minuten (Latitude, Longitude) Grid mit Landflächen und Ozeantiefenwerten.

<sup>4</sup>Siehe auch unter: <http://gmt.soest.hawaii.edu> (einer kostenlosen Software, mit der Gelände gestaltet und in einer Karte dargestellt werden kann).

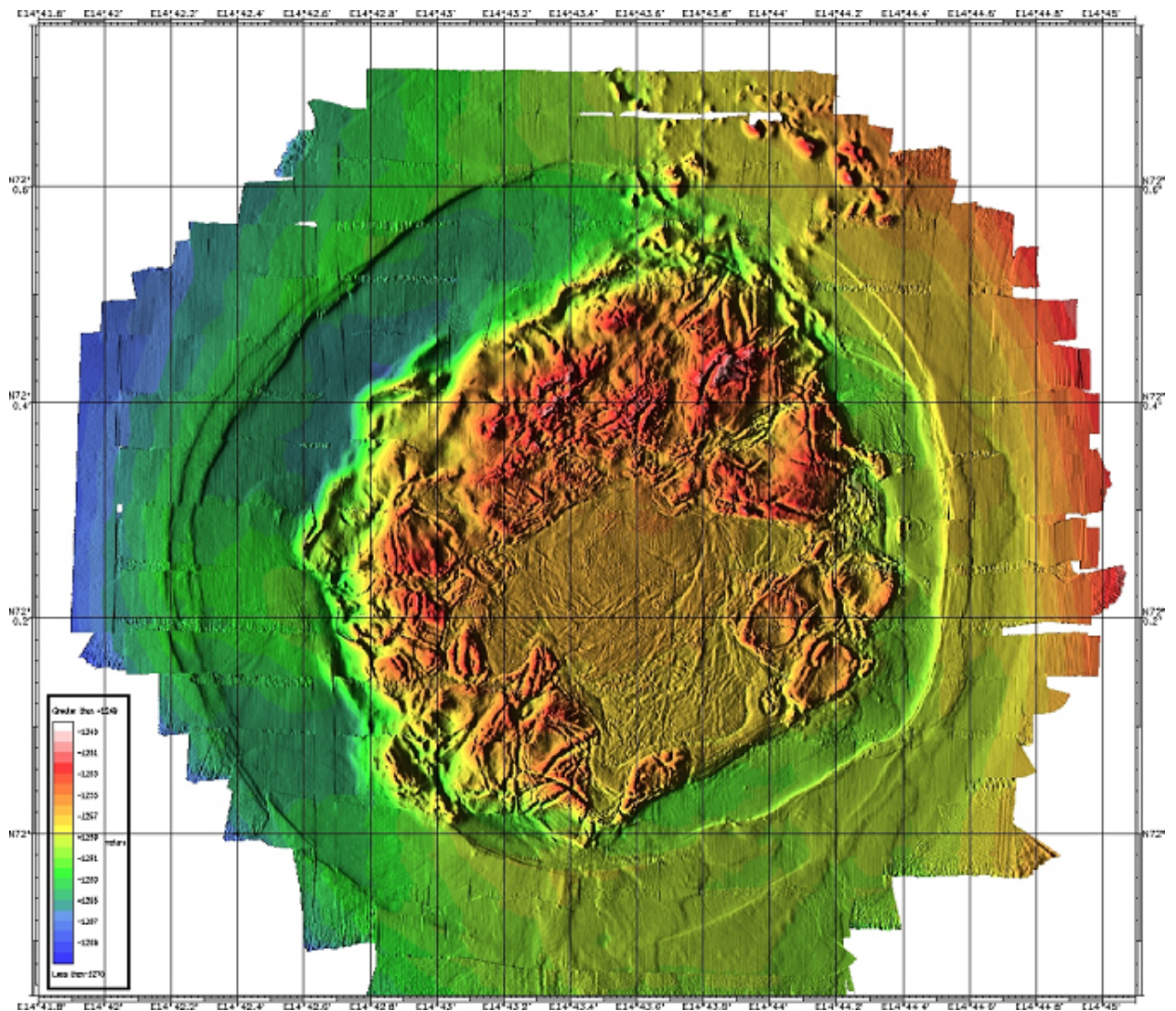


Abbildung 6.8.: DGM-Caraibes

## 6.5. Erläuterung zu der erzeugten Karte

In der erstellten Karte wurde nur ein Ausschnitt des Gebietes von  $0,2 \text{ km}^2$  des Gesamtgebietes von  $4 \text{ km}^2$  dargestellt. Da dieses Grid aus HIPS exportiert wurde ist die Qualität der Karte nicht ausreichend. Es wurde begonnen die Gridpunkte von 15 Profilen in Arc zu berechnen, dies wurde nach 5 Std. Rechenzeit abgebrochen. Der Rechner auf der PC auf dem dieser Vorgangn lief hatte 512 Mbyte Arbeitsspeicher und eine Leistung 2GHz.

In der erzeugten Karte, die aus den navigationskorrigierten Daten aus Caris stammt,

sind noch Ähnlichkeiten von Geländestrukturen ersichtlich. Daraus ist zu schließen, das hier noch weiterer Editierbedarf an der Navigation besteht.

Des Weiteren sind die Rollwinkel ersichtlich, da die Korrektur in dem Programm Caris nicht angebracht wurden, weil die Werte Fehlerhaft in der XTF-Datei vorhanden sind.

# 7. Zusammenfassung

## 7.1. Ergebnis

Während der Expedition ARK-XIX-3b wurden mikrobathymetrische Daten mit dem ROV VICTOR 6000 aufgenommen, der ca. 20 m über dem Meeresboden schwebend fortbewegt wurde. Die Daten, die mit dem Flachwasserfächerecholot SeaBat 8125 aufgenommen wurden, sind für die biologischen und geologischen Beurteilungen von Bedeutung. Durch sie ist eine geomorphologische Interpretation des Schlammvulkans mit den Gasaustrittsstellen möglich.

### Die Aufbereitung der Messdaten

Es wurde eine große Rohdatenmenge von 30 GByte gesammelt. Diese konnten nach dem Exportieren in das XTF-Format auf 10 GByte reduziert werden.

Der Weg vom Rohdatenformat bis zum Endformat in Caris ist schwierig und konnte des öfteren nur über das Ausprobieren verschiedener Wege fortgeführt werden.

Die ersten Schwachstellen traten bei der Abspeicherung der Rohdaten durch das Program QINSy 7.0 auf. Es wurden nicht alle notwendigen Messwerte von dem Simrad EM2000 Flachwasserfächerecholot abgespeichert, so dass diese Daten nicht in eine XTF-Datei exportiert werden konnten. Das Filtern und Editieren der EM2000-Daten konnte jedoch mit QINSy erfolgen. Bei dem Export der aufgezeichneten SeaBat8125-Daten gab es anfänglich Schwierigkeiten. Nachdem das Problem dem Kundenberater von Caris geschildert wurde, programmierten sie einen Konverter zur Lösung des Problems.

Hier ein paar kurze Erläuterungen zu den Problemen mit dem XTF-Export und mit dem Konvertieren in HIPS:

Das Exportieren führte selbst bei Wissenschaftlern des IFREMER zu Problemen, woraufhin QPS den XTF-Exporter erneuerte. Trotz der Erneuerung mussten noch einige Schwierigkeiten von uns gelöst werden. Es wurde die Sensortiefe bzw. die Tiefe des ROV in die *Navigation High* des *Position Paket* gespeichert und nicht wie vorgesehen in die *Sensordepth* des *Bathymetry Paket*. Ebenfalls wurde die Zeitverzögerung fehlerhaft angebracht, so dass QPS einen neuen XTF-Exporter erstellte.

Die Korrektur der Zeitverzögerung wurde ausgestellt, so dass die Daten ohne Zeitverzögerung exportiert werden konnten.

In Caris traten die ersten Probleme bei dem Exportieren der Navigation auf, da dieses anfangs nicht mit 8 Nachkommastellen möglich war. Durch einen umständlichen Weg wurde dies über ein DOS-Fenster möglich.

Die Isolinien wurden als dxf-Datei ausgelesen, also ohne Tiefeninformation. Im E00-Datei-Format wäre es möglich gewesen die Tiefeninformationen zu nutzen.

Caris bietet viele Möglichkeiten des Datenexports. Allerdings ist das Auslesen von einzelnen Sensoren noch nicht ausgereift, da dies über eine DOS-Oberfläche getätigt werden muss und die Daten nur in einer ASCII-Datei abgespeichert werden können.

## Die Navigationskorrektur

Das Programm ArcInfo ist für die Navigationskorrektur nicht ausgereift. Das Umprojizieren in andere Projektionen ist sehr umständlich und meist unverständlich für den Anwender. Nach längerer Testphase wurden diese Hürden bewältigt, indem selbstorganisierte Programme eingesetzt wurden. Aus Navigationspunkten eine Linie zu erhalten und nach der Korrektur wieder Punkte aus der Linie zu bekommen gestaltete sich sehr schwierig. Es ist nicht für den täglichen Gebrauch geeignet, da das Datum-Zeit-Format in einer shp-Datei nicht enthalten ist. Die Verschiebung und Transformation sind hingegen gut zu verstehen. Die korrigierten Navigationspunkte wurden in Caris eingelesen. Dafür wurde die richtige Projektion und das korrekte Tabellenformat benötigt.

## 7.2. Ausblick

Die im Rahmen dieser Diplomarbeit aufgezeigten Möglichkeiten der Navigationskorrektur anhand von Isolinien können nur als eine Variante verstanden werden. Bei der Weiterverarbeitung der Daten ist zu beachten, dass große Speicherkapazitäten und Arbeitsspeicher benötigt werden.

Das IFREMER entwickelte das Programm Caraibes für die Navigationskorrektur eines Unterwasserfahrzeuges. In Caraibes ist es möglich die großen Datenmengen einer mikrobathymetrischen Vermessung zu verarbeiten. Mit dem Programm kann die Navigationskorrektur sowie die anschließende Kartenerstellung erfolgen. Aus dem Programm Caraibes ist es möglich ein Grid zu exportieren. Des Weiteren wird für die Anschaffung eines Echolotes für ein AUV ein Programm benötigt, mit dem die Rohdaten des Fächerecholotes abgespeichert und editiert werden können. QIN-Sy liefert diese Funktionalität. Das IFREMER verwendet ebenfalls das Programm

QINSy zur Datenspeicherung, so dass davon ausgegangen werden kann, dass hier der Datentransfer zwischen QINSy und Caraibes ständig überprüft und verbessert wird.

Ich würde ein Testen der freien, auf Unix basierenden Software MB-System in betracht ziehen. Der Nachteil einer *Freeware*-Software ist, dass es keine regelmäßigen Aktualisierungen (*Updates*) und keine Service-Hotline gibt, die bei anspruchsvollen Problemen kontaktiert werden kann.





# Literaturverzeichnis

- [1] *ESRI - Handbuch 1, Metadata and GIS*. Redlands, USA, Oktober 2002.
- [2] *OCTANS - Subsea Unit, Models 3000 TI, User's guide*. Marly-le-Roi, Frankreich, February 2002.
- [3] *Caris - Field Sheet Editor 5.3 User's Guid*. Fredericton, New Brunswick, Kanada, September 2003.
- [4] *Caris - HIPS/SIPS 5.3 User's Guid*. Fredericton, New Brunswick, Kanada, September 2003.
- [5] *SeaBat 8125 Operator's Manuael Version 3.02*. Goleta, USA, 2003.
- [6] ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG (HG.): *Mit dem Tiefseefahrzeug in die Arktis*. URL: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Polarstern/ROV/> (besucht am 29.06.2004). Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven.
- [7] ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG (HG.): *Untermeerische Schlammvulkane als Fenster zwischen Geosphäre und Biosphäre*. URL: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm01-2.hj/Atalante.html> (besucht am 02.06.2004). Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven.
- [8] ANDERSON, DANA Z.: *Optische Gyroskope*. Spektrum der Wissenschaft, Juni 1986.
- [9] CHRISTEN, S.: *Aufbereitung, Visualisierung und Interpretation einer bathymetrischen Vermessung im Süd Sandwich Tiefseegraben*. Diplomarbeit, Fachhochschule Hamburg, Dezember 1999 (unveröffentlicht).
- [10] EDY, C.: *Dive 221 - Abschlußvortrag der Expedition ARK-XIX-3b*. Technischer Bericht, IFREMER, Ifremer Centre de Brest, Frankreich, 2003.

- [11] FRAHM, A.: *Qualitative Untersuchungen einer ausgeprägten Tiefseerinnenstruktur am ostgrönländischen Kontinentalhang*. Diplomarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Mai 2003 (unveröffentlicht).
- [12] GAUGER, S.: *Aufarbeitung, Visualisierung und Analyse einer bathymetrischen Vermessung des westlichen Gakkel-Rückens*. Diplomarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, September 2002 (unveröffentlicht).
- [13] GEOMAR (HG.): *Die Tauchfahrten und Messunge am HMMV erbrachten besonders beeindruckende Resultate*. URL: [http://www.geomar.de/projekte/gashydrate/pdf/FB\\_p07b-1.pdf](http://www.geomar.de/projekte/gashydrate/pdf/FB_p07b-1.pdf) (besucht am 02.06.2004). GEOMAR Kiel, Deutschland.
- [14] GERCHOW, P.: *Anschlußplan für die Geräte von PODAS*. Technischer Bericht, FIELAX GmbH, Bremerhaven, Deutschland, 2001.
- [15] GREITEMANN-HACKL, A.: *(Schiffs)Positionssysteme und Positionssensoren auf dem FS POLARSTERN*. Technischer Bericht, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (Hg.), Bremerhaven, Deutschland, 2001.
- [16] HOHMANN, C.: *Qualitative und quantitative Untersuchung von Eisbergpflugspuren im Bereich der Austaasenbank (Antarktischer Schelf)*. Diplomarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Januar 2002 (unveröffentlicht).
- [17] IFFLAND, A.: *Aufarbeitung und Visualisierung einer bathymetrischen Vermessung in Verbindung mit Seismogrammen der Sedimentechographie*. Diplomarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Januar 2004 (unveröffentlicht).
- [18] IFREMER: *ADELIE - Underwater vehicle data post-processing software*. URL: <http://www.ifremer.fr/adelie> (besucht am 03.06.2004). Ifremer Centre de Brest, Frankreich.
- [19] IFREMER: *Victor 6000 - A new robot to explore the deep ocean floors*. URL: [http://www.ifremer.fr/fleet/systemes\\_sm/engins/victor.htm](http://www.ifremer.fr/fleet/systemes_sm/engins/victor.htm) (besucht am 23.04.2004). Ifremer Centre de Brest, Frankreich.
- [20] MIENERT, J. und P. WEAVER: *European Margin Sediment Dynamics*. Springer Verlag, Berlin - Heidelberg, Deutschland, 2003.
- [21] NATIONAL PHYSICAL LABORATORY, ABLITT, J.: *Technical Guides - Speed of Sound in Sea-Water*. URL:

- <http://www.npl.co.uk/acoustics/techguides/soundseawater/content.html>  
(besucht am 27.07.2004). National Physical Laboratory, England.
- [22] QPS - QUALITY POSITIONING SERVICES BV (HG.): *QINSy 7 - Data Flow*.  
URL:  
<http://www.qps.nl/All/Docs/QINSy%207%20Data%20Flow%20A3%20Size.pdf>  
(besucht am 16.08.2004).
- [23] RAYTHEON (HG.): *Marine Inertial Navigation System MINS*. URL:  
<http://www.raytheon-marine.de/highseas/brchures/mins.pdf> (besucht am  
16.08.2004).
- [24] TECHNOLOGIES, OCEANO: *Operating Instruction Manual*. Brest,  
Frankreich, Mai 1999.
- [25] TECHNOLOGIES, OCEANO: *POSIDONIA 6000 User Manual*. Brest,  
Frankreich, September 2002.
- [26] UNIVERSITÄT ROSTOCK: *Geoinformatik-Service, Lexikon*. URL:  
<http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/lexikon.asp> (besucht am  
27.07.2004). Institut für Geodäsie und Geoinformatik (GG), Rostock,  
Deutschland.
- [27] VOGT, P.R., J. GARDNER und K. CRANE: *The Norwegian-Barents-Svalbard  
(NBS) continental margin: introducing a natural laboratory of mass wasting,  
hydrates, and ascent of sediment, pore water, and methane*. Geo-Marine  
Letters, Vol. 19:2–21.

## Danksagung

Sie liegt da, die Arbeit der letzten Monate! Es hat ein Ende das lange Schreiben und Herumbasteln an Datenformaten in verschiedenen Programmen!

Auf dieser Seite möchte ich all denjenigen danken, die mich hierbei unterstützt haben.

Für die Vergabe, Betreuung und die Möglichkeit einer praktischen Durchführung der Arbeit gilt

Herrn Prof. Dr.-Ing. D. Egge &  
Herrn Dr.-Ing. H. W. Schenke

mein ausdrücklicher Dank.

Für die zahlreichen Ideen, hilfreichen und aufbauenden Gespräche, das Korrekturlesen sowie die Nutzung seines PC danke ich Andreas Beyer.

Für weitere Anregungen, Hilfe bei Problemen mit den Programmen und aufbauende Worte danke ich der Bathygruppe (insbesondere Andreas, Andy, Fred, Markèta, Martin, Ralf, Tom) sowie Kerstin Jerosch. Sebastian Röber danke ich für das schnelle Programmieren zweier C++ Programme für die Datenbank in Access und Tanja Kohls für die VBA Programmierung und Erklärung.

Für die Hilfe bei CARIS Problemen und privaten Ideen für das Weiterkommen in der Arbeit danke ich Ottokarl.

Für die Horizonterweiterung, das Korrekturlesen und die Formulierungshilfen danke ich Steffen Gauger von FIELAX sowie Alexander Iffland von OSAE und Dir, Alex, danke für die "Gute Laune" Musik-CD.

Für die Erklärungen und Hilfestellungen in den Programmen (Caraibes, QINSy) ein herzliches Dankeschön an Christian Edy, Jan Opderbecke, Hervé Bisquay von IFREMER sowie den Teilnehmern und der Crew der ARK-XIX-3a/b.

Meinen Eltern besonderen Dank, dass sie mich in der Endspurtphase psychisch aufgebaut haben sowie meinem Rudel und meinem kleinen Bruder, dass er mal lieb war.

Martina ein ganz dickes Dankeschön fürs Korrekturlesen in Wochenendaktionen, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Remko für die Formatierungshilfen und fürs Computer "heile machen" sowie auch Fredi. Christina Morchner für das ständige an-mich-Denken, das Anhang-Gelese und Testen der Nachvollziehbarkeit.

Zu aller letzt einen Dank an ESRI, dass sie es doch noch geschafft haben, mir das benötigte Tool zu übersenden!

Und bitte verzeiht, wenn ich einige Person vergessen haben sollte.

# A. Glossar

**Ablage** Die laterale Entfernung eines Bodenpunktes, sei es in Voraus-/Achtersrichtung, oder in Backbord-/Steuerbordrichtung.

**ADELIE** Aide au DEpouillement Interactif des données des Engins sous-marins.

**achters** Hinter dem Schiff.

**ArctInfo** Ein Programm der Firma ESRI, ist ein Geoinformationssystem.

**ARK XIX/3** FS POLARSTERN-Expedition: 19. Fahrt in die Arktis, Abschnitt vom 23.05.2003 bis 07.08.2003.

**Atlas Hydrographics** Der Hersteller des Fächerecholotes HYDROSWEEP DS-2. In den letzten Jahren wechselte der Firmennamen mehrfach, dementsprechend auch in den hier verwendeten Quellen, u.a. existierten Krupp Atlas Elektronik (KAE), STN-Atlas, STN-Atlas Marine Electronics (SAM) und zur Zeit Atlas Hydrographics. In dieser Diplomarbeit wurde Atlas Hydrographics als einheitliche Bezeichnung gewählt.

**AWI** Alfred-Wegener-Institut.

**Backbord** In Fahrtrichtung des Schiffes links.

**Beam** Ein Schallstrahl, der sich aus Überlagerung des Sendefächers mit dem Empfangsfächer ergibt. Mitunter wird er auch, wenn die Einstellungen der Überlagerungen vorab festgelegt sind, als preformed Beam (PFB) bezeichnet.

**CARIS** Computer Aided Resource Information System.

**Centerbeam** Der Beam, der in der Mitte eines Profils steht. Beim Reson SeaBat 8125 ist dies der Beam mit der Nummer 120, er steht immer senkrecht zum lokalen Horizont nach unten.

**CTD** Conductivity Temperature Depth - Diese Sonde misst die Leitfähigkeit, die Temperatur und den Druck, woraus ein Wasserschallprofil berechnet wird.

**DGM** Abkürzung für Digitales Gelände Modell.

**ESRI** Environmental System Research Institute.

- 
- FC** Feature Class - Eigenschaftsklasse in ArcInfo.
- FD** Feature Dataset - Eigenschaftsdatensatz in ArcInfo.
- Footprint** Die Fläche am Meeresboden, die ein Beam abtastet.
- FS** Abkürzung für Forschungsschiff.
- GDB** Geodatabase - geodätische Datenbank in ArcInfo.
- GENAVIER** *Groupement d'Intérêt Economique pour la gestion de navires océanographiques*, Unternehmen mit wirtschaftlichem Interesse an der Führung von ozeanographischen Unterwasserfahrzeugen.
- GPS** Global Positioning System.
- GMT** Generic Mapping Tool, entwickelt 1987 an der Universität Columbia (USA).
- HIPS** (Hydrographic Information Processing System) Programmpaket der Firma CARIS ([www.caris.com](http://www.caris.com)) zur Prozessierung hydrographischer Daten.
- Hub** Im Englischen *Heave*. Statisches Einsinkverhalten des Schiffes durch Last. Dabei stellt der Hub die Abweichung der Einsinktiefe relativ zum normalen Tiefgang dar.
- IFREMER** Abkürzung für *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER*.
- Inverse Distance Weighting** Ein Verfahren zur Gewichtung von Werten, in Abhängigkeit des Abstandes zu einem bestimmten Wert. Dabei entspricht das Gewicht dem reziproken Wert von  $(Abstand)^x$ . Der Faktor  $x$  bestimmt das Gewicht: je höher er ist, desto größer wird der Einfluss der nahen Werte und desto kleiner der Einfluss der fernen Werte.
- Longitudinalwellen** Wellen, die in Ausbreitungsrichtung schwingen, deren Amplitude also in Richtung der Ausbreitungsrichtung liegt. Schallwellen sind Longitudinalwellen.
- Lotungen** Ein anderer Ausdruck für die Messungen des Fächerecholotes.
- MINS** Inertialsystem zur Erfassung von Schiffslagedaten.
- POSIDONIA** Positionierungssystem für Unterwasserobjekte und -fahrzeuge.
- Reson** Unternehmen welches Echolote aller Art herstellt.
- Rollen** Im Englischen *Roll*. Die Rotation des Schiffes um die Schiffslängsachse.

---

**ROV** Abkürzung für Remotely Operated Vehicle.

**Schwinger** Siehe Wandler.

**Squat** Dynamisches Einsinkverhalten des Schiffes in Abhängigkeit von Schiffsform, Meeresbodentopographie, Schiffsgeschwindigkeit und anderen Parametern.

**Stampfen** Im Englischen *Pitch*. Die Rotation des Schiffes um die Schiffsquerachse.

**Steuerbord** In Fahrtrichtung des Schiffes rechts.

**Swath-Editor** Ein Programm zum Editieren gemessener bathymetrischer Profile.

**USBL** Ultra Short Base Line.

**Wandler** Piezoelektrische Elemente, die Spannung in Schwingungen und Schwingungen in Spannung umwandeln, und somit die Schallsignale erzeugen und empfangen. Auch Transducerarray, Receiverarray bzw. Transceiverarray genannt.

**XTF** Extended Triton Format, Datenformat.

## B. Schallgeschwindigkeitsberechnung nach Chen-Millero

Aus dem mit CTD-Messungen bestimmten physikalischen Parametern Salzgehalt (S), Temperatur (T) und Druck (P) lassen sich Profilverläufe der Wasserschallgeschwindigkeit in der Wassersäule berechnen. Dazu werden in der Fachliteratur die verschiedensten Formeln angegeben. Eine der meistverwendeten ist die von der UNESCO empfohlene Formel nach Chen & Millero, welche auch im ozeanographischen Modellierungsprogramm ODV für die Berechnung der Wasserschallgeschwindigkeit ihre Anwendung findet.

Die Wasserschallgeschwindigkeit  $V$  berechnet sich wie folgt:

$$V = C + A \cdot S + B \cdot S^{\frac{3}{2}} + D \cdot S^2 \quad (\text{B.1})$$

$S$  steht in dieser Gleichung für den Salzgehalt.  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  ergeben sich aus den im Folgenden aufgeführten Terme:

$$\begin{aligned} A = & A_{00} + A_{01}T + A_{02}T^2 + A_{03}T^3 + A_{04}T^4 \\ & + (A_{10} + A_{11}T + A_{12}T^2 + A_{13}T^3 + A_{14}T^4) \cdot P \\ & + (A_{20} + A_{21}T + A_{22}T^2 + A_{23}T^3) \cdot P^2 \\ & + (A_{30} + A_{31}T + A_{32}T^2) \cdot P^3 \end{aligned} \quad (\text{B.2})$$

$$B = B_{00} + B_{01}T + (B_{10} + B_{11}T) \cdot P \quad (\text{B.3})$$

$$\begin{aligned} C = & C_{00} + C_{01}T + C_{02}T^2 + C_{03}T^3 + C_{04}T^4 + C_{05}T^5 \\ & + (C_{10} + C_{11}T + C_{12}T^2 + C_{13}T^3 + C_{14}T^4) \cdot P \\ & + (C_{20} + C_{21}T + C_{22}T^2 + C_{23}T^3 + C_{24}T^4) \cdot P^2 \\ & + (C_{30} + C_{31}T + C_{32}T^2) \cdot P^3 \end{aligned} \quad (\text{B.4})$$



---


$$D_{00} + D_{10}P \quad (\text{B.5})$$

T steht hier für die Temperatur und P für den Druck. Die physikalischen Zustandsgrößen gehen dabei mit folgenden Einheiten in die Berechnungen ein:

Druck	P	dbar
Temperatur	T	°C (IPTS-68 Skala)
Salinität	S	psu (Practical Salinity Units PSS-78-Skala)

In den Termen für A, B, C und D haben die Koeffizienten folgende Werte:

Index[ij]	$A_{ij}$	$B_{ij}$	$C_{ij}$	$D_{ij}$
00	1.389	$-1.922 \cdot 10^{-2}$	1402.388	$1.727 \cdot 10^{-3}$
01	$-1.262 \cdot 10^{-2}$	$-4.42 \cdot 10^{-5}$	5.03711	
02	$-7.164 \cdot 10^{-5}$		$-5.80852 \cdot 10^{-2}$	
03	$2.006 \cdot 10^{-6}$		$3.342 \cdot 10^{-4}$	
04	$-3.21 \cdot 10^{-8}$		$-1.478 \cdot 10^{-6}$	
05			$3.1464 \cdot 10^{-9}$	
10	$9.4742 \cdot 10^{-5}$	$7.3637 \cdot 10^{-5}$	0.153563	$-7.9836 \cdot 10^{-6}$
11	$-1.2580 \cdot 10^{-5}$	$1.7945 \cdot 10^{-7}$	$6.8982 \cdot 10^{-4}$	
12	$-6.4885 \cdot 10^{-8}$		$-8.1788 \cdot 10^{-6}$	
13	$1.0507 \cdot 10^{-8}$		$1.3621 \cdot 10^{-7}$	
14	$-2.0122 \cdot 10^{-10}$		$-6.1185 \cdot 10^{-10}$	
20	$-3.9064 \cdot 10^{-7}$		$3.126 \cdot 10^{-5}$	
21	$9.1041 \cdot 10^{-9}$		$-1.7107 \cdot 10^{-6}$	
22	$-1.6002 \cdot 10^{-10}$		$2.5974 \cdot 10^{-8}$	
23	$7.988 \cdot 10^{-12}$		$-2.5335 \cdot 10^{-10}$	
24			$1.0405 \cdot 10^{-12}$	
30	$1.1 \cdot 10^{-10}$		$-9.7729 \cdot 10^{-9}$	
31	$6.649 \cdot 10^{-12}$		$3.8504 \cdot 10^{-10}$	
32	$-3.389 \cdot 10^{-13}$		$-2.3643 \cdot 10^{-12}$	

Gegenüber der in Kapitel 3.6, aufgeführte stark vereinfachte Gleichung 3.1 von Medwin (1975), besitzt diese eine wesentlich stärker differenzierte Struktur.

Übernommen von A.Iffland, 2003,[17] und National Physical Laboratory, 2004,[21].

# C. Beschreibung der XTF-Pakete von QINSy 7.0

In den folgenden Abbildungen sind die einzelnen Pakete der nach .xtf exportierten Datei 22\_nord aufgeführt.

Es beginnt mit dem Kopfpaket (*XTF File Header*). Dieses enthält z.B. den Namen der Datei, das Sonargerät, das Koordinatensystem, die Projektion, die Belegung der Kanäle usw.

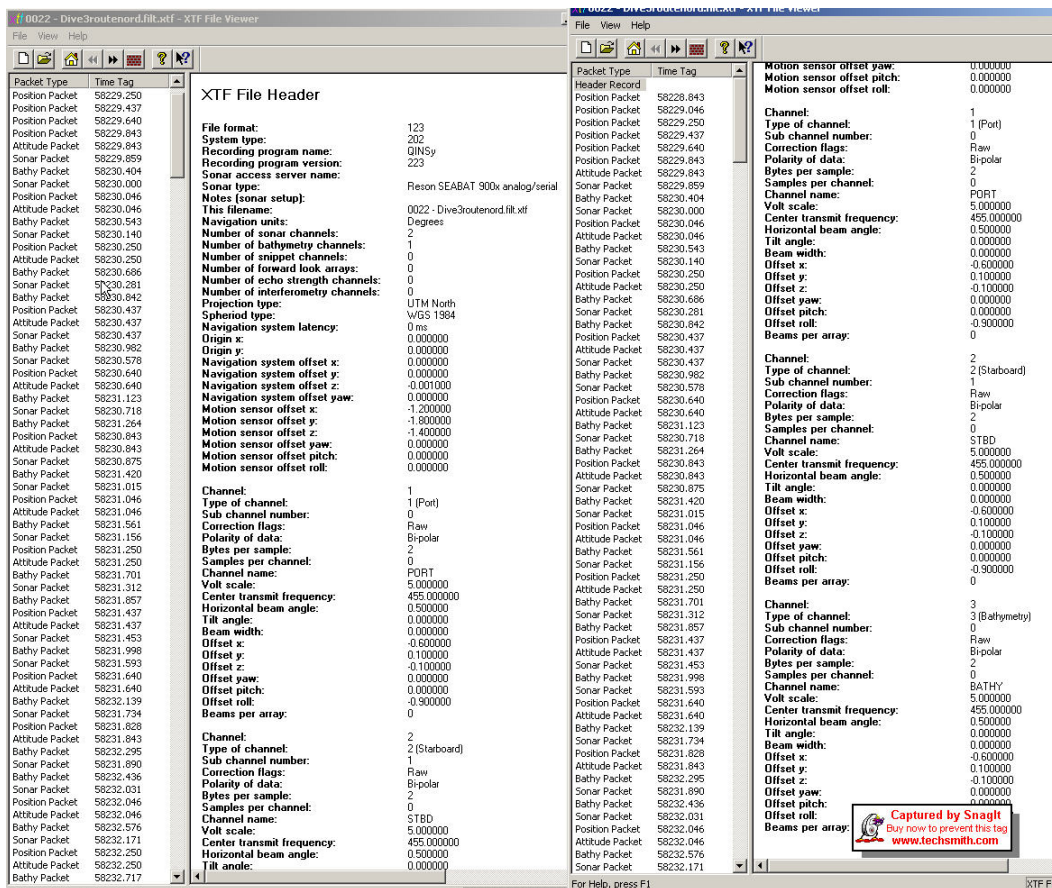


Abbildung C.1.: XTF File Header, hier sind die Grundinformationen von der XTF-Datei aufgeführt.

Danach folgt das Positions-Paket (*Position Packet Packet*), in denen die Positionen des ROV sowie das Positionierungssystem enthalten sind.

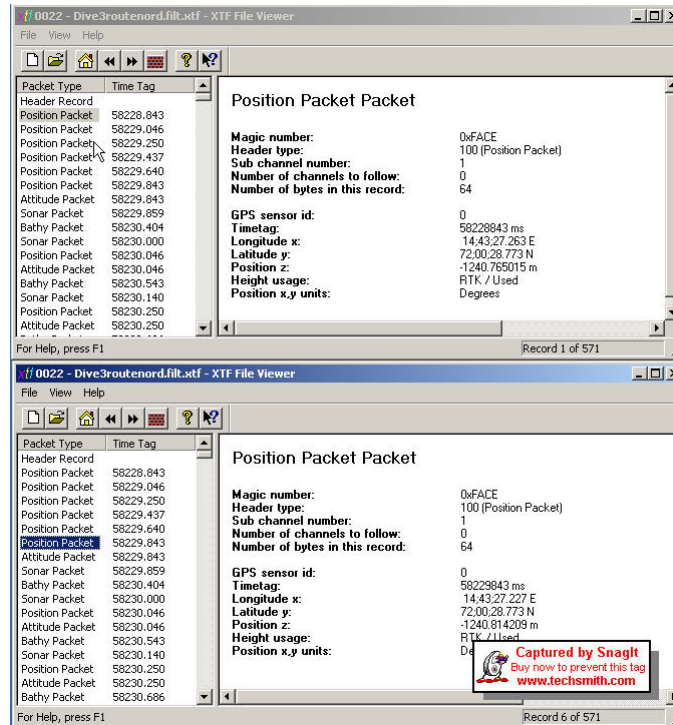


Abbildung C.2.: Das Positions-Paket enthält Informationen zur Position des ROV.

Des Weiteren gibt es ein Sonar-Paket (*Sonar Packet*), in dem Informationen zum Sidescan und Subbottom mit verschiedenen Angaben zu den Sidescan-Daten und Subbottom-Daten sowie über Schiffsposition, ROV-Position, Kanalbelegung etc. enthalten sind.

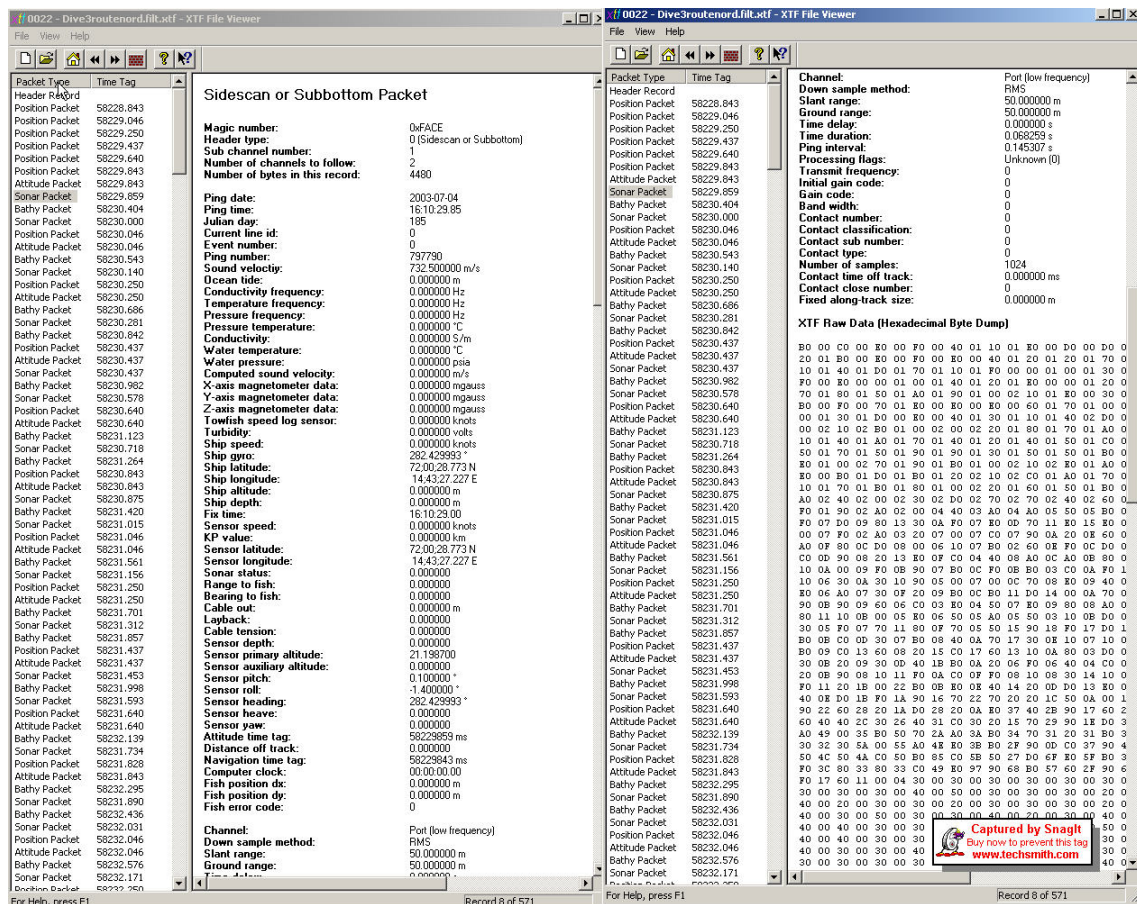


Abbildung C.3.: In der obigen Abbildung sind die Messdaten des Sidescan und Subbottom enthalten uvm.



In der XTF-Datei ist ebenfalls ein Bathymetrie-Paket (*Bathymetry Packet*) enthalten, in dem die bathymetrischen Daten sowie die Bewegungssensordaten des OCTANS aufgeführt sind. Die Sensortiefe wurde bei dieser Datei fehlerhaft exportiert, da die Werte der *Sensor depth* Null betragen.

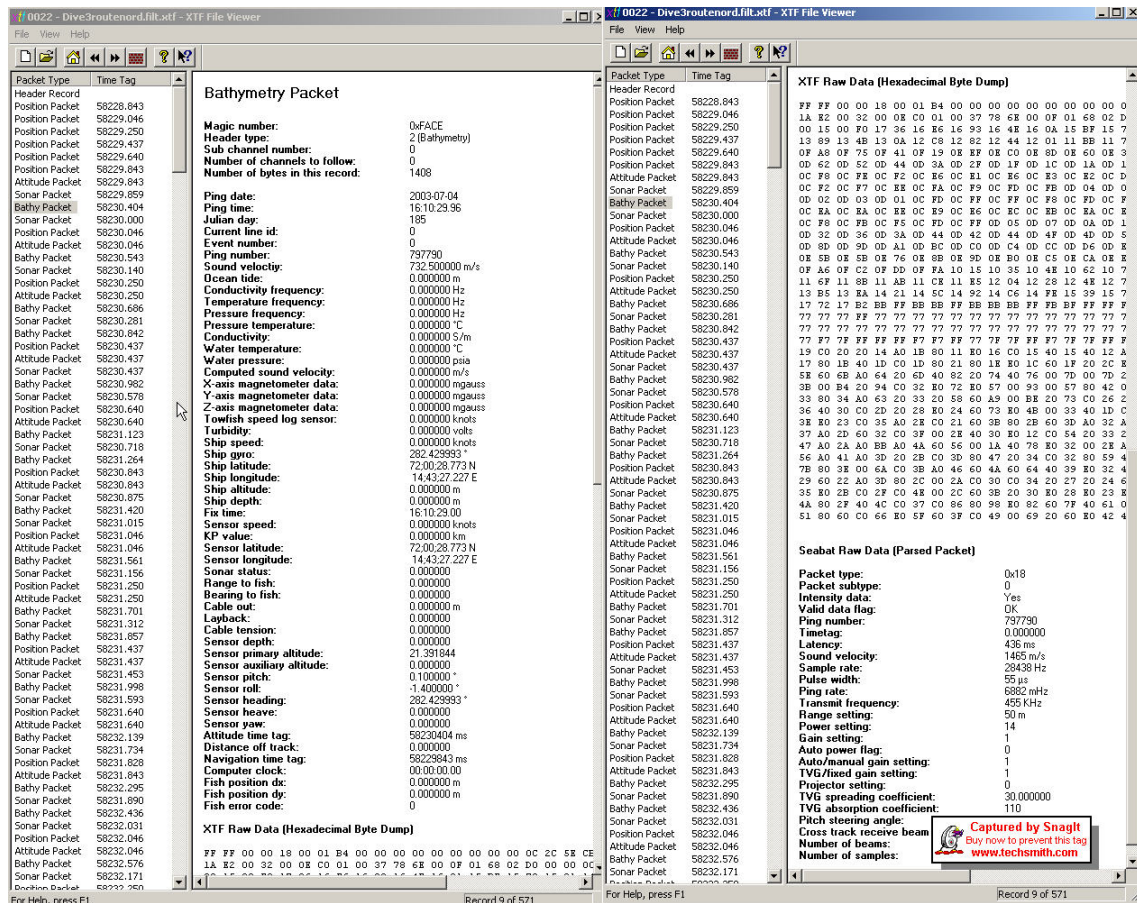


Abbildung C.4.: In der Abbildung sind neben den bathymetrischen Werten ebenfalls die Werte des ROV-Sensors enthalten.

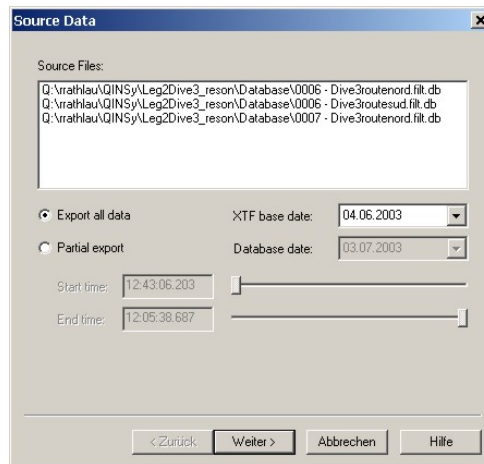
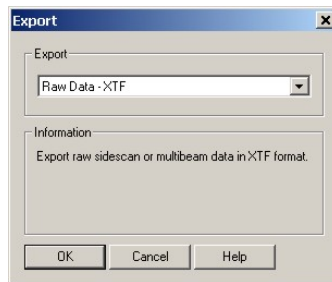
# D. Programmanleitung – XTF-Export aus QINSy von QPS

Zuerst in der Konsole unter Datei/Manager Projects das Projekt auswählen, aus dem die Daten exportiert werden sollen. Danach den *Replay* öffnen. Hier müssen die Daten markiert werden, die ins XTF-Format exportiert werden sollen.

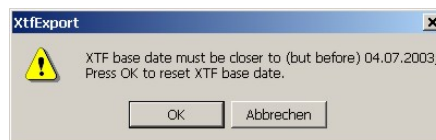
Database	Linename	Sequence	Size	Db Setup	Online	Analyze	Replay	Statistics	Export	Import
0001 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	001	76.8MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003	05.07.2003		20.08.2003	
0001 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	001	368.9MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0002 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	002	101.8MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			20.08.2003	
0002 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	002	295.5MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0003 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	003	157.0MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			06.07.2003	
0003 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	003	235.4MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003	08.07.2003		05.12.2003	
0004 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	004	195.6MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			25.08.2003	
0004 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	004	64.6MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003	05.07.2003		05.12.2003	
0005 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	005	100.3MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			24.08.2003	
0005 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	005	44.6MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0006 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	006	15.6MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			24.08.2003	
0006 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	006	34.0MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0007 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	007	15.2MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			24.08.2003	
0007 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	007	227.7MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0008 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	008	132.5MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			24.08.2003	
0008 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	008	175.2MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0009 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	009	168.8MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			24.08.2003	
0009 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	009	264.8MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0010 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	010	90.1MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003	28.08.2003		06.07.2003	
0010 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	010	234.0MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003	08.07.2003		05.12.2003	
0011 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	011	195.6MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0011 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	011	200.9MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003	08.07.2003		05.12.2003	
0012 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	012	146.7MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0012 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	012	243.3MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003	08.07.2003		05.12.2003	
0013 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	013	26.1MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0013 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	013	195.6MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0014 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	014	134.6MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0014 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	014	64.0MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0015 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	015	156.5MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0015 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	015	2.1MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0016 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	016	71.3MB	03.07.2003	04.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0016 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	016	150.4MB	03.07.2003	03.07.2003	05.07.2003			05.12.2003	
0017 - Dive3routenord.filt.db	Dive3routenord	017	106.0MB	03.07.2003	04.07.2003	01.09.2003			05.12.2003	

---

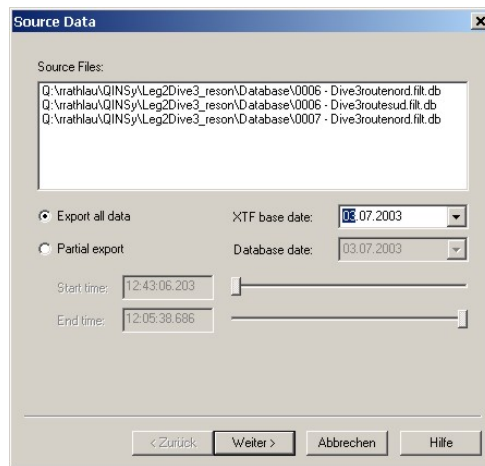
Dann auf den Button *Export* oder im Replay unter Action / Export klicken.



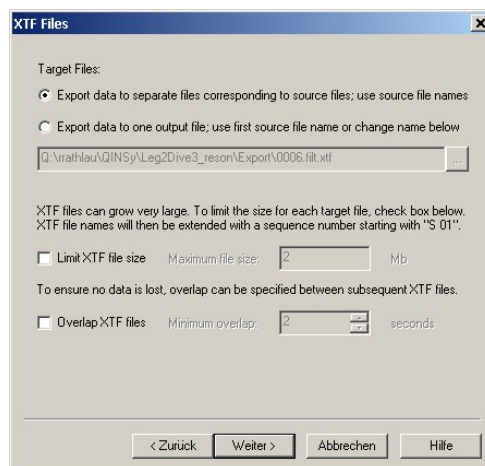
Diese Fehlermeldung kommt des öfteren und ist OK.



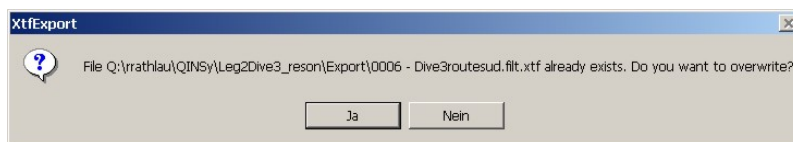
Das Datum spielt keine wesentliche Rolle.



Hier unbedingt das erste Feld anklicken, sonst werden alle Dateien in eine im Fenster angegebene XTF-Datei geschrieben.



Diese Fehlermeldung kommt immer dann, wenn eine XTF-Datei zweimal exportiert wurde. Soll die alte Datei nicht überschrieben werden, muss ein neuer Dateiname angegeben werden.





**System Selection**

Include multibeam records

Multibeam System:

Secondary head:

Include sidescan records

Sidescan System:

Export as Snippets

Include attitude data record:

Gyro Compass:

Motion Sensor:

Depth Sensor:

< Zurück Weiter > Abbrechen Hilfe

**Positioning Mode**

Include raw positioning data records

Extract raw positioning data

Positioning System:

Extract results data (on survey datum)

Adjustment:

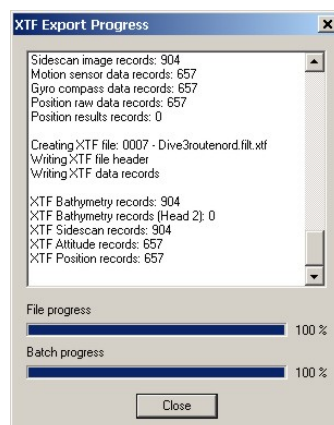
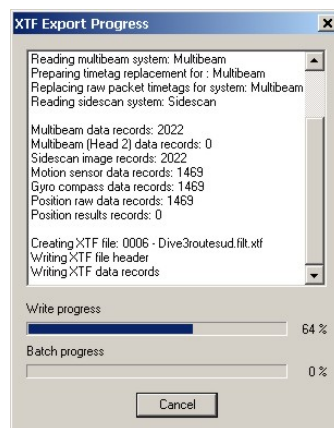
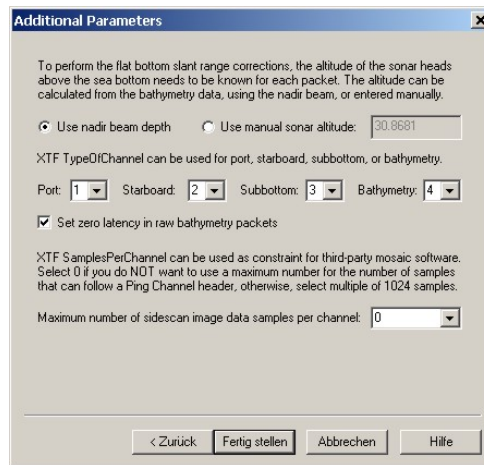
Node:

Export grid coordinates

Export geographical coordinates

< Zurück Weiter > Abbrechen Hilfe

Hier die Belegung der Channels befolgen. Die *Latency* wird in CARIS angebracht, daher wird sie hier *auf Null* gesetzt.



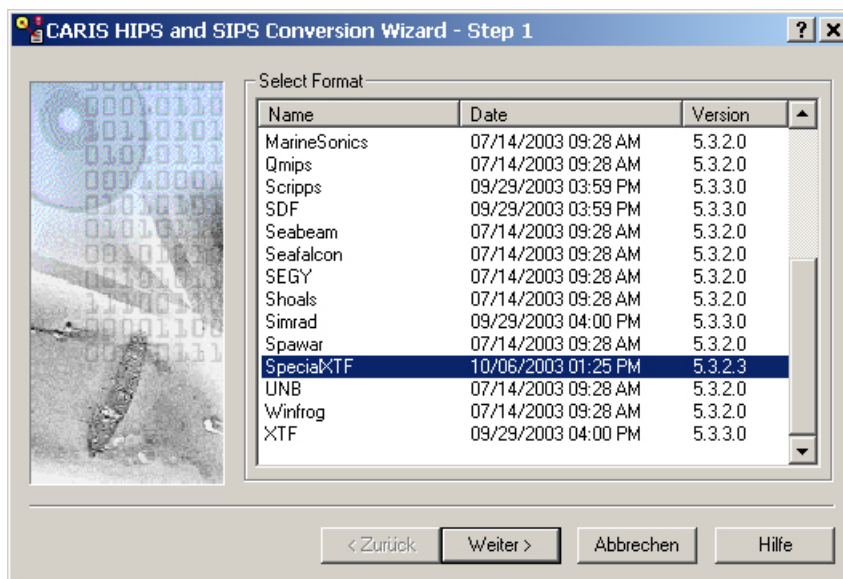
Nach dem Exportieren das Fenster schließen (*Close*).

## E. Programmanleitung – Caris Datenaufbereitung

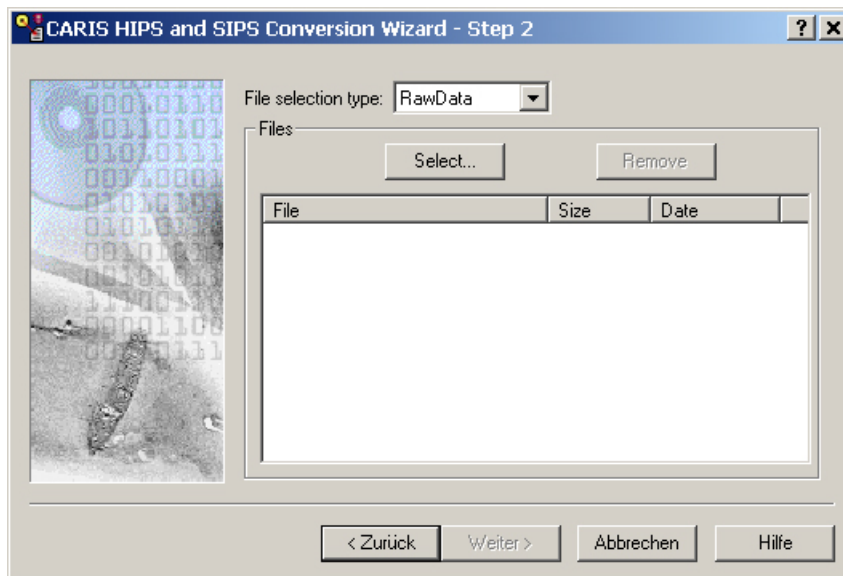
In dieser Programmanleitung werden die Schritte in Caris von dem Einlesen der XTF-Daten bis hin zum Auslesen einer dbf-Datei, die die Isoliniendaten enthält, dargestellt.

Das Programm HIPS von Caris öffnen, dann ein Projekt erstellen und den weiteren Anweisungen folgen.

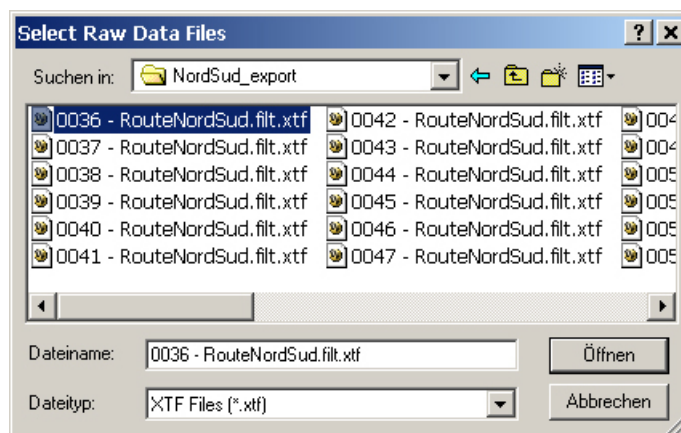
Den Conversion Wizard öffnen und das zu konvertierende Datenformat auswählen. In diesem Fall ist es das SpecialXTF, welches von Caris speziell für diese XTF-Daten programmiert wurde.



Die XTF-Rohdaten, die zu konvertieren sind, müssen über *Select...* ausgewählt werden.

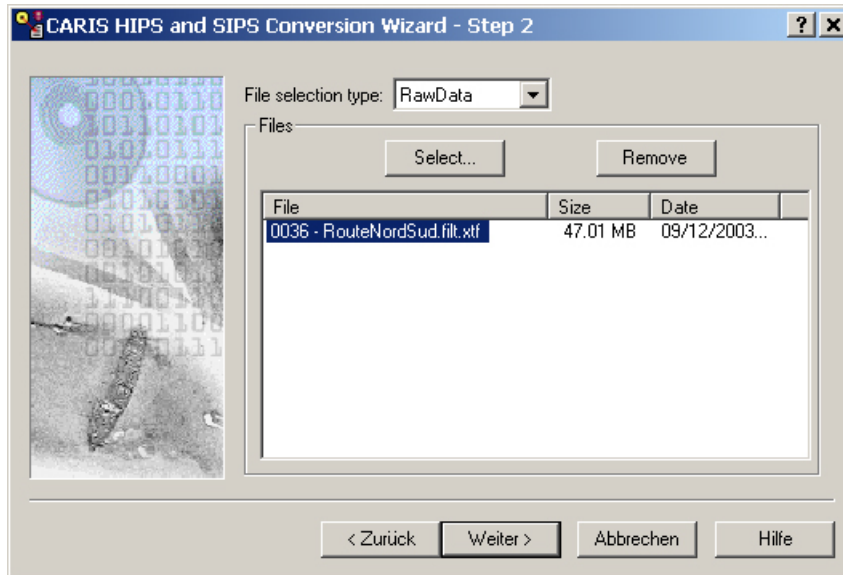


Die zu konvertierenden XTF-Daten auswählen und anschließend *Öffnen* klicken.

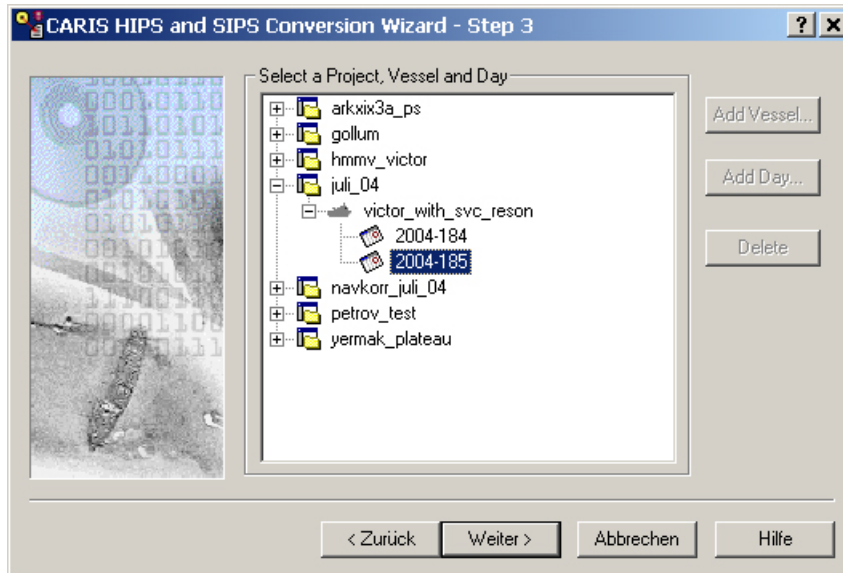


---

Alle zu konvertierenden Daten werden angezeigt. Wenn diese Anzeige den gewünschten Daten entspricht, auf *Weiter >* klicken.



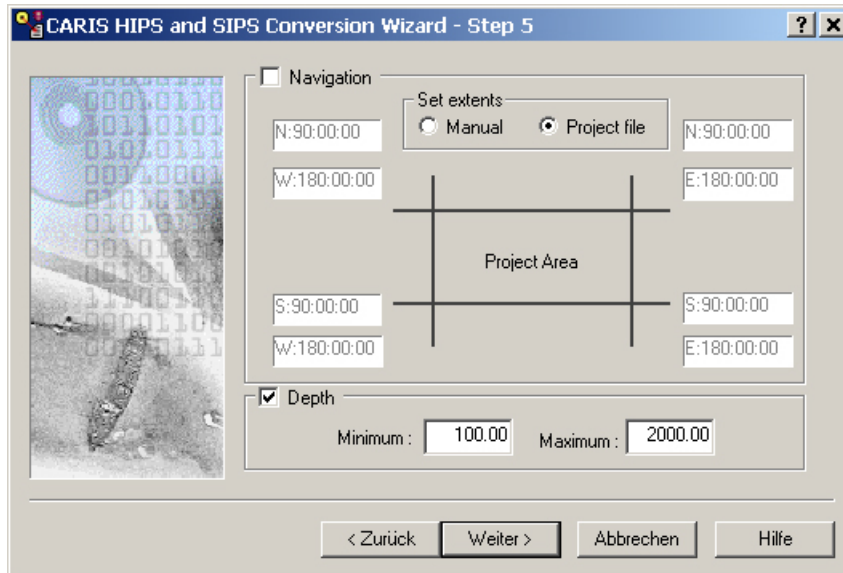
Ein Projekt, Vessel und Tag (Jahr-Julienday) neu eingeben oder ein vorhandenes Projekt auswählen und *Weiter*> klicken.



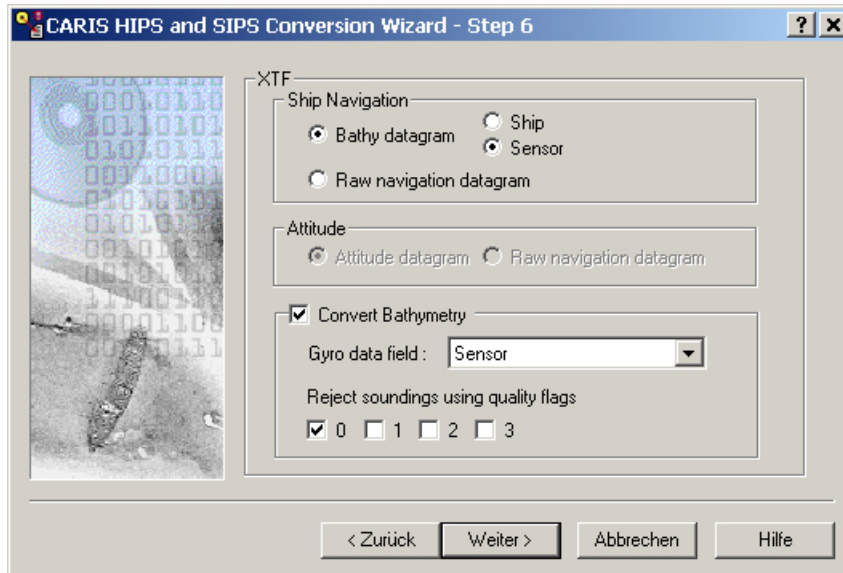
Die Eingabe von der Projektion, in die man konvertieren möchte, wählen. In diesem Fall: Group UTM - WGS84 und Zone 33N (12E TO 18E). Hier sind die Einstellungen automatisch von dem Programm voreingestellt.



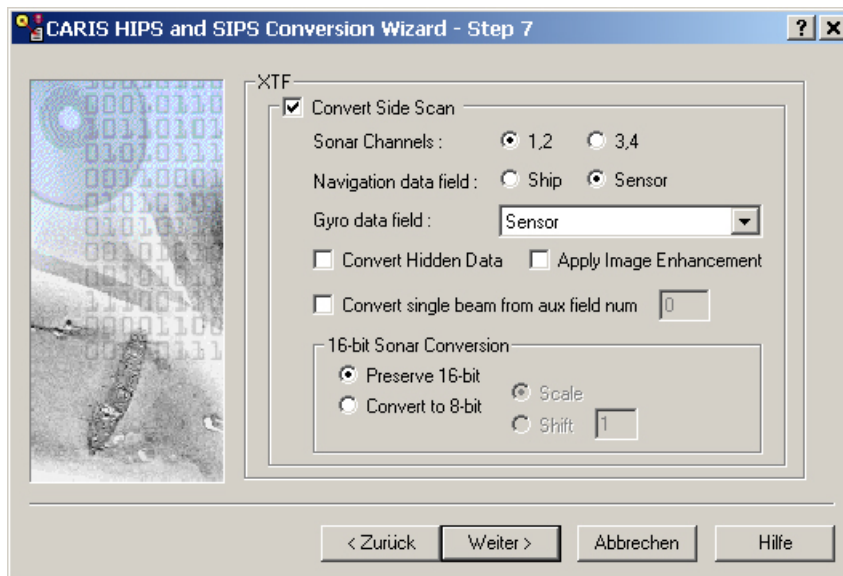
Hier ist die Angabe von *min. und max. Tiefe* notwendig, da die Tiefen, die außerhalb des Bereiches liegen, nicht konvertiert werden!



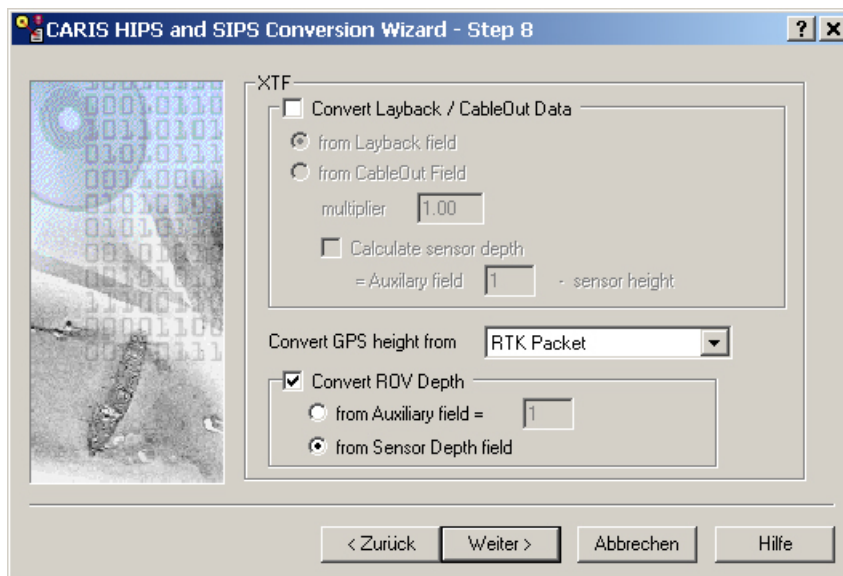
Der *Sensor* ist angeklickt, da mit einem ROV gemessen wurde. Die Quality flag 1 ist ausreichend.



In diesem Schritt kann *Convert Side Scan* ausgewählt werden, wenn das Konvertieren der Sidescan-Daten erwünscht ist.

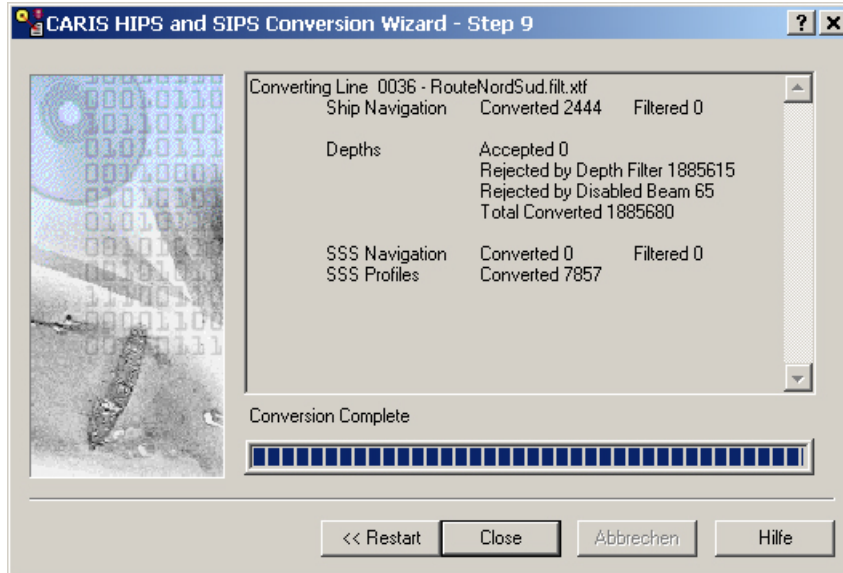


Bei *from sensor Depth field* findet der Konverter die Tiefen des ROV eigenständig, wenn ROV-Tiefen in dem Sensorfeld enthalten sind !!!

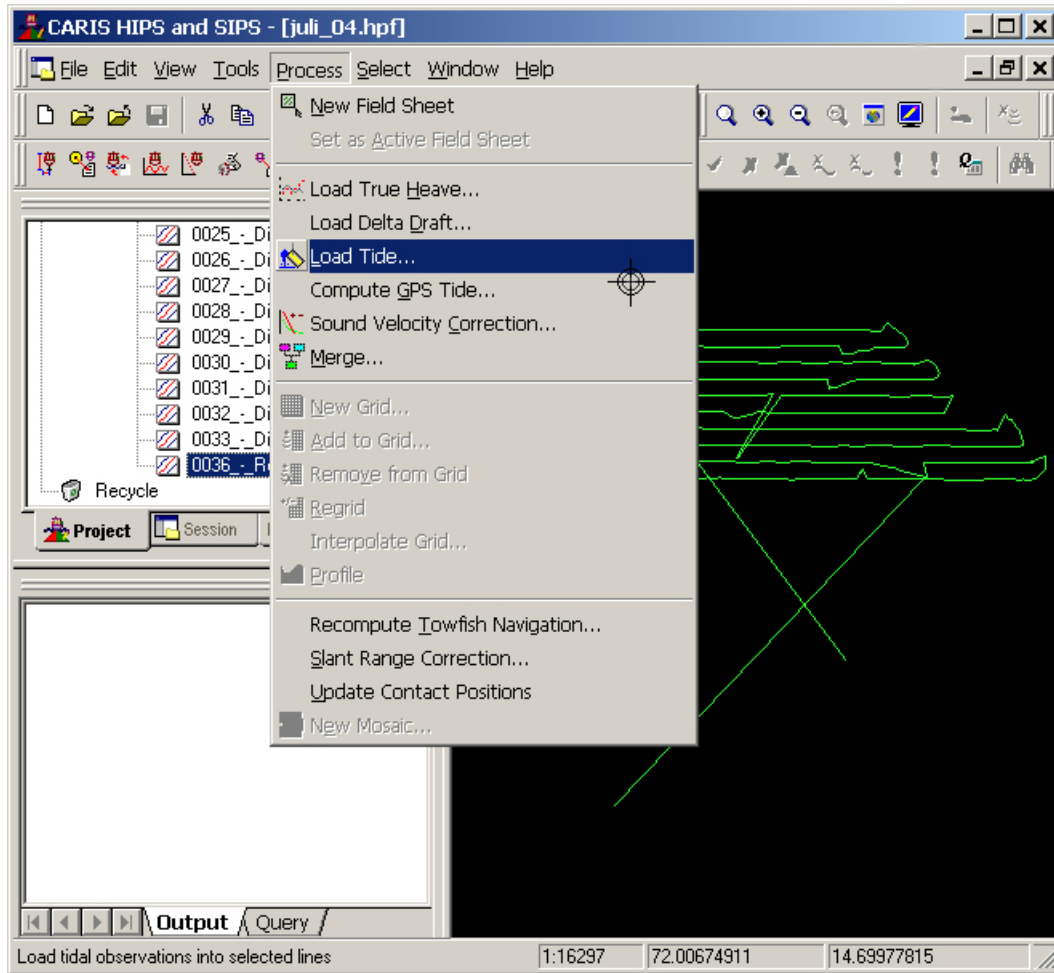




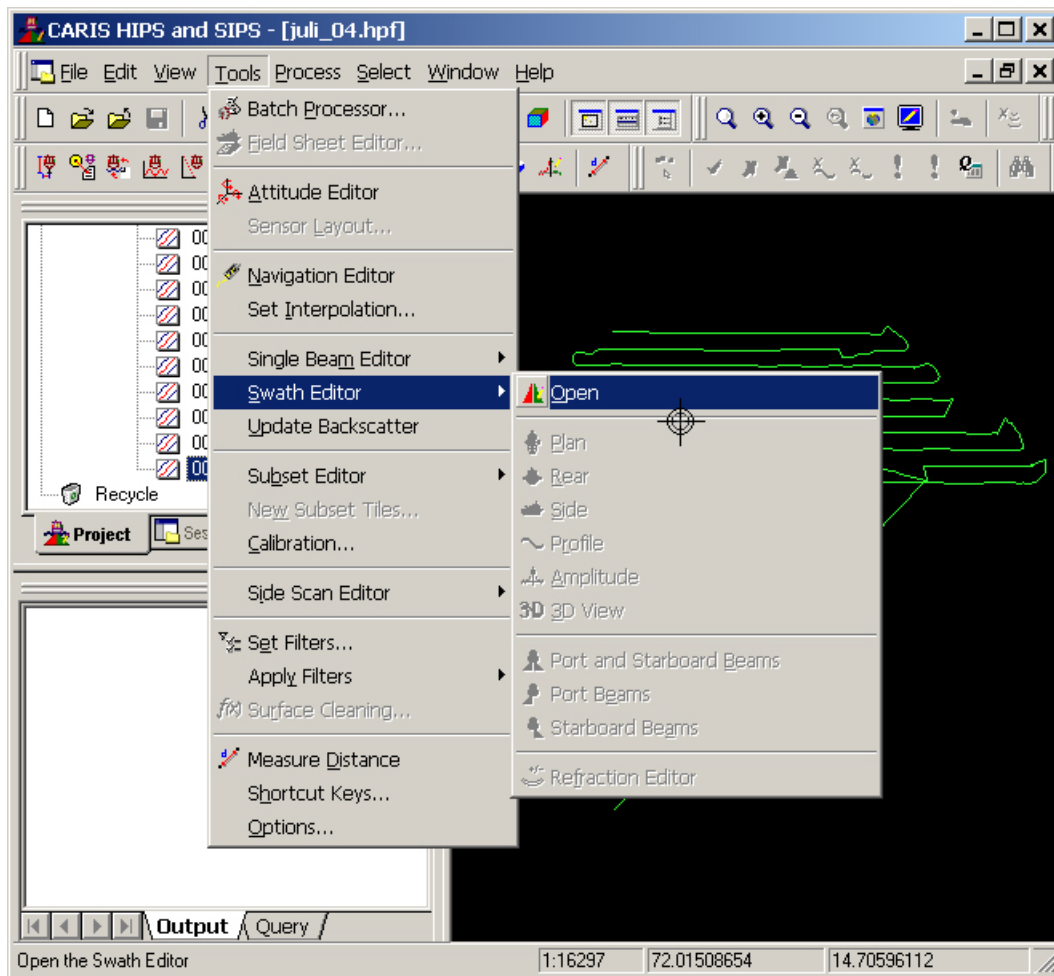
Auf *Convert* klicken und abwarten, dies benötigt manchmal etwas Zeit (so 1 bis 5 min). Anschließend das konvertierte Protokoll begutachten. Die konvertierten Daten sind nun in dem vorher angegebenen Projekt enthalten.



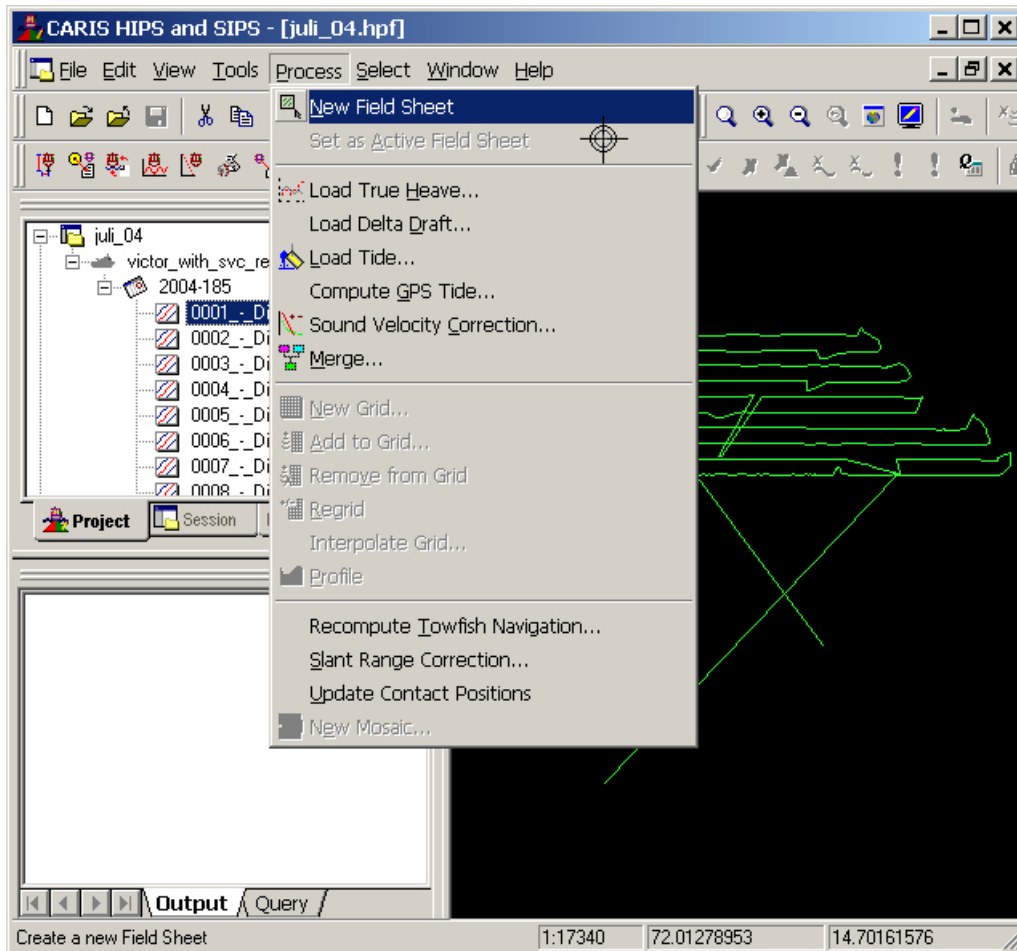
Nach dem Konvertieren der Daten folgt das Anbringen der Gezeitenkorrektur, des Schallgeschwindigkeitsprofils und anschließend das Mergen der Daten.



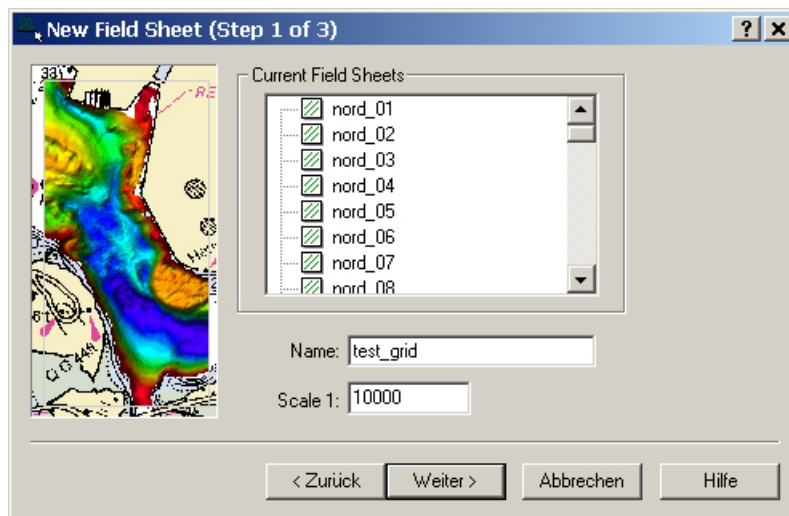
Nun kann mit dem Editieren im Swath Editor (oder Subset Editor) begonnen werden.



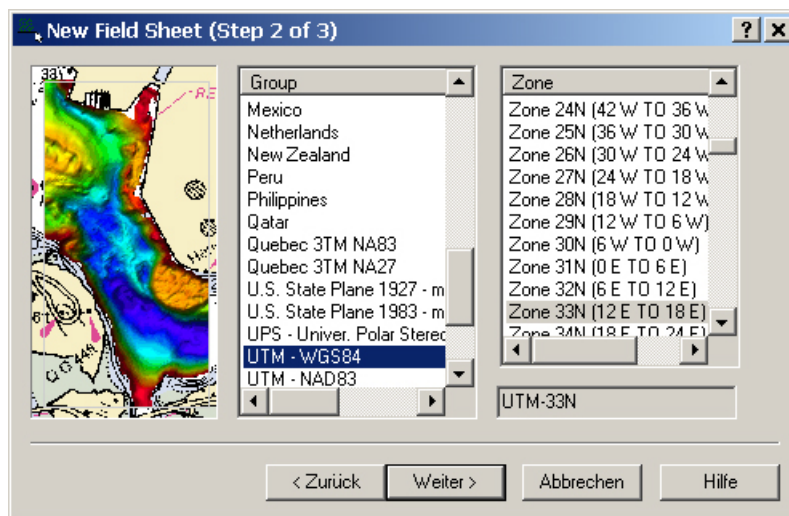
Wenn dies durchgeführt wurde, wird ein Grid erstellt. Vorerst muss der Bereich, in dem das Grid erstellt werden soll, angegeben werden. Dies erfolgt mit dem Erzeugen eines *New Field Sheet*.



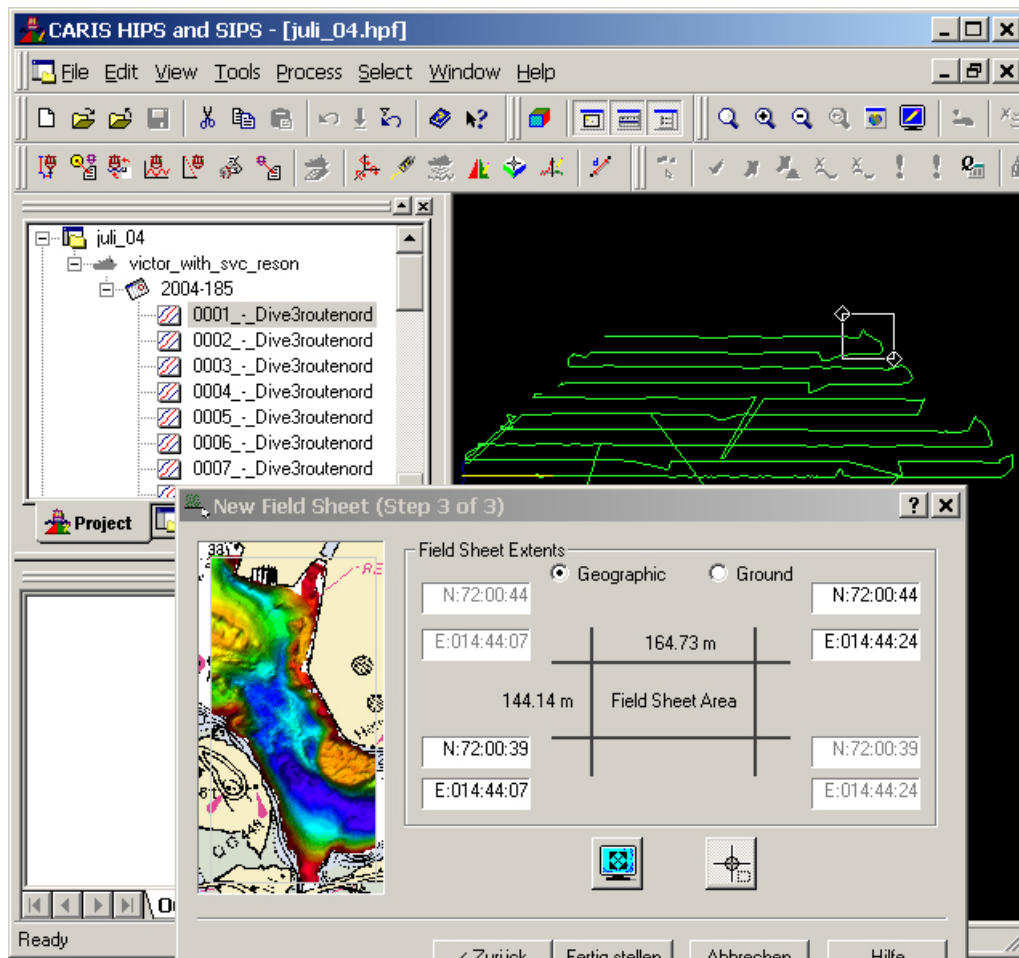
Nun ist ein Gebietsname auszuwählen und dann auf *Weiter*> klicken.



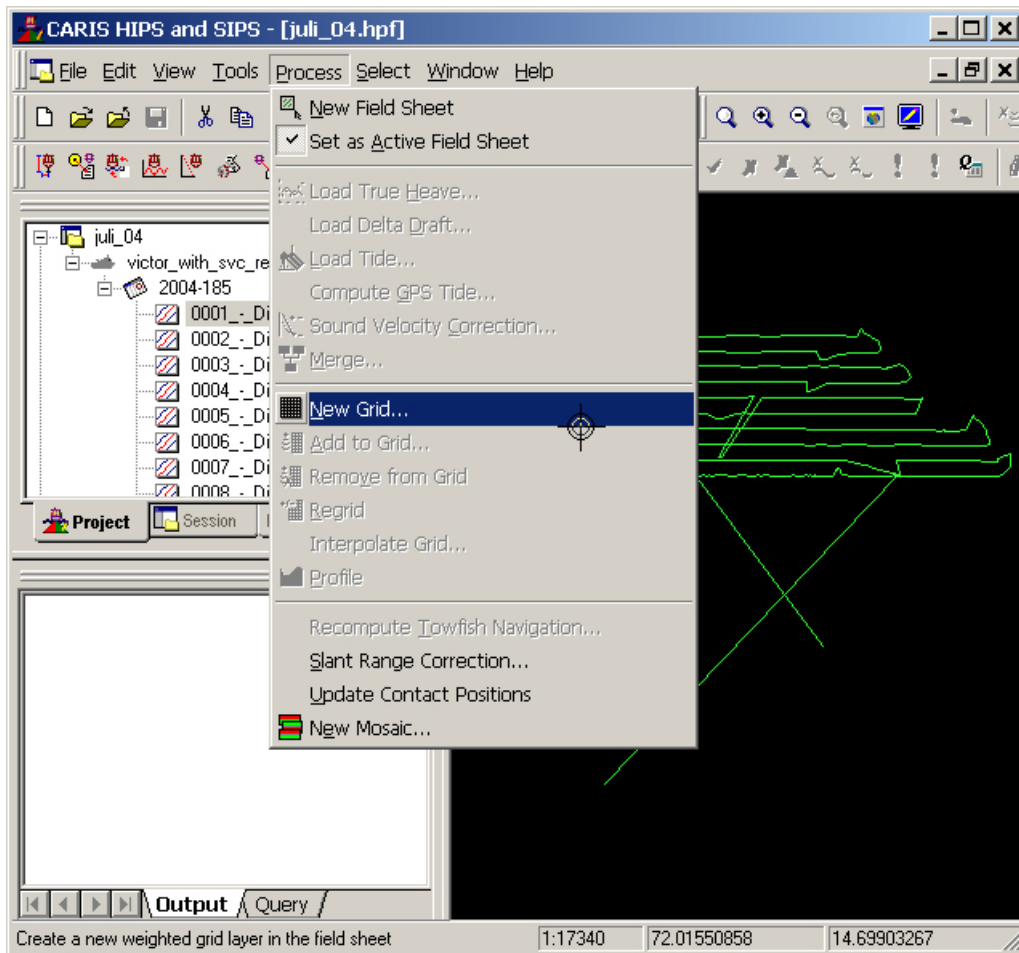
Die Projektion und Zone auswählen. Das Programm schlägt eine Projektion für das jeweilige Gebiet vor, es ist aber auch möglich, eine andere Projektion zu wählen.



Den Umring des Gebietes wählen. Im Fall der Expedition wurde der Umring durch ein Aufziehen eines Rechteckes selbst definiert.

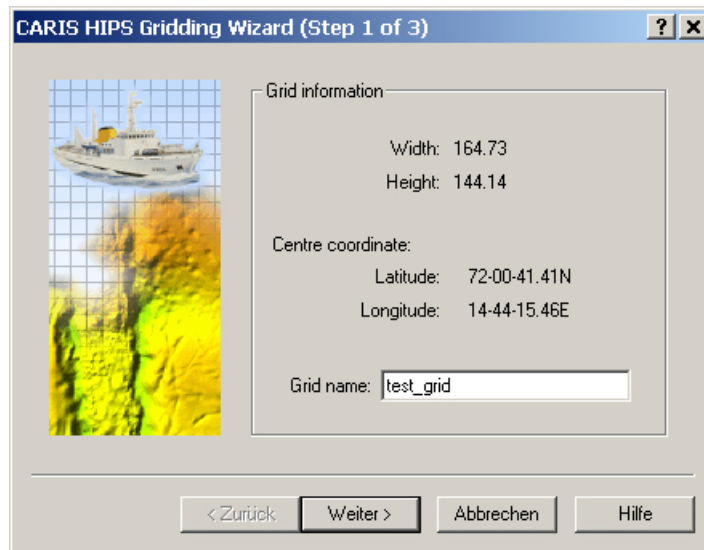


Nach dem das New Field Sheet angelegt wurde, kann nun ein Grid erstellt werden.

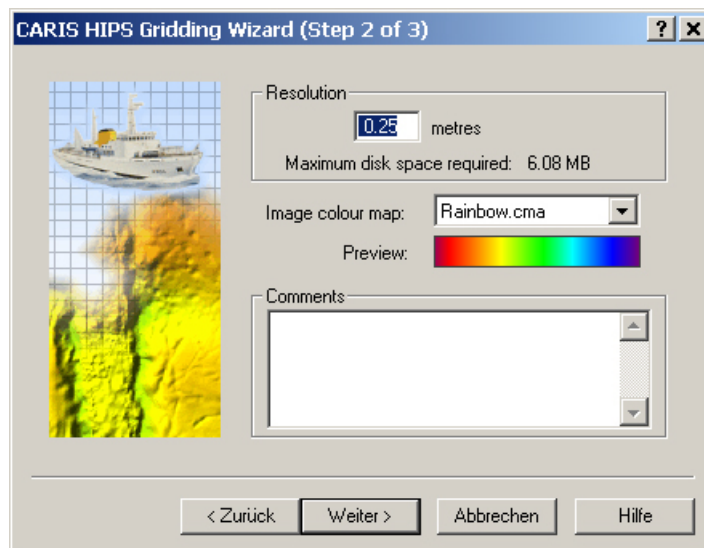


---

Einen Namen für das Grid wählen und auf *Weiter*> klicken.



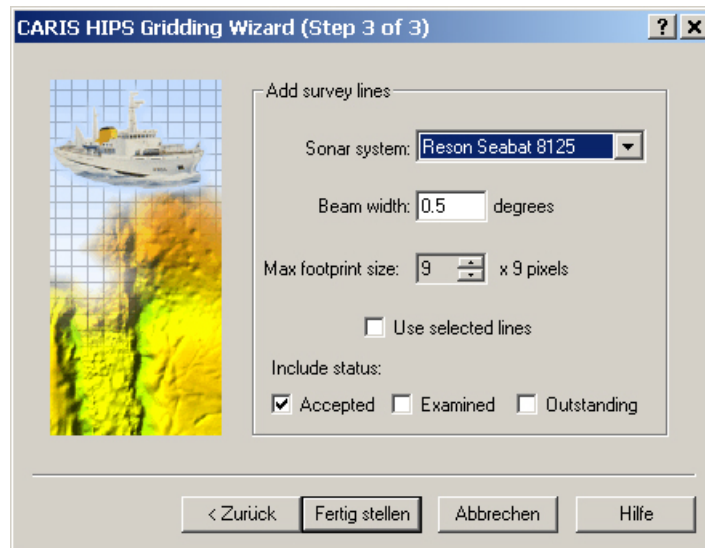
Die gewünschte Rastergröße eintragen und eine Farbtabelle auswählen.



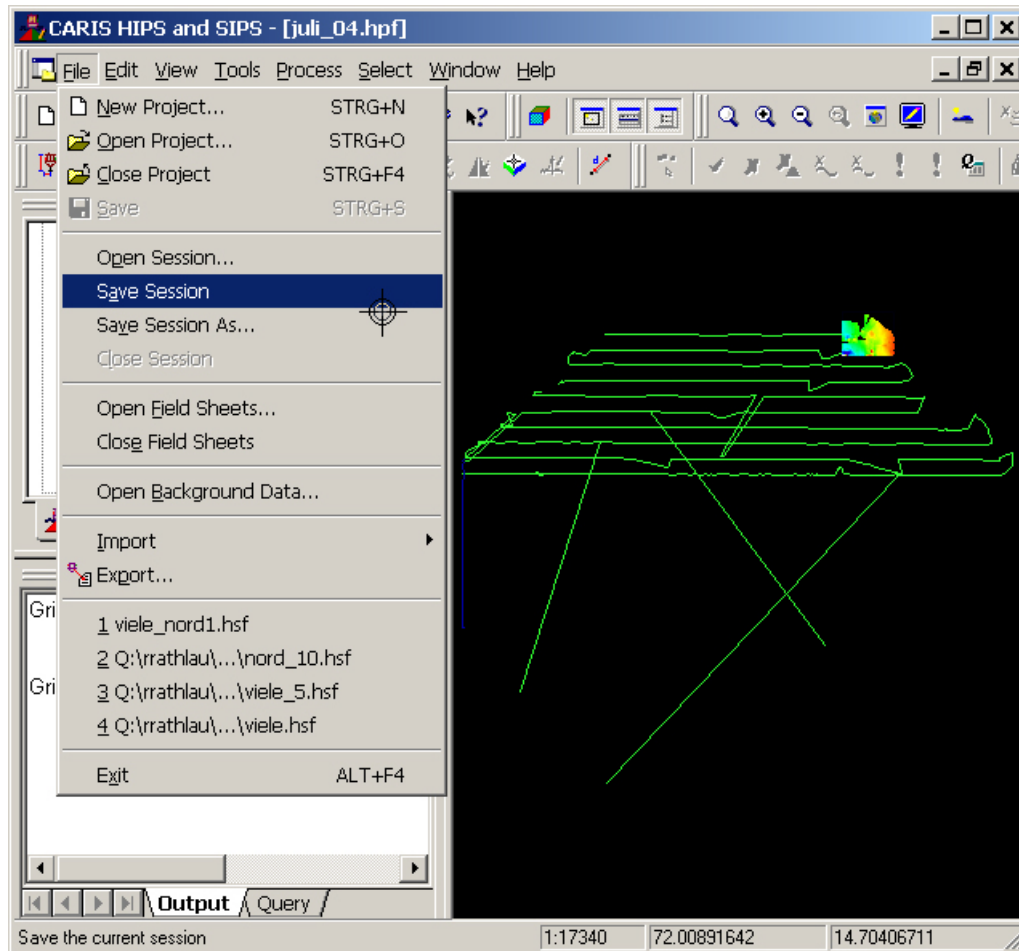


---

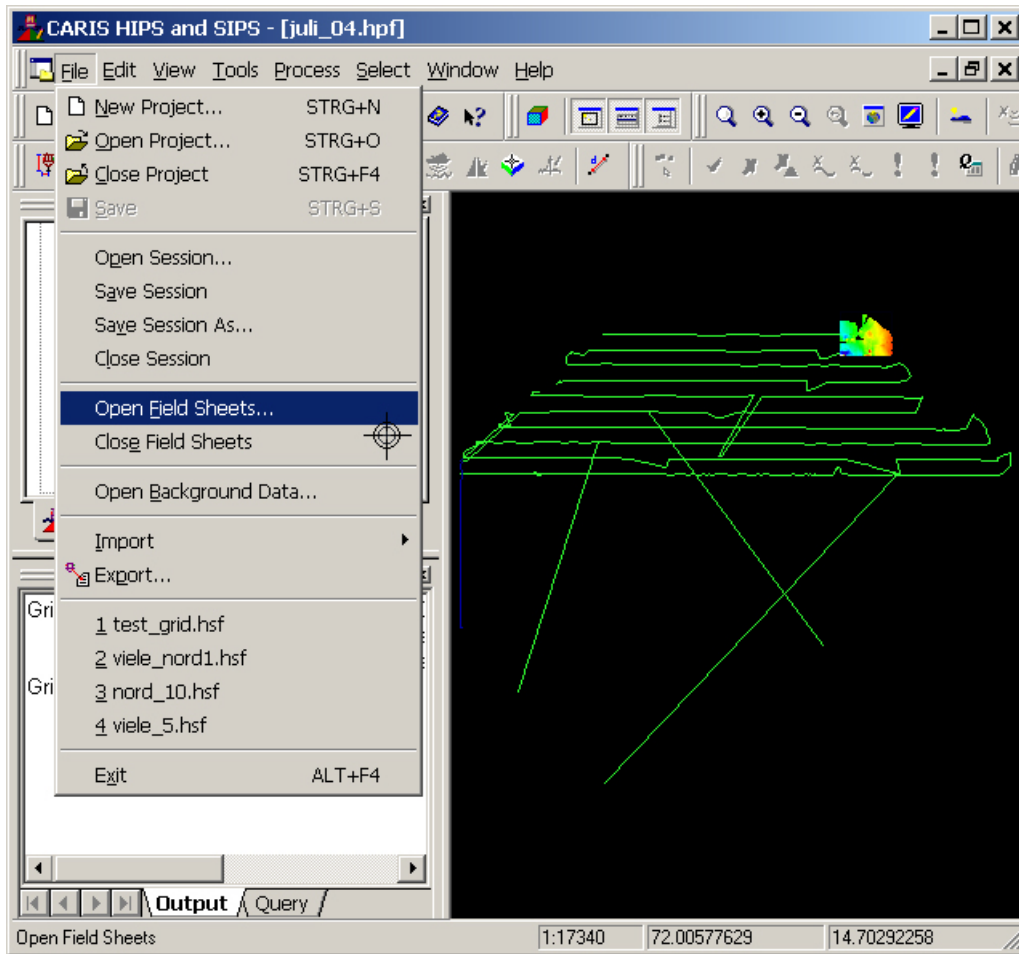
Nun das verwendete Echolot mit den Beamweiten eingeben und die Pings auswählen, die für die Berechnung des Grids verwendet werden sollen.



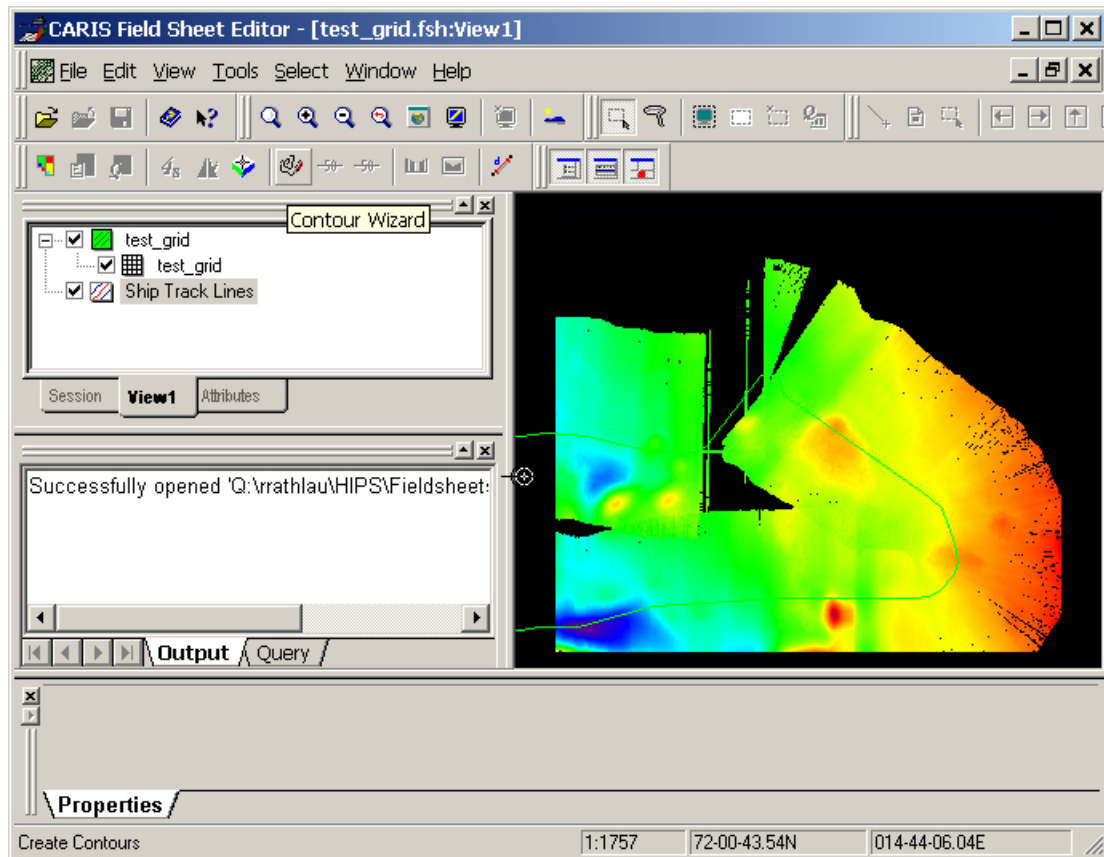
Anschließend wird alles in einer oder mehreren Sessions abgespeichert. Es empfiehlt sich, alles in einer Session abzuspeichern, da man diese auch auf einmal im Field Sheet Editor öffnen und nacheinander bearbeiten kann.



Danach wird der Field Sheet Editor geöffnet und die Isolinien aus dem zuvor berechneten Grid erstellt.



Das Grid, aus dem die Isolinien berechnet werden sollen, aktivieren und auf *Contour Wizard* klicken.



Nochmals das Grid auswählen, von dem die Isolinien berechnet werden sollen.



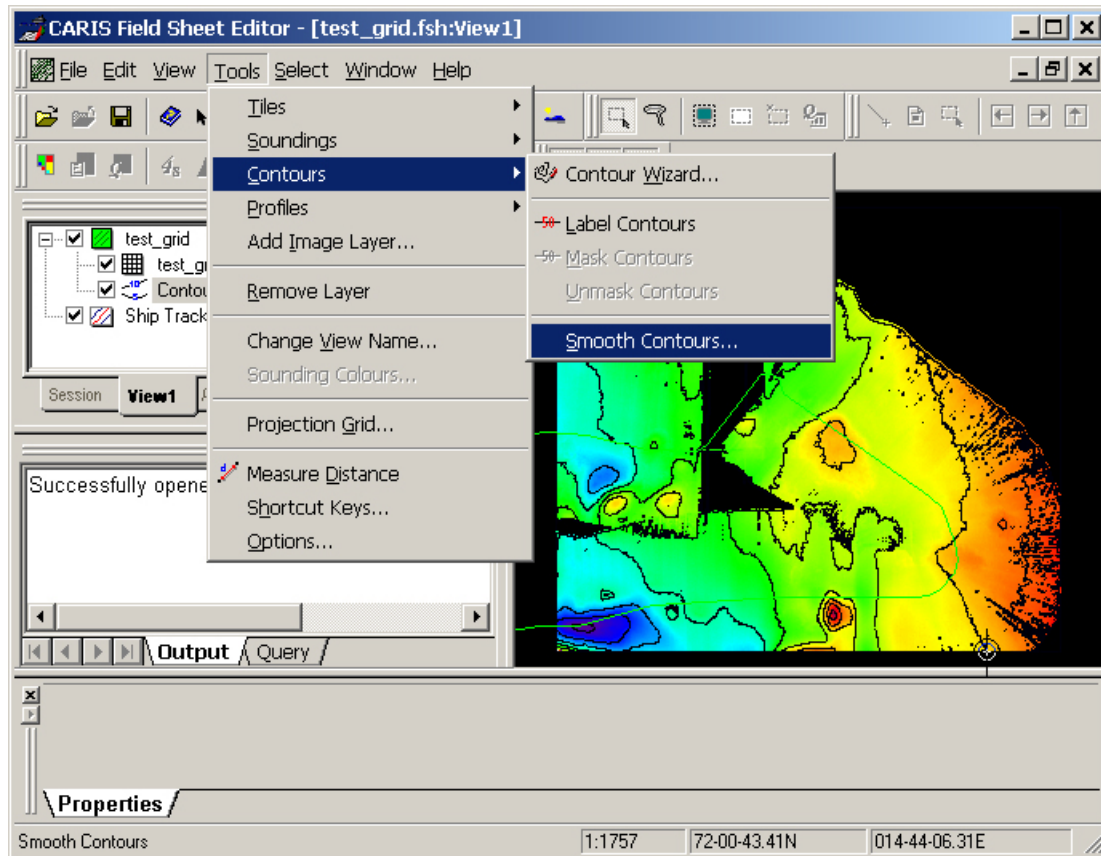
Dann den Tiefenbereich angeben, in dem die Isolinien anschließend berechnet werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass der selbe Tiefenbereich bei einem Projekt verwendet wird, da sonst die Isolinien in den Grenzbereichen bei korrigierter Navigation nicht zusammenpassen!



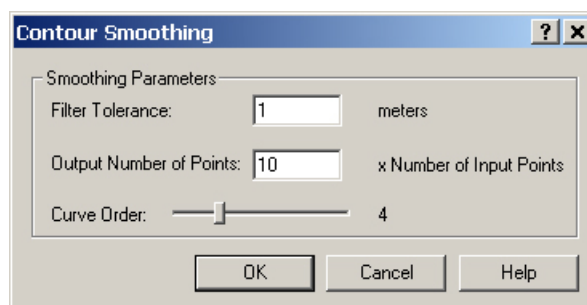
Hier ist die Eingabe eines Layernamen für die Isolinien möglich. Dies wurde mit den Expeditionsdaten nicht vorgenommen. Auf *Fertig stellen* klicken und die Isolinien werden berechnet. Bei Fertigstellung der Isolinien auf *F5* klicken, damit die Bildschirmansicht erneuert wird.



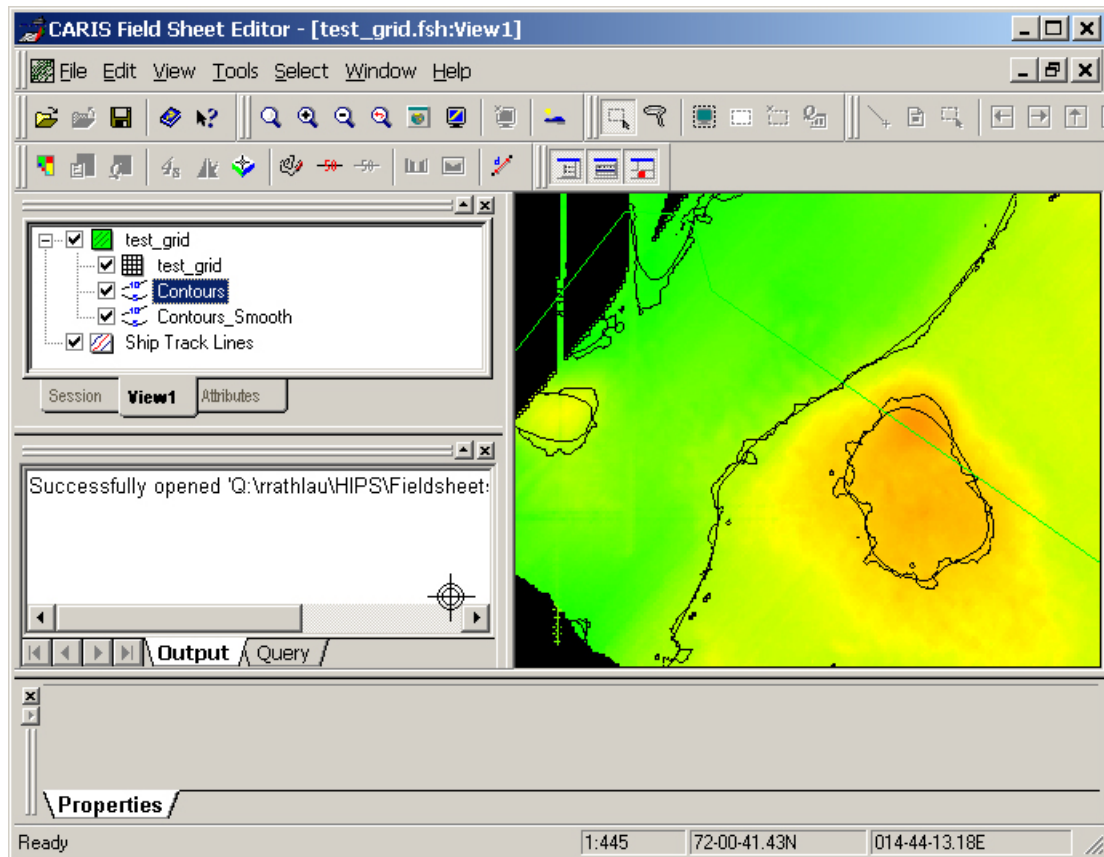
Da die Isolinien noch sehr zackelig aussehen, werden diese mit dem Befehl *Smooth Contours...* geglättet.



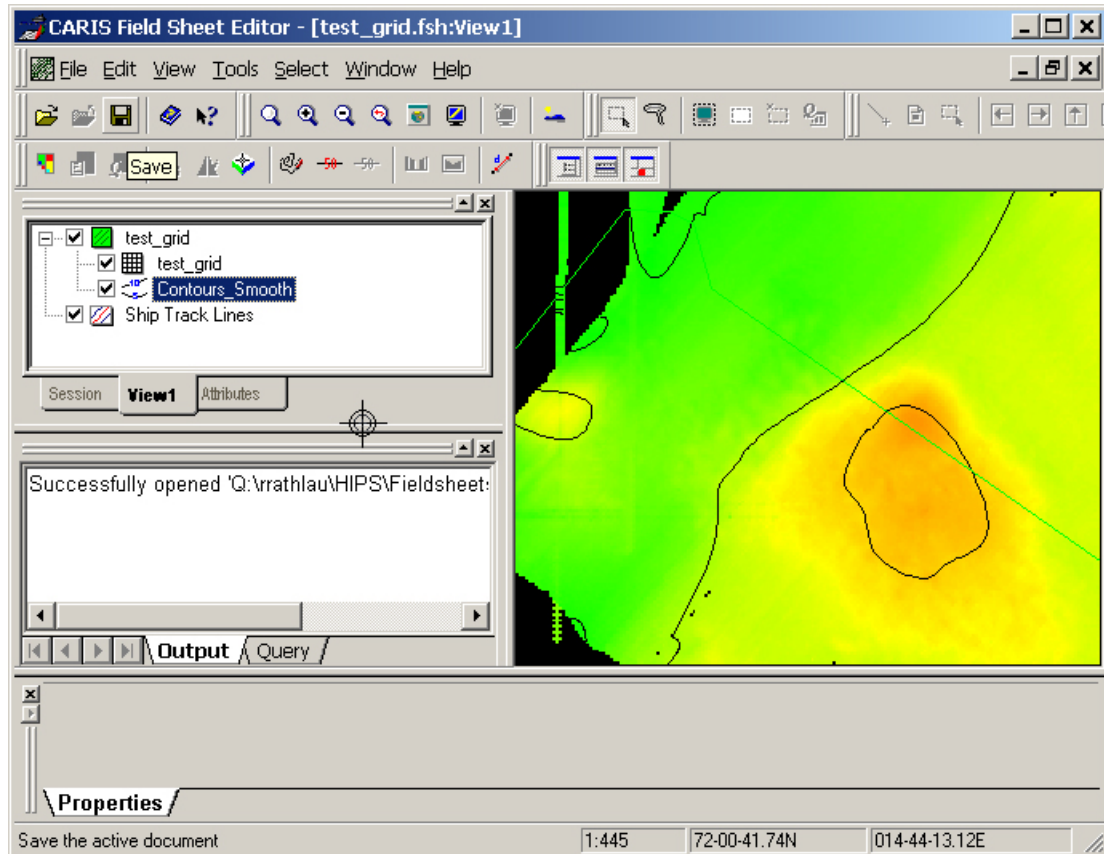
Für dieses Beispiel sind die eingetragenen Werte zufriedenstellend. Die *Filter Toleranz* gibt den Umkreis an, den sich die neu berechnete Linie von der alten entfernen darf. Der Wert *Output Number of Points* definiert die geglättete Linie. Je höher der Wert, desto geglätteter die Linie. Bei *Curve Order* wurde eine 4 eingegeben, die angibt, wie sehr der Biegungsablauf geglättet werden soll. Je größer der Wert, desto mehr weicht die Isolinie von der originalen Isolinie ab.



In der folgenden Abbildung sind die Isolinien und die geglätteten Isolinien dargestellt. Hier kann begutachtet werden, ob die geglätteten Linien den Interpretationen zu Gute kommen. Wenn dies der Fall ist, können die ungeglätteten Isolinien (*Contours*) gelöscht werden. *Contours* anklicken, auf die *rechte Maustaste* klicken und auf *Delete* auswählen.



F5 drücken, um die Ansicht zu aktualisieren. Es werden nun nur noch die geglätteten Isolinien in der Darstellung angezeigt. Anschließend die Session abspeichern und beenden. Danach HIPS abspeichern und beenden.

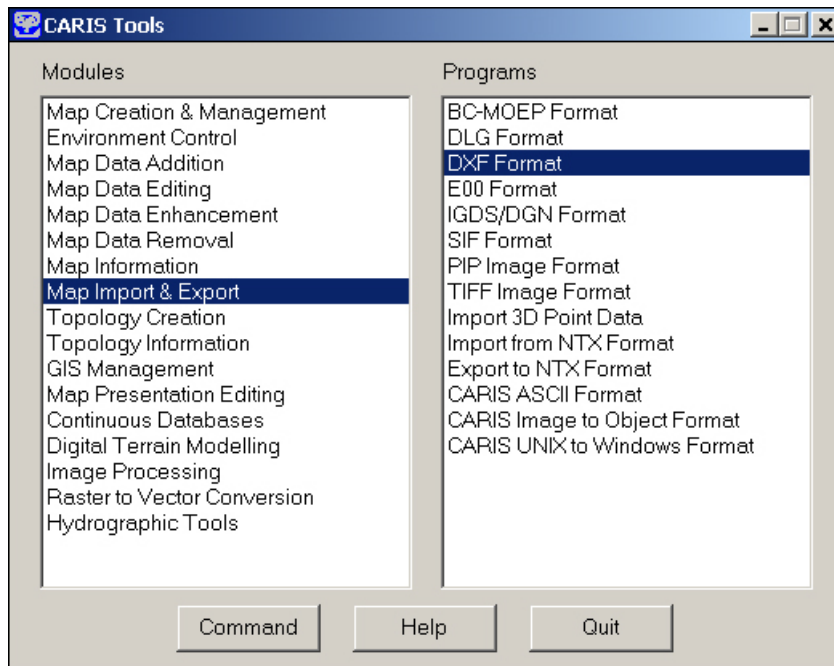


Das Exportieren der Isolinien in eine dbf-Datei erfolgt in Caris GIS. Caris GIS öffnen und hier auf das linke Modul *Caris Tools* klicken.

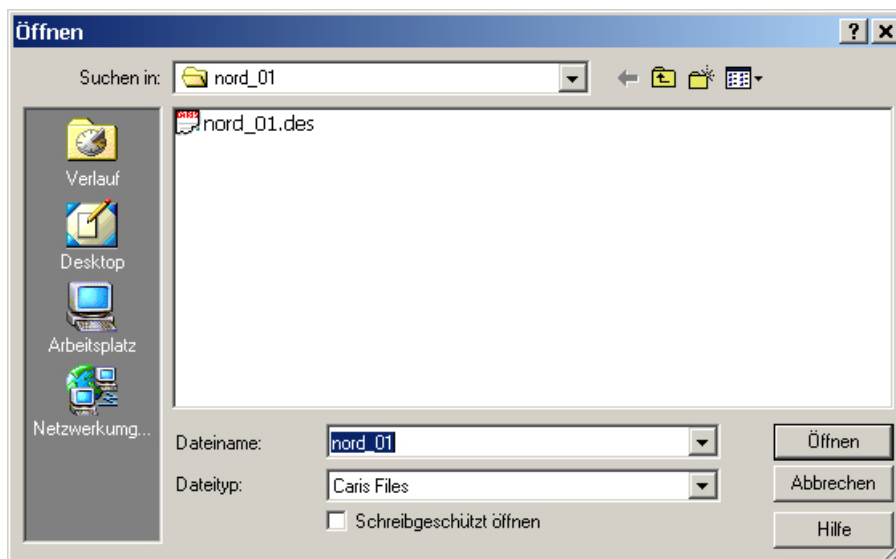




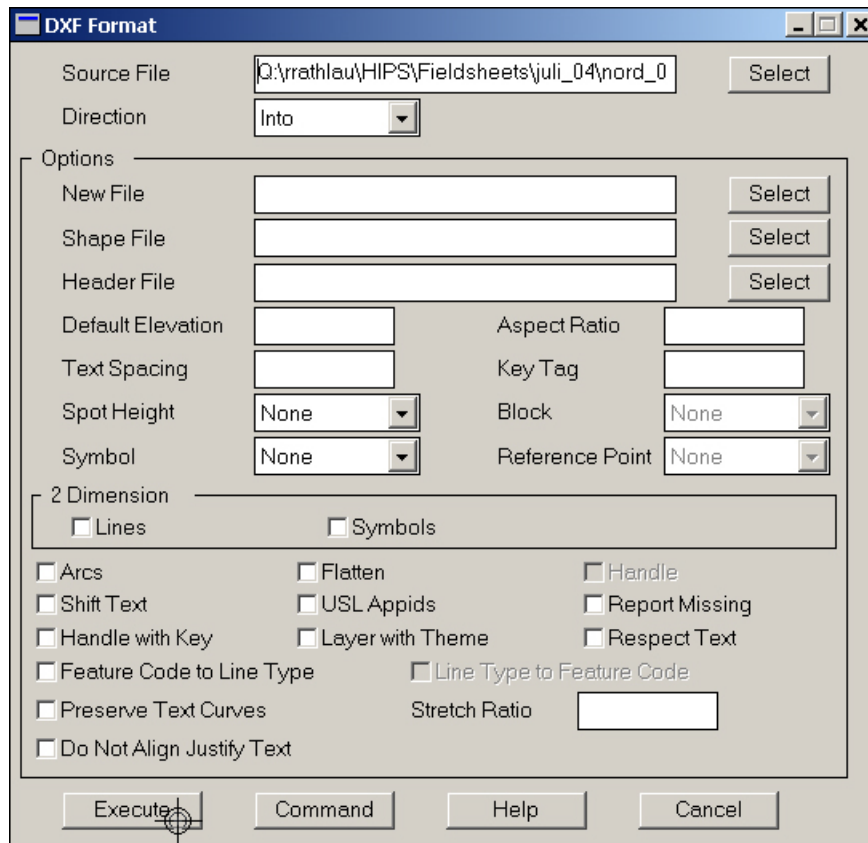
In dem Modul Caris Tools, auf *Map Import & Export* klicken und hier das *DXF Format* auswählen.



Dann unter dem Befehl *Select* die Datei auswählen, die in eine DXF-Datei exportiert werden soll. Die Isolinien befinden sich in dem Ordner *HIPS/Fieldsheets/projekt/Liniendatei/Datei*. Das Dateiformat *.des* ist ein Caris Format und wurde beim Abspeichern der Countourlinie erzeugt.

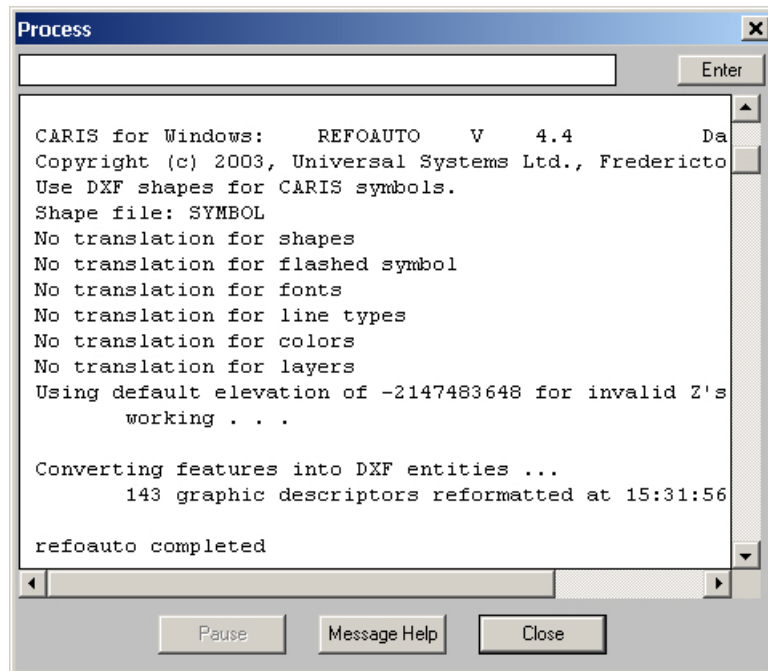


Es können wiederum mehrere Einstellung getätigt werden. In diesem Fall wurde nur die Eingabe einer zu exportierenden Isolinie angegeben. Die neu erstellte Datei wird in dem selben Verzeichnis erzeugt, aus dem die umzuwandelnde Datei stammt. Die neu exportierte Datei erhält das Format .dxf. Wenn alle gewünschten Einstellungen getätigt sind, auf *Execute* klicken und die Datei wird exportiert.



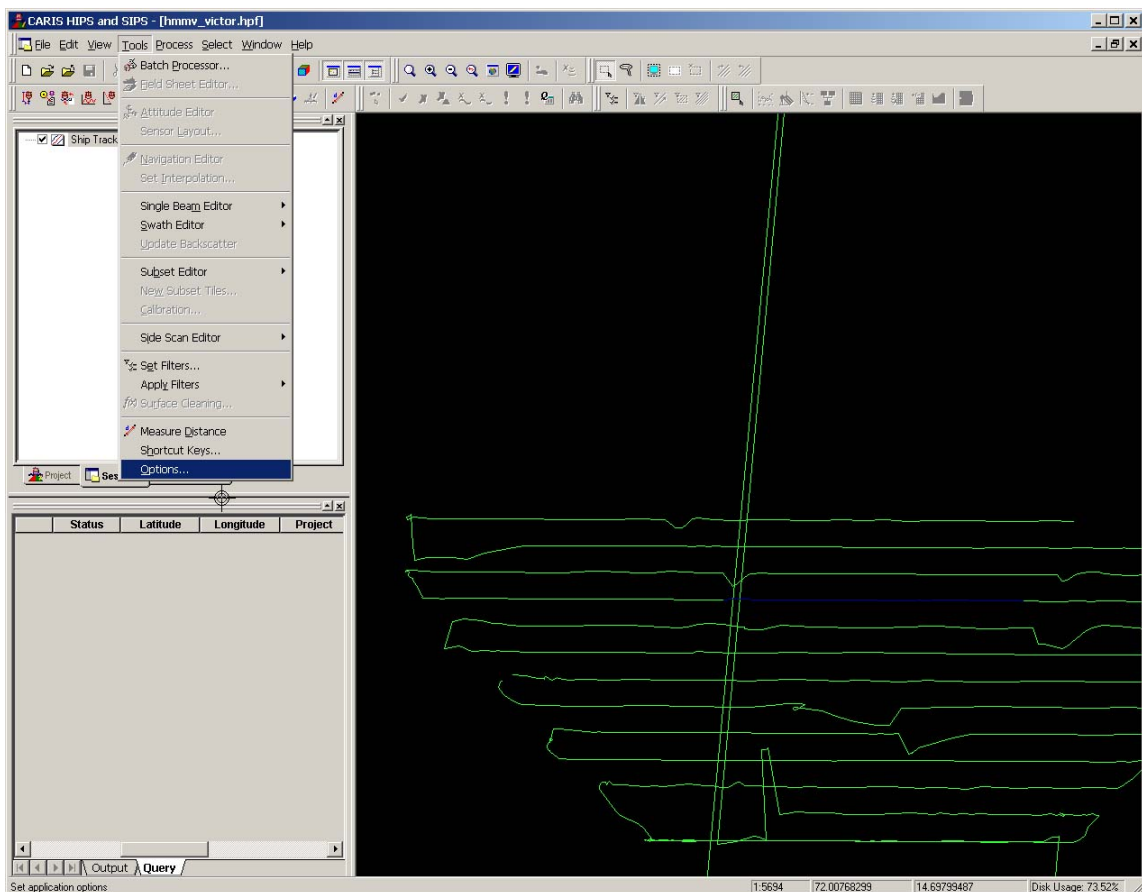
---

Es öffnet sich ein Process-Fenster, in dem die Prozessierung erfolgt und in dem ersichtlich ist, wieviel Linien übertragen wurden.

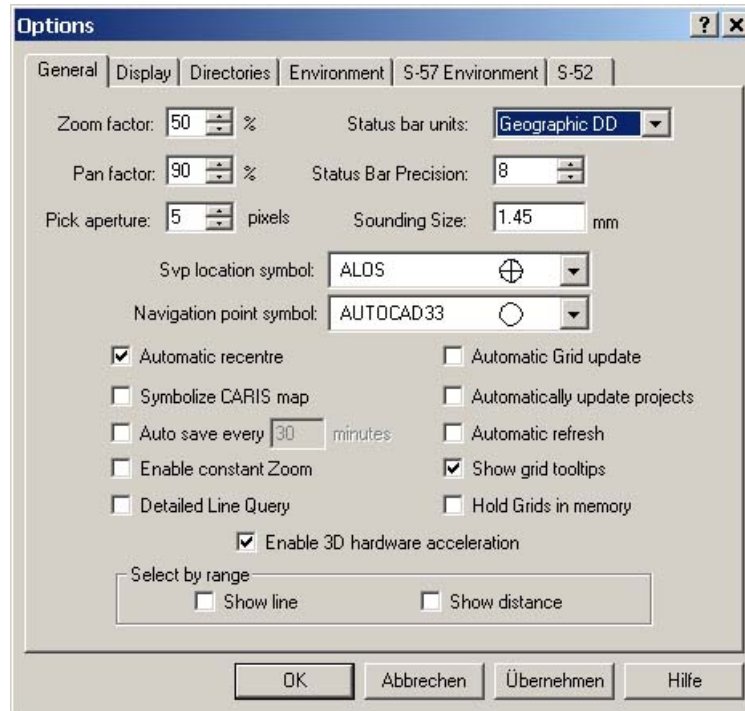


## F. Programmanleitung – Caris, Navigation mit 8 Nachkommastellen auslesen

Hier folgt die Anleitung, wie 8 Nachkommastellen bei Lat / Long in Decimal Degrees erstellt werden. Ganz normal CARIS HIPS/SIPS öffnen und in das Projekt gehen, aus dem die Daten exportiert werden sollen. Auf das Menü Tools gehen und hier Options klicken.

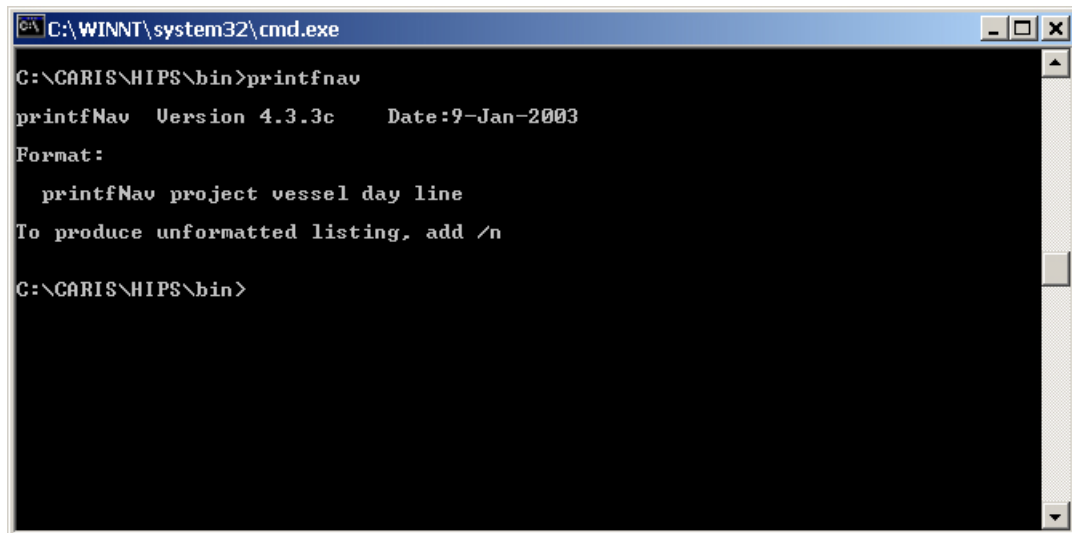


Bei GENERAL / Status bar units - Geographic DD einstellen.  
Bei GENERAL / Status Bar Precision - 8 (für 8 Stellen hinter dem Komma einstellen) Mit OK bestätigen.



---

Das gesamte Projekt abspeichern und in einem Dos-Fenster öffnen. Nun in das Caris Verzeichnis HIPS/bin wechseln. Es gibt auch ein Bin-Verzeichnis nur unter Caris, dieses ist aber für Caris GIS angelegt und enthält keine Programme für die HIPS Anwendungen. Unter HIPS/bin sind alle Anwenderprogramme zu finden. Unter anderem auch der dumpXTF (in dem eine XTF-Datei angezeigt werden kann). Es wird der Befehl *printfnav* aufgerufen. In der Kurzanweisung zu diesem Programm ist enthalten, welche Eingaben das Programm für die Ausführung benötigt.



```
C:\WINNT\system32\cmd.exe
C:\CARIS\HIPS\bin>printfnav
printfNav Version 4.3.3c Date:9-Jan-2003
Format:
  printfNav project vessel day line
To produce unformatted listing, add /n
C:\CARIS\HIPS\bin>
```

1. printfnav ist der Befehl für das Ausgeben der Navigation.
2. Das Projekt *projekt* ist in diesem Fall juli\_04.
3. Das Fahrzeug *vessel* ist das VCF des Projektes, in dem die Daten enthalten sind, hier ist es victor\_with\_svc\_reson.
4. Der Tag (*day*) ist der Julientag unter dem die Daten gespeichert sind, in diesem Fall 2003-185.
5. Das Profil (*line*) ist die entsprechende Profillinie, in diesem Beispiel ist es 0001\_-\_Dive3routenord.
6. /n steht für die Ausgabe der 8 Nachkommastellen.
7. > ist die Ausgabeumleitung, hier muss angegeben werden, unter welchem Namen die Datei abgespeichert werden soll. Die erstellte Datei wird unter HIPS/Bin im ASCII-Format abgespeichert.

```

C:\WINNT\system32\cmd.exe
C:\CARIS\HIPS\bin>printfnav juli_04 victor_with_svc_reson 2003-185 0001_-_Dive3routenord /n > nav_01nord.txt
C:\CARIS\HIPS\bin>_

```

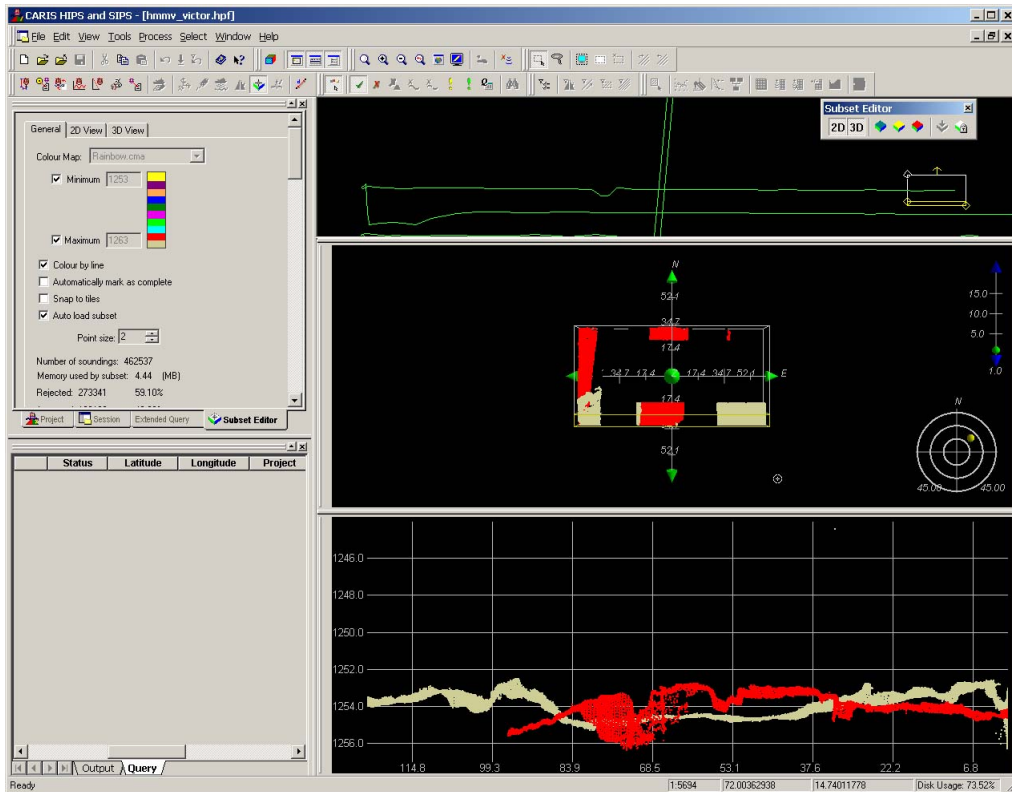
War das Auslesen der Navigation erfolgreich? Wenn nicht, könnte ein fehlerhafter Befehl oder eine zu volle Festplatte die Ursache sein.

**Die Navigationstabelle müsste wie folgt aussehen:**

1	2003-185	08:42:32:807	72.00744602	14.69988902	0.00	00000000
2	2003-185	08:42:33:009	72.00744602	14.69988919	0.00	00000000
3	2003-185	08:42:33:197	72.00744648	14.69990403	0.00	00000000
4	2003-185	08:42:33:401	72.00744648	14.69990414	0.00	00000000
5	2003-185	08:42:33:791	72.00744665	14.69990431	0.00	00000000
6	2003-185	08:42:34:197	72.00744699	14.69991950	0.00	00000000
7	2003-185	08:42:35:197	72.00744768	14.69993468	0.00	00000000
8	2003-185	08:42:36:009	72.00744768	14.69993485	0.00	00000000

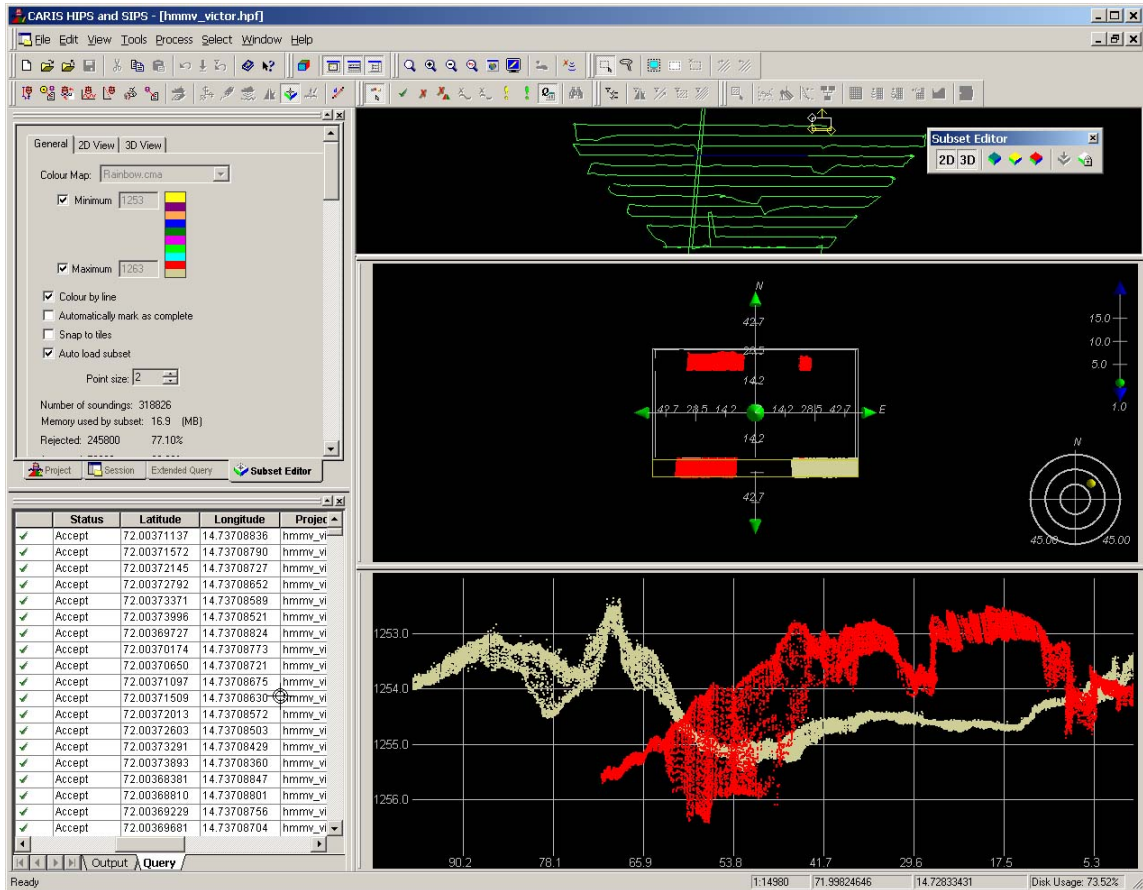
Der zweite Weg über den Subset-Editor mit der Query-Tabelle. Bei großen Datenmengen nicht empfehlenswert, da es zu lange dauert !

Dann den Subset-Editor öffnen. Warum im Subset? Da hier alle Korrekturen (Tide, Roll-Pitch-Heave, reject, accept etc.) berücksichtigt werden.

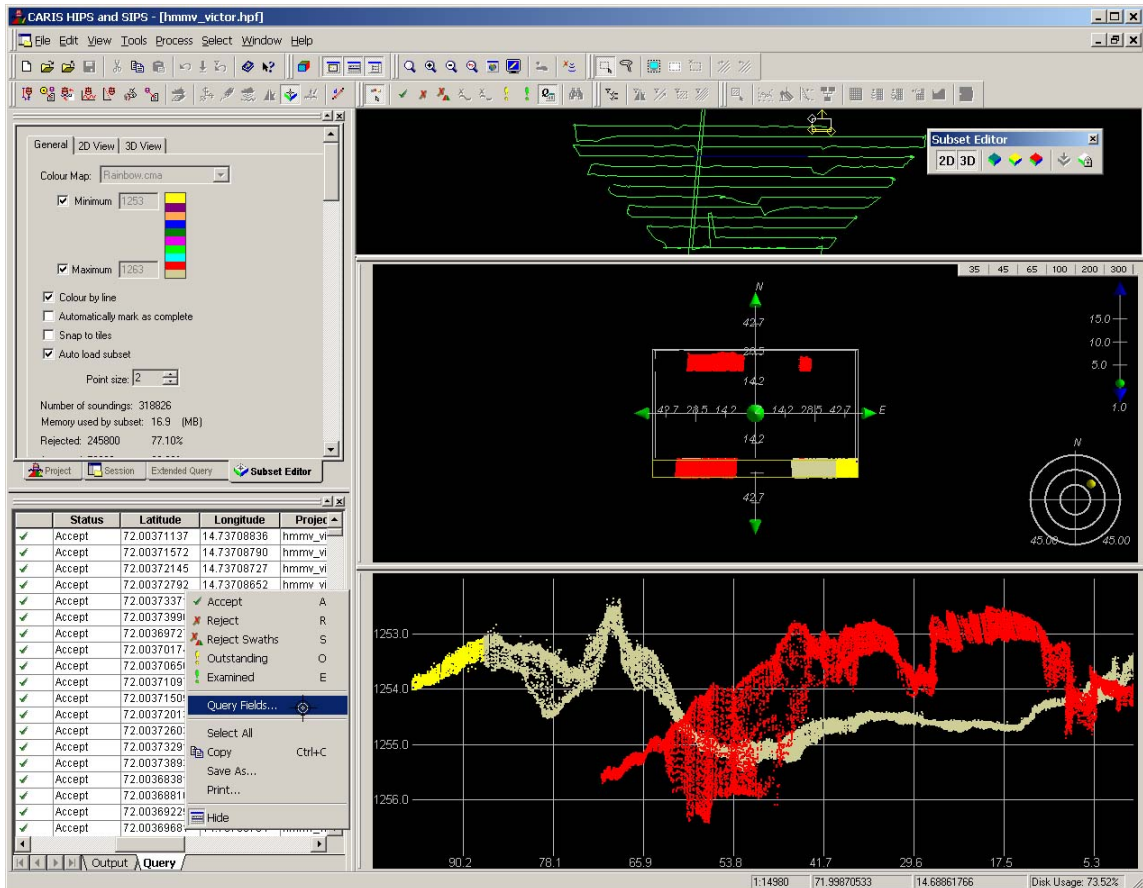




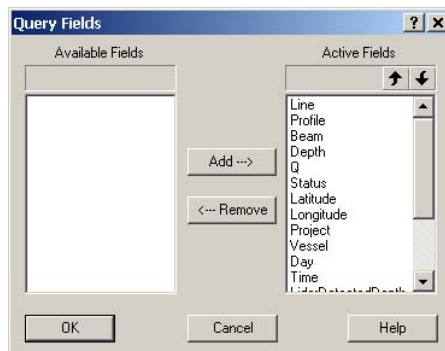
Dann den Bereich, der exportiert werden soll, markieren und Q klicken oder vorher auf den Query-Button drücken. Es erscheinen unten links alle Informationen, die zu den markierten Punkten vorhanden sind.



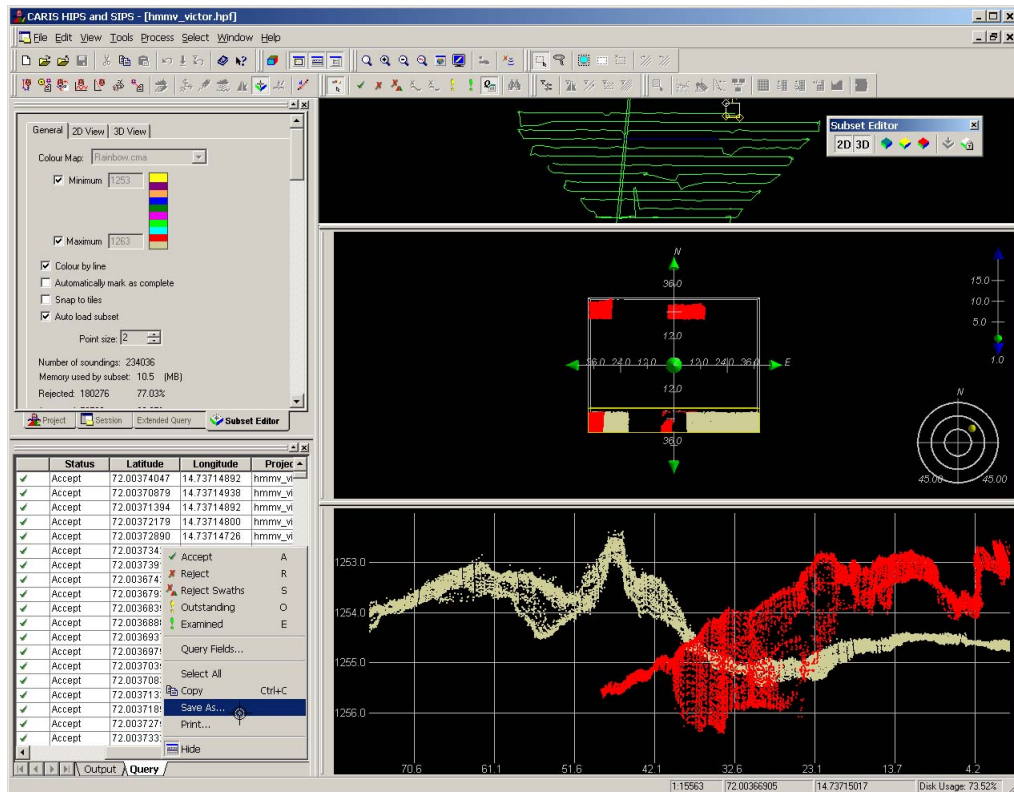
Die Maus unten links in die Query-Tabelle bewegen, dann die rechte Maustaste drücken und auf *Query Fields* klicken.



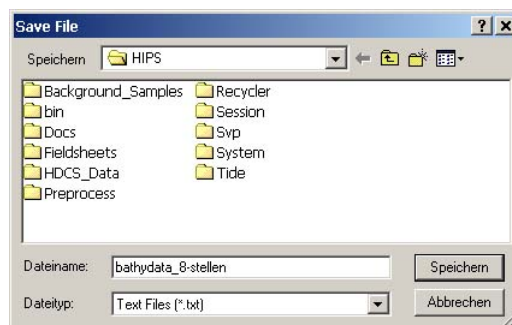
Nun erscheint ein neues Fenster, in dem die benötigten Felder ausgewählt werden können.



Nun zurück in die Query-Tabelle. Jetzt dürften dort nur noch die ausgewählten Spalten enthalten sein. Jetzt erneut die rechte Maustaste drücken und *Save as* klicken.



Es erscheint ein neues Fenster. Nun auf den *gelben Ordner* klicken, einen *Dateinamen* auswählen und mit *Ok* bestätigen. Die Query-Tabelle wird in einer Textdatei gespeichert. Die einzelnen Spalten sind durch Tabs unterteilt.



## G. Navigationskorrektur mit Coverage und Shape

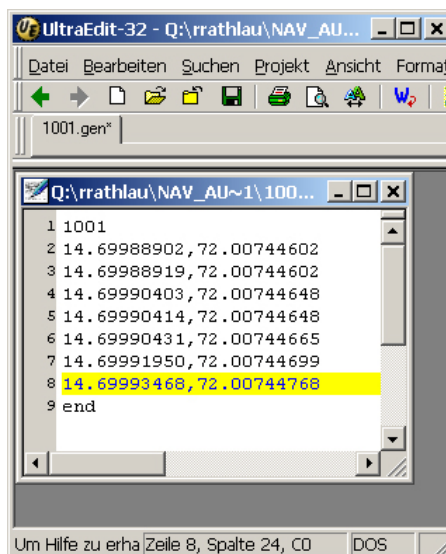
In den folgenden Schritten wird die Navigationskorrektur mit Coverage- und Shape-Dateien anhand von Isolinien erläutert. Diese Variante ermöglicht eine Navigationskorrektur ohne Datums- und Zeitformate, da Coverage- und Shape-Datei nur aus ID und Koordinaten entstehen. Da HIPS das Datum/Zeitformat zum Einlesen der korrigierten Navigation benötigt, wird dieses in einem Tabelleprogramm (z.B. Excel) oder Editor (UltraEdit) hineinkopiert.

In dieser Ablaufbeschreibung wird davon ausgegangen, dass die Isolinien in einem dxf-Format und die Navigation mit 8 Nachkommastellen und als Generateformat vorliegen.

Eine Generatedatei hat folgendes Format:

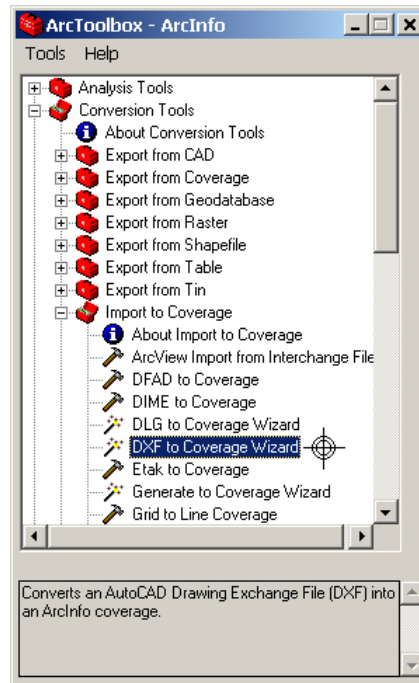
```
ID  
X,Y  
X,Y  
end
```

... wie in der Abbildung ersichtlich ist.

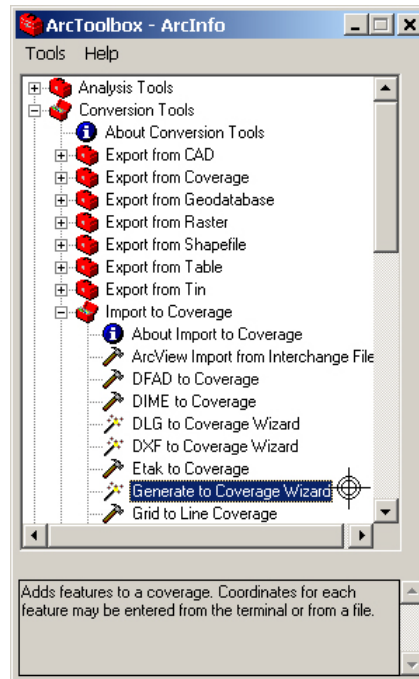


---

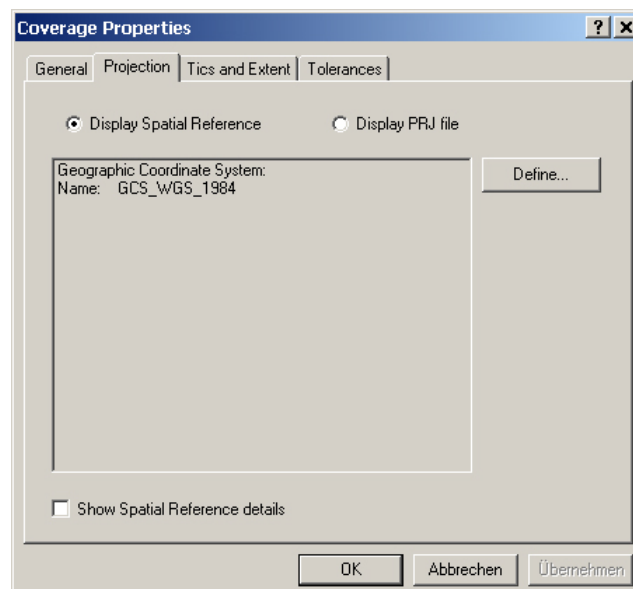
Die Generatedatei wird durch die ArcToolbox in ein Coverage importiert über die Aktionsfolge in ArcToolbox: *Import to Coverage/Generate to Coverage Wizard*.



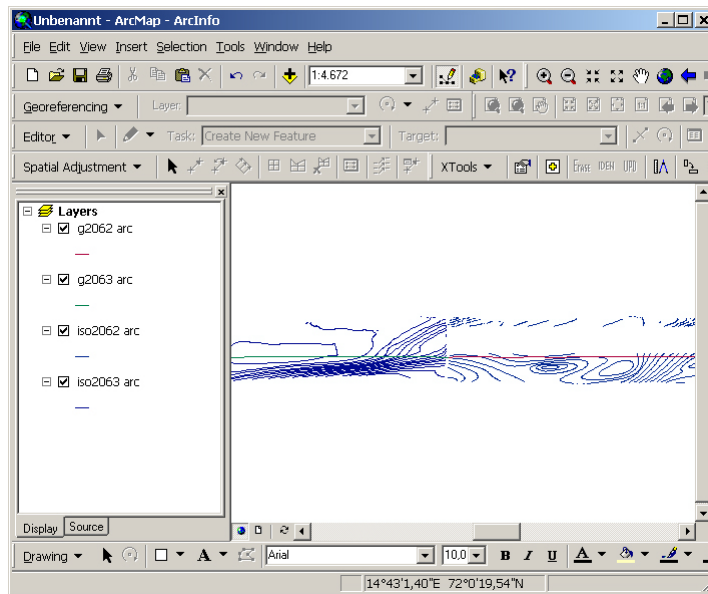
Die Isolinien ebenfalls mit der ArcToolbox in ein Coverage importieren. Dies erfolgt der Aktionsabfolge in der ArcToolbox: *Import to Coverage/DXF to Coverage Wizard*.



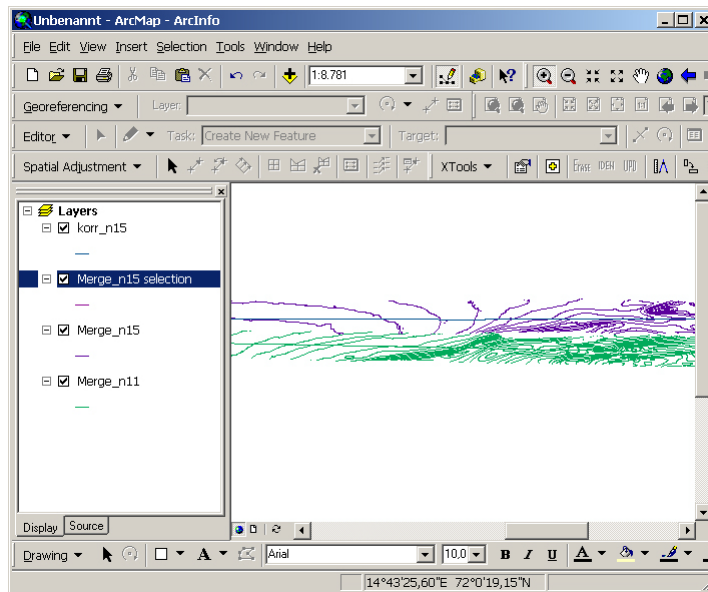
Danach wird dem Coverage eine Projektion zuzuordnen. Dies erfolgt mit dem klick auf die *rechten Maustaste* auf die umzuprojizierende Datei und dort mit der Aktionsfolge *Properties/Projection/Define...*



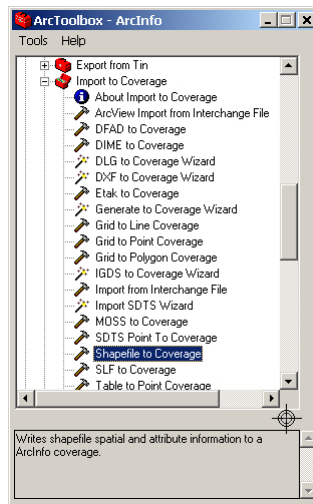
Anschließend das Linien-Coverage & die Isolinien in ArcMap öffnen und zusammenfügen über den Aktionsablauf *Tools/GeoProcessing Wizard ...*. Nun *Merge layers together* aktivieren und mit dem Button *Weiter* bestätigen. Es werden die Dateien ausgewählt, die zusammengefügt werden sollen. Zuerst wird der Dateiname vergeben und anschließend als Shape-Datei abgespeichert. Für die Aktionsfolgenden zur Hilfe die Anhänge L, M und N verwenden.



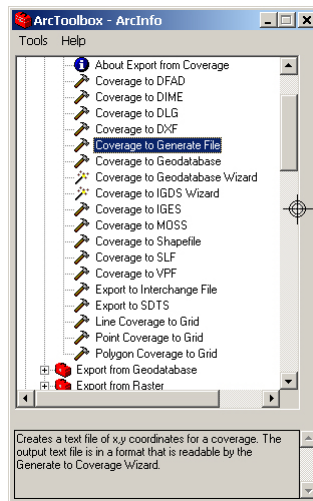
Es folgt das verschieben der Isolinien & Navigationslinien gegeneinander. Die Navigationslinien in dem Attribute Table selecten und in einen neuen Layer exportieren. Den neu erstellten Layer als Shape-Datei exportieren.



Anschließend die Shapedatei in ein Coverage exportieren.

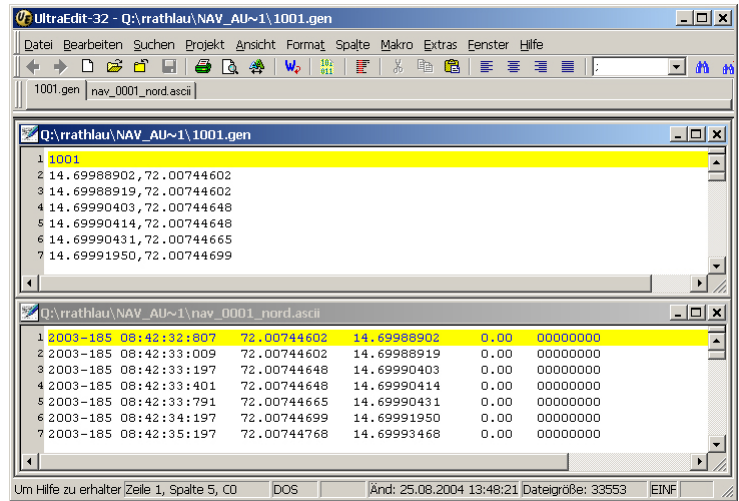


Dem Coverage eine Projektion mitteilen und in geographische Koordinaten umprojizieren. Dann die Navigation als Isolinien auslesen. Dies erfolgt in der ArcToolbox unter *Export from Coverage/Coverage to Generate File*.

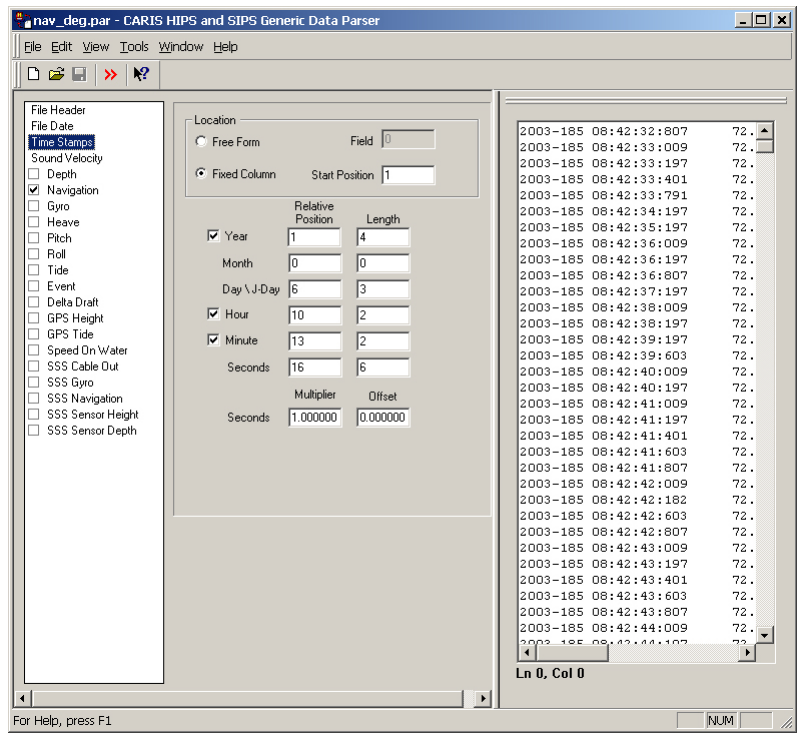


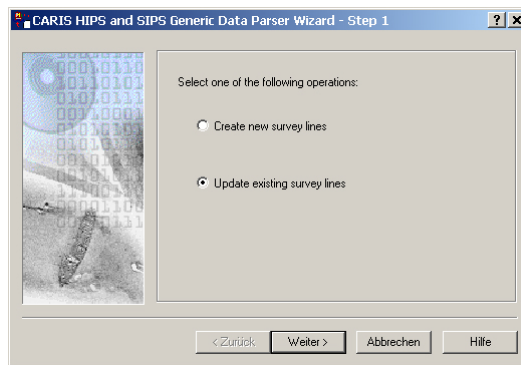


Nun wird die Generatedatei so umformatiert das diese über den *Generic Data Parser* in HIPS eingelesen werden kann.



Danach wird HIPS und der *Generic Data Parser* geöffnet und die umformatierte Datei eingelesen.





## H. Programmanleitung – Einlesen der Navigation in eine Access *Feature Class*

In den nachfolgenden Schritten wird erklärt, wie die Navigation die zuvor aus Caris ausgelesen wurde in eine Access-Tabelle importiert wird. Die folgende Abbildung zeigt eine Navigationstabelle aus Caris sowie die selbe Tabelle nach der Umwandlung mit dem Programm NaviKonsole (programmiert von Sebastian Röber, 2004). Die Access-Tabelle benötigt die untere Tabelle, da hier Datum und Uhrzeit nicht mehr in einer Spalte vorhanden sind.

Line	Date-Time	Latitude	Longitude	Altitude	Speed	Heading
1	2003-185 08:42:32:807	72.00744602	14.69988902	0.00	00000000	
2	2003-185 08:42:33:009	72.00744602	14.69988919	0.00	00000000	
3	2003-185 08:42:33:197	72.00744648	14.69990403	0.00	00000000	
4	2003-185 08:42:33:401	72.00744648	14.69990414	0.00	00000000	
5	2003-185 08:42:33:791	72.00744665	14.69990431	0.00	00000000	
6	2003-185 08:42:34:197	72.00744699	14.69991950	0.00	00000000	
7	2003-185 08:42:35:197	72.00744768	14.69993468	0.00	00000000	
8	2003-185 08:42:36:009	72.00744768	14.69993485	0.00	00000000	
9	2003-185 08:42:36:197	72.00744814	14.69995015	0.00	00000000	
10	2003-185 08:42:36:807	72.00744814	14.69995032	0.00	00000000	
11	2003-185 08:42:37:197	72.00744866	14.69996568	0.00	00000000	
12	2003-185 08:42:38:009	72.00744866	14.69996585	0.00	00000000	
13	2003-185 08:42:38:197	72.00744917	14.69998115	0.00	00000000	

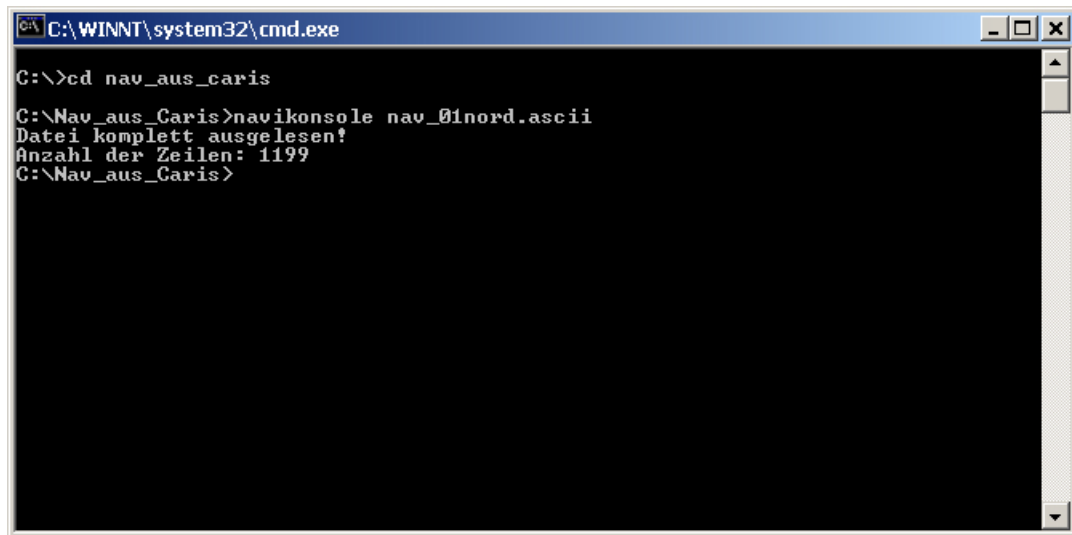
  

Line	Latitude	Longitude	Date	Time
1	72.00744602	14.69988902	2003-07-04	08:42:32:807
2	72.00744602	14.69988919	2003-07-04	08:42:33:9
3	72.00744648	14.69990403	2003-07-04	08:42:33:197
4	72.00744648	14.69990414	2003-07-04	08:42:33:401
5	72.00744665	14.69990431	2003-07-04	08:42:33:791
6	72.00744699	14.69991950	2003-07-04	08:42:34:197
7	72.00744768	14.69993468	2003-07-04	08:42:35:197
8	72.00744768	14.69993485	2003-07-04	08:42:36:9
9	72.00744814	14.69995015	2003-07-04	08:42:36:197
10	72.00744814	14.69995032	2003-07-04	08:42:36:807
11	72.00744866	14.69996568	2003-07-04	08:42:37:197

---

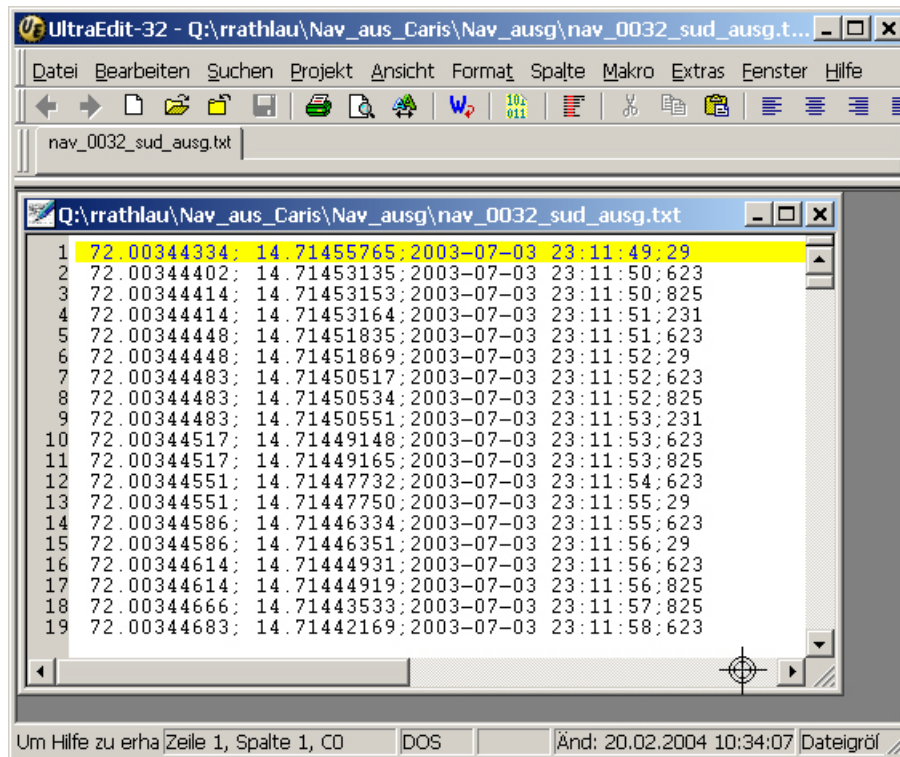
Das Programm NaviKonsole in einen Ordner kopieren. Hier die umzuwandelnden Dateien hinzukopieren, so dass sich die Datei(en) und das Programm in einem Ordner befinden.

Um das Programm zu starten ist die Eingabe: *Navikonsole und der Dateiname*, erforderlich. Die neu erstellte ASCII-Datei wird in dem selben Ordner wie das Programm abgespeichert.



```
C:\WINNT\system32\cmd.exe
C:\>cd nav_aus_caris
C:\Nav_aus_Caris>navikonsole nav_01nord.ascii
Datei komplett ausgelesen!
Anzahl der Zeilen: 1199
C:\Nav_aus_Caris>
```

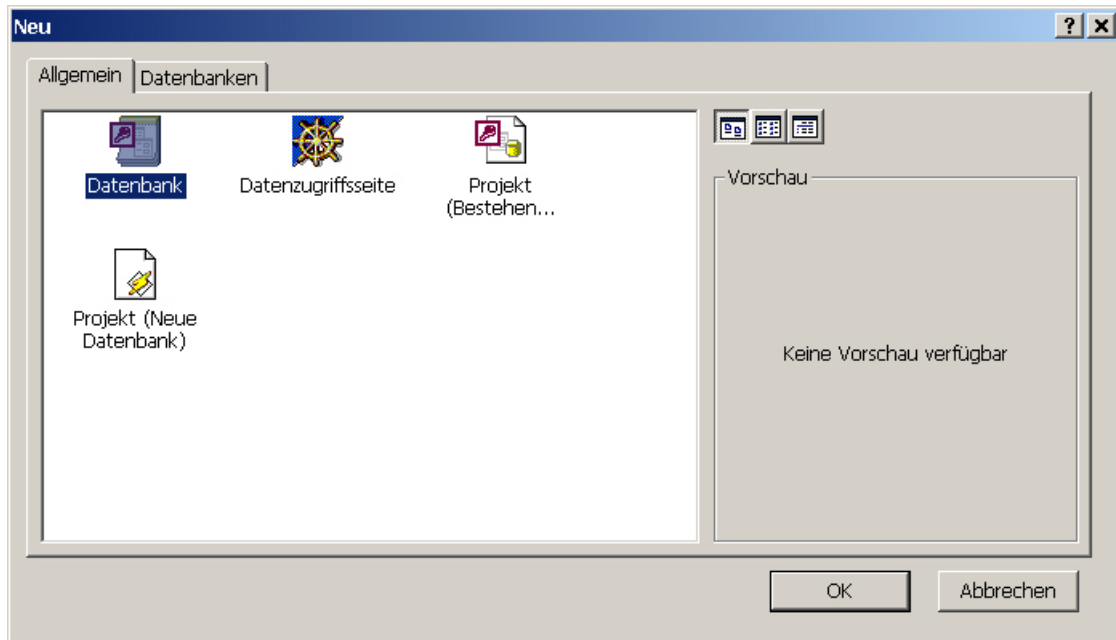
Die zuvor erstellte ASCII-Datei in Access einlesen und umwandeln, damit die Tabelle in Arc Catalog bearbeitet werden kann.



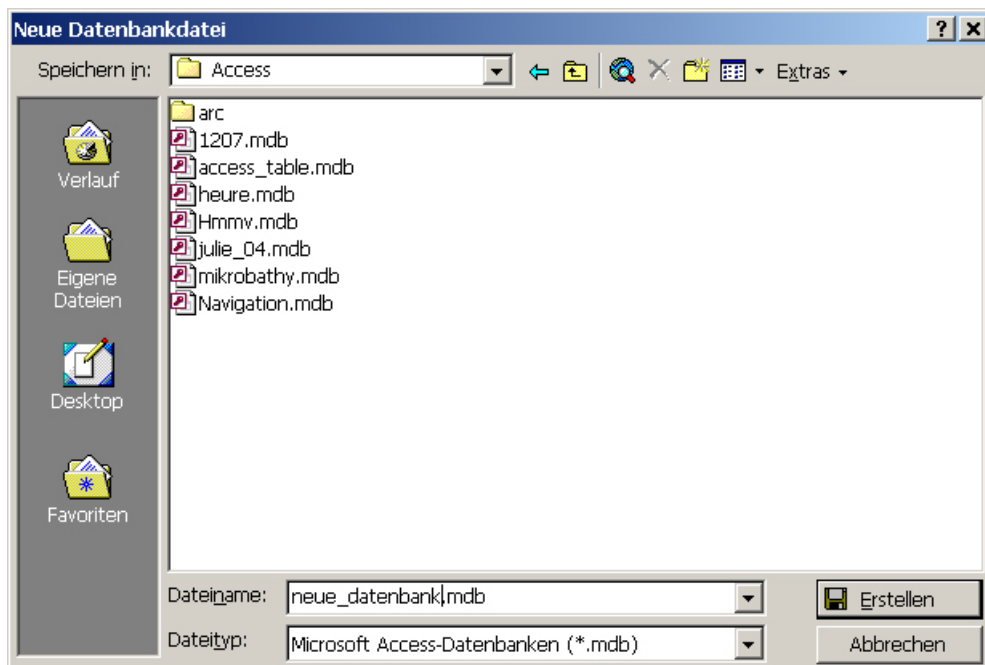
Access öffnen.

Datei / Neu - erstellen einer neuen Access Datenbank.

Allgemein / Datenbank - das Erstellen einer Datenbank ohne Voreinstellung. *Ok* klicken.

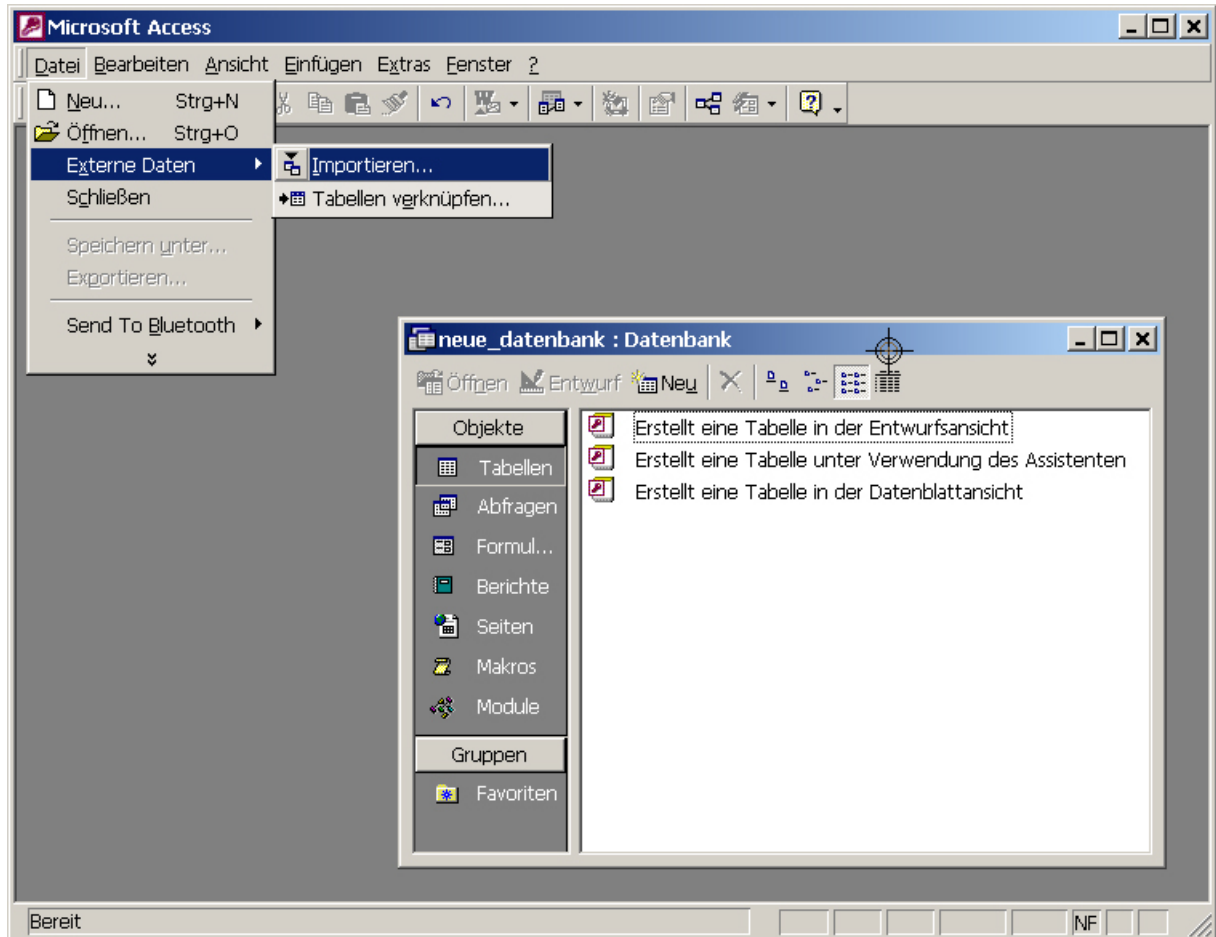


Einen neuen Namen für die Datenbank eingeben. *Erstellen* klicken.

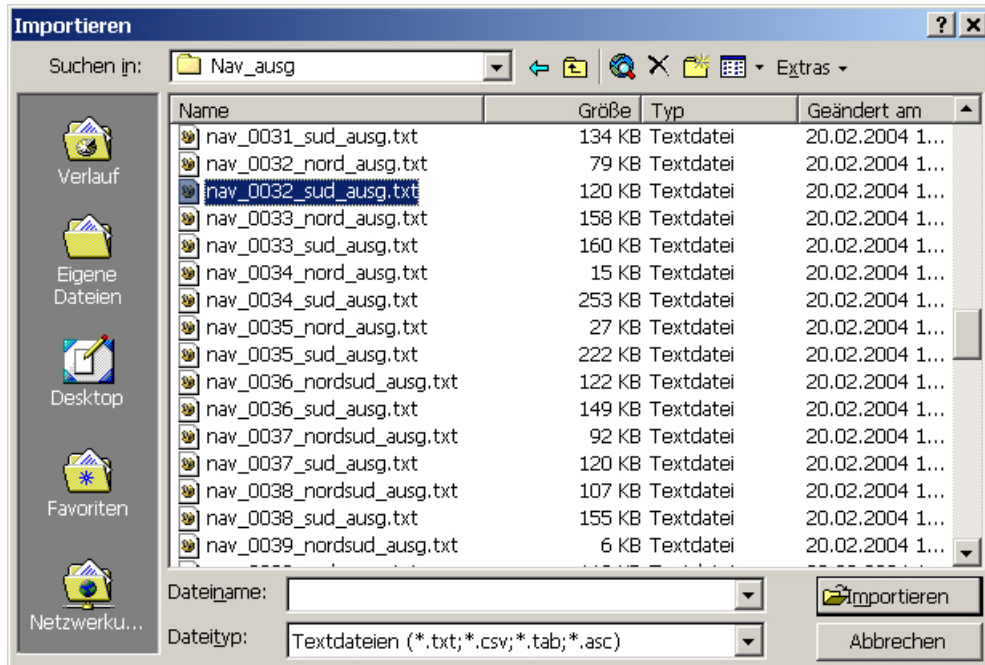


Nachdem die neue Datenbank Namens *neue\_datenbank* erstellt wurde, werden nun die ASCII-Dateien importiert.

*Datei / Externe Daten / importieren.*

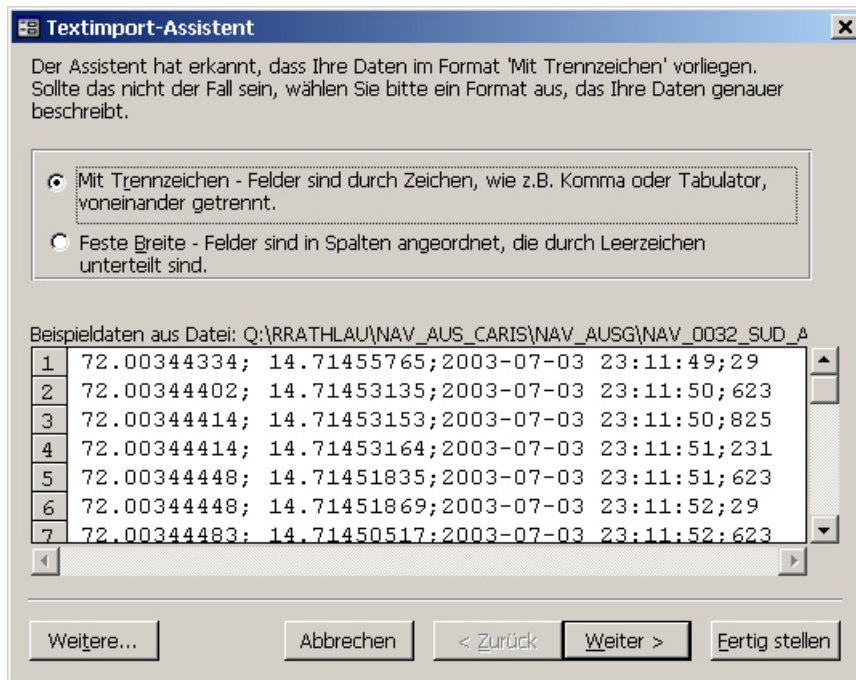


Die zu importierende Datei auswählen. In diesem Fall ist es eine ASCII-Navigations-Datei aus NaviKonsole. Den richtigen Dateityp, sowie die ASCII-Datei auswählen. *Importieren klicken.*



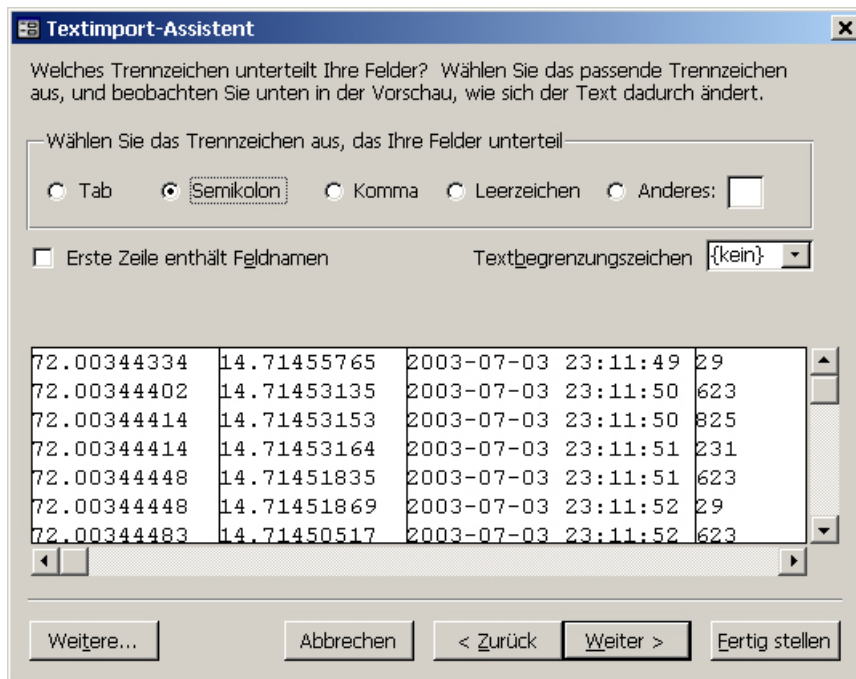


Es öffnet sich der Textimport-Assistent. Hier ist das Auswählen von Trennzeichen oder einer festen Breite möglich. Da in unserem Beispiel die Navigations-Tabelle mit Semikolon getrennt wurde, wurde das Trennen mit Trennzeichen ausgewählt. *Weiter*> klicken.



Um dieselben Einstellungen nicht bei jeder Datei durchzuführen, wurde eine Spezifikationsdatei angelegt. Um die Einstellungen einzeln durchzuführen, dem Textimport-Assistenten folgen.

Für die Erstellung der Spezifikationsdatei auf *Weitere ...* klicken.



Im Spezifikationseditor können verschiedene Einstellungen ausgewählt werden. Bei diesem Datensatz wurde wie im Bild die Einstellung getätigt. Dabei ist zu beachten, dass als Dezimalzeichen ein . (Punkt) verwendet werden muss, damit ArcInfo das Dezimalzeichen erkennt. Das Datum ist ebenfalls zu beachten.

Vorher erkundigen, ob das gewählte Datum ArcInfo erkennt.

Bei diesem Datum-Zeit-Format ist es ArcInfo nicht möglich, die Sekunden zu lesen. Aus diesem Grund wurden die Sekunden als Textspalte eingefügt (siehe nächstes Bild, letzte Spalte).

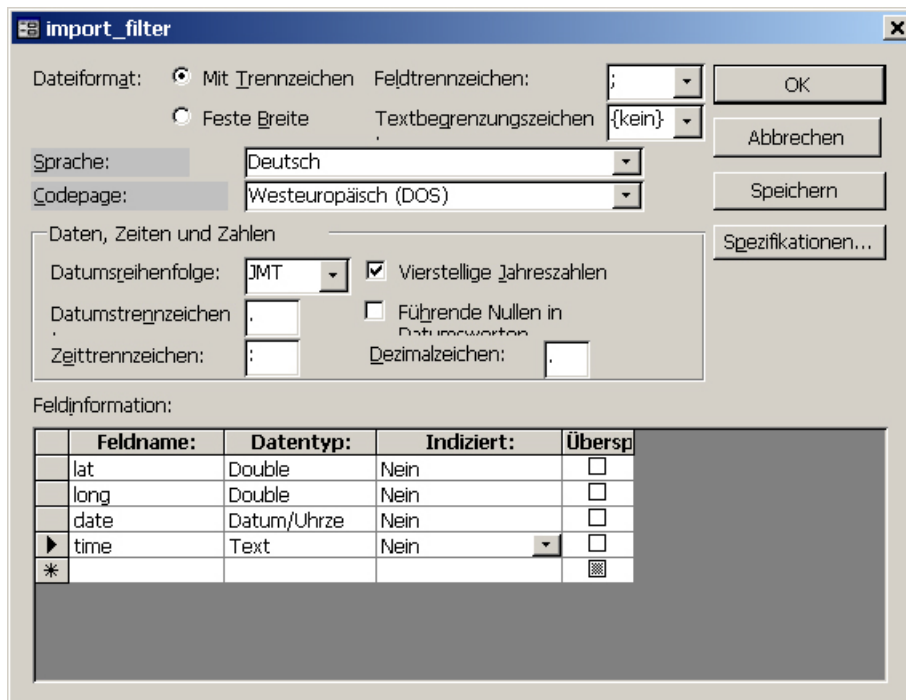
Die neu erstellte Spezifikation *import\_filter* abspeichern ! *Speichern* klicken.

*Ok* klicken.

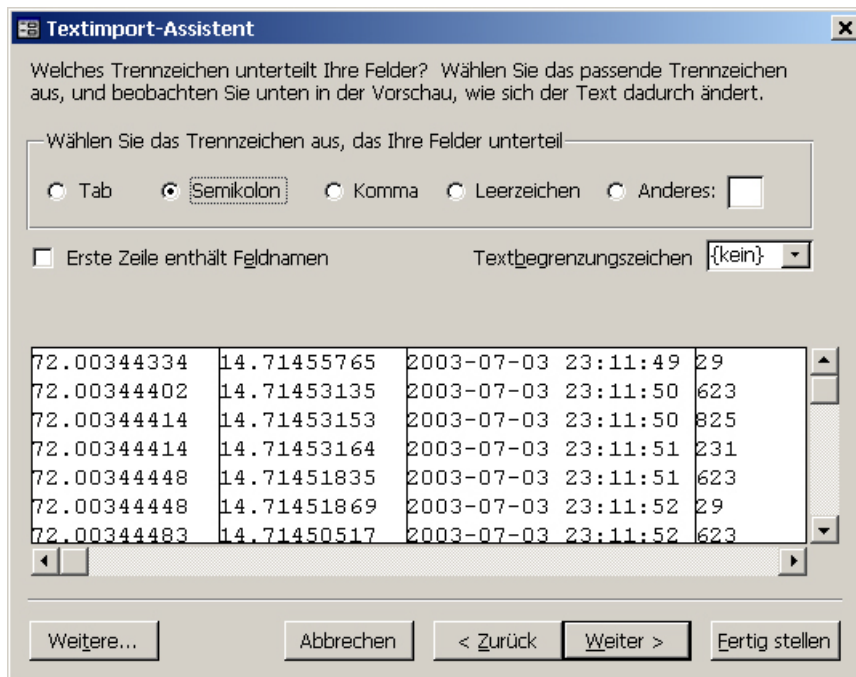
Bei den nachfolgenden zu importierenden Dateien wurde die Spezifikation ausgewählt und erhält so die Einstellungen.

*Ok* klicken.

Die neu abgespeicherte Spezifikation ist nur in dieser Access-Datenbank *neue\_datenbank* anwendbar! Wenn eine neue Access-Datenbank erstellt wird, muss auch eine neue Spezifikation erstellt werden.

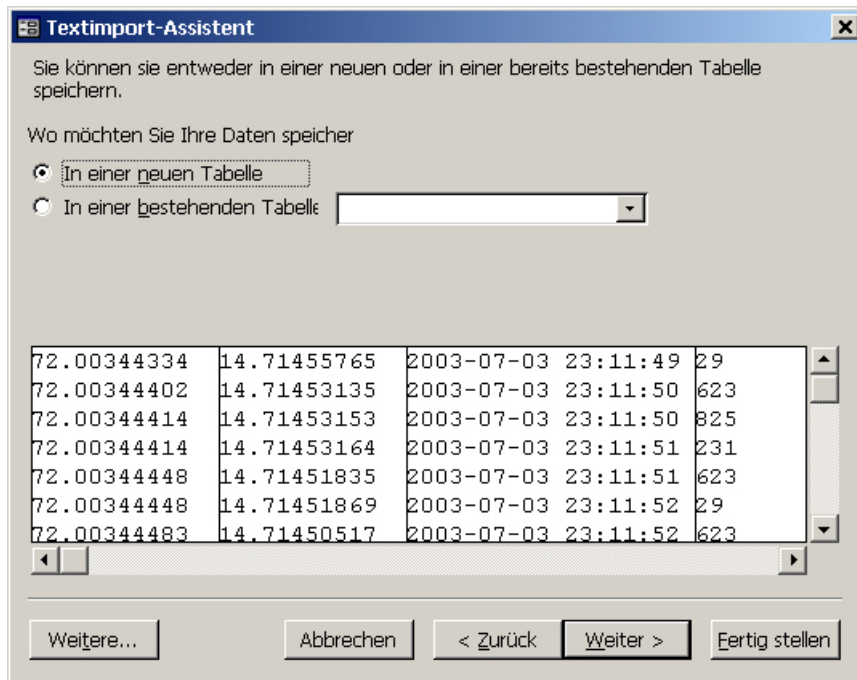


Die Einstellung der Spezifikation *import\_filter* wurde angebracht und sind nun zu kontrollieren. Hier wurde das Trennzeichen eingestellt. Wenn vorher eine Spezifikation gewählt wurde sind die Einstellungen bereits getätigt. *Weiter* klicken.

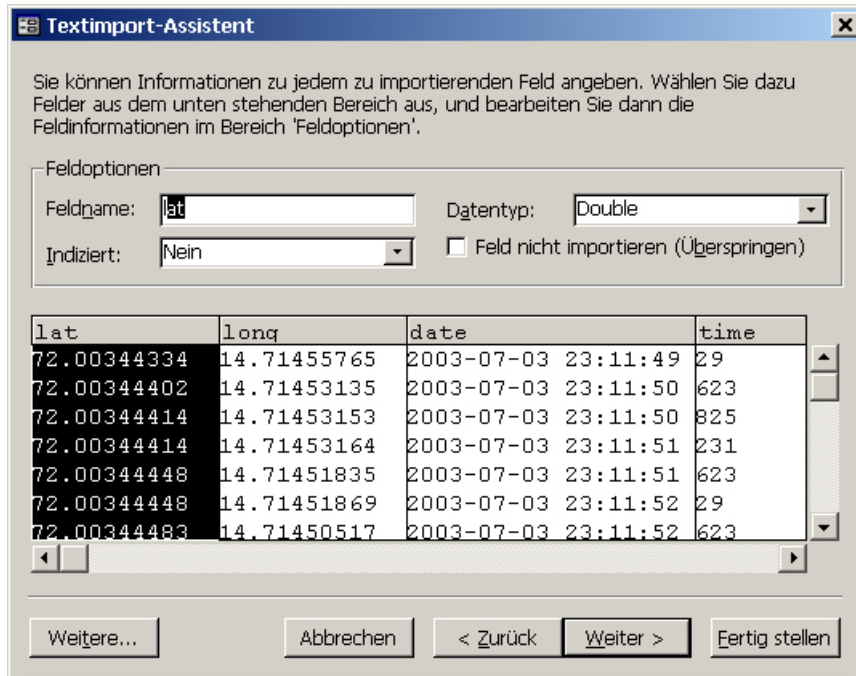


Es ist möglich, die Datei in eine neue oder bestehende Tabelle zu speichern. Für diesen Datensatz wurde eine neue Tabelle gewählt, so dass die Originaltabelle erhalten blieb.

*Weiter* klicken.

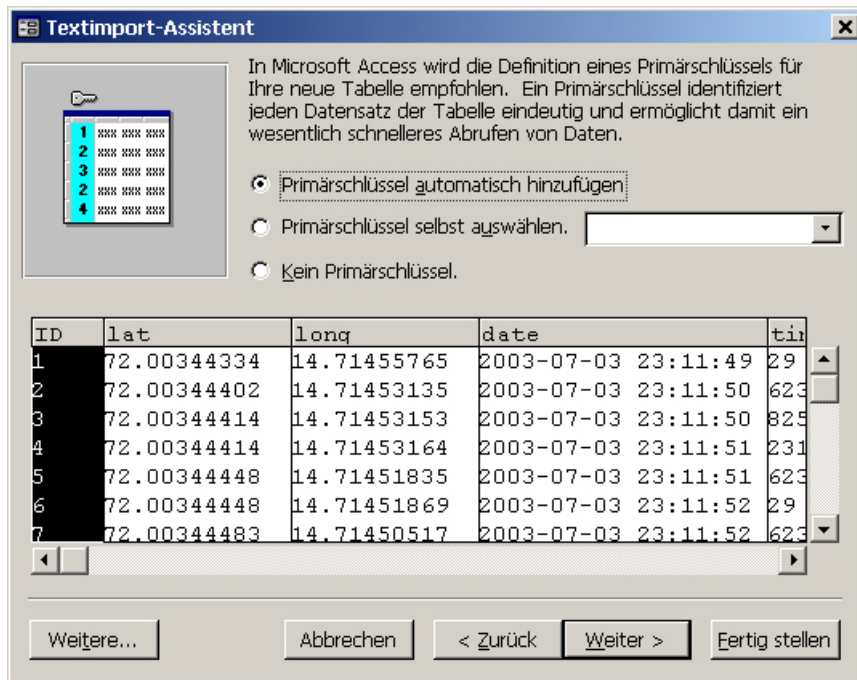


Es können die Einstellungen der Feldnamen und Datentypen überprüft oder neu eingegeben werden. *Weiter* klicken.



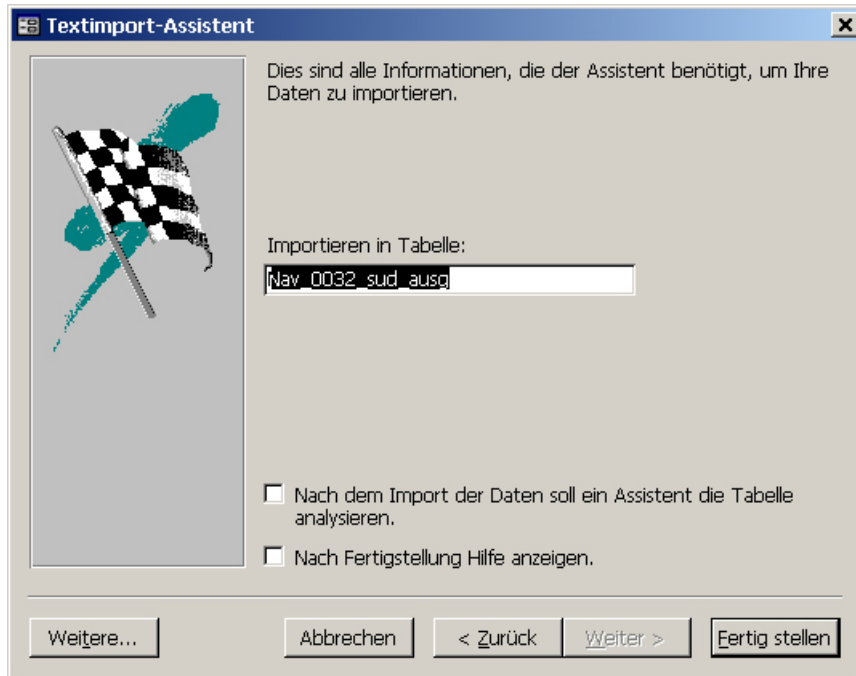
Die Eingabe eines automatischen, selbst auswählbarem oder keinen Primärschlüssels steht zur Auswahl. Für diesen Datensatz wurde der automatische Primärschlüssel gewählt.

*Weiter* klicken.

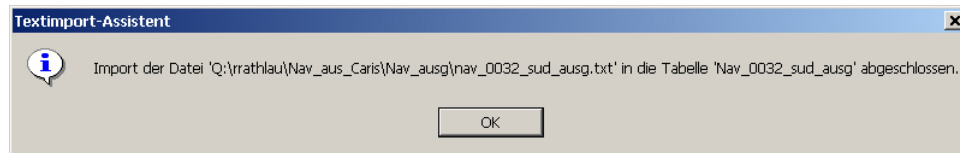


---

Einen Dateinamen angeben, oder den vorgeschlagenen Dateinamen verwenden.  
*Fertig stellen* klicken.



Bei erfolgreichem Importieren der Tabelle erscheint eine Nachricht. Bei nicht erfolgreichem Importieren, wird eine Fehlermeldung angezeigt. Die erfolgreich exportierten Spalten stehen in der neu erstellten Datei. Die fehlerhaften Spalten stehen in einer Datei namens *Importfehler*.



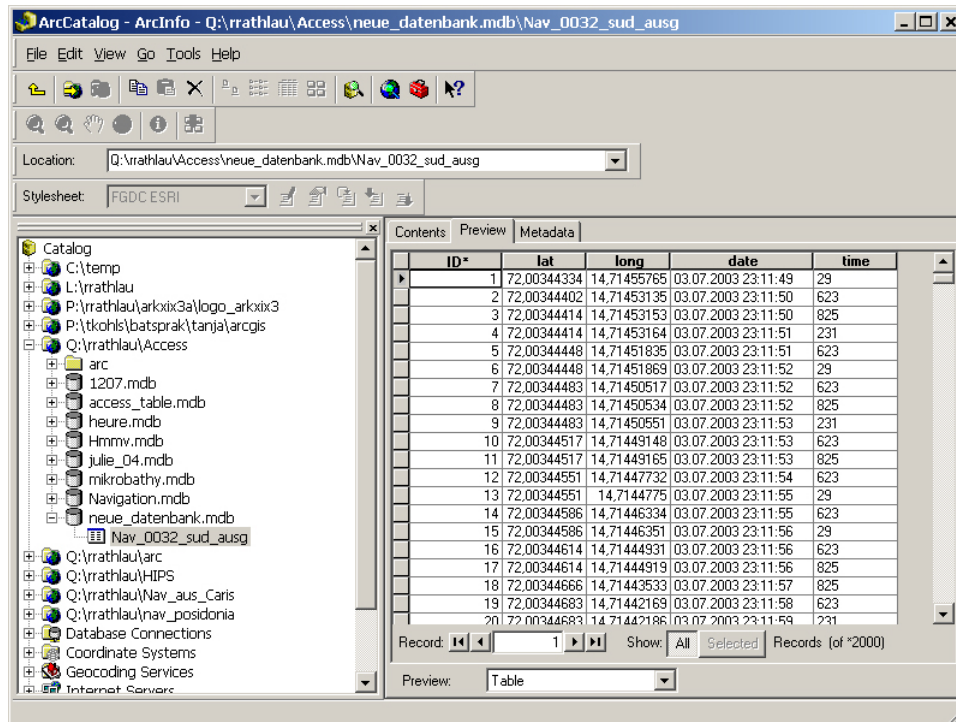
Die neu erstellte Tabelle kann angezeigt werden.

ID	lat	long	date	time
1	72,00344334	14,71455765	03.07.2003 23:11:49	29
2	72,00344402	14,71453135	03.07.2003 23:11:50	823
3	72,00344414	14,71453153	03.07.2003 23:11:50	825
4	72,00344414	14,71453164	03.07.2003 23:11:51	231
5	72,00344448	14,71451835	03.07.2003 23:11:51	623
6	72,00344448	14,71451889	03.07.2003 23:11:52	29
7	72,00344483	14,71450517	03.07.2003 23:11:52	623
8	72,00344483	14,71450534	03.07.2003 23:11:52	825
9	72,00344483	14,71450551	03.07.2003 23:11:53	231

Datensatz: 1 von 2398



Die neu erstellte Tabelle ist in Arc Catalog als Tabelle sichtbar. Eine Access-Tabelle kann in ArcCatalog in ein Coverage, Shapefile oder Feature Class umgewandelt werden.



# I. Programmanleitung – Einlesen einer Access Tabelle in eine *Feature Class*

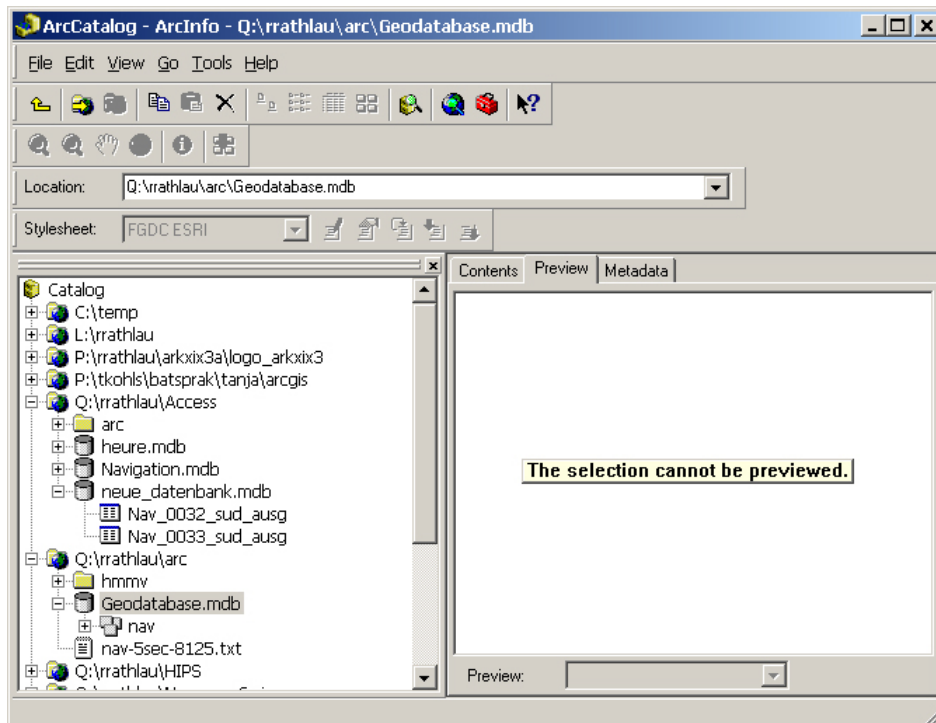
In den nachfolgenden Schritten wird erklärt, wie man aus einer Access-Tabelle eine Feature Class (FC) erstellt.

Zuvor muß eine Geodatabase mit einem Feature Dataset in der richtigen Referenz (Projektion, Umring] vorhanden sein.

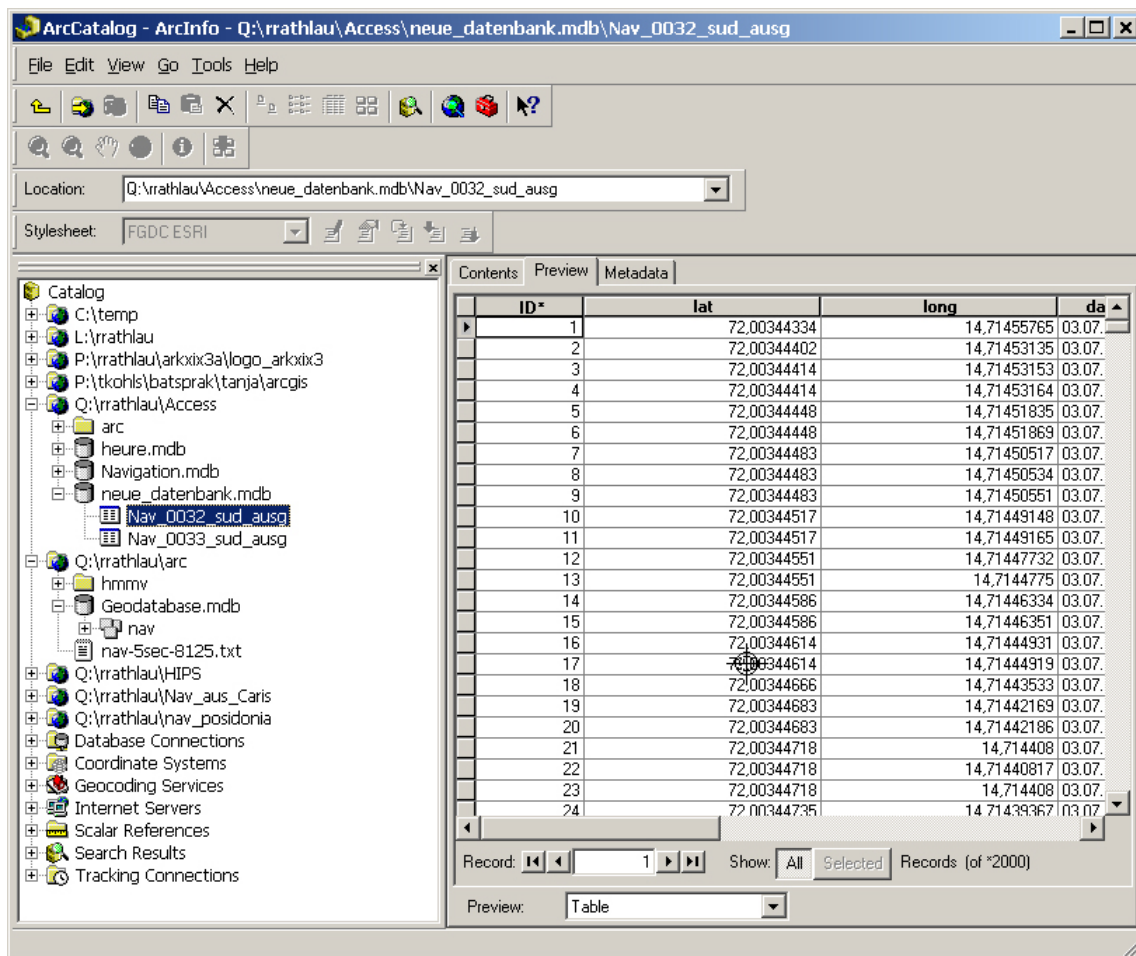
Arc Catalog öffnen.

*File / Connect Folder* – die Ordner auswählen, in denen die Access-Tabelle *Nav\_0032\_sud\_ausg.mb* in *neue datenbank.mb* enthalten ist und die Geodatabase (GDB) *Geodatabase* mit dem Feature Dataset *nav* in der die FC entstehen soll.

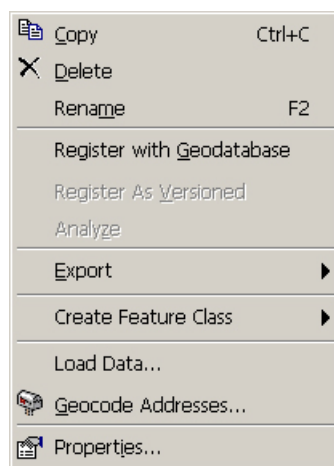
Wenn dies erfolgt ist, sollten alle erforderlichen Dateien sichtbar sein, wie auf dem Bild.



Access-Tabelle auswählen und auf die *linke Maustaste* klicken

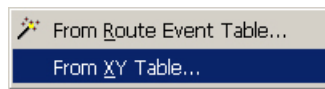


Create Feature Class



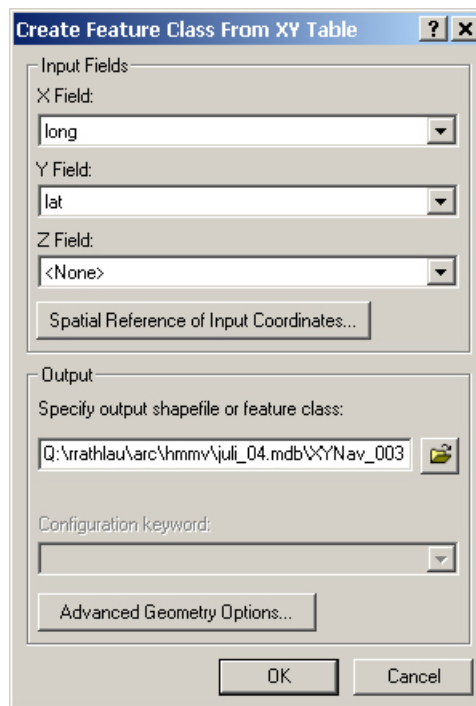
---

From XY Table .... klicken



Es öffnet sich das Fenster *Create Feature Class From XY Table*  
Hier wählt man die Referenz und die Ausgabedatei, sowie X- / Y-Field. Die Felder sind meistens richtig vorgegeben.

Zuerst wählen wir die *Spatial Reference of Input Coordinates* ....



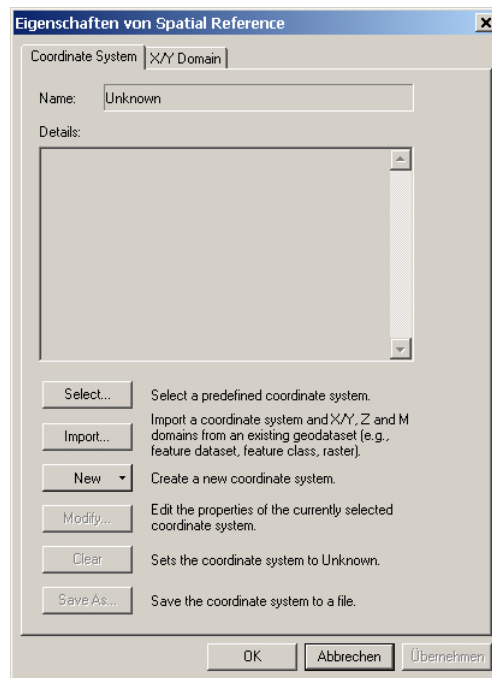
---

Unter *Select...* ist es möglich, ein geographisches Koordinatensystem oder eine Projektion zu wählen.

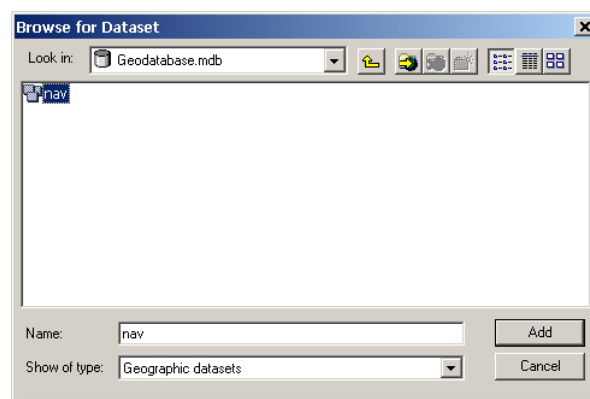
Unter *Import...* wählt man ein FD (*Feature Data Set*) aus, welches schon ein geographisches Koordinatensystem oder eine Projektion vorgegeben hat.

Da wir schon im Vorfeld eine GDB und ein FD mit einem geographischen Koordinatensystem erstellt haben, klicken wir auf *Import...*

Unter *New* ist es möglich ein neues geographisches Koordinatensystem oder eine Projektion zu definieren.

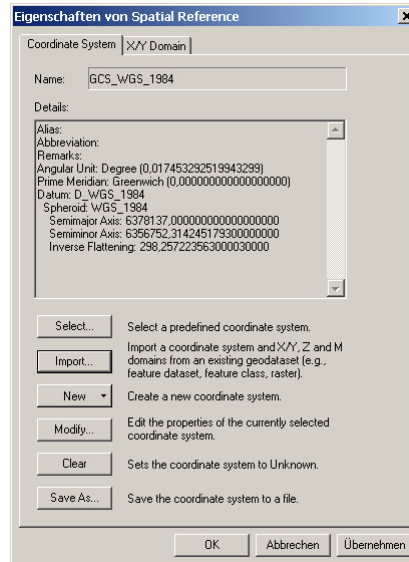


Ein *Feature Data Set* auswählen. *Add* klicken



Die Einstellungen des FD werden unter Details angezeigt. Hier kann man kontrollieren, ob die Einstellungen zutreffend sind.

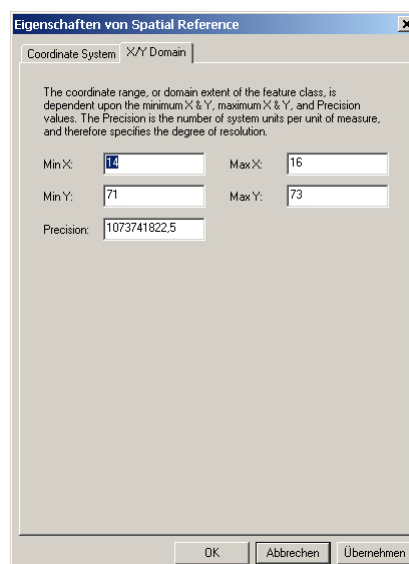
Anschließend klickt man auf das nächste Datenblatt *X/Y Domain*



### WICHTIG !!!!

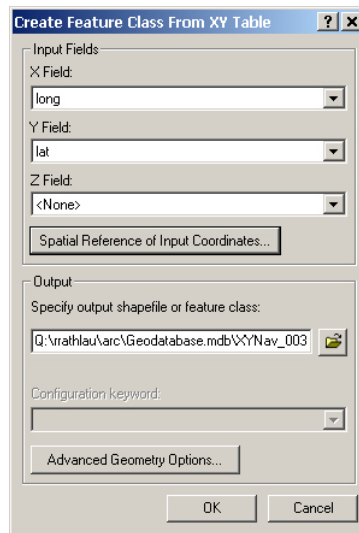
Die Einstellungen für Min X / Y und Max X / Y müssen bei allen FC mit der FD übereinstimmen. Sollte dies nicht so sein, wird die Datei nicht importiert und später auch nicht umprojiziert! In der FD sind die äussersten Umringskoordinaten entsprechend des Koordinatensystems- anzugeben.

Dann *Übernehmen* und/oder *Ok* klicken.



---

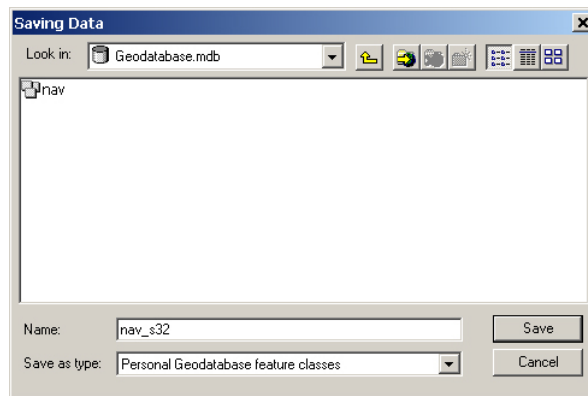
Auf den *gelben Ordner* bei Output klicken, um die Ausgabedatei anzugeben.



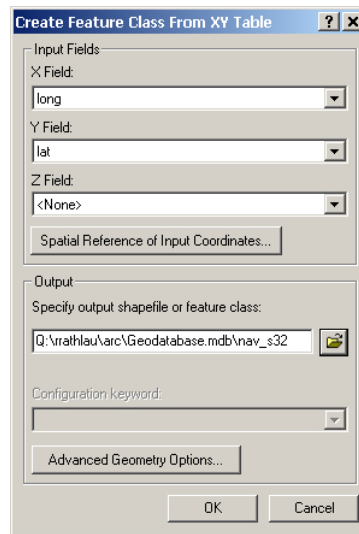
Die zu erstellende Datei unter der GDB abspeichern. (Nicht unter FD, da die Datei dann nicht importiert wird.)

Wichtig ist auch, dass das .shp aus dem Namen gelöscht wird. Ansonsten wird die Datei als Shapefile abgespeichert und nicht in die GDB gespeichert.

*Save* klicken



Wenn die Referenz und die Ausgabedatei ausgewählt wurden, *Ok* klicken

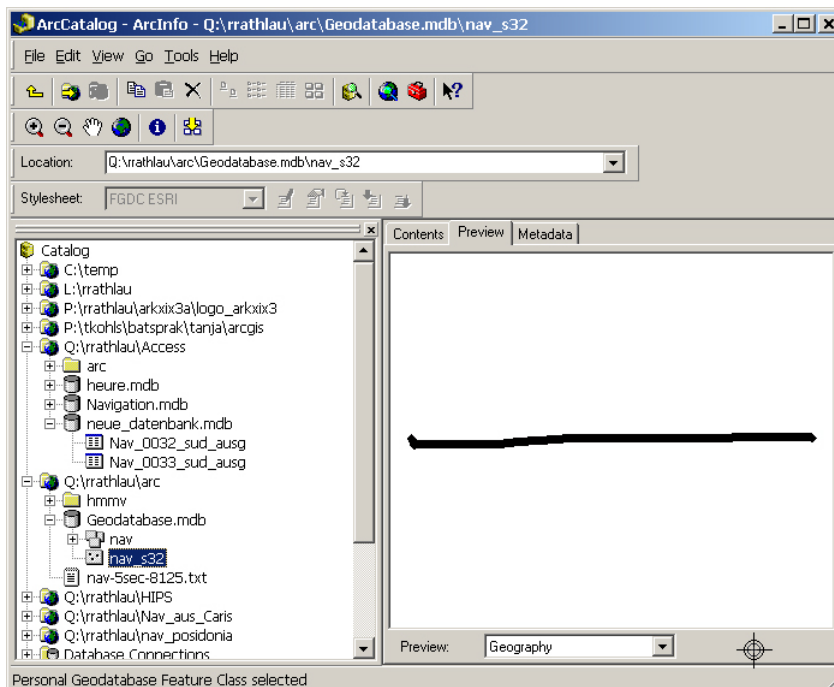


Wenn das Importieren erfolgreich war, steht die FC unter der GDB.

Auf die FC klicken und kontrollieren, ob:

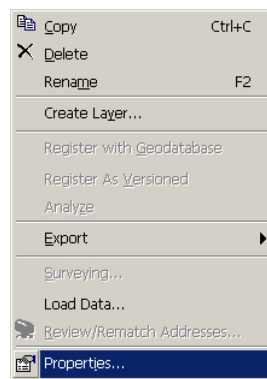
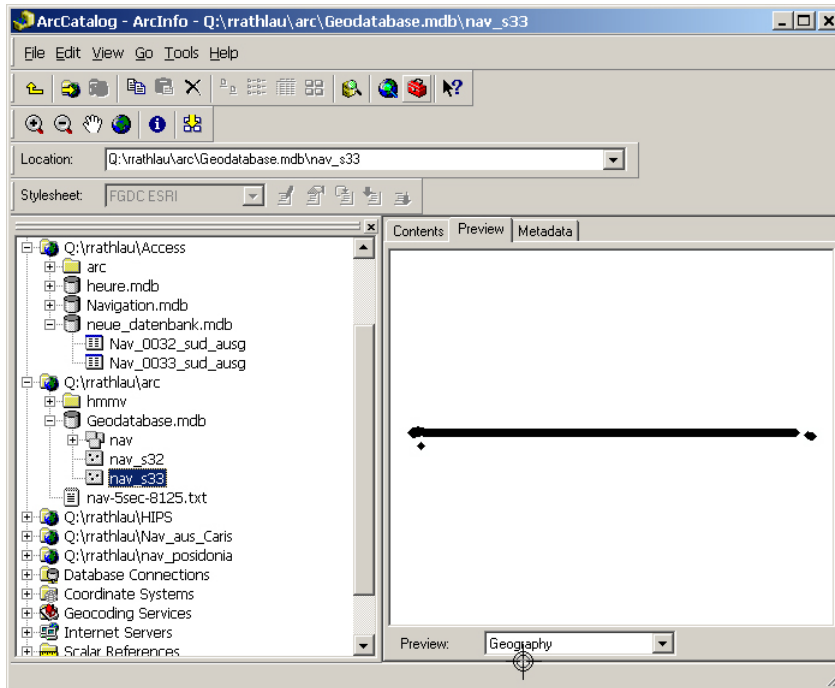
1.eine grafische Darstellung vorhanden ist.

2.die Tabelle vollständig importiert wurde (Datenblatt Preview / unten im Preview-Fenster Preview : Table) Wenn alles vorhanden ist, wurde die Datei erfolgreich importiert.

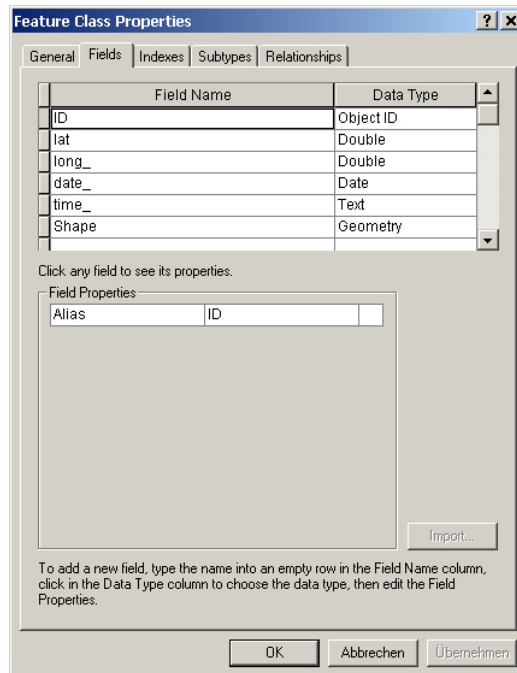




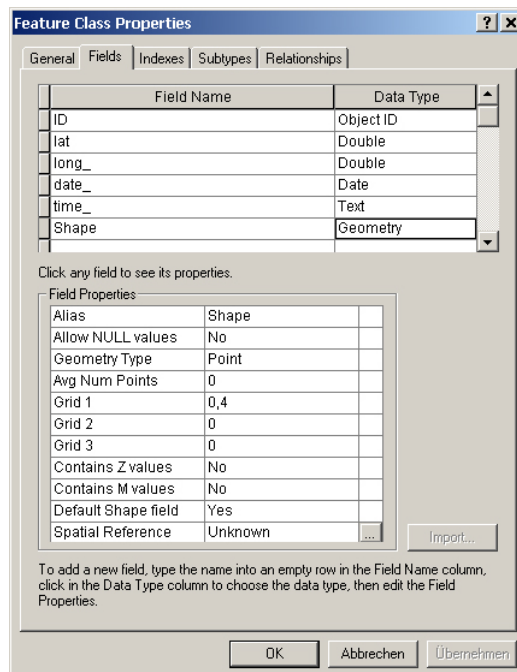
Projektion angeben! Aus unerklärlichen Gründen speichert die neu erstellte FC die Projektion nicht und muß deshalb nochmals angegeben werden. (*linke Maustaste klicken*)



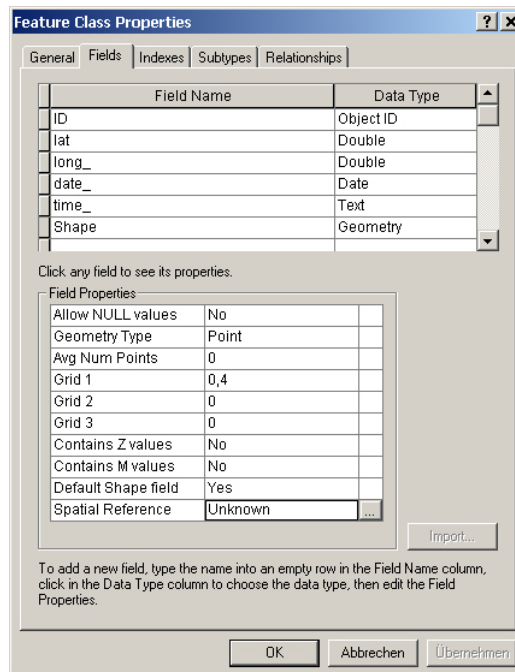
Es öffnet sich das Fenster *Feature Class Properties*. Auf Data Type *Geometry* klicken.



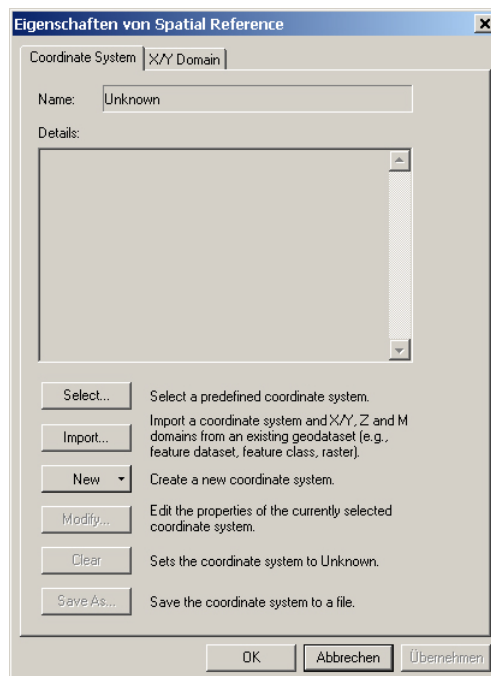
Es öffnet sich ein neues Feld.



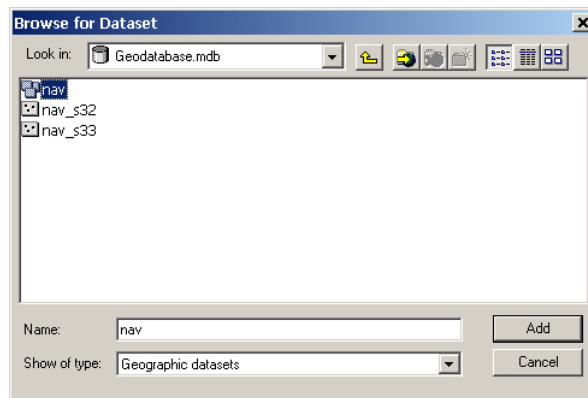
In der letzten Zeile -> Spatial Reference Unknown auf das untere Feld klicken.



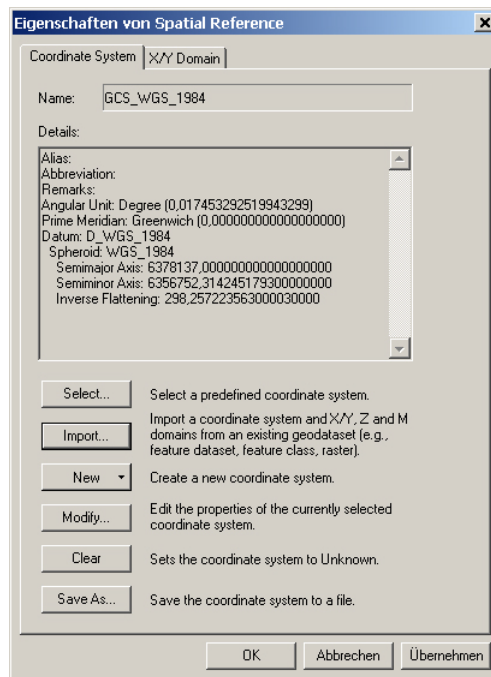
Hier ist die Angabe des Koordinatensystems möglich. *Import ...* klicken, da eine FD mit dem entsprechenden Koordinatensystem erstellt wurde.



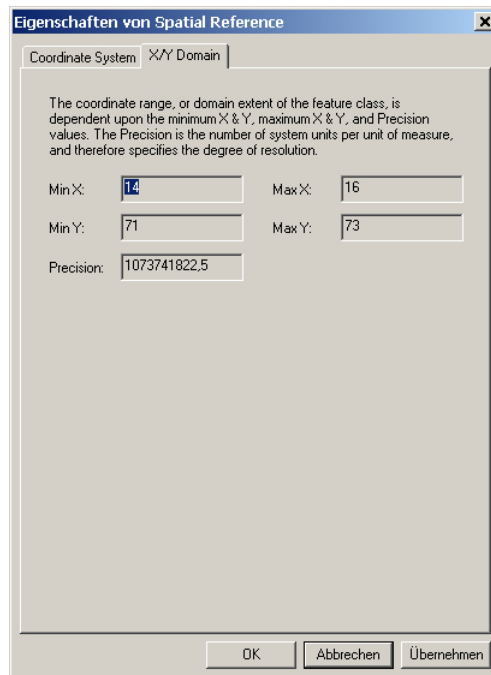
FD auswählen und *Add* klicken.



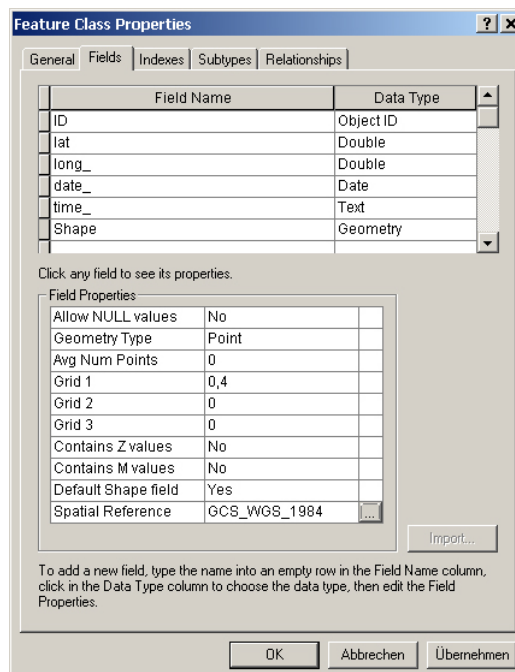
Das Koordinatensystem wird angezeigt.



Wenn man das Datenblatt wechselt, kann man die Umringskoordinaten kontrollieren. *Ok* klicken.



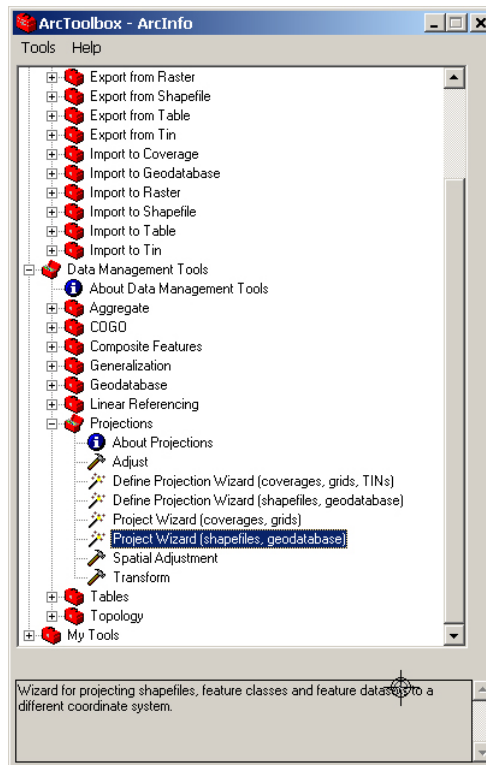
*Übernehmen* und dann *Ok* klicken. Die FC hat nun auch eine Projektion, bzw. ein Koordinatensystem und kann umprojiziert werden.



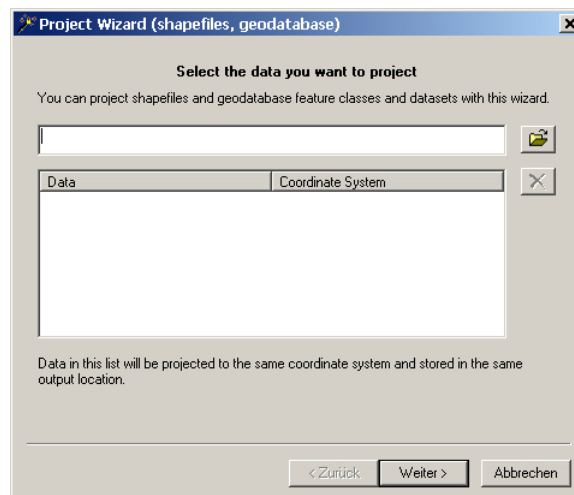
Die FC kann leider nicht einfach in die FD verschoben werden, da bei der Erstellung der FC die Grenzen fehlerhaft übernommen werden. Die Grenzen können nicht durch das Klicken der linken Maustaste(->Properties) umgestellt werden.

Es ist leider notwendig, die FC mit der Toolbox umzuprojizieren, so dass die Umringgrenzen mit der FD übereinstimmen.

Arc Toolbox öffnen *Project Wizard (shapefiles, geodatabase)*

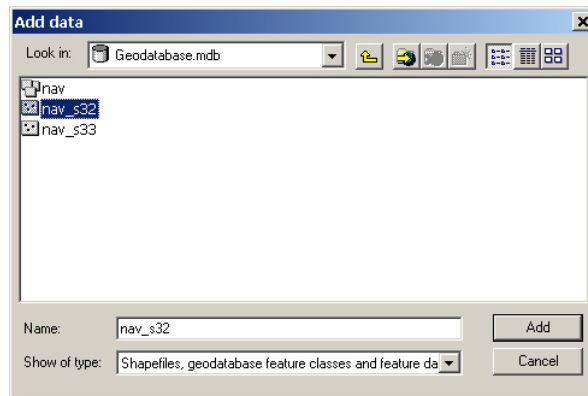


Die umzuprojizierende Datei auswählen. Den *gelben Ordner* klicken



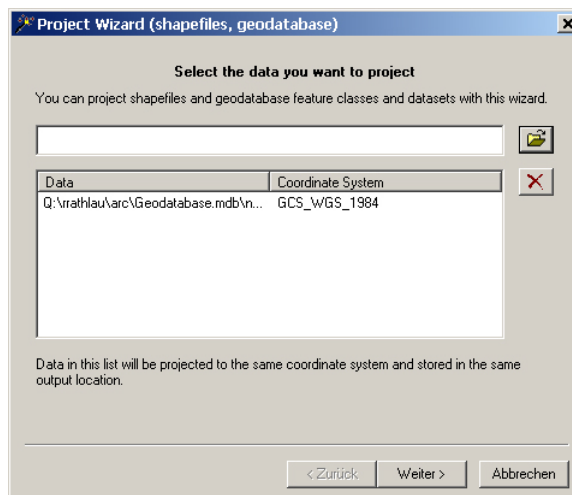
---

Die umzuprojezierende Datei auswählen und *Add* klicken.



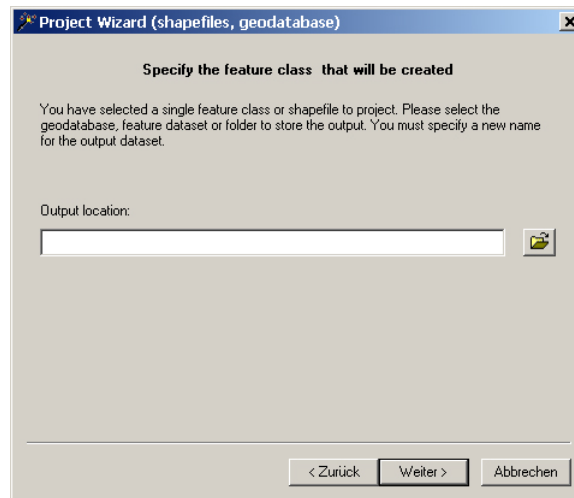
Es ist möglich, mehrere Dateien auf einmal umzuprojizieren. Diese werden dann aufgelistet.

*Weiter* klicken.



---

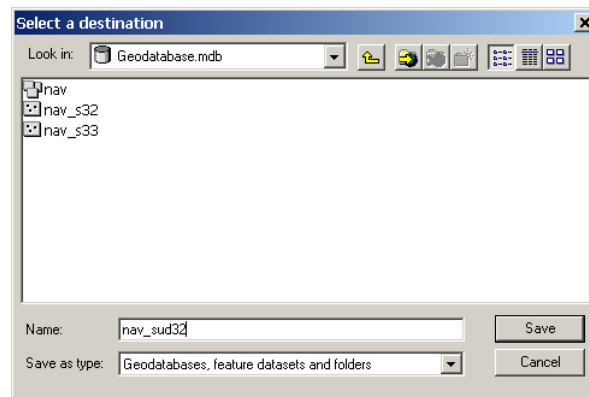
Den *gelben Ordner* klicken, um die Ausgabedatei und -ort zu wählen.



**WICHTIG !!!**

Die Ausgabedatei (FC) unter der GDB abspeichern. Nicht unter der FD, da die FC dann nicht projiziert wird. ESRI kann auch hier nicht sagen, warum die Datei erst nach dem Projizieren verschoben werden kann.

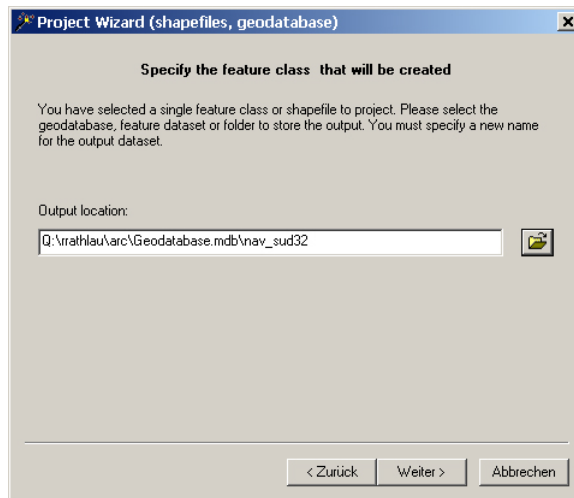
*Save* klicken.





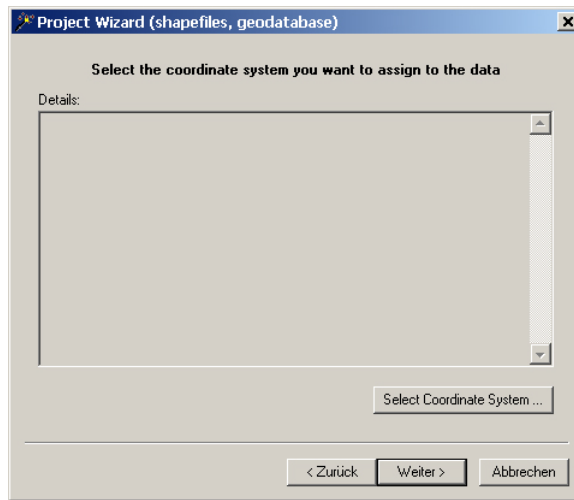
---

Die Ausgabedatei (FC) wird an gezeigt. *Weiter*.

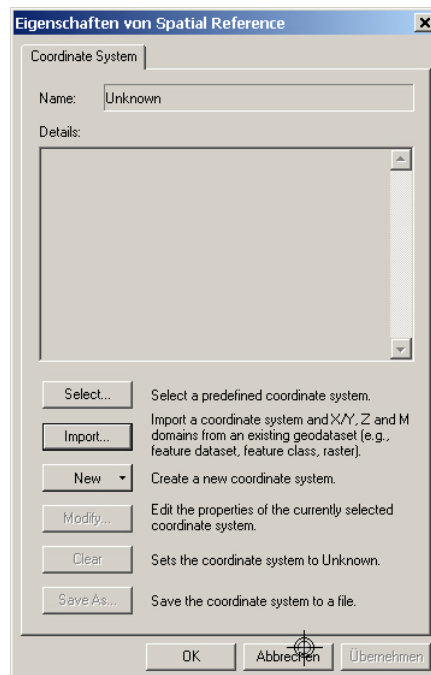


---

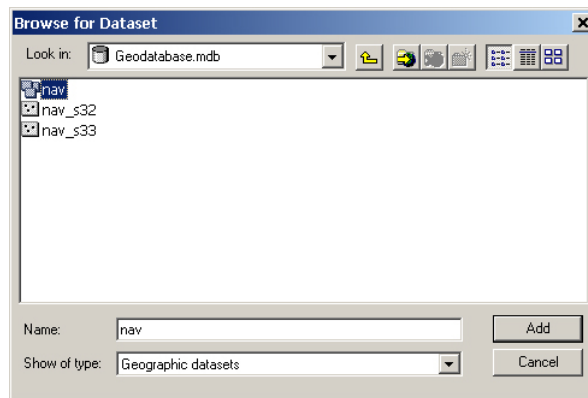
Auswahl des Koordinaten Systems. *Select Coordinate System ...*



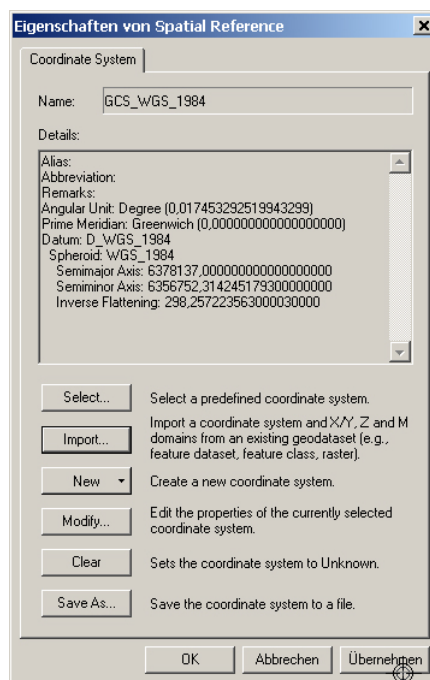
Importieren des Koordinaten Systems der FD *Import ...*



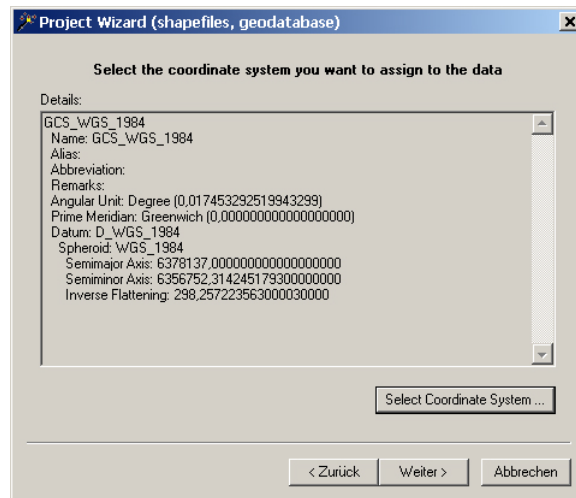
Auswählen der FD und *Add* klicken.



Die Einstellung des FD Koordinaten Systems wird angezeigt. *Übernehmen* und *Ok* klicken.

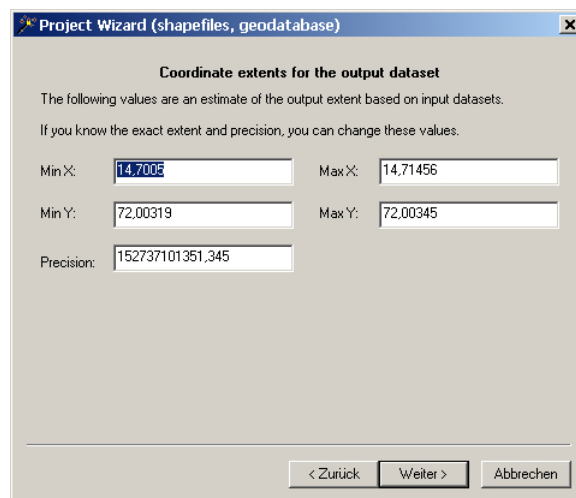


Die Einstellungen des FD-Koordinatensystems werden nochmals angezeigt. *Weiter*.



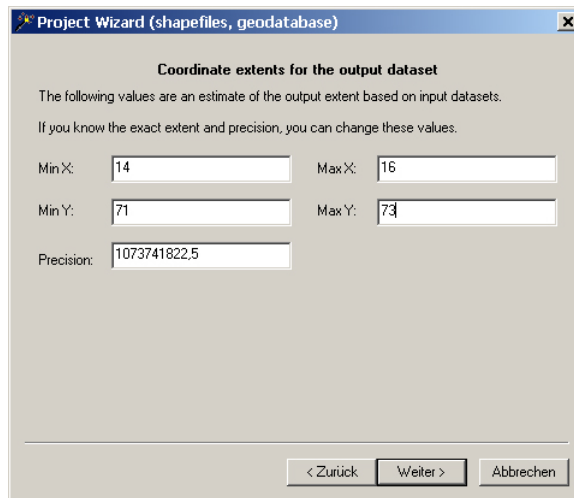
Eingabe der Gebietsumringkoordinaten.

WICHTIG !!!! Diese müssen denen der FD entsprechen. Sonst kann die umprojizierte FC später nicht in die FD verschoben werden !

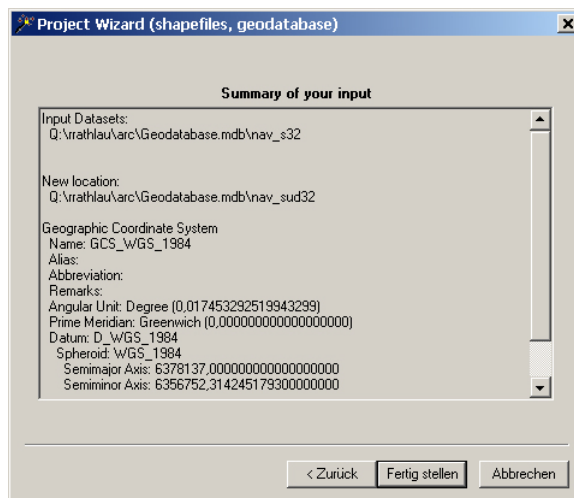


---

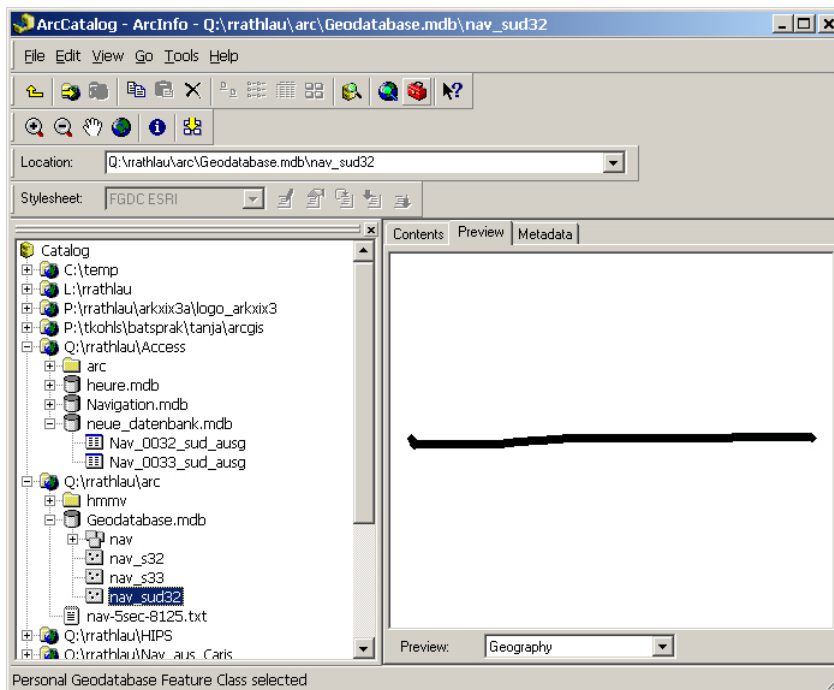
Nach dem die Koordinaten geändert wurden, *Weiter* klicken.



Alle getätigten Einstellungen werden nochmals aufgeführt. Wenn diese korrekt sind, *Fertig stellen* klicken.

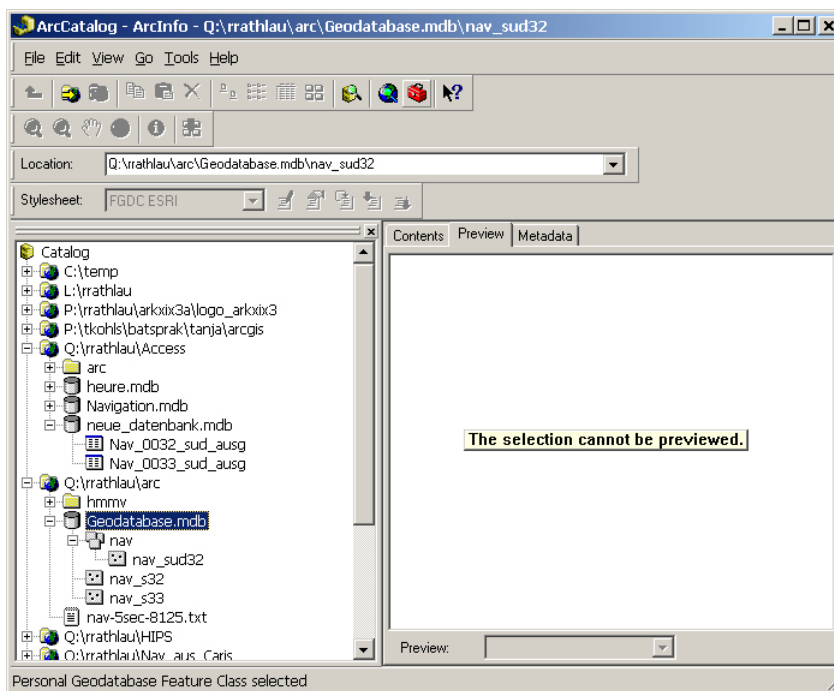


F5 drücken, um die Anzeige zu erneuern. Die neue FC erscheint in der GDB.



FC anfassen und in die FD *nav* verschieben. Bei einer Fehlermeldung, ist die Projektierung fehlgeschlagen.

Überprüfen, ob die richtigen Umringskoordinaten eingegeben wurden.

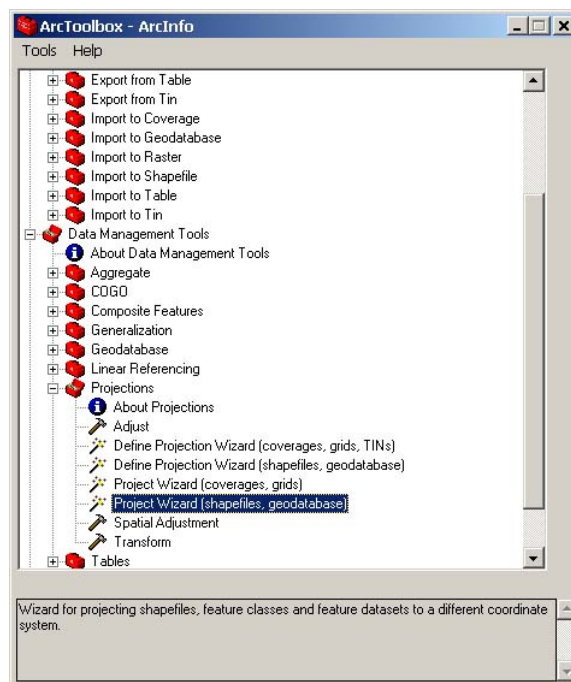


# J. Programmanleitung – Navigationspunkte projizieren und in eine FD speichern

Das projizieren einer Feature Class (FC) in ein Feature Dataset (FD).

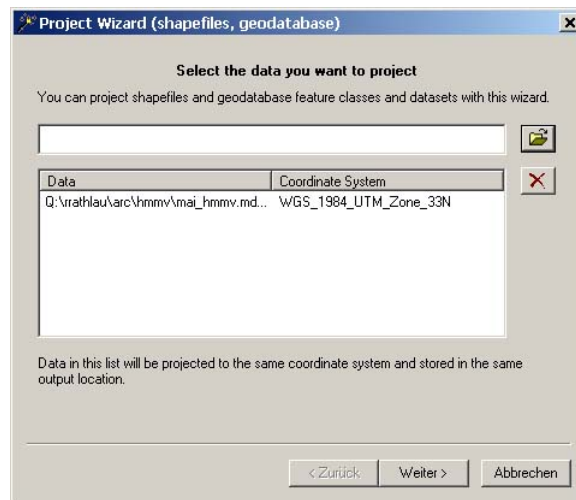
Über das Menü Projections / *Define Projection Wizard* kann man einer FD eine Projection zuordnen! Über das Menü Projections / *Project Wizard* kann man einer FD sowie einer FC eine Projektion zuordnen. Dabei sind die nachfolgenden Schritte zu beachten. Es kann sein, dass der Vorgang nicht funktioniert. Es werden keine Daten umprojiziert und die neu erstellte Tabelle bleibt leer!

Projections / Project Wizard

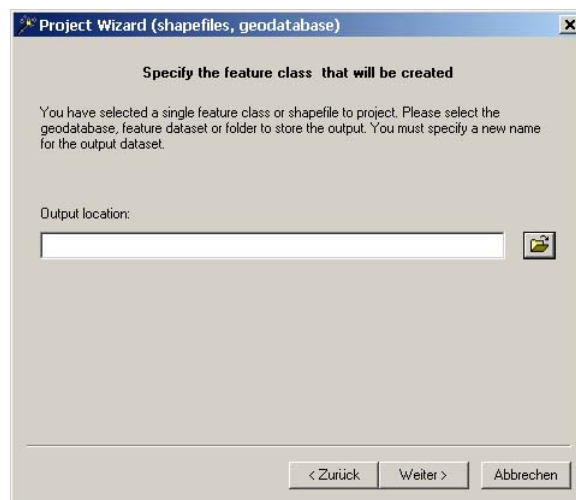


---

Die umzuprojizierende FC auswählen.  
*Weiter* klicken



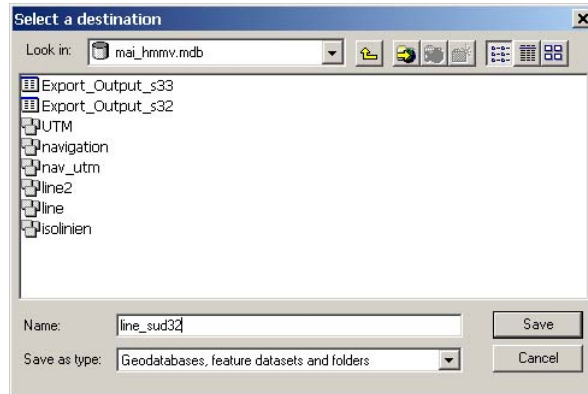
Dann die Geodatabase auswählen, die in FC umprojiziert werden soll. *Weiter* klicken.



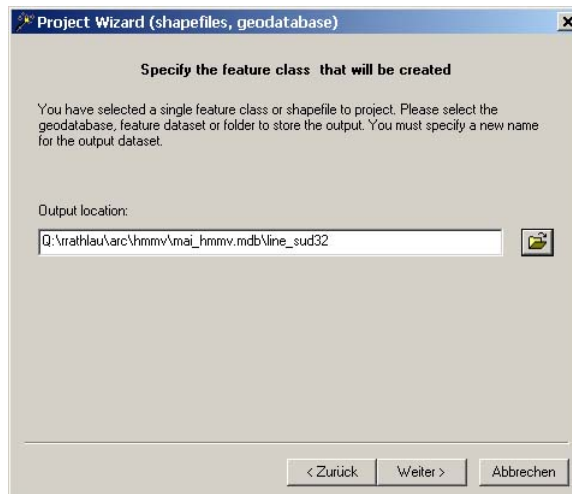


---

WICHTIG! Nicht die FD auswählen, in die die FC eigentlich hineinprojiziert werden soll! Sie wird später dort hineinkopiert, sonst funktioniert die Umprojizierung nicht ! Die zu erstellende FC benennen und anschließend *Save* klicken.

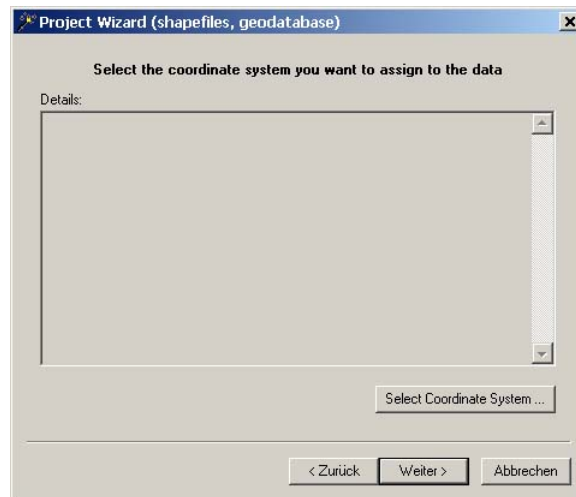


Die *Output location* überprüfen.  
*Weiter* klicken.

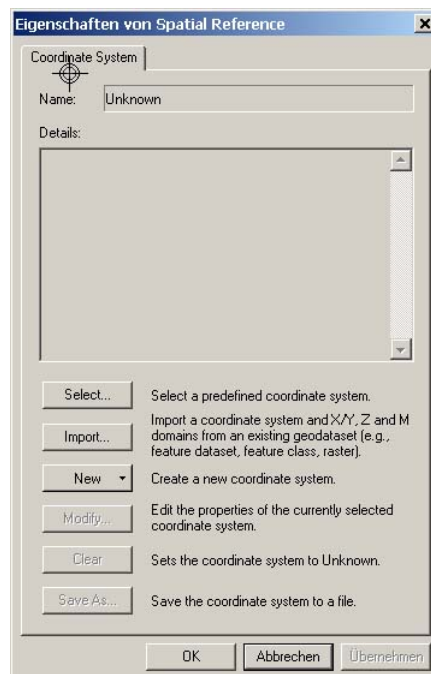


---

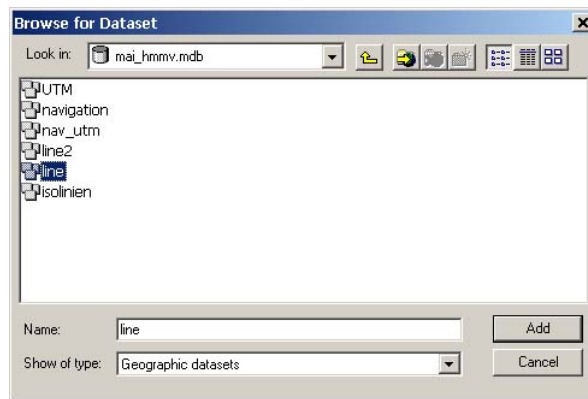
Im nächsten Schritt kann das Koordinaten System ausgewählt werden.  
*Select Coordinate System ...*



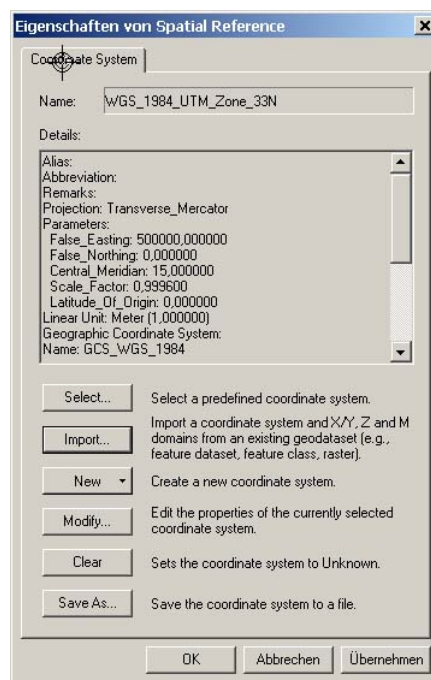
Da meistens zuvor eine neue FD erstellt wurde, bevor eine FC umprojiziert wird, ist es nun möglich, die neue FD zu importieren. Bzw. deren Koordinatensystem (Es werden die Einstellungsschritte erspart und Fehlerquellen minimiert). Dann *Import* klicken.



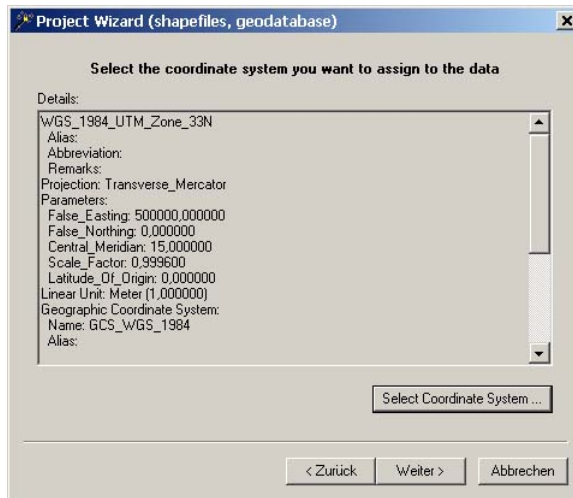
Es folgt die Auswahl der FD, in die später die umprojizierte FC hineinkopiert wird!  
FD auswählen und *Add*.



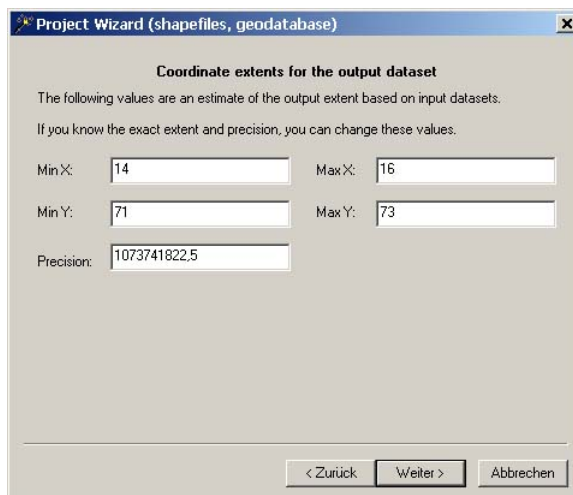
Überprüfen des Koordinaten Systems.  
Übernehmen und OK oder nur *OK*.



Eine nochmalige Überprüfung ist möglich.  
*Weiter* klicken.



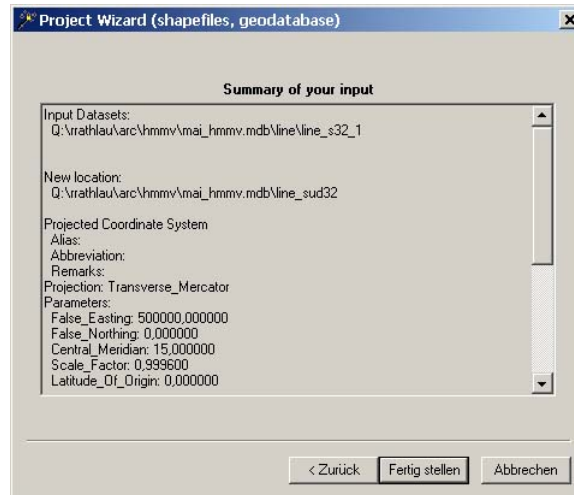
Wichtig !! Die Ausdehnung des Gebietes angeben. Hier müssen dieselben Koordinaten stehen, wie in der FD. Vorher am Besten die Koordinatenausdehnung der FD notieren und dann bei der Erstellung der neuen umprojizierten FC eingeben. Die *Koordinateneingabe* tätigen und *Weiter* klicken.



---

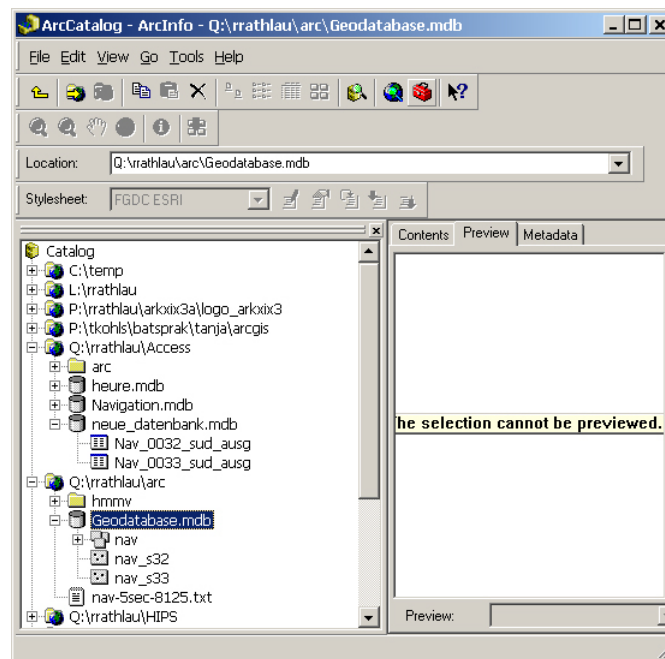
Die Eingaben der Projektion kontrollieren. Wenn fehlerhafte Eingaben vorhanden sind, *zurück* klicken.

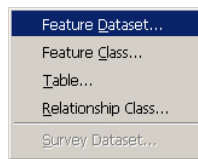
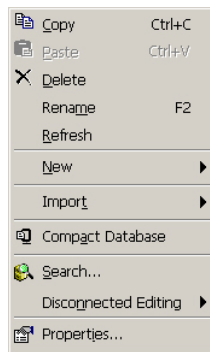
Ansonsten *Fertig stellen*.



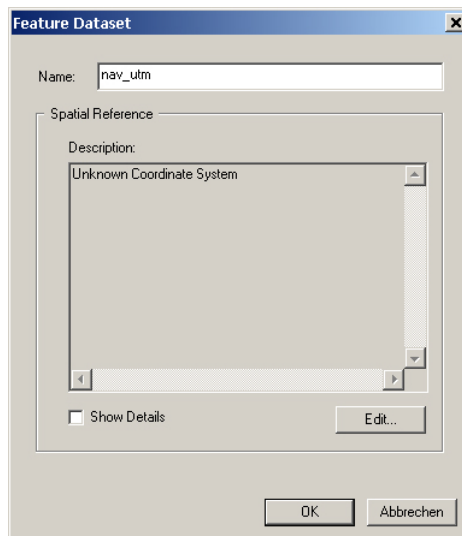
## K. Programmanleitung – Umwandeln einer FC in eine andere Projektion

Um eine FC in eine andere Projektion umzuwandeln, in diesem Fall in UTM 33N, muß der Arc Catalog geöffnet werden. Eine neue FD wird durch die Aktionsfolge *linke Maustaste / New / Feature Dataset ...* erstellt.

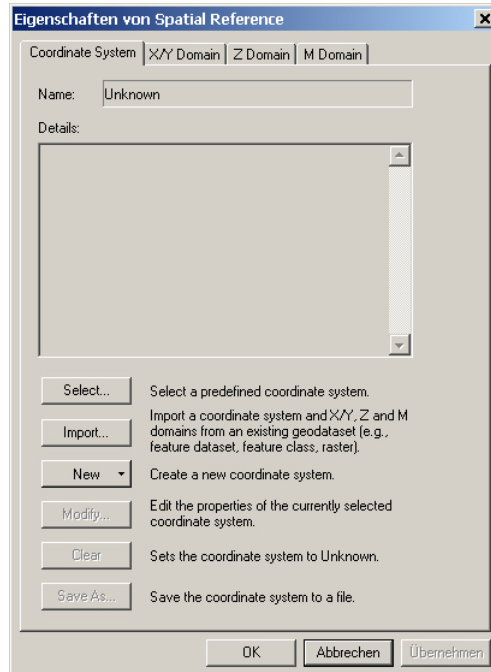




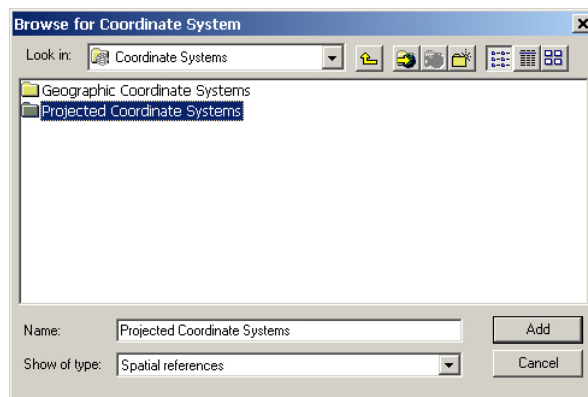
In das Textfeld wird der Name der FC eingetragen. Über den Button *Edit* besteht die Möglichkeit ein Koordinatensystem zu wählen.



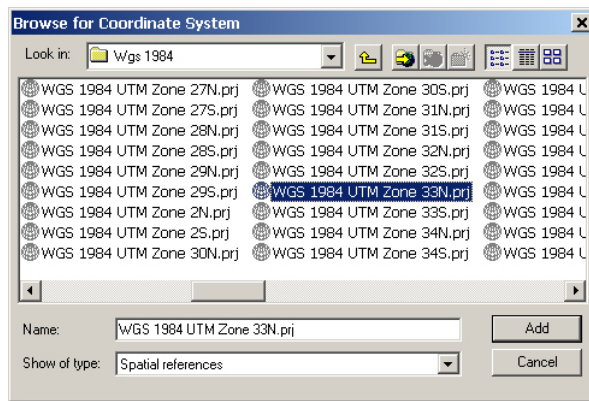
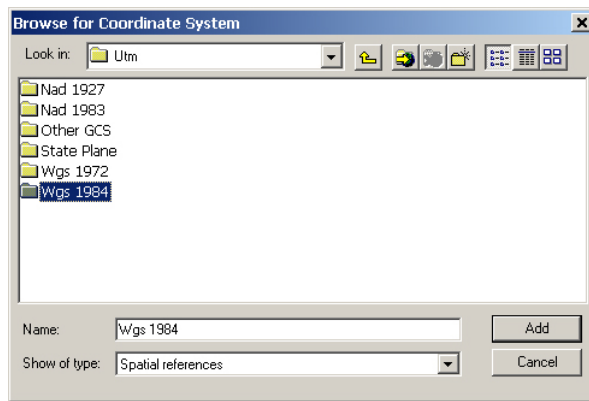
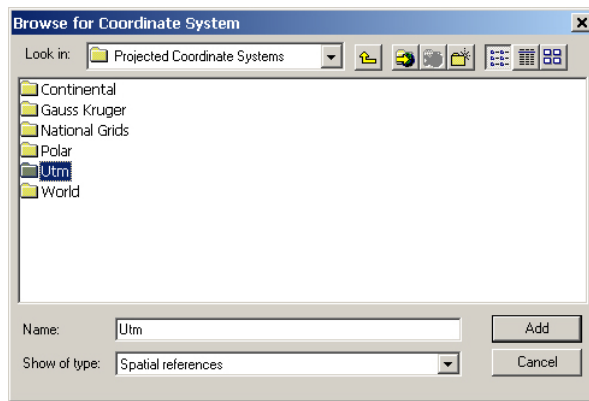
Da eine neue FD erstellt werden soll, wird der Button *Select* aktiviert. Der Import eines Koord.-System ist nur dann möglich, wenn das gewünschte Koord.-System in einer anderen FC vorhanden.



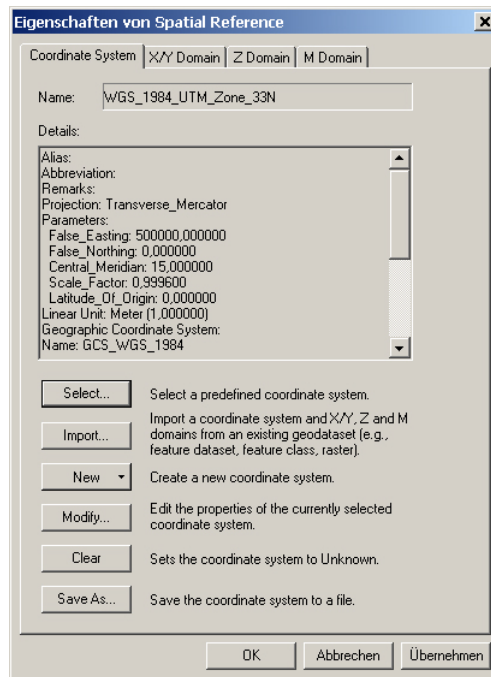
Nun das gewünschte System auswählen. In diesem Fall ist es ein UTM-System mit WGS84 und der Zone 33N.



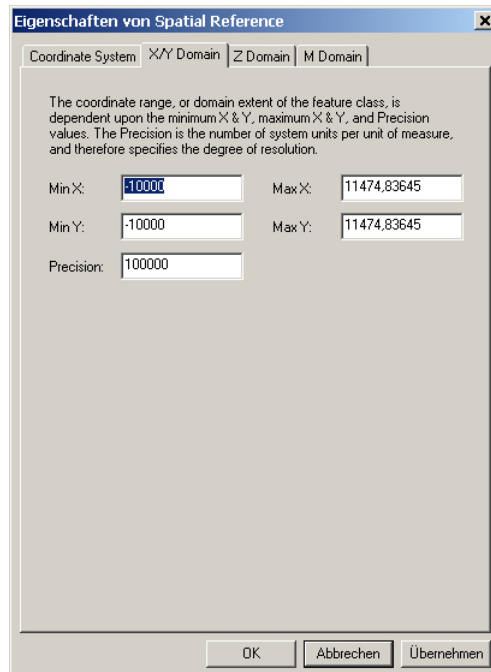


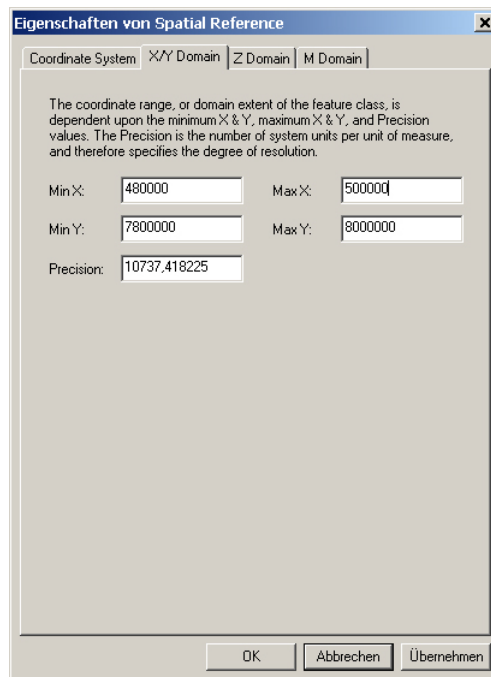


Das ausgewählte System wird angezeigt. Anschließend auf das Datenblatt *X/Y Domain* wechseln.

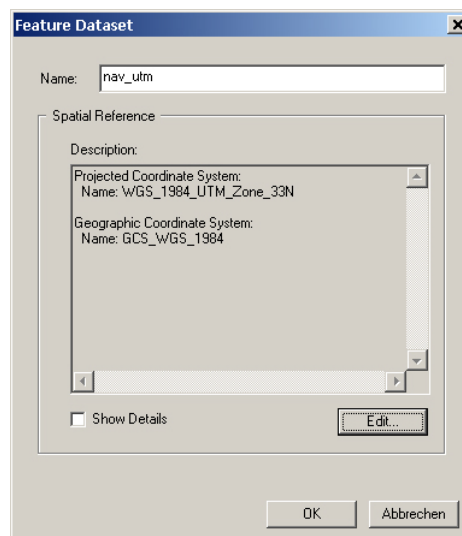


Hier stehen die Ausdehnung des Gebietes, diese überprüfen und gegebenenfalls ändern. Danach mit dem Button *Ok* bestätigen. *Ok* klicken.

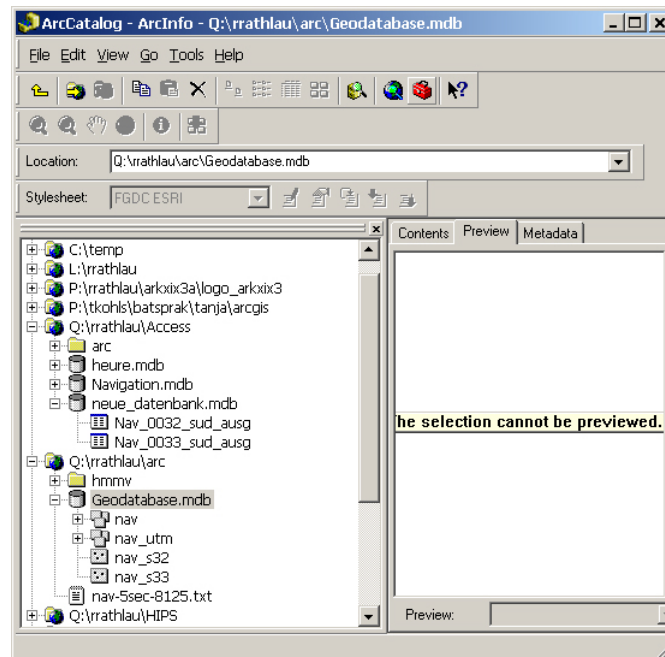




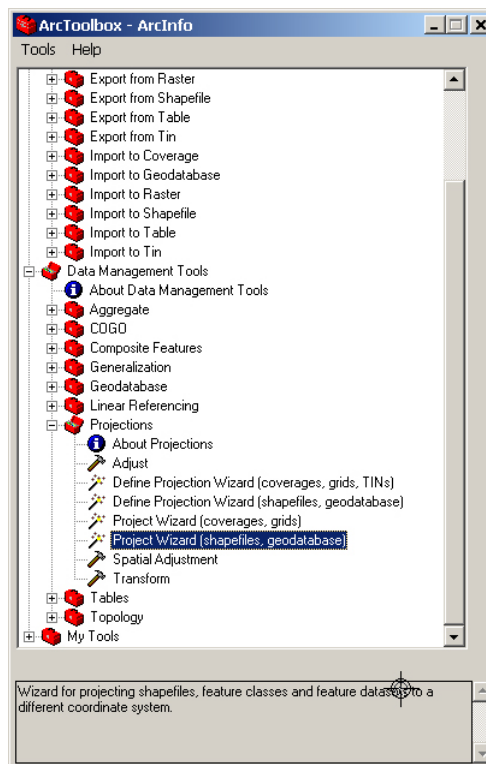
Das neue System wird angezeigt. Nun auf mit *Ok* bestätigen, um das Koord.-System zu akzeptieren.



Die neue FD wird in der Geodatabase angezeigt. Wenn keine FC angezeigt wird, F5 drücken.

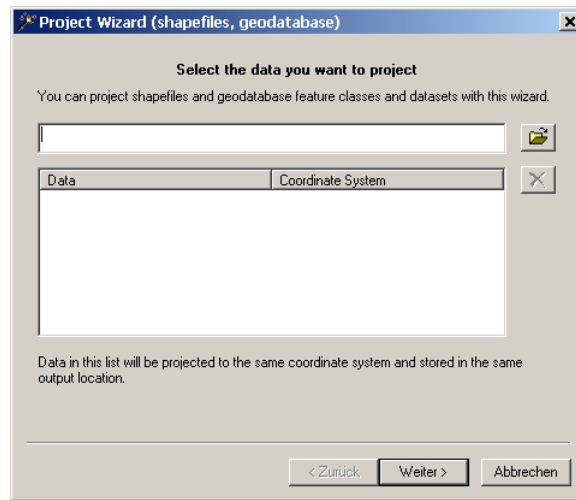


Nachdem Erstellen einer neue FD öffnet sich die Arc Toolbox / Project Wizard.

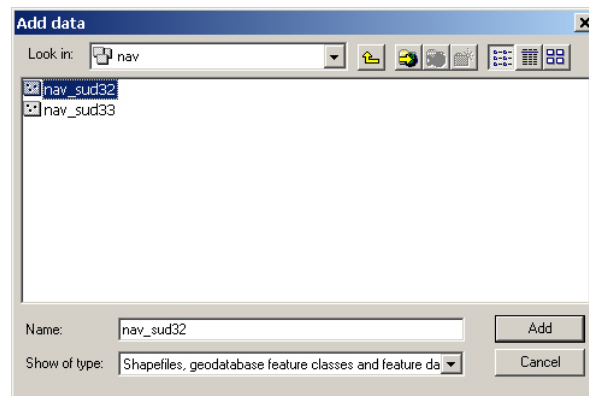


---

Die FC auswählen die projiziert werden soll und den *gelben Ordner* an klicken.

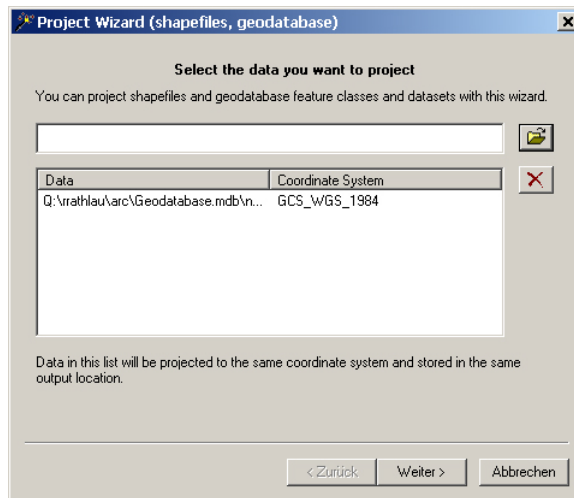


FC auswählen und mit drücken des Button *Add* bestätigen.

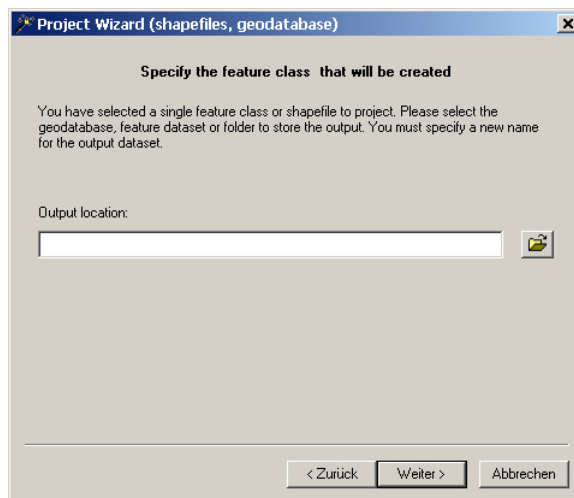


---

Wird die richtige Datei wird angezeigt, auf *Weiter* klicken.

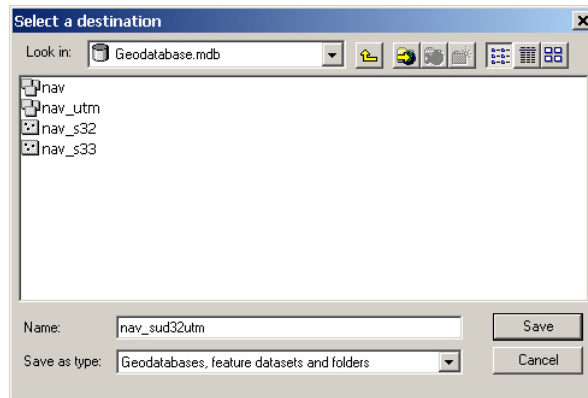


Zur Auswahl der Ausgabedatei gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder einen Namen und Pfad eingeben oder dies auswählen über den *gelben Ordner* im Browser.

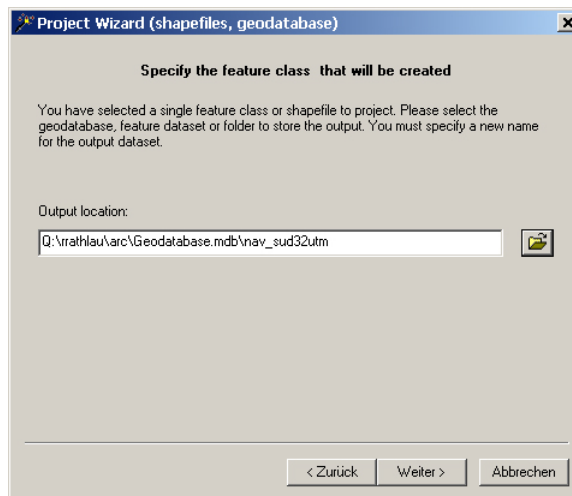


---

WICHTIG !!! Die Ausgabedatei "FC" in der GDB speichern und nicht unter der FD abspeichern ! Hier tritt sonst das Problem auf, daß die FC nicht projiziert oder fehlerhaft projiziert wird. Einen Namen und Pfad auswählen und dann mit *Save* bestätigen.

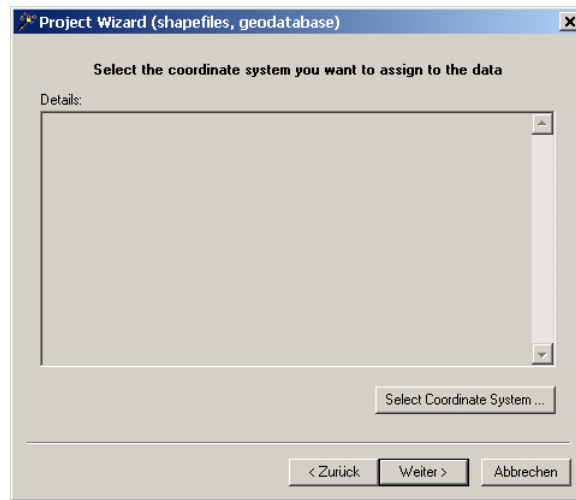


Der Name der Ausgabedatei wird mit ihrem Pfad angezeigt. Um dies zu bestätigen auf *Weiter* klicken.

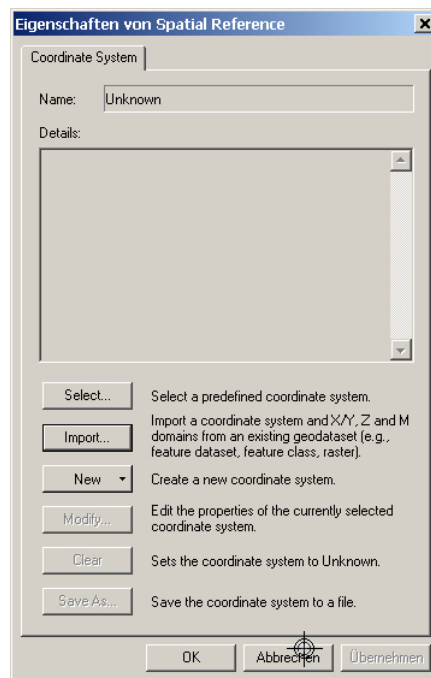


---

Ein Koordinatensystem über den Button *Select Coordinate System ...* auswählen.

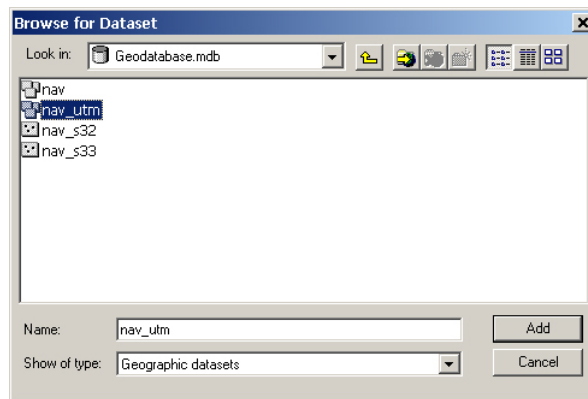


Da in diesem Beispiel, vor ein paar Schritten, ein neues FD erstellt wurde, auf *Import ...* klicken um die FD zu importieren.

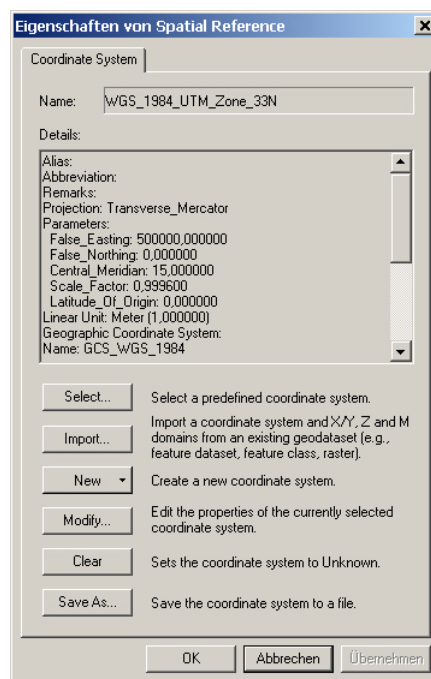




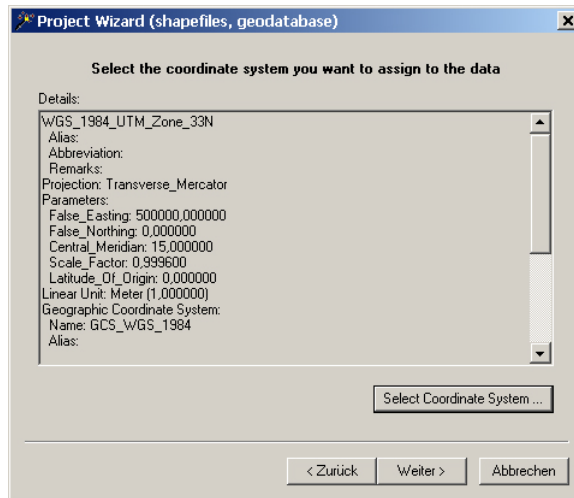
Das neu erstellte FD auswählen, in welches hinein projiziert werden soll und dann mit dem Button *Add* fortfahren.



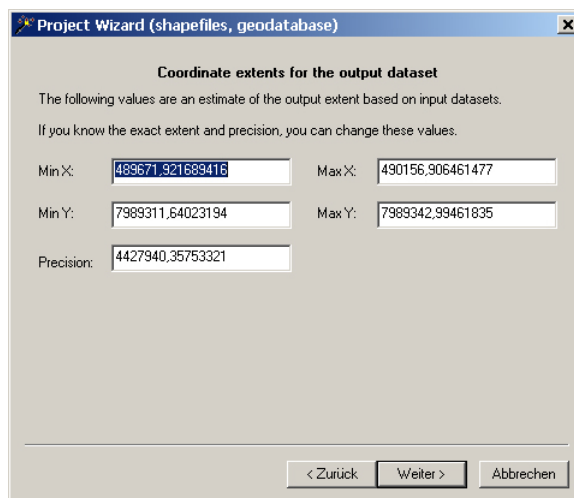
Das ausgewählte System wird angezeigt und wenn dies das Richtige ist mit dem Button *Ok* bestätigen.

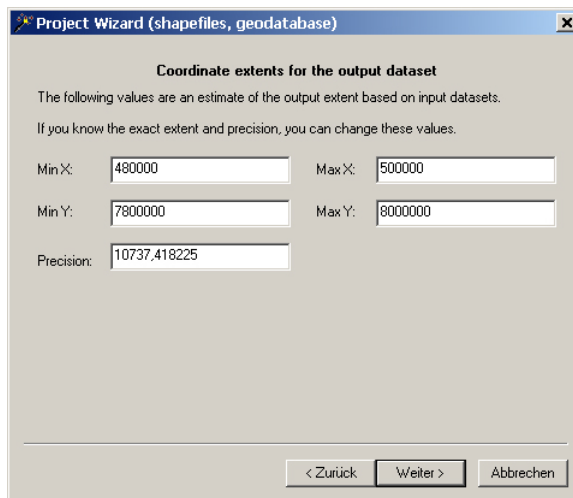


Das System wird nochmals angezeigt, hier auf den Button *Weiter* klicken um fortzufahren.

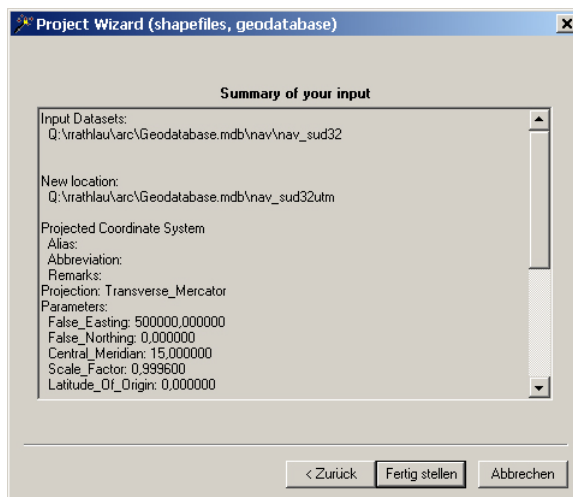


Die Gebietsumringkoordinaten werden nun angezeigt. Sollten diese nicht dem Gesamtgebiet entsprechen, bitte die Koordinaten korrigieren und anschließend mit *Weiter* bestätigen.

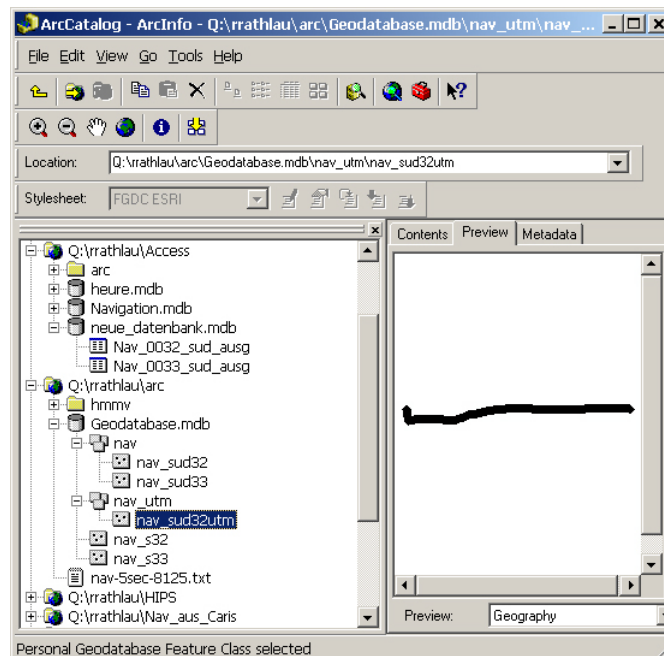
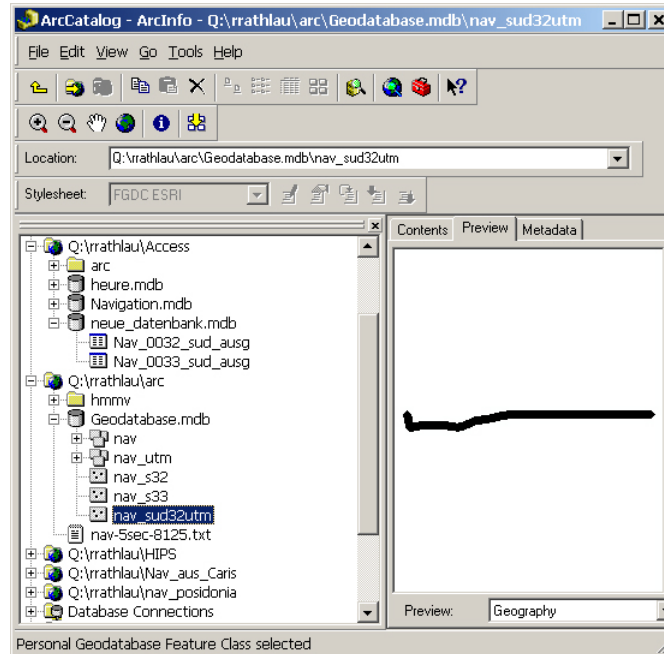




Das Korrd.-System wird mit der Ausdehnung angezeigt. Nun mit *Fertig stellen* bestätigen um die FC umzuprojizieren.



In der GDB wird die projizierte Datei angezeigt. Wenn dies nicht der Fall ist, *F5* drücken um die Anzeige wird aktualisiert. Anschließend wird die Datei markiert und in die FD *nav\_utm* verschoben.

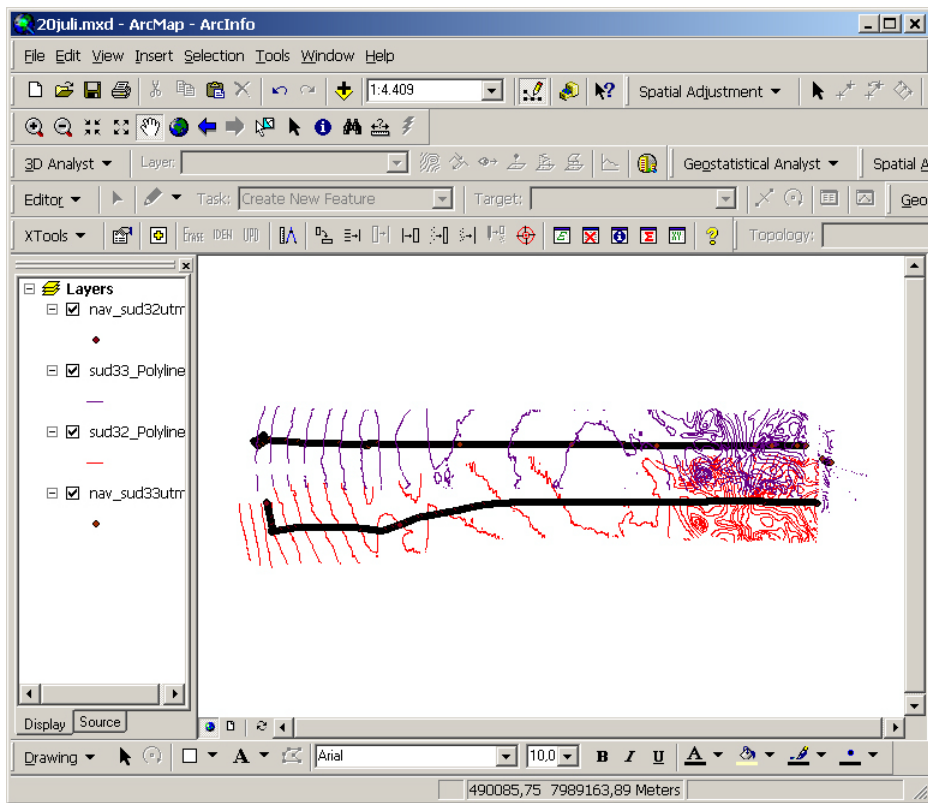


## L. Programmanleitung – ArcMap, Mergen von Isolinien und Navigationslinie

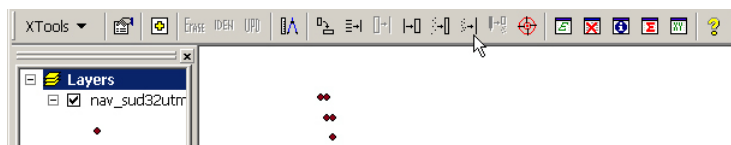
Es wird ArcMap geöffnet und entweder eine neue Mappe mit "A new empty map" erstellt oder eine vorhandene Mappe ausgewählt. Dieses Beispiel heißt "20juli.mxd". In dieser Datei sind zwei Isolinien als Polylines und 2 Navigationslinien als Punkte enthalten, wie auch im ArcCatalog ersichtlich.

Um die Isolinien mit den Navigationspunkten in einer Datei abzuspeichern, müssen dies beides Linien- oder Punktdateien sein. Eine Punktdatei kann man in ArcMap mit XTools in eine Liniendatei (FC) umwandeln. XTools ist ein kostenloses Tool, welches nicht als normale Option in ArcMap enthalten.

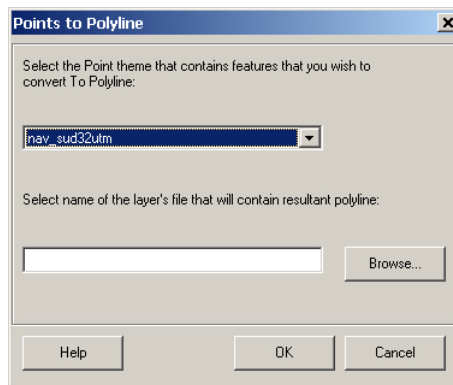
Arc Map wird geöffnet und die FC eingelesen bzw. von ArcCatalog zu ArcMap hineingezogen.



Es werden alle Layer aktiviert. Das Menü *XTools / Feature Conversions / Make on Polyline From Points* öffnen oder wie im Bild auf den Button klicken.

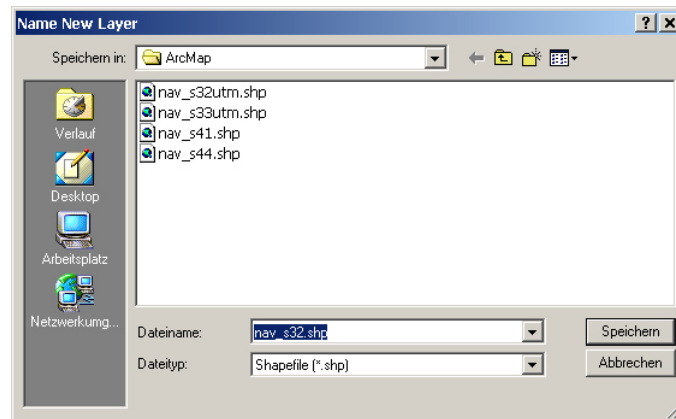


Es werden die umzuwandelnden Punkte ausgewählt und *Browse...* geklickt, um den Speicherpfad anzugeben.

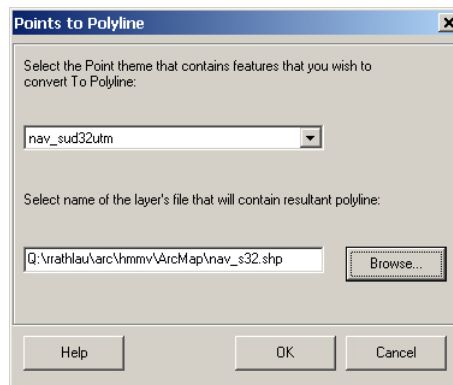


---

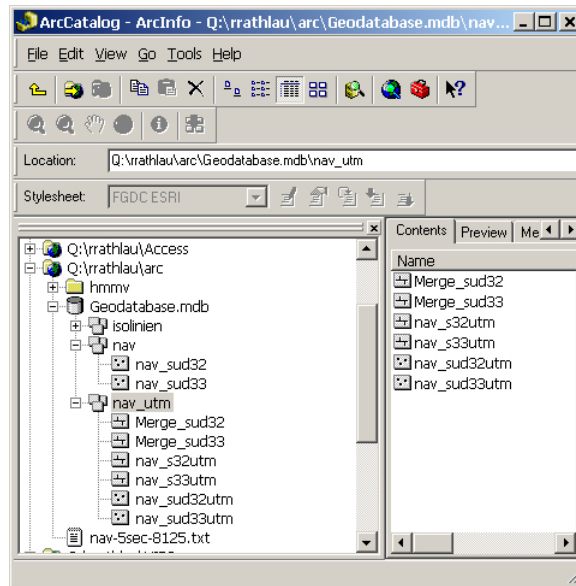
Die Datei wird als .shp-Datei abgespeichert.



Auf *Ok* klicken und die Datei wird erstellt.

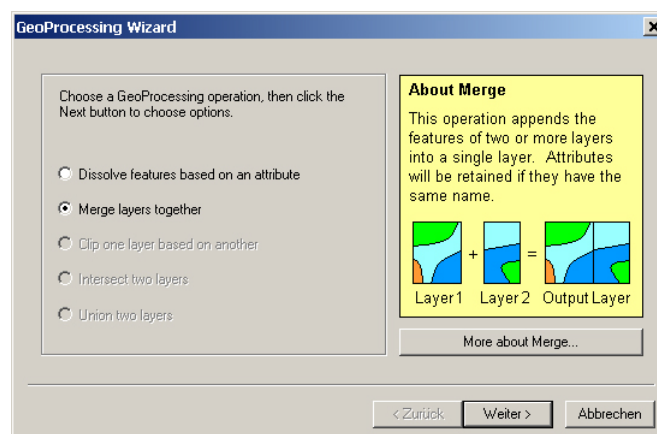


Die Shape-Datei in die GDB / nav\_utm abspeichern, damit alle Daten weiterhin in einer GDB als FC vorhanden sind.



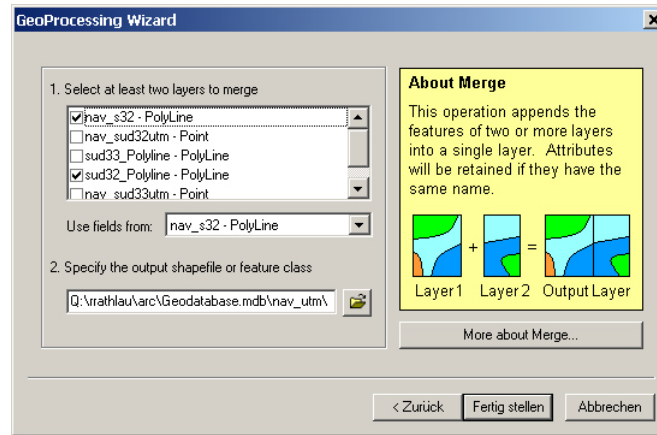
Die Isolinien und die dazu gehörigen Navigationslinien mergen (zusammenfügen). Es muss gemergt werden, damit bei der Transformation die Isolinien und die Navigation zusammen verschoben werden. Die Navigationskorrektur erhält man aus dem Verschieben der Isolinien gegeneinander. Anschließend muss die Navigationslinie als Punktdaten in ein ASCII-Format geschrieben werden. Mergen der Daten unter: ArcMap / Tools / Geo Processing Wizard.

Es öffnet sich das Fenster *GeoProcessing Wizard*. *Merge layers together* anklicken und weiter.

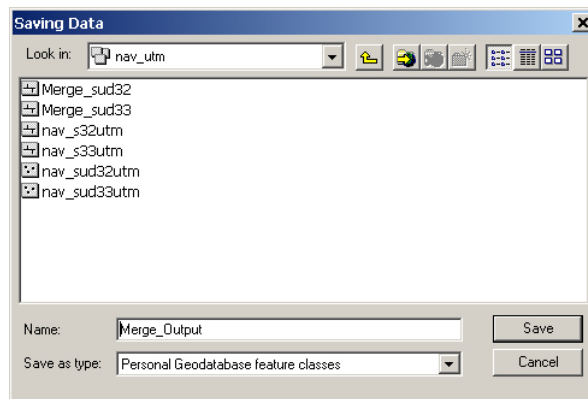




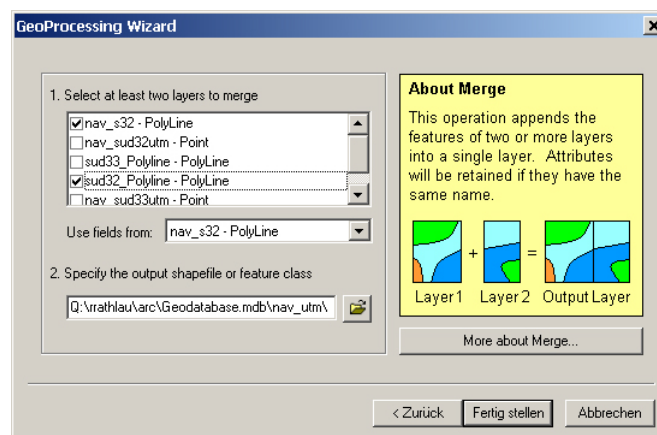
Die beiden Liniendateien auswählen, die zusammengefügt werden sollen. In diesem Fall ist es die Navigationslinie *nav\_s32* und die Isolinien *sud32\_Polyline*. Den gelben Ordner klicken, um den Speicherpfad auszuwählen.



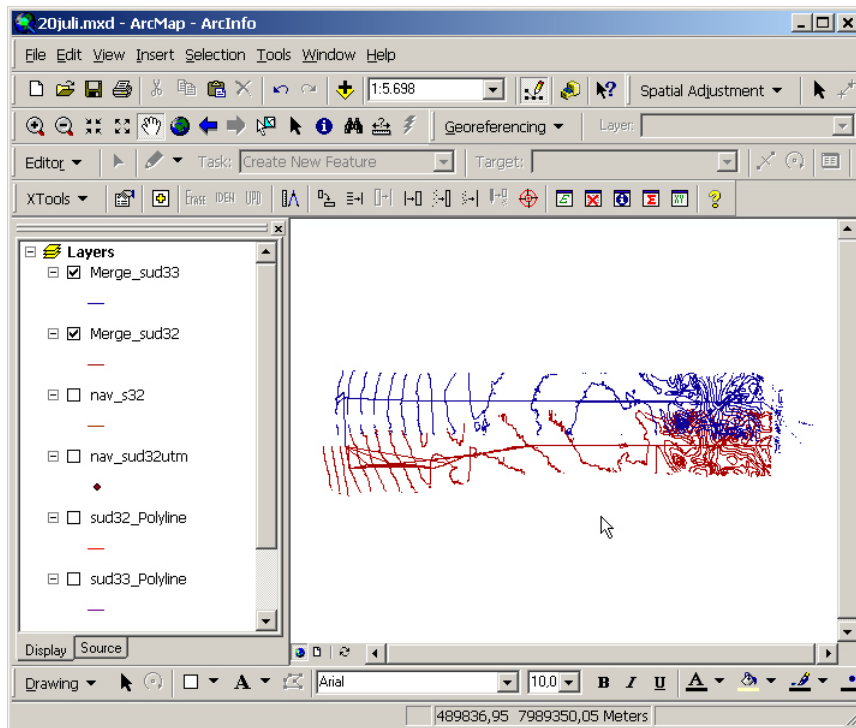
Einen neuen Dateinamen auswählen und *Save* klicken.



Wenn alle Einstellungen getätigt und korrekt sind, dann *Fertig stellen* klicken.



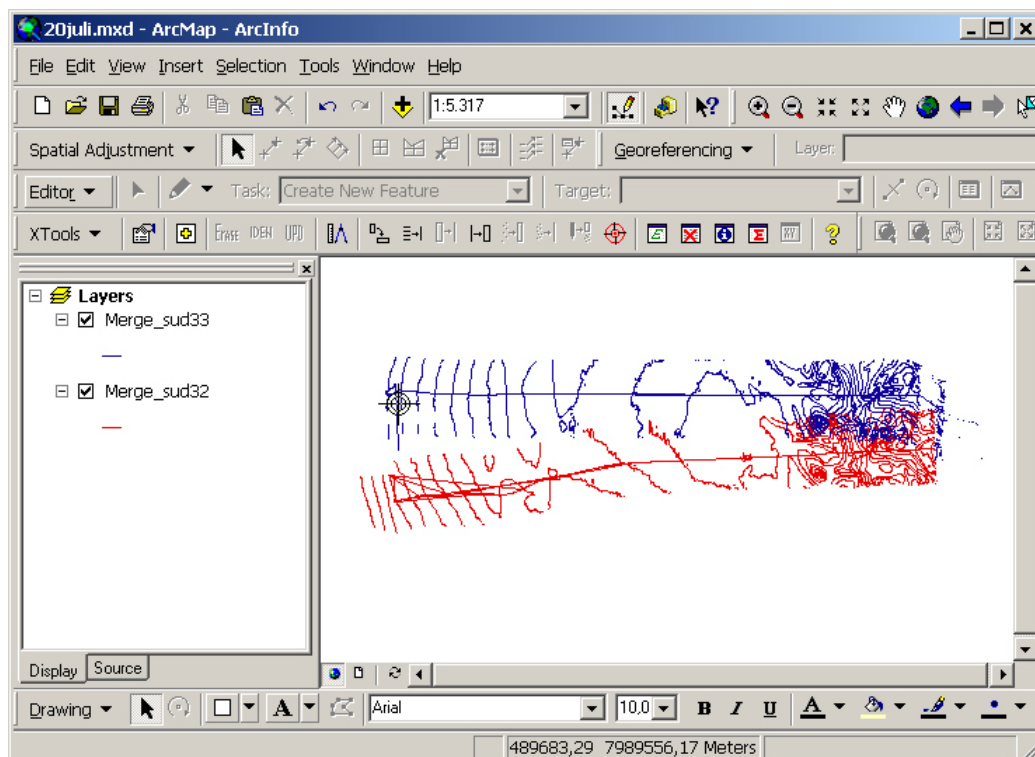
Es ist nun eine neue Datei erstellt und anschließend in ArcMap dargestellt worden.



# M. Programmanleitung – Verschieben der Isolinien zueinander

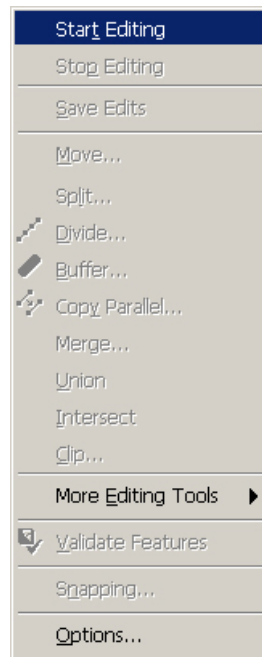
In den folgenden Schritten wird erklärt, wie zwei zusammengefügte Dateien (Isolinien und Navigation) zueinander verschoben werden können.

ArcMap öffnen und die zusammengefügten (gemergeden) Dateien aufrufen.



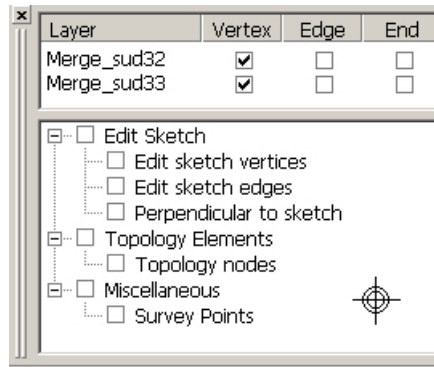
---

Nun auf Editor und *Start Editing* klicken.

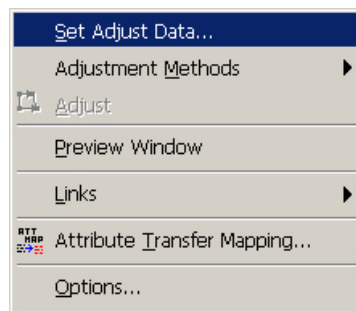


---

Dann auf Editor und *Snapping...* auswählen. Es öffnet sich ein Fenster in dem die Dateien (Linien) ausgewählt werden, die sich bei der Verschiebung einander fangen dürfen.

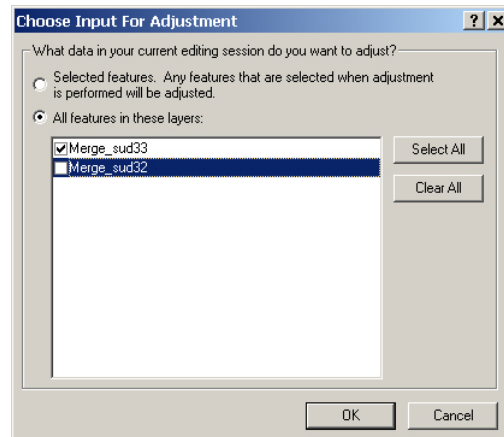


Dann auf das *Spatial Adjustment Tool* klicken und dort *Set Adjust Data ...*

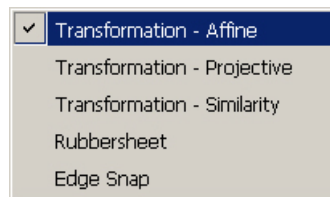


---

In dem *Input For Adjustment* die Datei wählen, die verschoben werden soll. Die andere Datei, die als Ausgangslayer bestehen bleibt, darf nicht angeklickt sein. Anschließend auf *Ok* klicken.



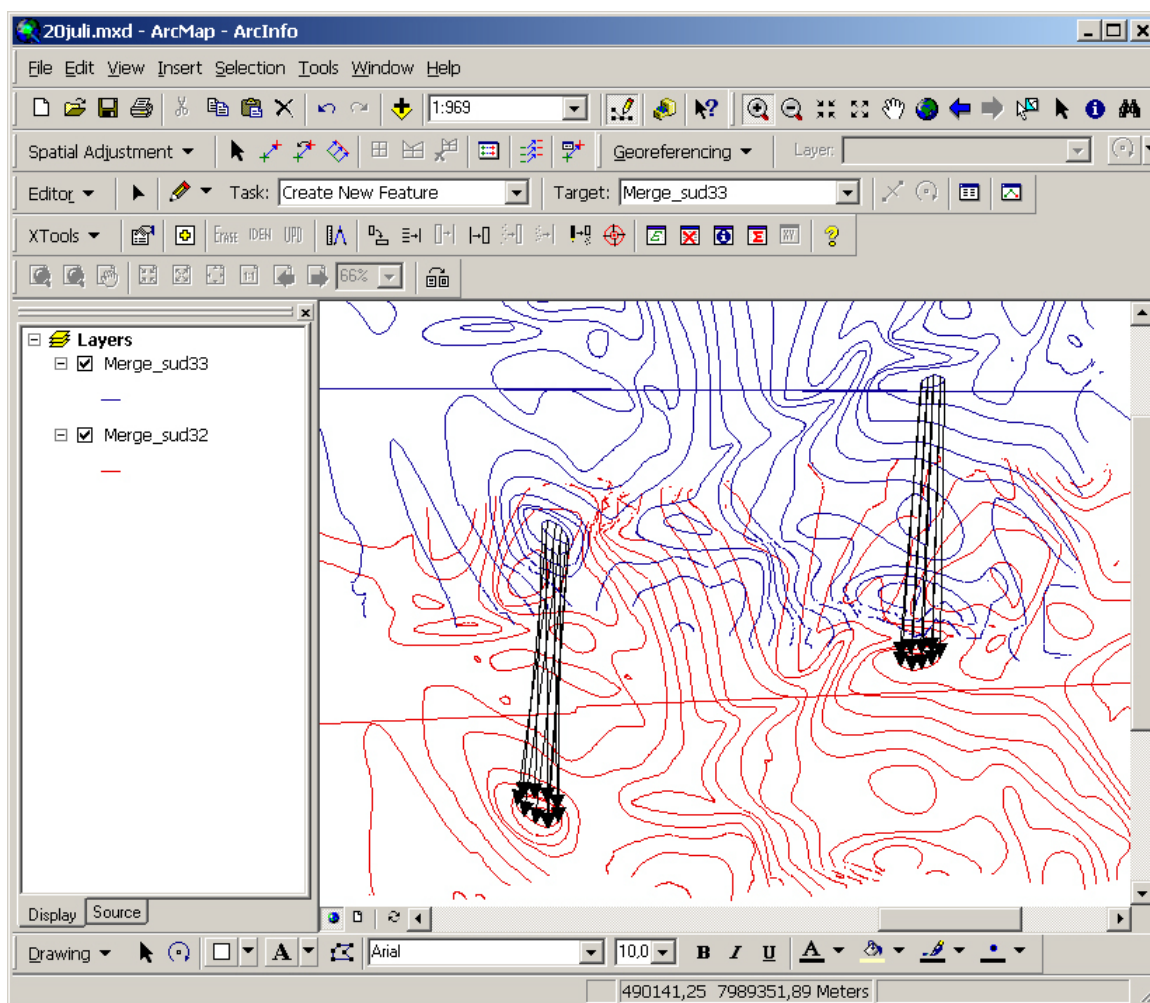
Dann wiederum auf *Spatial Adjustment Tool* klicken und nun die *Adjustment Methode* wählen. In diesem Beispiel wird die *Affine Transformation* ausgewählt. *Ok* klicken.



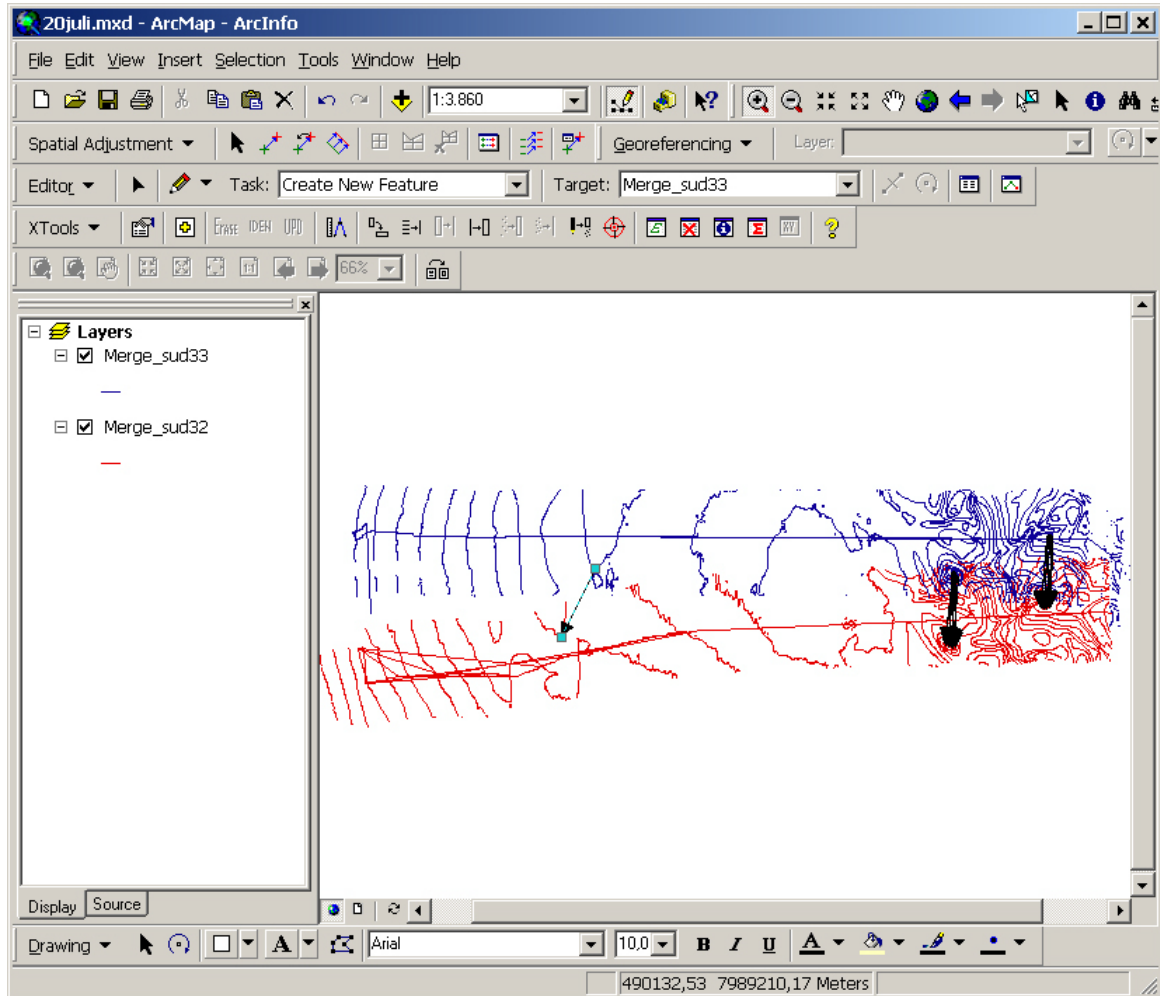
Nun kann mit der Verschiebung der Isolinien gegeneinander begonnen werden. Für die Verschiebung werden die Werkzeuge des *Spatial Adjustment Tool* verwendet. In diesem Beispiel werden die blauen Isolinien samt Navigation auf die roten Linien verschoben. Hier eignen sich die beiden folgenden Tools: Mit dem Rechten können einzelne Punkte und mit dem Linken geschlossene Polygone und Polylines ausgewählt werden.



In dieser Abbildung ist die Verschiebung von Polygonen zu sehen. *Ok* klicken.



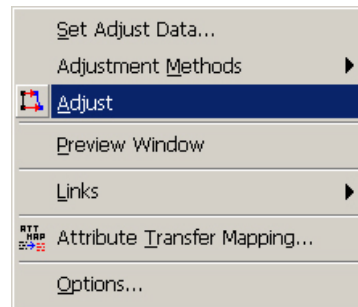
Es muss darauf geachtet werden, dass sich die Verschiebungspunkte in den Aussenbereichen des Profils befinden. Weiterhin sind mind. 3 identische Punkte notwendig um eine Transformation durchzuführen. *Ok* klicken.



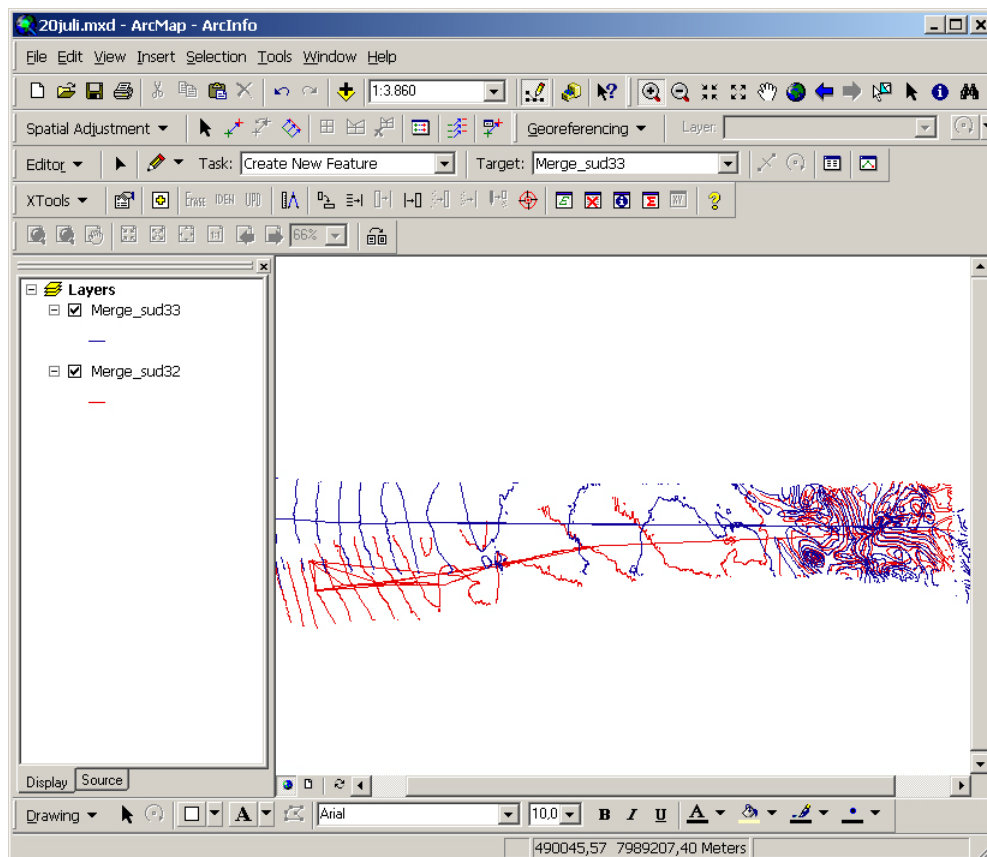


---

Wenn alle Angaben erfüllt sind, kann die Transformation unter *Spatial Adjustment* und dort mit *Adjust* gestartet werden. *Ok* klicken.



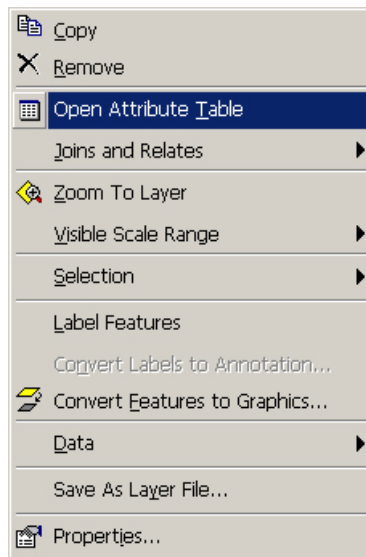
Nach einer kurzen Berechnungszeit werden die Linien zueinander verschoben und das Ergebnis wird dargestellt. *Ok* klicken.



Ist das Ergebnis zufriedenstellend, so wird das Editing mit *Save Edits* oder *Stop Editing* unter *Editor* beendet. Ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend, so wird auf *Undo Adjust* geklickt und der Vorgang wiederholt.

## N. Navigation auslesen und an die Rohdaten anbringen

Bei zufriedenstellenden Ergebnis der Transformation wird die Navigation ausgelesen. Es wird die *Datei angeklickt* (Bsp.: Merge\_sud33) von der die Navigation ausgelesen werden soll. Dann die *rechte Maustaste* und auf *Open Attribute Table* klicken.

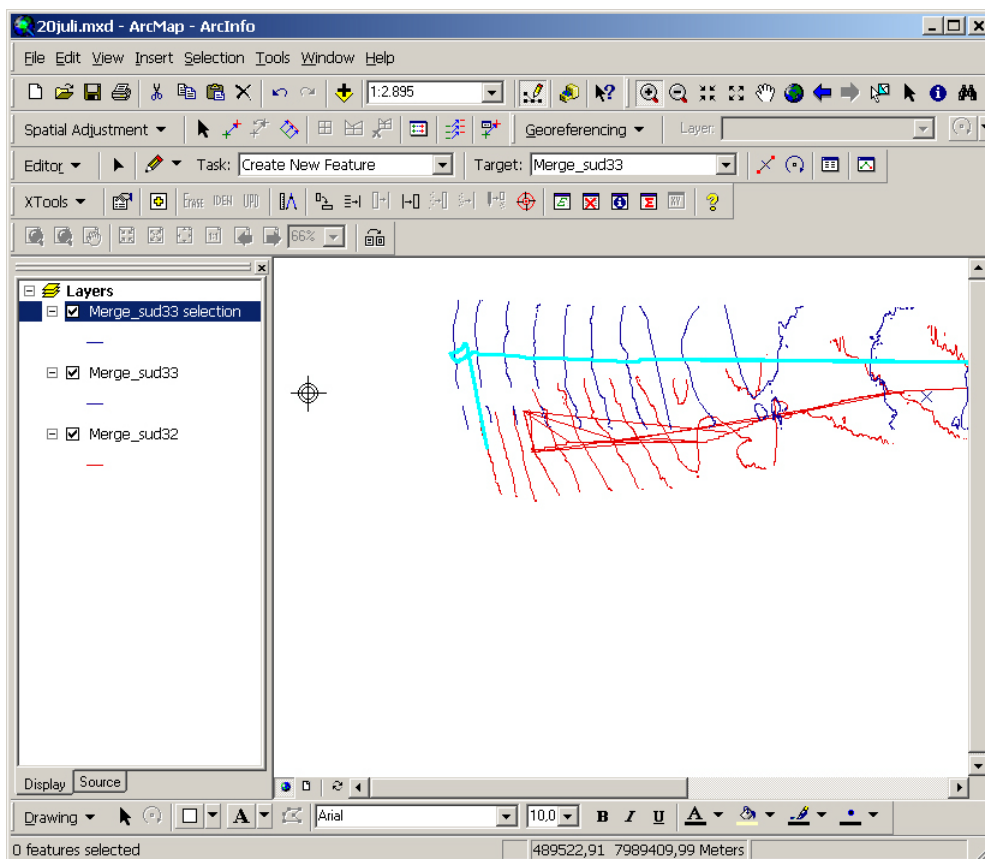
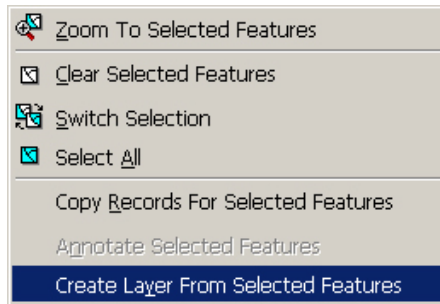


Es öffnet sich die Attribut Tabelle. Hier die Navigationslinie (letzte Spalte) markieren.

OBJECTID*	Shape*	Id	Length	Shape_Length
616	Polyline	<Null>	<Null>	15,278699
617	Polyline	<Null>	<Null>	61,573272
618	Polyline	<Null>	<Null>	2,614812
619	Polyline	<Null>	<Null>	0,020578
620	Polyline	<Null>	<Null>	0,286007
621	Polyline	<Null>	<Null>	0,479539
622	Polyline	<Null>	<Null>	0,081762
623	Polyline	<Null>	<Null>	0,631353
624	Polyline	<Null>	<Null>	1,133598
625	Polyline	<Null>	<Null>	1,548821
626	Polyline	<Null>	<Null>	1,128555
627	Polyline	<Null>	<Null>	1,310825
628	Polyline	<Null>	<Null>	1,134749
629	Polyline	<Null>	<Null>	0,899121
630	Polyline	<Null>	<Null>	85,004226
631	Polyline	<Null>	<Null>	1,587839
632	Polyline	<Null>	<Null>	1,731456
633	Polyline	<Null>	<Null>	156,391255
634	Polyline	<Null>	<Null>	0,864583
635	Polyline	<Null>	<Null>	1,519165
636	Polyline	<Null>	<Null>	9,734257
637	Polyline	<Null>	<Null>	0,988173
638	Polyline	<Null>	<Null>	9,691685
639	Polyline	<Null>	<Null>	3,517320
640	Polyline	<Null>	<Null>	1,247141
641	Polyline	<Null>	<Null>	1,621453
642	Polyline	<Null>	<Null>	1,201095
643	Polyline	<Null>	<Null>	0,939391
644	Polyline	<Null>	<Null>	1,562603
645	Polyline	<Null>	<Null>	1,111957
646	Polyline	<Null>	<Null>	3,233566
647	Polyline	<Null>	<Null>	64,560430
648	Polyline	<Null>	<Null>	4,751289
649	Polyline	<Null>	<Null>	1,049642
650	Polyline	<Null>	<Null>	7,565308
651	Polyline	<Null>	<Null>	0,320983
652	Polyline	<Null>	<Null>	1,030488
653	Polyline	<Null>	<Null>	1,075003
654	Polyline	<Null>	<Null>	1,373282
655	Polyline	<Null>	<Null>	1,127338
656	Polyline	<Null>	<Null>	7,435072
657	Polyline	0	1288,103289	1388,145688

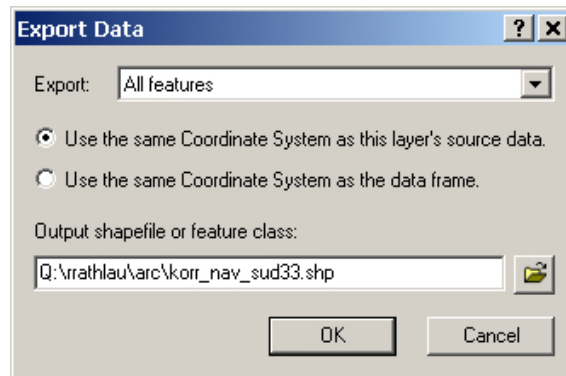
Record: 1 Show: All Selected Records (1 out of 657 Selected.) Options

Die Attribut Tabelle schließen und erneut auf die Datei (Bsp.: Merge\_sud33) mit der *rechten Maustaste* klicken, von der die Navigation ausgelesen werden soll. Nun *Selection/Create Layer From Selected Feature* und es wird eine neue Datei erstellt und angezeigt.

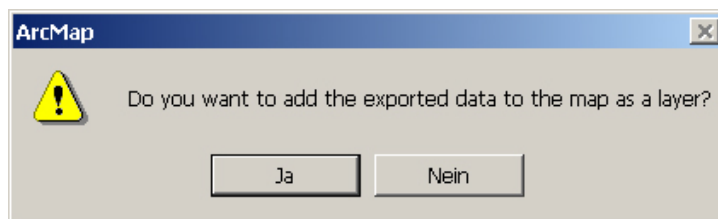


---

Die neu erstellte Datei auswählen und wiederum die rechte Maustaste drücken. Nun auf *Data/Export Data ...* klicken. Es öffnet sich ein neues Fenster in das der Name der zu exportierenden Shape-Datei eingetragen werden kann. Wir benötigen die Shape-Datei, weil das Programm in Visual Basic nur Shape-Dateien einliest und umwandelt.

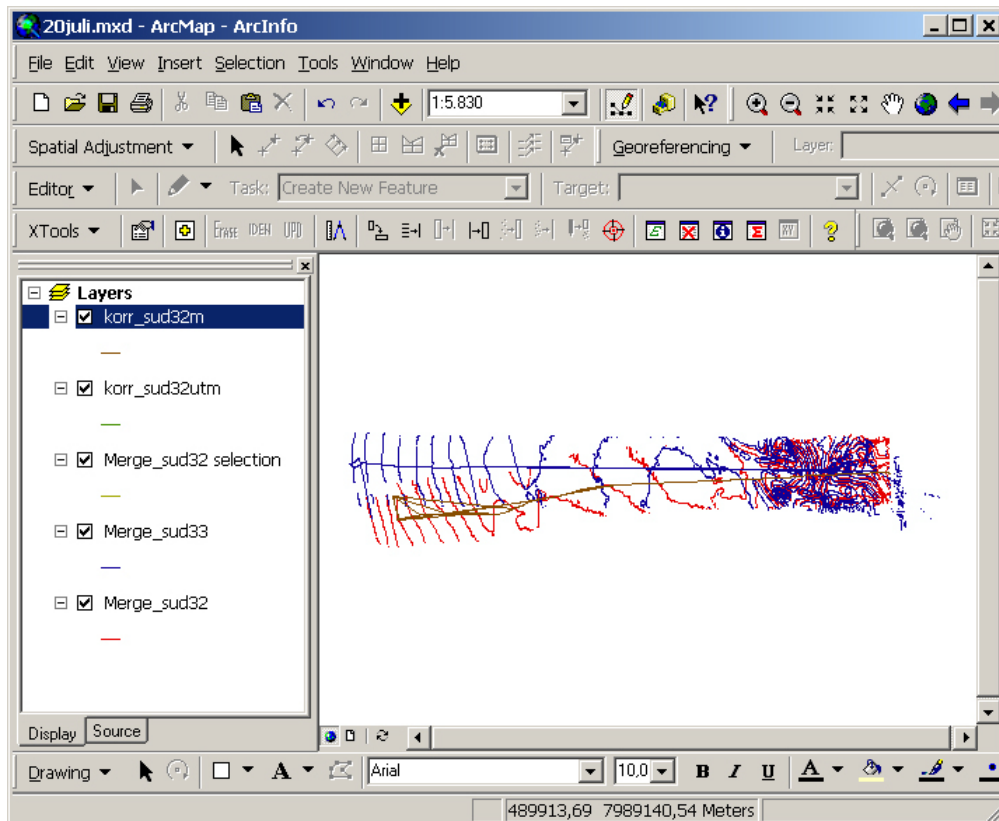


Die Datei wird exportiert. Wenn der Vorgang abgeschlossen ist, wird gefragt, ob die Datei in ArcMap angezeigt werden soll. Hier mit *Yes* bestätigen, damit wir mit der neuen Shape-Datei arbeiten können.

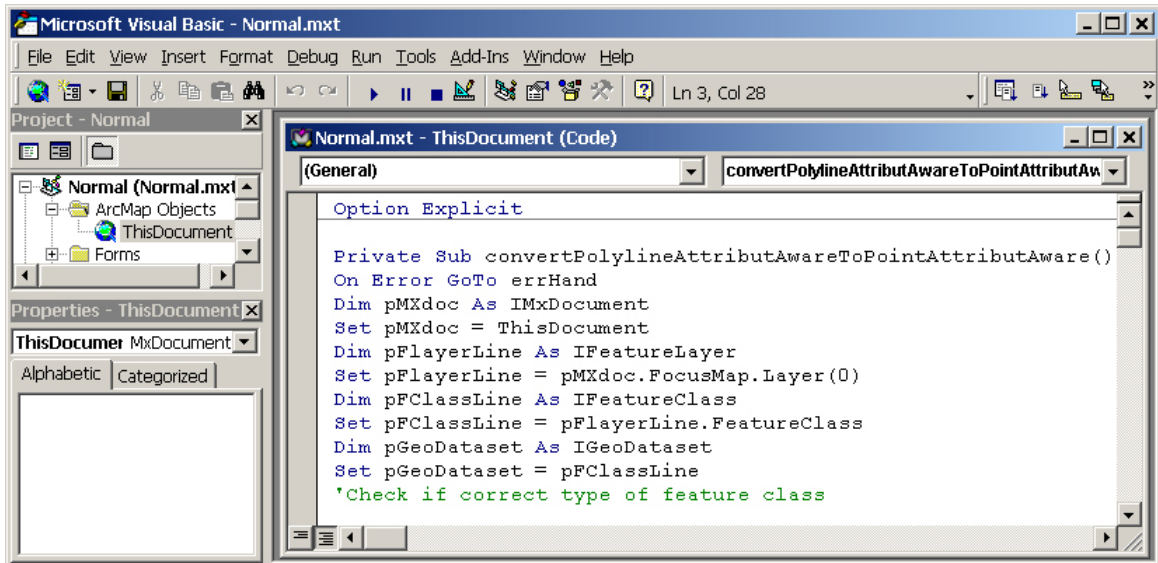


Wenn später eine andere Projektion gewünscht wird, muss die Datei im nächsten Schritt umprojiziert werden. Dafür die *ArcToolbox* und dort das Menü *Project Wizard (shapefiles, geodatabase)* öffnen. Den Anweisungen des Programmes folgen. Die Datei wieder als Shape-Datei abspeichern, damit sie *Visual Basic* lesen kann.

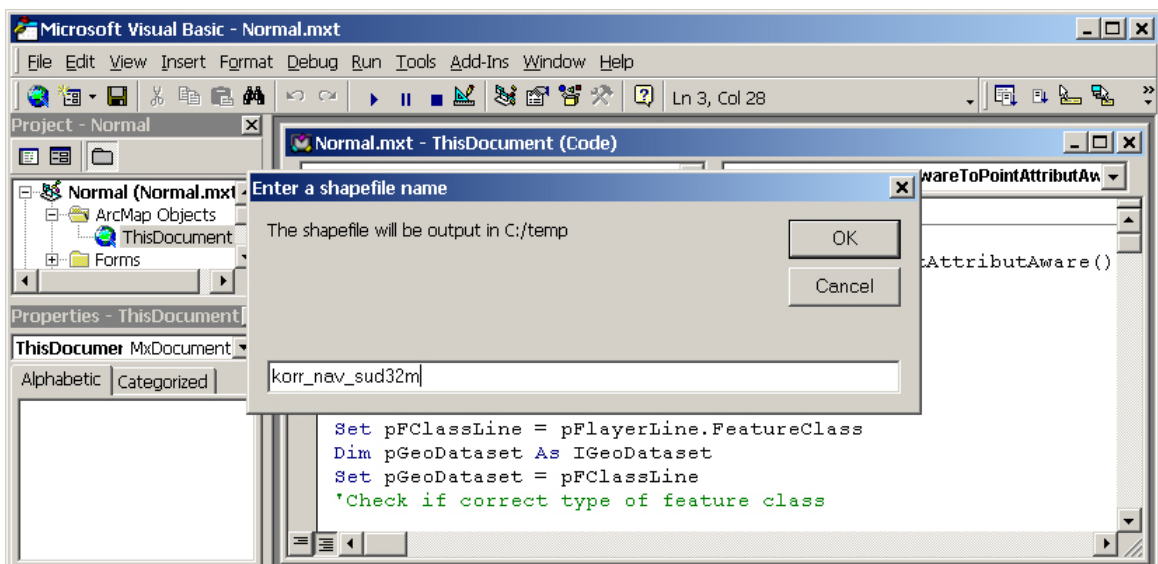
In der folgenden Abbildung sind die erstellten Dateien zu sehen. In diesem Beispiel steht das *m* am Ende des Dateinamen für die Merkator Transversale Projektion, mit der weitergearbeitet wird.



Um nun aus der Liniendatei wieder Punkte zu erzeugen, muss diese Datei in der Layeransicht von ArcMap an erster Stelle stehen. Anschließend auf *Tools/Makros/Visual Basic Editor* klicken. Es öffnet sich das Visual Basic Fenster. Hier das gewünschte Programm auswählen. In diesem Beispiel wird das Programm *convertPolylineAttributAwareToPointAttributAware* benötigt. Dabei ist zu beachten, dass die Einstellungen denen in der Abbildung gleichen, ansonsten könnte es sein, dass die Daten nicht bearbeitet werden. Um den Vorgang zu starten, auf *Run* bzw. den blauen Pfeil klicken.

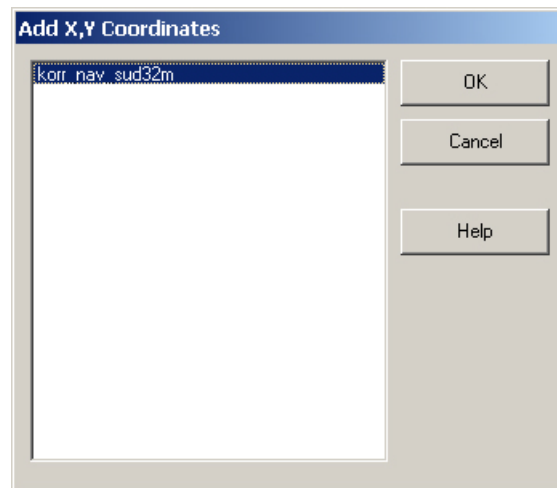


Als nächstes fragt das Programm nach dem Namen der neu zu erstellenden Datei, anschließend, ob die Datei in ArcMap geöffnet werden soll. Hier *Yes* anklicken.

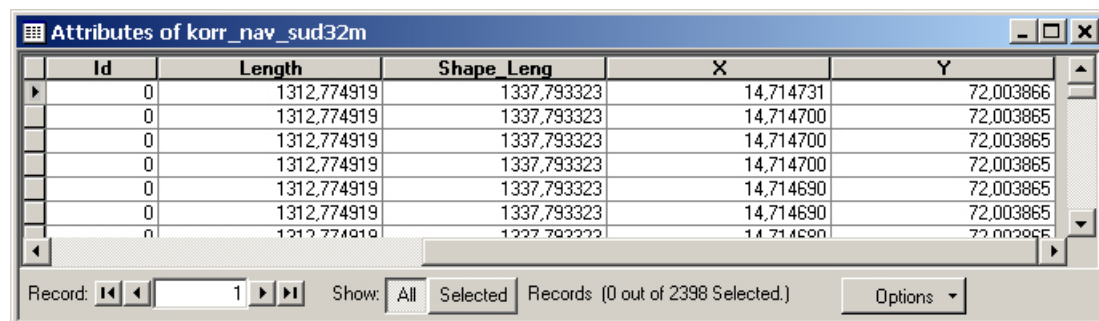


---

Es wurde eine neue Datei erstellt und in ArcMap geöffnet. Da die Punkte noch nicht sichtbar sind, wird nun mit XTools weitergearbeitet. *XTools/Table Operation/Add X,Y Coordinates* klicken. Es öffnet sich ein Fenster; hier die Datei auswählen, deren Linien in Punkte umgewandelt werden sollen (Bsp.: korr\_nav\_s33).



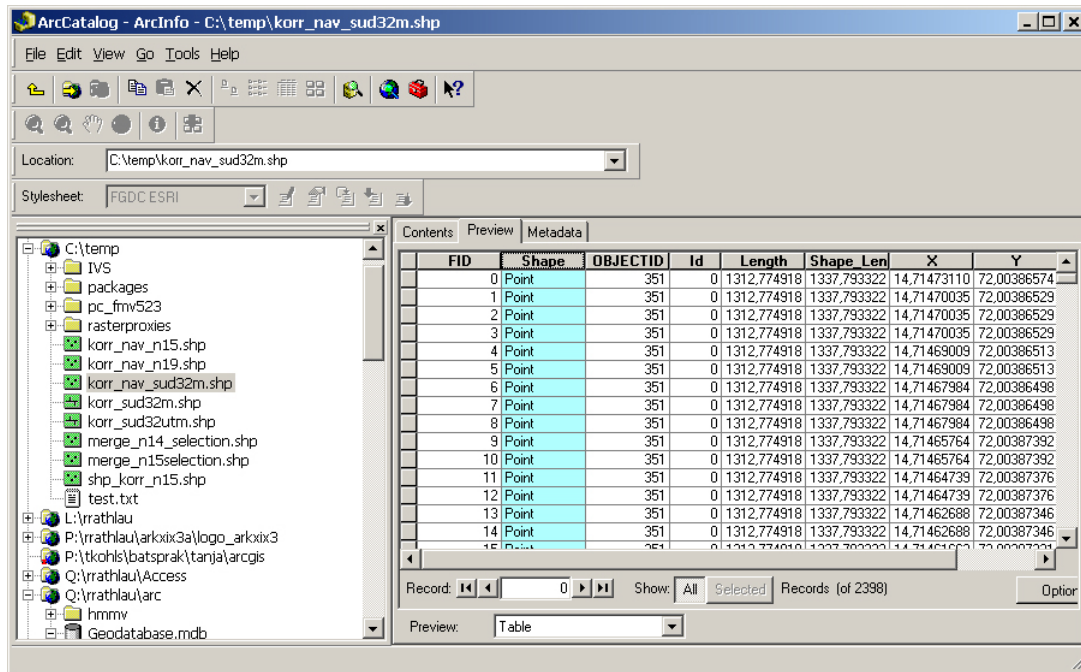
Zur Kontrolle die *Attribute Tabelle* öffnen und schauen, ob die *Spalten X und Y* angefügt sind und ob in ihnen plausible Werte enthalten sind.



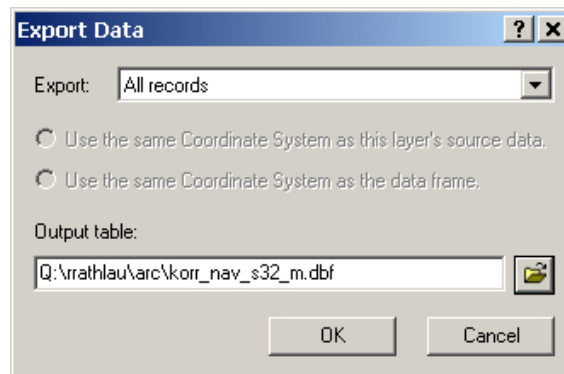
Id	Length	Shape_Leng	X	Y
0	1312,774919	1337,793323	14,714731	72,003866
0	1312,774919	1337,793323	14,714700	72,003865
0	1312,774919	1337,793323	14,714700	72,003865
0	1312,774919	1337,793323	14,714700	72,003865
0	1312,774919	1337,793323	14,714690	72,003865
0	1312,774919	1337,793323	14,714690	72,003865
0	1312,774919	1337,793323	14,714690	72,003865



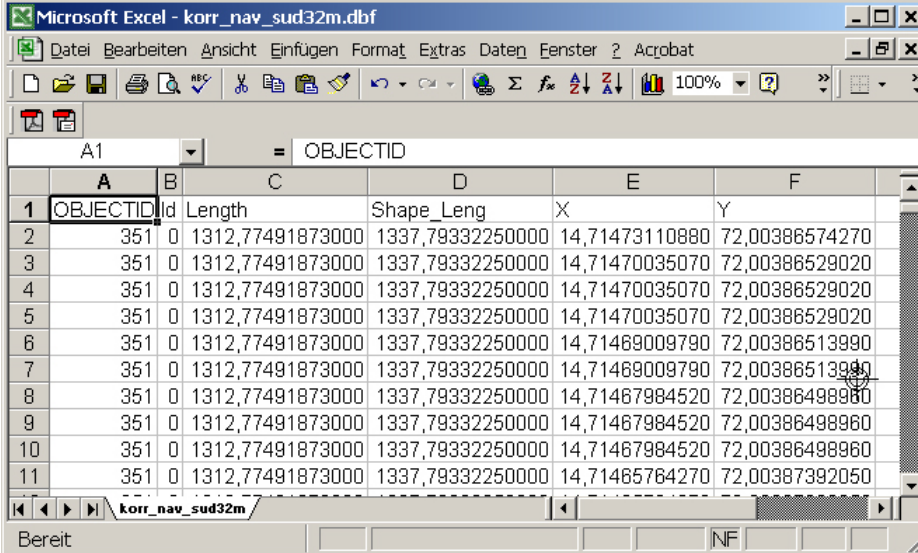
Die erstellte Datei in ArcCatalog öffnen und dort die *Tabelle* unter *Preview/Table* anzeigen lassen. Hier nun auf *Options/Export...*



Es öffnet sich das Fenster *Export Data*. Nun für die Datei einen Namen angeben und alles als dbf-Datei speichern, da dieses Dateiformat Excel problemlos importieren kann.



Anschließend Excel öffnen und die neu erstellte dbf-Datei einlesen bzw. öffnen. In der Tabelle sind noch einige Werte der Shape Datei enthalten.

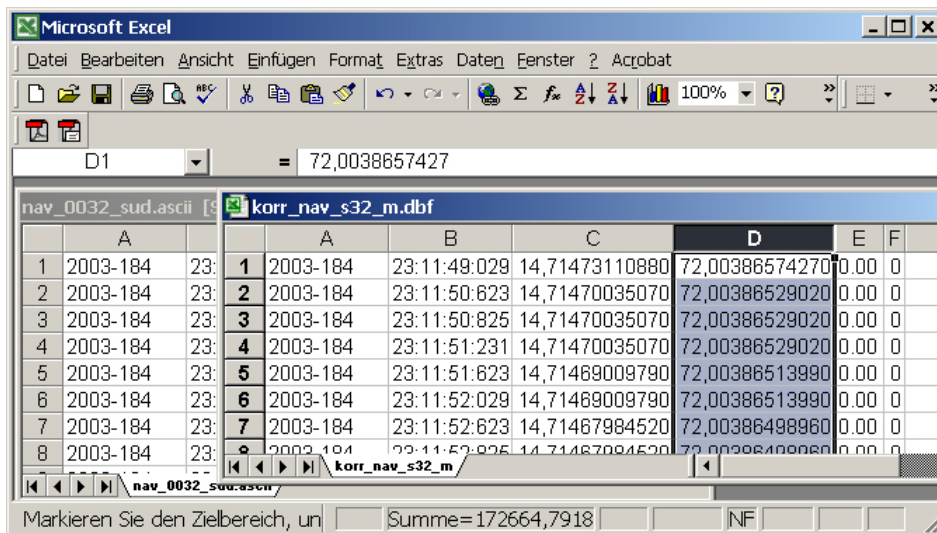
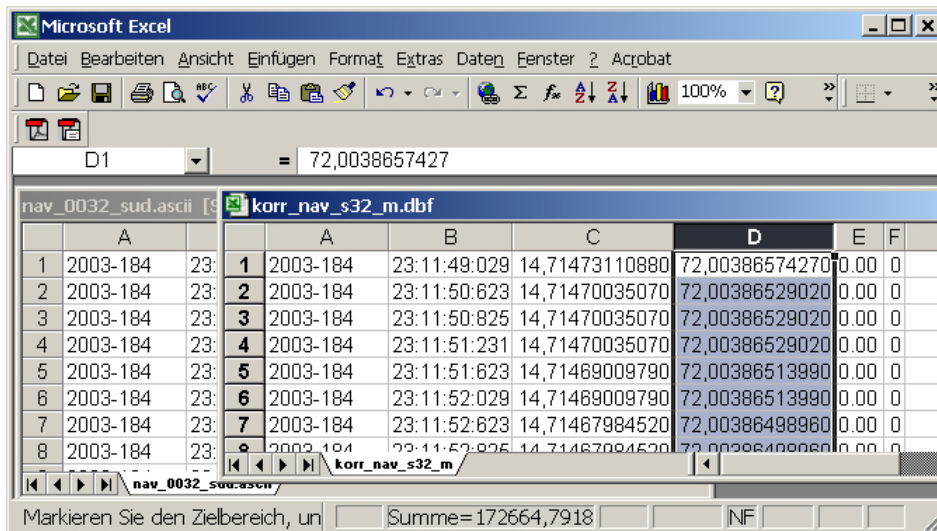


The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - korr\_nav\_sud32m.dbf". The menu bar includes "Datei", "Bearbeiten", "Ansicht", "Einfügen", "Format", "Extras", "Daten", "Fenster", "?", and "Acrobat". The toolbar contains various icons for file operations and editing. The active cell is A1, containing the text "OBJECTID". The formula bar shows "= OBJECTID". The spreadsheet grid shows the following data:

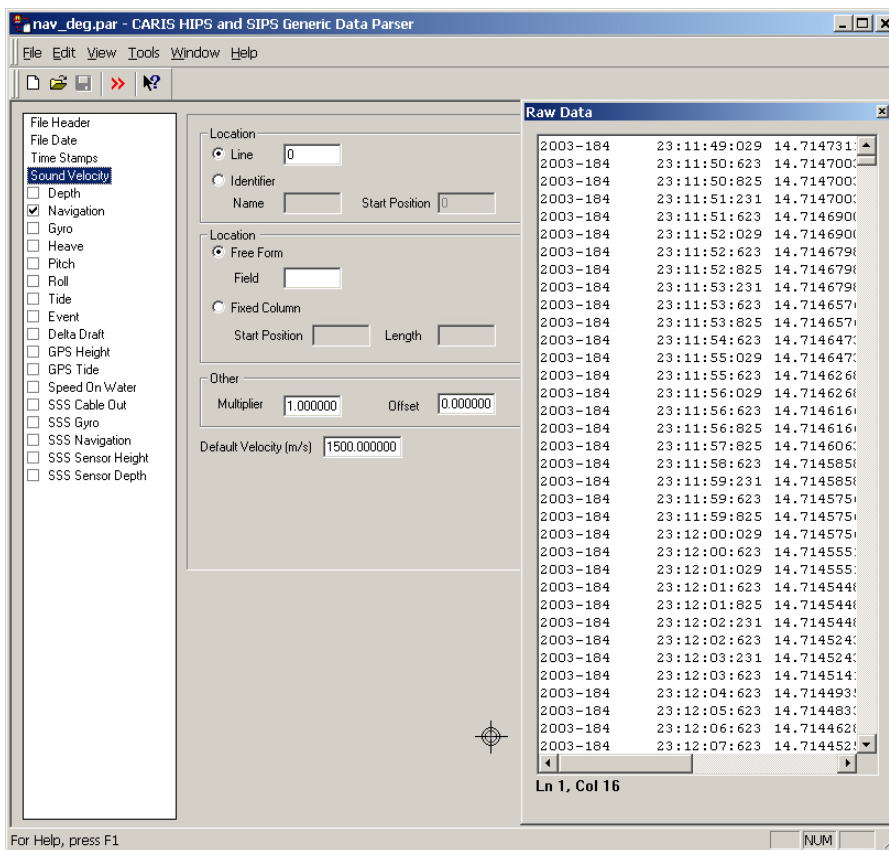
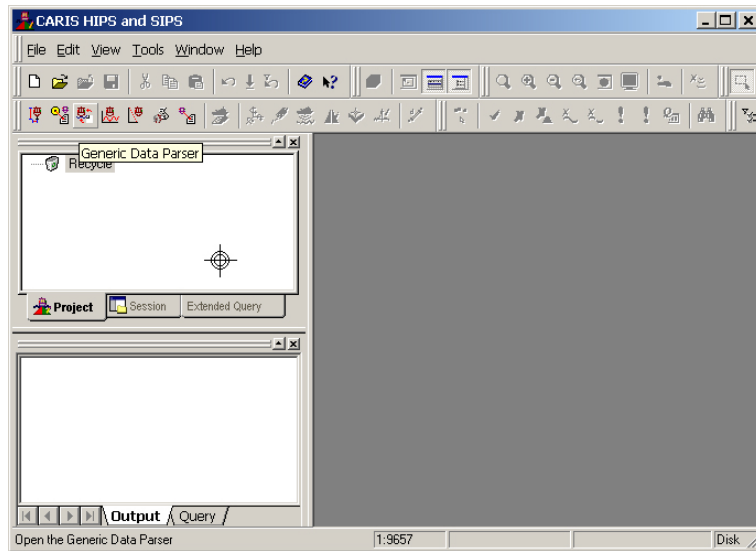
	A	B	C	D	E	F
1	OBJECTID	Id	Length	Shape_Leng	X	Y
2	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71473110880	72,00386574270
3	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71470035070	72,00386529020
4	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71470035070	72,00386529020
5	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71470035070	72,00386529020
6	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71469009790	72,00386513990
7	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71469009790	72,00386513990
8	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71467984520	72,00386498960
9	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71467984520	72,00386498960
10	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71467984520	72,00386498960
11	351	0	1312,77491873000	1337,79332250000	14,71465764270	72,00387392050

The status bar at the bottom shows "Bereit" and "NF".

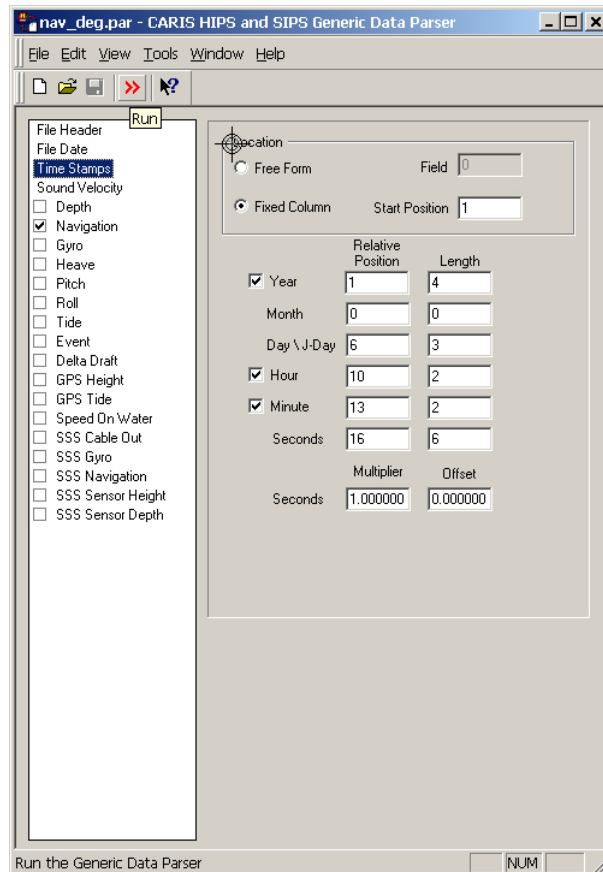
Nun wird die Rohdaten-Text-Tabelle hinzu geladen und Zeit und Datum in die korrigierte Navigationstabelle kopiert. Die Tabelle muss am Ende wie in der Abbildung dargestellt, aussehen. Die dbf-Datei muss nun noch in eine Text-Datei abgespeichert werden. Des weiteren ist zu beachten, dass in den Koordinaten das Komma noch durch einen Punkt ersetzt werden muß. In diesem Beispiel wird dies im Anschluß in einem Editor erledigt.



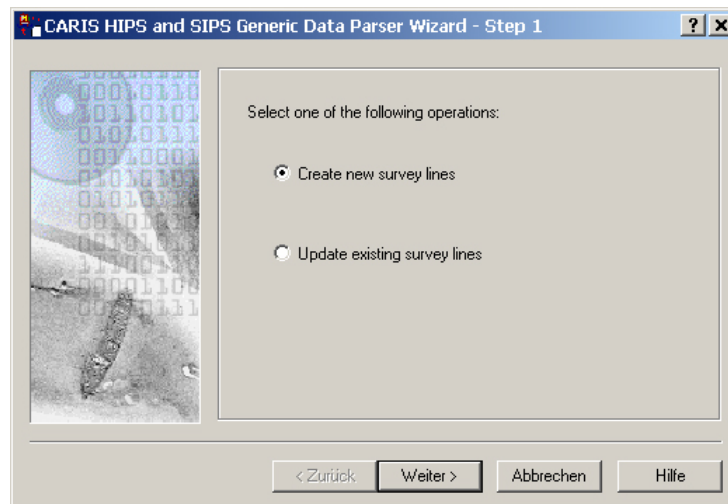
Anschließend wird Caris HIPS und dann der *Generic Data Parser* durch klicken des Buttons oder im Menü unter *File/Import/Generic Data Parser* geöffnet.



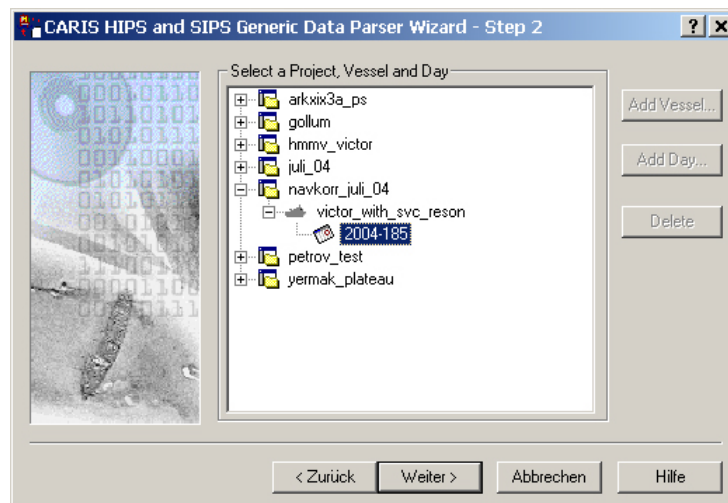
Im dem Fenster *Generic Data Parser* wird als erstes die zu importierende Datei eingelesen und anhand dieser die Zeilenabstände für Datum, Zeit, Koordinaten abgemessen. Wenn die Menümaske ausgefüllt ist und alle erforderlichen Daten eine Position in der Maske erhalten haben wird im Menü Tools/Run geklickt oder per Short Cut (Ctrl+R) betätigt.



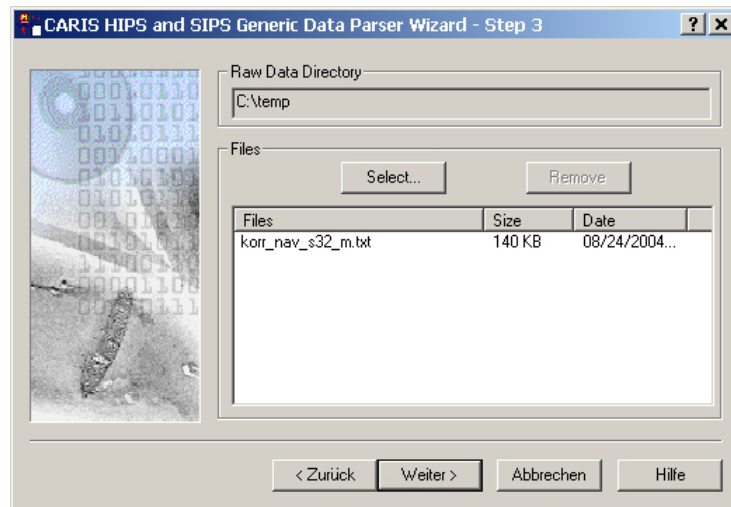
Es öffnet sich ein neues Fenster in dem ausgewählt werden kann, ob die Datei (in diesem Beispiel die Navigationskorrektur) direkt an ein vorhandenes Profil angebracht, oder ob die Daten in eine neue Datei importiert werden sollen. Bei einer Navigationskorrektur ist es sinnvoll, die Datei direkt an das dazugehörige Profil anzubringen. Zu Kontrollzwecken ist es zu empfehlen, eine der ersten Dateien in eine extra Datei schreiben zu lassen und sich dann das Rohprofil und das korrigierte Profil anzeigen zu lassen, um zu schauen, ob die richtigen Koordinaten und die Projektion exportiert wurde.



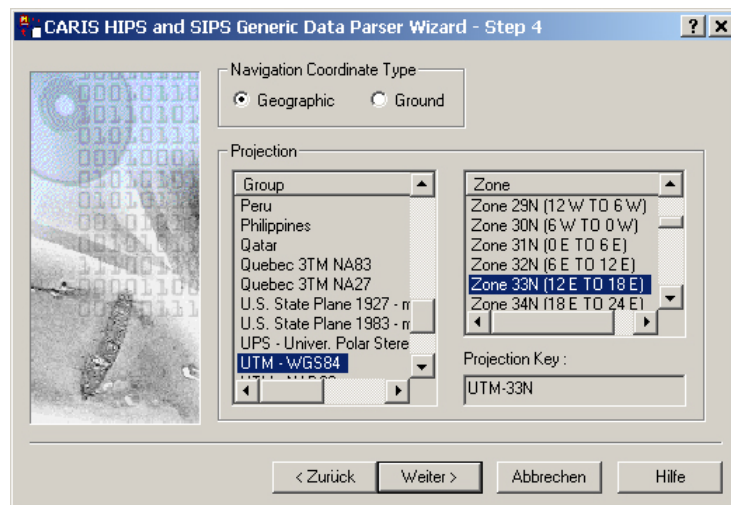
Im zweiten Schritt wird das Projekt, das Schiff und der Tag ausgewählt.



Im dritten Schritt wird die zu importierende Datei ausgewählt.

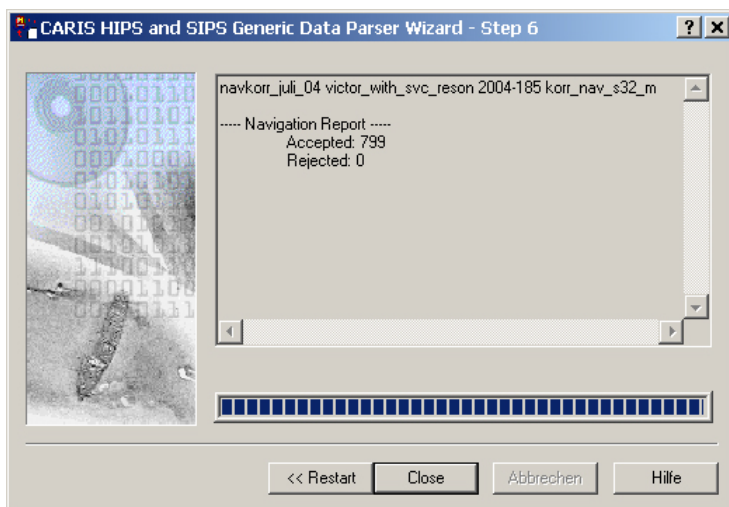


Im vierten Schritt wird das Navigationssystem ausgewählt. In diesem Beispiel wurde das geographische Navigationssystem ausgewählt, da die Rohdaten ebenfalls in diesem System vorhanden sind.



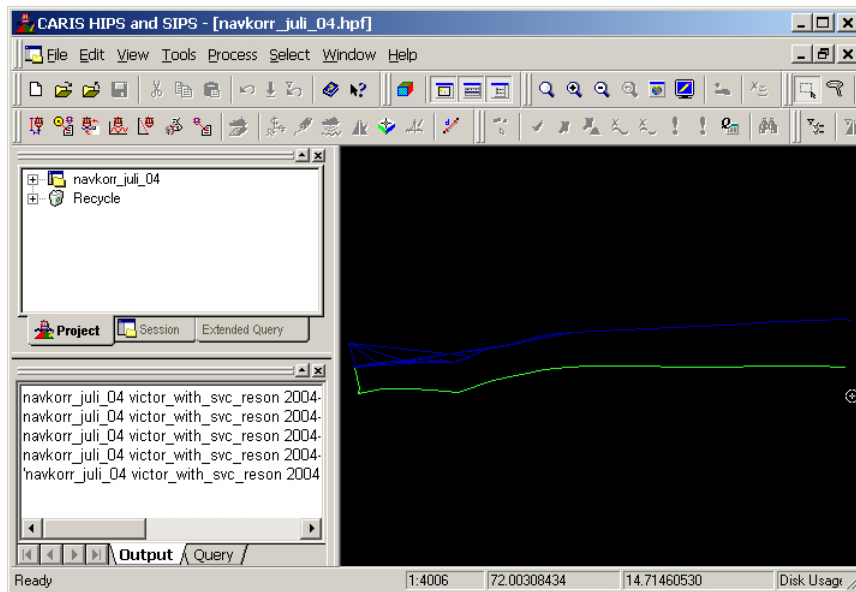
---

Im fünften Schritt wird das Gebiet und die Tiefe ausgewählt, in dem sich die Daten befinden.

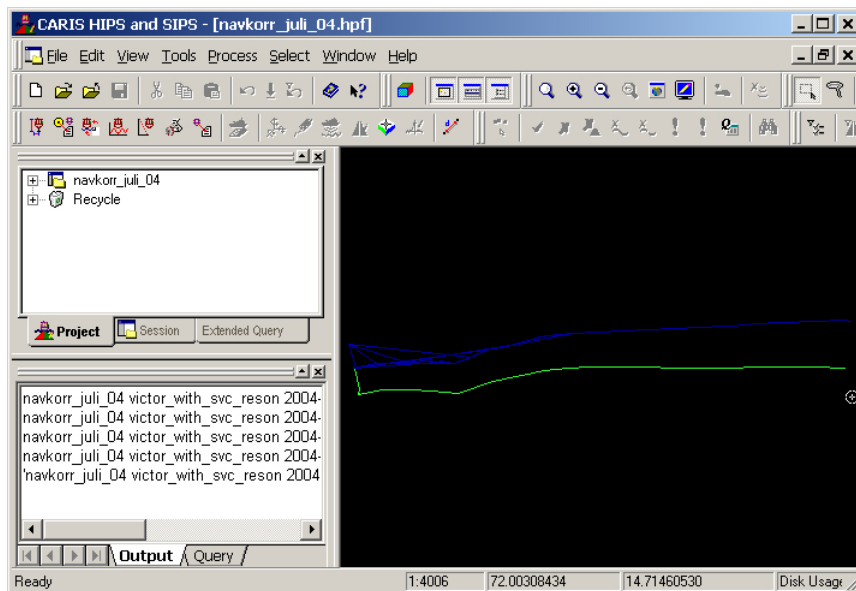




Im letzten Schritt wird nur noch *Convert* geklickt um das Programm zu starten.

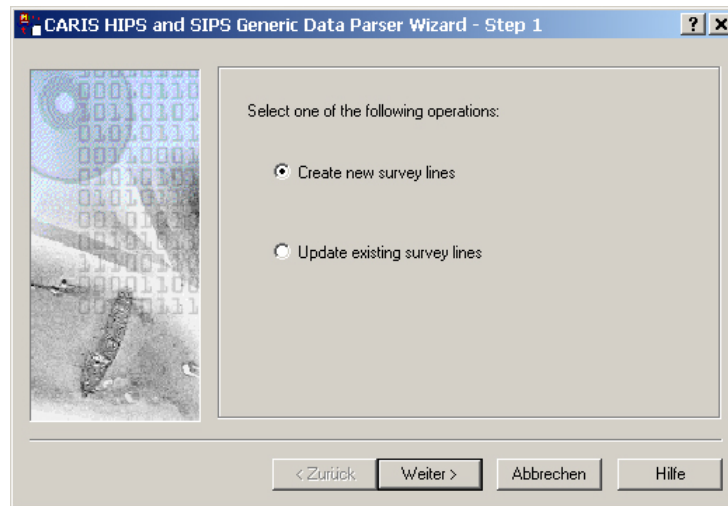


Danach wird das Fenster wieder geschlossen und HIPS mit dem Projekt, welches bearbeitet wird, geöffnet. In der Bildschirmdarstellung findet man mindestens zwei Objekte. In diesem Beispiel ist die blaue Linie die korrigierte Navigation und die grüne die Rohnavigation.



---

Wurde bei Schritt eins *Update existing survey lines* gewählt, wurde die korrigierte Navigation an die Rohdaten angebracht und damit korrigiert.



# O. Teilkarte des Håkon Mosby Mud Vulcano

## P. Inhalt der beigefügten CD-ROM

- rike.pdf (Dipl.-PDF)
- hmmv\_05m.jpg (Karte aus dem Anhang)
- 0006-Dive3routenord.filt.xtf
- 0007-Dive3routenord.filt.xtf
- Anmerkung\_zu\_den\_xtf\_dateien.txt
- LaTeX Files:
  - dipl\_rike.tcp (TeXnicCenter Projekt Datei)
  - rike.tex (Steuerdatei)
  - Titel\_rike.tex
  - Eid.tex
  - Aufgabenstellung.tex
  - Kurzfassung.tex
  - Untersuchungsgebiet.tex
  - messsysteme.tex
  - messdaten\_datенfluss.tex
  - DGM.tex
  - Navigation.tex
  - Ergebnisse.tex
  - bibliothek.bib
  - Danksagung.tex
  - anhnag (Ordner mit LaTeX-Dateien)
  - abbildungen (Ordner mit allen Abbildungen)