



UNIVERSITÄT BAYREUTH

Abt. Mikrometeorologie

**Dokumentation der Software zur Bearbeitung der
FINTUREX Daten**

von
Harald Sodemann

Arbeitsergebnisse

Nr. 17

Bayreuth, Oktober 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Zusammenwirken der Programme	5
2	Beschreibung der Programme	7
2.1	ConCat.....	7
2.2	Compdat	9
2.3	Z2001.....	11
2.4	Profex	16
2.5	Final.....	20
2.6	Anhang	28
	Delphi erhalten und verwenden.....	28
	GNU77 erhalten und verwenden.....	28
	Inhalt der CD-ROM.....	29
2.7	Literaturverzeichnis.....	30

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Interaktion der einzelnen Programme, sowie Fluss der FINTUREX 1994-Daten.....	5
Abb. 2: Programmfenster von ConCat.....	7
Abb. 3: Berichtfenster von ConCat.....	9
Abb. 4: Ausgabe nach Start des Programms Compdat.....	10
Abb. 5: Beispiel für die Eingabe der Parameter.....	11
Abb. 6: Ausgabe des Programms Z2001 nach dem Start.....	15
Abb. 7: Eingabe der Parameter des Programms Z2001.....	15
Abb. 8: Programmfenster von Profex.....	19
Abb. 9: Histogramm- und Dateifenster.....	22
Abb. 10: Filterdefinitionsfenster von Final.....	23
Abb. 11: Ausgabesteuerungsfenster.....	24
Abb. 12: Darstellungsfenster.....	25
Abb. 13: Datenfenster.....	26
Abb. 14: Fenster für Einstellungen der Parameterisierung nach Zilitinkevich <i>et al.</i> (2002) ..	27
Abb. 15: Daten der Parameterisierung mit den in Abb. 14 eingestellten Werten.....	27

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Codierung des Namens der Ausgabedateien „outputXX_YY_ZZ.txt“.....	14
Tab. 2: Bedeutung der Parameterbenennungen im Parameterisierungsfenster (Abb. 14).	26
Tab. 3: Inhalt der CD-ROM mit Beschreibung der wichtigsten Dateien.....	29

1 Einleitung

Dieser Bericht dokumentiert in Ergänzung einer Diplomarbeit der Abteilung Mikrometeorologie der Universität Bayreuth (Sodemann 2002) eine Reihe von Softwarewerkzeugen, die zur Bearbeitung des FINTUREX 1994-Datensatzes (Handorf *et al.*, 1999) erstellt wurden. Die Aufgabe der einzelnen Programme reicht von Hilfsaufgaben wie dem Zusammenfügen von Dateien, über die Durchführung umfangreicher Parameterberechnungen, bis hin zu komplexer Visualisierung und Selektion von großen Datensätzen. Insgesamt werden fünf Programme im Detail beschrieben.

Diese Dokumentation soll ermöglichen, dass die Programme auch in Zukunft als Werkzeuge für andere Datensätze genutzt werden können. Einige Programme wurden bewusst so erstellt, dass sie generell nutzbar sind, also nicht explizit auf die FINTUREX 1994-Daten zugeschnitten sind. Dazu wird in den folgenden Abschnitten zunächst verdeutlicht, wie die einzelnen Programme bei der Datenbearbeitung ineinander greifen, und welche Daten zwischen den Programmen fließen. Im zweiten Kapitel wird dann jedes Programm im Detail hinsichtlich Aufgabe und Bedienung erläutert.

1.1 Zusammenwirken der Programme

Die im Zuge der Diplomarbeit von Sodemann (2002) erstellten Softwarewerkzeuge sind durch den Fluss der FINTUREX 1994-Daten zueinander in Beziehung gesetzt (Abb. 1). Am Anfang stehen dabei die Daten (gerundete Kästen), die durch einzelne Programme transformiert und weitergereicht werden (eckige Kästen). Während der FINTUREX 1994 Messkampagne wurden umfangreiche Datenmengen gesammelt. Hiervon werden nur langsame Profilmessungen von Windgeschwindigkeit und Temperatur, gemittelte Energieflüsse aus Eddy-Kovarianzmessungen, Radiosondenaufstiege und Oberflächentemperaturmessungen verwendet.

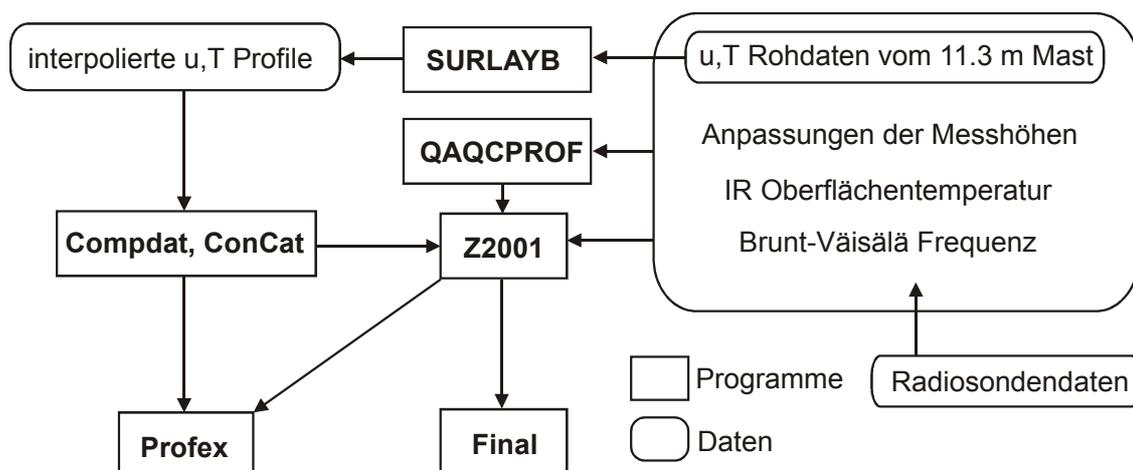


Abb. 1: Interaktion der einzelnen Programme, sowie Fluss der FINTUREX 1994-Daten. Die Programme SURLAYB und QAQCPROF sind in Foken *et al.* (1994) beschrieben.

Die Rohdaten der Profilmastmessungen werden zunächst mittels `SURLAYB` in interpolierte Wind- und Temperaturprofile überführt. `QAQCPRUF` führt Qualitätsanalysen durch, und berechnet Energieflüsse aus Profilmessungen. Die Fortran-Programme `SURLAYB` und `QAQCPRUF` werden hier nicht genauer beschrieben, da deren Quellcode ohne wesentliche Modifikationen aus der Arbeit von Handorf (1996) übernommen wurde. Die Programme sind in Foken *et al.* (1994) dokumentiert.

Die in Tagesdateien unterteilten interpolierten Profile werden mit `ConCat` zu Gesamtdateien zusammengefügt, sowie mit `Compdat` auf fehlende Tage und Messungen überprüft und entsprechend ergänzt. Das Programm `z2001` verarbeitet diese so erzeugten kontinuierlichen Dateien unter Einbeziehung weiterer Rohdaten (z.B. der IR Oberflächentemperatur) zu Energieflüssen und einer Reihe weiterer Parameter weiter, dabei entsteht die Gesamtzusammenstellung aller Daten und Parameter.

Am unteren Ende der Datenkette sitzen die Visualisierungs- und Selektionswerkzeuge `Profex` und `Final`. Das Programm `Profex` ermöglicht im wesentlichen das einfache Blättern durch die interpolierten Wind-, Temperatur- und Stabilitätsprofile der gesamten Messperiode. `Final` ist das umfangreichste Werkzeug in der Softwaresuite. Dieses Programm ermöglicht die Darstellung aller Messreihen als Korrelationsgrafiken (x-y-Plots), sowie die Auswahl und Klassifizierung nach frei definierbaren Werten. Weiterhin lässt sich die Parameterisierungskurve nach Zilitinkevich *et al.* (2002) einblenden, Datenreihen als Histogramme darstellen, etc.

Die letzten beiden Programme (`Profex` und `Final`) sowie `ConCat` sind am ehesten für eine Weiterverwendung mit anderen Experimentaldaten geeignet. Die nachfolgende Dokumentation soll diese Art von Weiterverwendung ohne große Umstände möglich machen, sowie die Bedienung und Funktion der gesamten Programmsuite darstellen.

2 Beschreibung der Programme

Dieses Kapitel beschreibt die fünf Programme der Softwaresuite im Detail. Dazu werden diese hinsichtlich ihrer Aufgabe, den Ein- und Ausgabedateien, der Bedienung, sowie den Quellcodedateien auf der beigelegten CD-ROM dargestellt.

2.1 ConCat

ConCat ist ein einfach zu bedienendes Hilfsprogramm, mit dem beliebig viele einzelne ASCII-Dateien zu einer gemeinsamen zusammengefügt werden können. Dies ist beispielsweise hilfreich, wenn tägliche oder stündliche Loggerdateien zu monats- oder jahresweisen Dateien zusammengefügt werden sollen. Für die FINTUREX 1994-Daten wurde das Programm verwendet, um die in Tage unterteilten Loggerdateien der langsamen Messdatenerfassung des Profilmastes zu Komplettdateien zusammenzuführen. Der Name ConCat ist eine Abkürzung des englischen Wortes für Verkettung, *concatenation*.

Der wichtigste Vorteil des Programms, neben der sehr einfachen Bedienung, ist die Möglichkeit, die Reihenfolge der zu verbindenden Dateien vor der Zusammenfügung in einer Liste überprüfen zu können. Ein Berichtfenster erlaubt zudem, einen Überblick über die jeweils aufeinanderfolgenden ersten und letzten Zeilen der zusammengeführten Dateien zu bekommen.

Ein-/Ausgabedateien:

ConCat schreibt und liest Textdateien im ASCII Format. Die DOS-üblichen Zeilenendezeichen LF¹ (ASCII #10) und RT² (ASCII #13) werden als Zeilenwechsel interpretiert.

Bedienungsanleitung:

ConCat besteht aus einem Bedienfenster, das verschiedene Steuerelemente enthält (Abb. 2), sowie einem Berichtfenster, in dem das Ergebnis der Dateizusammenfügung angezeigt wird (Abb. 3). Das Bedienfenster kann ebenso wie das Berichtfenster frei in der Größe skaliert werden.



Abb. 2: Programmfenster von ConCat.

¹ Linefeed

² Return

Um eine Reihe von Dateien zu einer zusammenzufügen, muss man folgende vier Schritte durchführen:

1. Zieldateinamen festlegen.

Der Name der Zielfeldname kann entweder direkt in das Formularfeld `output file` eingegeben werden, oder in einem Dateidialog ausgewählt werden, den man durch den Knopf  öffnet. Nach dem Schließen des Dateidialogs erscheint der gewählte Dateiname im Formularfeld `output file`.

2. Eingangsdateien auswählen.

Die Liste `input files` zeigt die zusammenzuführenden Dateien in der Reihenfolge, in der sie in die Zielfeldname geschrieben werden. Neue Dateien werden durch den Knopf  hinzugefügt. Nach Drücken des Knopfes erscheint ein Dateidialog, in dem auch mehrere Dateien gleichzeitig ausgewählt werden können. Wenn die STRG-Taste während der Auswahl im Dateifenster gehalten wird, kann eine beliebige Anzahl von Dateien in der angeklickten Reihenfolge in die `input files`-Liste übernommen werden.

Mit dem Knopf  können ausgewählte Dateien aus der `input files`-Liste gelöscht werden. Dateien in der Liste werden durch Anklicken ausgewählt.

3. Reihenfolge der Eingangsdateien festlegen.

Die Reihenfolge der in der Liste gezeigten Dateien kann mit den beiden Knöpfen   verändert werden. Durch Anklicken in der Liste ausgewählte Dateien können so um eine Position nach oben oder unten verschoben werden.

4. Zusammenfügung durchführen.

Durch Drücken der Start-Leiste unter der Dateiliste wird die Zusammenfügung durchgeführt. Danach öffnet sich das Berichtfenster (Abb. 3) und zeigt das Ergebnis der Zusammenstellung an. Neben der Zeit und dem Datum der Aktion wird die Anzahl der zusammengeführten Dateien und der Name der Zielfeldname angezeigt. Darauf folgt für jede Datei der Anfang der ersten Zeile, das Erstellungsdatum der Datei, der Dateiname, sowie die Anzahl der Zeilen und dem Beginn der letzten Zeile.

Somit kann schnell kontrolliert werden, ob beispielsweise unerwünschte Leerzeilen zwischen den Dateien vorhanden sind, oder ob die erstellte Reihenfolge tatsächlich der erwünschten entspricht. Bei der Durchführung mehrerer Aktionen in Folge werden die weiteren Berichte an die bereits im Berichtfenster vorhandenen angehängt. Das Berichtfenster kann mittels des Report-Knopfes  geöffnet und geschlossen werden.

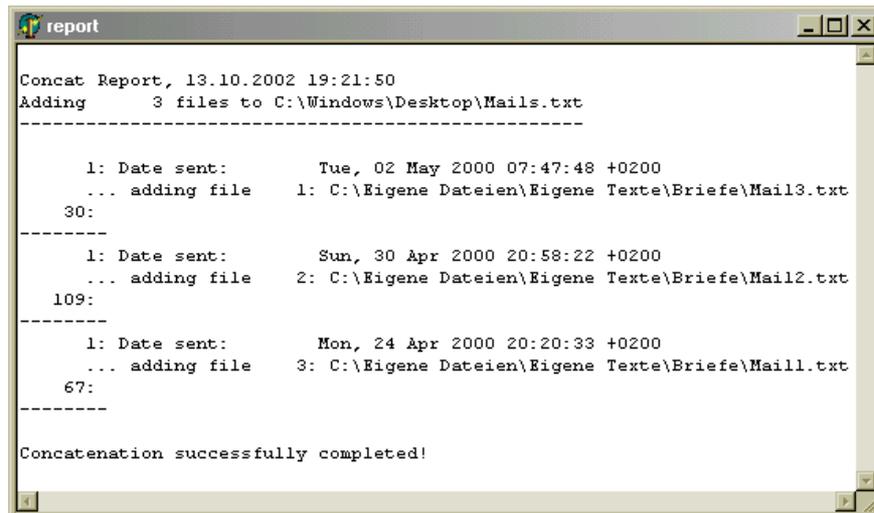


Abb. 3: Berichtfenster von ConCat.

Programmumsetzung:

ConCat wurde in Delphi 6.0 programmiert. Der Code ist frei veränder- und verbreitbar. Die Dateien MainUnit.pas und MainUnit.dfm enthalten den Quelltext des Bedienfensters, die Dateien ReportForm.pas und ReportForm.dfm enthalten dementsprechend den Quelltext des Berichtfensters.

2.2 Compdats

Compdats dient dazu, Lücken in Dateien und fehlende Werte mit *missing data codes* (999.99) zu füllen, so dass eine durchgehende Zeitreihe entsteht. Der Name Compdats setzt sich aus dem englischen *complete data* zusammen. Compdats wurde erstellt, um Lücken in den Dateien der langsamen Datenerfassung am Profilmast zu füllen, und eine kontinuierliche Zeitreihe mit 10-Minuten-Intervall zu erhalten. Das Programm ist speziell auf die Daten der FINTUREX 1994 Messkampagne zugeschnitten, dementsprechend wird in den Eingabedateien immer das Jahr 1994 erwartet, und nur Datenlücken der Monate Januar und Februar dieses Jahres korrekt erkannt und gehandhabt.

Ein-/Ausgabedateien:

Compdats liest eine Eingabedatei, welche die lückenhafte Zeitreihe enthält, und schreibt zwei Ausgabedateien; eine enthält die komplettierte Zeitreihe, die zweite einen Bericht über die vorgefundenen und gefüllten Datenlücken. Die Formate der drei Dateien sind wie folgt:

1. Eingabedatei:

Format: 94 MO DD HH MM SS [DATA] 1...N
--

2. Ausgabedatei:

Format: 94 MO DD HH MM SS [DATA] 1...N
--

3. Berichtsdatei:

```
Format: MODDHHMM. MODDHHMM.writing missing date
```

Hierbei bedeuten MO = Monat, DD = Tag, HH = Stunde, MM = Minute, SS = Sekunde, DATA = beliebige Zahl. Jede Zeile entspricht einem Messzeitpunkt. In Klammern eingeschlossene Variablen werden um die dahinter angegebene Anzahl wiederholt. Die Anzahl der zu lesenden Daten pro Zeile N muss beim Programmstart eingegeben werden (siehe unten). Die Berichtsdatei enthält für jede gefundene Datenlücke das nächste zu erreichende Datum, dann das gerade geschriebene, sowie den Text '*writing missing date*'.

Bedienungsanleitung:

Compdat ist kein Windows-Programm, d. h. es kann nur von einem Befehlszeileninterpreter, beispielsweise der MS-DOS Shell aus gestartet werden. Das Programm wird durch Eingabe des Namens Compdat.exe in der Shell gestartet. Daraufhin wird eine Informationsmeldung (Abb. 4) ausgegeben.

Danach werden der Reihe nach die Dateinamen der Eingabedatei (input file), der Ausgabedatei (output file), sowie der Berichtsdatei (error file) abgefragt. Da die Länge der Eingabe auf 20 Zeichen beschränkt ist, sollten sich die Dateien möglichst im gleichen Verzeichnis wie Compdat.exe befinden.

Danach wird das Anfangsdatum der Zeitreihenvervollständigung abgefragt, in der Reihenfolge Monat (MO), Tag (DD), Stunde (HH), Minute (MM). Das Jahr ist auf 94 voreingestellt. Schließlich wird noch die Anzahl der außer dem Datum vorhandenen Datenelemente pro Zeile abgefragt, dies können maximal 200 sein. Abb. 5 zeigt ein Beispiel für die Eingabe der Parameter.

Programmumsetzung:

Compdat wurde in Fortran90 im *free format* mit dem G77 GNU FORTRAN Compiler kompiliert. Die Datei Compdat.f enthält den kommentierten Quellcode, dieser darf frei verändert und verbreitet werden.

```
compdat.exe
-----
Author:  Harald Sodemann
Date:    26.02.2002
Version: 1.0
-----

This program fills data gaps of several
files with missing data code, providing
a continuous time scale with the data
```

Abb. 4: Ausgabe nach Start des Programms Compdat

```
input file is
eingabe.txt
output file is
ausgabe.txt
error file is
fehler.txt
Please enter start date MO DD HH MM
01
15
01
00
enter no. of input data per line (max. 200)
30
```

Abb. 5: Beispiel für die Eingabe der Parameter. Eingaben des Benutzers sind fett markiert.

2.3 Z2001

z2001 führt alle notwendigen Berechnungen durch, um die Impuls- und Wärmeflüsse und eine Vielzahl an Hilfsparametern aus den FINTUREX 1994-Daten zu berechnen. Zudem werden die vorhergesagten Flüsse nach der Parameterisierung von Zilitinkevich *et al.* (2002) berechnet, entweder für die gegebenen Messdaten, oder für einen bestimmten Stabilitätsbereich. Damit kann der Parameterraum der Parameterisierung ausgelotet werden. Das Programm stellt eine Reihe von Wahlmöglichkeiten bei den Eingangsgrößen zur Verfügung: Es können vier Quellen für Oberflächentemperaturen, vier verschiedene Energieflussquellen, und drei verschiedene Messhöhen gewählt werden.

Das Programm z2001 ist speziell auf die Anforderungen und Gegebenheiten der FINTUREX 1994-Daten zugeschnitten, eine Weiterverwendung für andere Experimentaldatensätze ist nur nach einigen Anpassungen im Programmcode (z.B. die Nachführung der Messhöhen am Profilmast) möglich. Einige Unterroutinen könnten allerdings sinnvoll in eigenen Programmen weiterverwendet werden.

Ein-/Ausgabedateien:

Das Programm z2001 ist eng in den Datenfluss (Abb. 1) der Diplomarbeit von Sodemann (2002) eingebunden. Die Eingangsdaten werden aus 10 Dateien gelesen, die Ausgabedaten werden in zwei Dateien geschrieben. Das Format jeder dieser Dateien wird im folgenden kurz beschrieben.

Grundsätzlich sind alle Dateien zeilenweise aufgebaut, d.h. jeder Zeile entspricht ein 10-minütiges Mittelungsintervall. In den ersten sechs Werten am Anfang einer Zeile steht meist das Datum, darauf folgen die eigentlichen Daten. Die Datumssymbole bedeuten YY=Jahr, MO=Monat, DD=Tag, HH=Stunde, MM=Minute, SS=Sekunde. In Klammern eingeschlossene Variablen werden um die dahinter angegebene Anzahl wiederholt. Wie in Fortran üblich sind die einzelnen Werte durch Leerzeichen getrennt; Tabulatorzeichen in den Dateien³ würden zu Fehlermeldungen führen. In Klammern angegebene Gleichungsnummern verweisen auf die Diplomarbeit von Sodemann (2002).

³ wie häufig in Excel-Dateien vorhanden

Eingabedateien:

1. `uproful.txt`: diese Datei enthält die interpolierten Windgeschwindigkeiten vom Profilmast, erstellt vom Programm SURLAYB.F.

Format: YY MO DD HH MM SS [U] 1...96

U: interpolierte Windgeschwindigkeit

2. `ukoeful.txt`: diese Datei enthält die Koeffizienten der Windprofilinterpolation, erstellt vom Programm SURLAYB.F.

Format: YY MO DD HH MM SS [Z [UKOEF] 1...5] 1...6

Z: Messhöhe

UKOEF: AKIMA-Spline-Koeffizient für Windprofil (Gl. 3.1)

3. `usbuful.txt`: diese Datei enthält die interpolierten Schubspannungsgeschwindigkeiten unter Verwendung der universellen Funktionen nach Businger *et al.* (1971) erstellt von den Programmen SURLAYB.F, ConCat und Compdat.

Format: YY MO DD HH MM SS [US] 1...96

US: Schubspannungsgeschwindigkeit u_*

4. `tprofuf.txt`: diese Datei enthält die interpolierten Lufttemperaturmessungen vom Profilmast, erstellt von den Programmen SURLAYB.F, ConCat und Compdat.

Format: YY MO DD HH MM SS [T] 1...96

T: interpolierte Temperatur

5. `tkoeful.txt`: diese Datei enthält die Koeffizienten der Temperaturprofilinterpolation, erstellt von den Programmen SURLAYB.F, ConCat und Compdat.

Format: YY MO DD HH MM SS [Z [TKOEF] 1...5] 1...4

Z: Messhöhe

TKOEF: AKIMA-Spline-Koeffizient für Temperaturprofil (Gl. 3.1)

6. `tsbuful.txt`: diese Datei enthält die interpolierten fühlbaren Wärmeströme unter Verwendung der universellen Funktionen nach Businger *et al.* (1971), erstellt von den Programmen SURLAYB.F, ConCat und Compdat.

Format: YY MO DD HH MM SS [TS] 1...96

TS: Temperaturskala T_*

7. qaqcerr.txt: diese Datei enthält u^* und T^* , berechnet nach dem Nieuwstadt-Marquardt-Verfahren (Handorf, 1996), berechnet mit QAQCPROF.FOR.

Format: YY MO DD HH MM SS US NU TS NT QS NQ [ERRC] 1...18

US: Schubspannungsgeschwindigkeit u^*
 NU: Fehlercode zu US
 TS: Temperaturskala T^*
 NT: Fehlercode zu TS
 QS: Feuchteskala q^* (wird nicht berechnet)
 NQ: Fehlercode zu QS
 ERRC: weitere Fehlercodes

8. radiation.txt: diese Datei enthält die Oberflächentemperaturen, berechnet nach vier verschiedenen Verfahren.

Format: YY MO DD HH MM SS TOR TOC TOE TOF2

TOR: gemessene IR-Oberflächentemperatur
 TOC: aus Gradient-Richardsonzahl berechnete Oberflächentemperatur
 TOE: aus 2m linear extrapolierte Oberflächentemperatur
 TOF2: 3-Schicht-Modell aus 2m Temperatur nach Foken (1979) (Gl. 2.24)

9. ustsflux.txt: diese Datei enthält die gemessenen turbulenten Impuls- und Wärmeflüsse für drei verschiedene Messhöhen.

Format: YY MO DD HH MM SS [US TS] 1...3

US: Schubspannungsgeschwindigkeit u^*
 TS: Temperaturskala T^*

10. BV.txt: diese Datei enthält die Brunt-Väisälä-Frequenz, berechnet aus linearer Interpolation der manuell bestimmten Werte (Sodemann, 2002).

Format: YY MO DD HH MM SS N

N: Brunt-Väisälä Frequenz N_h (Gl. 2.25)

Ausgabedateien:

11. outputXX_YY_ZZ.txt: Diese Datei enthält die berechneten Energieflüsse und weitere Werte. Der Name der Datei codiert die Messhöhe, die Quelle der Energieflussdaten (u^* , T^*) und die verwendete Oberflächentemperatur (Tab. 1).

Format: YY MO DD HH MM SS DA TA QH FD FH TA_m QH_m FD_m
 FH_m Ri Ri1 Ri2 Fi0 Z0 R U T dU dT US TS CDn CHn
 CD CH LU LT HE ZL Z T0 PM PH

DA: Datumscodierung
 TA, TA_m: Impulsfluss τ parametrisiert/gemessen

QH, QH_m	: fühlbarer Wärmestrom parametrisiert/gemessen
FD, FD_m	: Korrekturfunktion Impulsfluss parametrisiert/gemessen (Gl. 2.52)
FH, FH_m	: Korrekturfunktion Wärmefluss parametrisiert/gemessen (Gl. 2.53)
Ri	: Richardson-Zahl (Gl. 2.18)
Ri1, Ri2	: kritische Richardson-Zahl für <i>nocturnal/persistent boundary layers</i> (Gl. 2.43/Gl. 2.46)
Fi0	: externe inverse Froude-Zahl
Z0	: Rauigkeitslänge (Gl. 2.10)
R	: linearer Regressionskoeffizient der Rauigkeitslängenberechnung
U, dU	: Windgeschwindigkeit/Windgradient in Berechnungshöhe
T, dT	: Temperatur/Temperaturgradient in Berechnungshöhe
CD, CH	: Spannungskoeffizient für Impulsfluss/Wärmefluss (Gl. 2.34/Gl. 2.35)
CDn, CHn	: dito bei neutraler Schichtung (Gl. 2.36/Gl. 2.37)
LU, LT	: dimensionslose Rauigkeitslänge für Wind/Temperatur
HE	: Grenzschichthöhe nach Handorf <i>et al.</i> (1999) (Gl. 2.32)
Z	: Berechnungshöhe
ZL	: Stabilitätsparameter (Gl. 2.12)
T0	: IR-Oberflächentemperatur
PM, PH	: universelle Funktion für Impulsfluss/Wärmefluss (Gl. 2.14)

Tab. 1: Codierung des Namens der Ausgabedateien „outputXX_YY_ZZ.txt“

<i>Codierung (Symbol)</i>	<i>Optionen (Erläuterung)</i>
Messhöhe (XX)	2m (1.7m), 4m (4.2m), 12m (11.7m)
Quelle der Energieflüsse (YY)	pr (Profildaten) it (Iterationsverfahren) nm (Nieuwstadt-Marquardt-Verfahren) ed (Eddy-Kovarianz Messungen)
Quelle der Oberflächentemperatur (ZZ)	t0r (IR-Thermometer) t0e (Rückrechnung aus Gradient-Richardsonzahl) t0c (Extrapolation vom 2m Lufttemperatur) t0f (3-Schicht-Modell in 2m nach Foken (1979))

12. `zilit.txt`: Diese Datei enthält die erwarteten Energieflüsse und weitere Parameter der Parameterisierung von Zilitinkevich *et al.* (2002). Der Parameterbereich muss allerdings im Programmcode spezifiziert werden, und das Programm nach jeder Änderung neu kompiliert werden.

Format 1. Zeile: calculating with z0= Z0 zT= ZT kB-1= KB
 Format n. Zeile: RI RI1 RI2 FI0 FD FH

Z0	: Rauigkeitslänge (Gl. 2.10)
ZT	: Rauigkeitstemperatur (Gl. 2.11)
KB	: Unterschicht-Stanton-Zahl (Gl. 2.20)
RI	: Richardson-Zahl
RI1	: kritische Richardson-Zahl für <i>nocturnal boundary layers</i> (Gl. 2.43)
RI2	: kritische Richardson-Zahl für <i>persistent boundary layers</i> (Gl. 2.46)
FI0	: externe inverse Froude-Zahl
FD	: Korrekturfunktion für den Impulsfluss (Gl. 2.52)
FH	: Korrekturfunktion für den Wärmefluss (Gl. 2.53)

Bedienung:

Das Programm Z2001 ist nur von einer MS-DOS Shell aus bedienbar. Alle Eingabedateien müssen im selben Verzeichnis wie die Programmdatei liegen. Beim Start zeigt das Programm einige Informationen an, dann kann zwischen der Berechnung der Energieflussdaten (Menüoption 1) und der Berechnung der Parameterisierung von Zilitinkevich *et al.* (2002) (Menüoption 2) gewählt werden (Abb. 6).

```
Z2001.exe
-----
Author:  Harald Sodemann
Date:    20.04.2002
Version: 1.0.0
-----

This program calculates drag correction
functions from FINTUREX data, using the
formulation of Zilitinkevich et al., 2002.

1: calculate values of the Zilitinkevich et al. (2002) parameterisation
2: calculate fD,fM from measurements
1
  enter z0:
0.001
  enter kB-1:
2
```

Abb. 6: Ausgabe des Programms Z2001 nach dem Start bei Auswahl des Menüpunkts 1. Eingaben des Benutzers sind fett markiert.

Bei Auswahl der ersten Menüoption werden die Rauigkeitslänge z_0 sowie die Unterschicht-Stanton-Zahl κB^{-1} abgefragt. Danach wird direkt die Ausgabedatei `zilit.txt` unter Verwendung der weiteren im Programmcode vorgegebenen Parameterwerten geschrieben, und das Programm beendet.

Bei Auswahl der zweiten Menüoption werden weitere drei Benutzerangaben abgefragt (Abb. 7). Der Reihe nach sind dies die Messhöhe für die Berechnungen, die Quelle der Energieflussdaten, sowie die Quelle der Oberflächentemperaturdaten. Die Menüpunkte sind in Tab. 1 kurz erläutert. Im gegebenen Beispiel würden die berechneten Daten in die Ausgabedatei `output12m_ed_t0r.txt` geschrieben.

Nach Eingabe der letzten Option beginnt die Berechnung der Daten. Für jedes berechnete und in der Ausgabedatei gespeicherte 10-min Messintervall (entspricht jeweils einer Zeile) wird ein Zähler inkrementiert und in der MS-DOS Shell ausgegeben, um den Programmfortschritt anzuzeigen.

```
calculation height (1=1.7m, 2=4.4m, 3=11.7m)
3
us,ts source (1=profile, 2=iteration, 3=nieuwstad-marquardt,
4=eddy mast)
4
surface temperature (1=radiation, 2=extrapolation, 3=construction,
4=3 layer model)
1
```

Abb. 7: Eingabe der Parameter des Programms Z2001 bei Auswahl des zweiten Menüpunkts. Eingaben des Benutzers sind fett markiert.

Programmumsetzung:

Das Programm Z2001 wurde in Fortran90 im *free format* mit dem G77 GNU FORTRAN Compiler kompiliert. Die Datei Z2001.f enthält den kommentierten Quellcode, dieser darf bei Einschluss einer Herkunftskennzeichnung frei verändert und verbreitet werden.

Weiterhin enthält das Programm vier Subroutinen: `zilit()` zur Berechnung der Parameterisierung von Zilitinkevich *et al.* (2002), `linreg()` zur Berechnung einer linearen Regression, `SBLheight()`, zur Parameterisierung der Grenzschichthöhe nach Handorf *et al.* (1999), und `businger()`, zur iterierten Berechnung von u^* und T^* unter Verwendung der universellen Funktionen von Businger *et al.* (1971). Diese letzte Subroutine wurde aus dem Programm SURLAYB.F von Handorf (1996) übernommen. Die Subroutinen sind in Funktion und Aufrufparametern kommentiert, und können ohne weiteres in eigene Programme übernommen werden.

2.4 Profex

Das Programm Profex dient der zweidimensionalen Darstellung der interpolierten Wind-, Temperatur- und Stabilitätsprofile⁴. Damit wird das Problem gelöst, diesen naturgemäß dreidimensionalen Datensatz⁵ auf einem Computer anschaulich und übersichtlich darzustellen.

Neben den eigentlichen interpolierten Profilen werden die Ableitungen, Oberflächenwerte (Rauhigkeitslänge und Oberflächentemperatur), sowie eine Reihe extern berechneter Zusatzgrößen dargestellt. Die Profile der gesamten Messperiode können mit einem Schieberegler direkt angewählt bzw. durchgeblättert werden.

Profex wurde sehr spezifisch auf die FINTUREX 1994-Daten zugeschnitten. Es ist allerdings prinzipiell möglich, das Programm auch für die Darstellung anderer Messdaten zu verwenden. Als Eingangsgrößen für die Profildarstellung werden allerdings immer die AKIMA-Spline Koeffizienten benötigt (Akima, 1970), die vom Programm SURLAYB.F berechnet werden. Weitere Anmerkungen zur Anpassung an andere Datensätze werden im Abschnitt *Programmumsetzung* gemacht.

Ein-/Ausgabedateien:

Das Programm Profex liest vier Eingabedateien, und schreibt bei Bedarf drei Ausgabedateien. Das Format jeder dieser Dateien wird im folgenden kurz beschrieben. Grundsätzlich sind alle Dateien zeilenweise aufgebaut, d.h. jeder Zeile entspricht ein 10-minütiges Mittelungsintervall. In Klammern eingeschlossene Variablen werden um die dahinter angegebene Anzahl wiederholt. Wie in Fortran üblich sind die einzelnen Werte durch Leerzeichen getrennt; Tabulatorzeichen in den Dateien⁶ würden zu Fehlermeldungen führen.

Eingabedateien:

1. `ukoeful.txt`: diese Datei enthält die Koeffizienten der Windprofilinterpolation, erstellt vom Programm SURLAYB.F.

⁴ repräsentiert durch die Gradient-Richardson-Zahl (Gl. 2.17)

⁵ Dimensionen Messgröße, Messhöhe, Zeit

⁶ wie häufig in Excel-Dateien vorhanden

Format: YY MO DD HH MM SS [Z [UKOEF] 1...5] 1...6

Z: Messhöhe
UKOEF: AKIMA-Spline-Koeffizient für Windprofil (Gl. 3.1)

2. `tkoeful.txt`: diese Datei enthält die Koeffizienten der Temperaturprofilinterpolation, erstellt vom Programm SURLAYB.F.

Format: YY MO DD HH MM SS [Z [TKOEF] 1...5] 1...4

Z: Messhöhe
TKOEF: AKIMA-Spline-Koeffizient für Windprofil (Gl. 3.1)

3. `surface.txt`: diese Datei enthält fünf verschiedene Oberflächentemperaturen. Der erste Wert ist ein codiertes Datum, das aber von `Profex` nicht interpretiert wird, sondern nur der Kommentierung der Daten dient.

Format: MDDHH T0R T0C T0E T020 T005

MDDHH: Datumscodierung, M=Monat, DD=Tag, HH=Stunde
T0R: IR-Oberflächentemperatur
T0C: extrapolierte 2m-Lufttemperatur
T0E: aus Bulk-Richardsonzahl berechnete Oberflächentemperatur
T020: 3-Schicht-Modell Oberflächentemperatur aus 2.0m Höhe (Gl. 2.24)
T005: 3-Schicht-Modell Oberflächentemperatur aus 0.5m Höhe (Gl. 2.24)

4. `auxdata.txt`: diese Datei enthält 22 zusätzliche Parameter. Der erste Wert ist ein codiertes Datum, das aber von `Profex` nicht interpretiert wird, sondern nur der Kommentierung der Daten dient. Darauf folgen weitere Daten, die mit den interpolierten Windgeschwindigkeits- und Temperaturprofilen dargestellt werden, sowie die gemessenen Windgeschwindigkeiten und Temperaturen.

Format: MDDHH FD FH Z0 US TS HE ZL P N 1... [T] 1...5 [U] 1...8

MDDHH: Datumscodierung, M=Monat, DD=Tag, HH=Stunde
FD, FH: Korrekturfunktionen für Impuls- und Wärmefluss
Z0: Rauigkeitslänge
US, TS: Schubspannungsgeschwindigkeit und Temperaturskala
HE: Grenzschichthöhe nach Handorf *et al.* (1999)
ZL: Stabilitätsparameter z/L
P: Windrichtung
N: Brunt-Väisälä-Frequenz
T: Lufttemperatur (Messung)
U: Windgeschwindigkeit (Messung)

Ausgabedateien:

Die drei Ausgabedateien werden nur bei Bedarf gespeichert. Sie enthalten zeilenweise die interpolierten Windgeschwindigkeits-, Temperatur- und Stabilitätsprofile. An den frei wählbaren Dateinamen (dargestellt durch <dateiname>) wird je nach Inhalt der jeweiligen Datei eine passende Endung angehängt. Die Anzahl der Werte pro Zeile N hängt dabei vom aktuellen Interpolationsabstand ab (siehe Abschnitt *Bedienung*).

1. <dateiname>_u.txt: enthält die interpolierten Windprofildaten.

Format: MDDHH [U] 1...N

MDDHH: Datumscodierung, M=Monat, DD=Tag, HH=Stunde
U: Windgeschwindigkeit

2. <dateiname>_t.txt: enthält die interpolierten Temperaturprofildaten.

Format: MDDHH [T] 1...N

MDDHH: Datumscodierung, M=Monat, DD=Tag, HH=Stunde
T: Temperatur

3. <dateiname>_ri.txt: enthält die interpolierten Gradient-Richardson-Zahl Profildaten

Format: MDDHH [RI] 1...N

MDDHH: Datumscodierung, M=Monat, DD=Tag, HH=Stunde
RI: Gradient-Richardson-Zahl (Gl. 2.17)

Bedienung:

Das Programmfenster von Profex ist grundsätzlich in drei Bereiche gegliedert (Abb. 8). Im Zentrum stehen die drei weiß unterlegten Diagramme mit den Profildarstellungen für Windgeschwindigkeit, Temperatur, und Gradient-Richardson-Zahl (von links nach rechts). Links daneben ist eine Tabelle mit zusätzlichen Daten für den momentan gewählten Messabschnitt dargestellt. Im unteren Bereich des Fensters finden sich eine Reihe von Optionsschaltern, weitere Datendarstellungen, und der Schieberegler zur Auswahl der aktuell dargestellten Profile. Das Programmfenster kann beliebig vergrößert werden, um eine übersichtlichere Darstellung der Profile zu erhalten. Im folgenden sind die Nummerierungen der Bedienelemente in Abb. 8 als in Klammern eingeschlossene Zahlen dargestellt.

Die drei weiß unterlegten Diagramme zeigen als starke Linie die Profile von Windgeschwindigkeit (2) und Temperatur (4), als dünne Linie die zugehörigen ersten Ableitungen (1) und (3). Die Abszisse wird automatisch so skaliert, dass das jeweilige Profil vollständig zu sehen ist. Die Windgeschwindigkeit wird auf 1 ms^{-1} gerundet, die Temperatur auf $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Gradient-Richardsonzahl (5) wird in einem Bereich ± 0.5 dargestellt. Neben den interpolierten Profilen werden die tatsächlichen Messdaten als Kreise in den Diagrammen dargestellt (8).

Unter den Diagrammen werden weitere Werte angezeigt. Dazu gehören die Rauigkeitslänge z_0 (13) unter dem Windprofil und die Oberflächentemperatur T_0 (15) unter dem Temperaturprofil. Eine gestrichelte Linie im Temperaturdiagramm verbindet die unterste Temperaturmesshöhe mit der Oberflächentemperatur. Welche Oberflächentemperatur dargestellt werden soll, kann in der Auswahlliste (16) ausgewählt werden; verfügbar sind die in Tab. 1 aufgeführten Optionen. Unter dem Profil der Gradient-Richardsonzahl schließlich sind die Bulk-Richardsonzahlen für die Messintervalle 2.5m-0.5m and 4.5m-0.5m (17) dargestellt.

Mit dem Schieberegler (12) im unteren Teil des Fensters kann der dargestellte Zeitpunkt ausgewählt werden. Wenn der Schieberegler einmal mit der Maus angeklickt wurde, kann auch mit den Cursortasten (\leftarrow, \rightarrow) durch die Profile geblättert werden. Die Datumsanzeige (11) zeigt den aktuellen Zeitpunkt im Format Jahr Monat Tag Stunde Minute an.

Drei Optionen erlauben die Anpassung der Diagrammdarstellung. Mit der Checkbox (9) kann die Darstellung der Messpunkte (8) im Diagramm ausgeschaltet werden. Diese Option wurde aufgenommen, da die Darstellung der Messpunkte sehr spezifisch auf die FINTUREX 1994-Daten zugeschnitten ist, und so die Verwendung mit anderen Datensätzen erleichtert wird. Das Interpolationsintervall kann mit dem Eingabefeld (10) gewählt werden. Diese Einstellung wirkt sich auch auf die gespeicherten Profile aus (siehe unten). Schließlich kann der obere Wert der Ordinate mit dem Eingabefeld (14) ausgewählt werden.

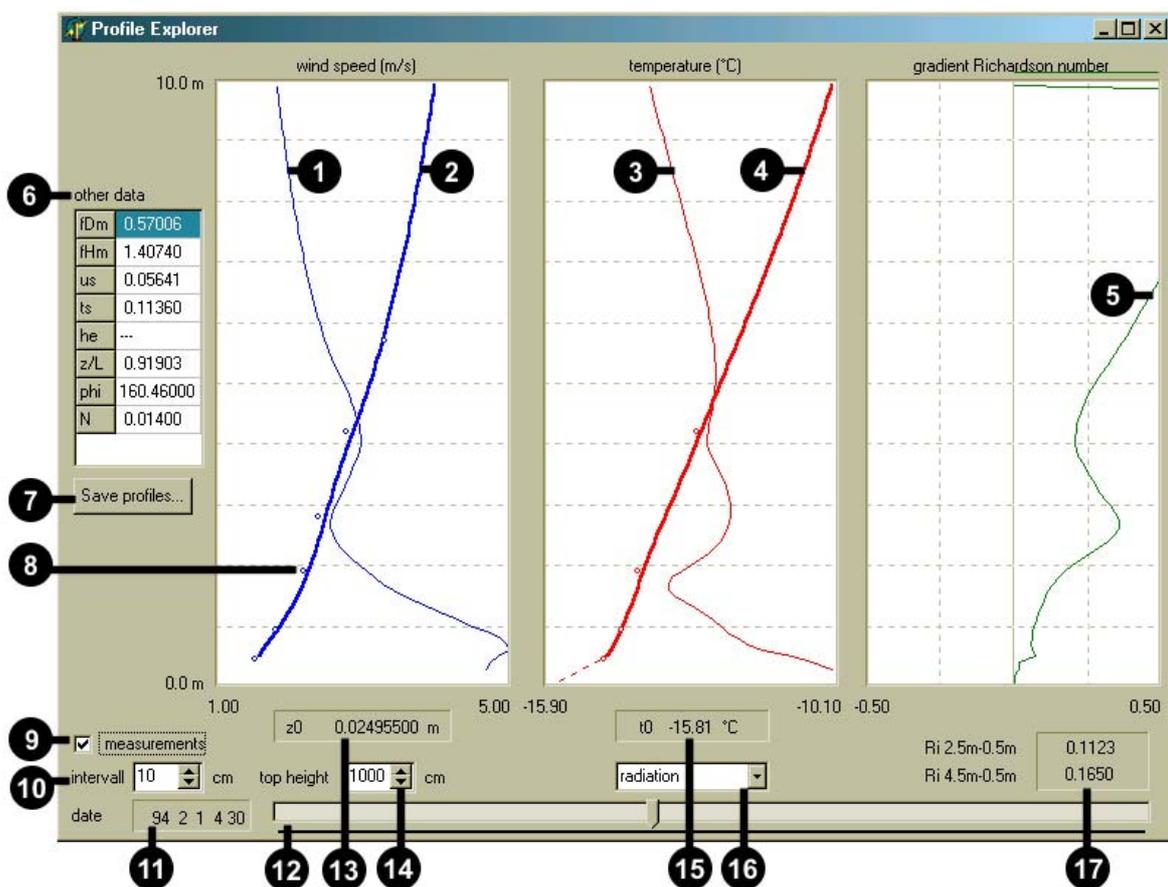


Abb. 8: Programmfenster von Profex. Beschreibung der nummerierten Bedienelemente im Text.

Die Tabelle (6) enthält weitere Daten, welche die Interpretation der dargestellten Profile unterstützen sollen. Sind für einen bestimmten Messzeitpunkt keine Daten vorhanden, wird stattdessen "---" angezeigt. Nach Anklicken des Schalters (7) öffnet sich ein Dateidialogfenster, in dem der Hauptdateiname der drei zu speichernden Dateien eingegeben werden kann. Sobald das Dialogfenster bestätigt wird, wird die gesamte Messreihe dreimal durchlaufen, und dabei die Profile unter Berücksichtigung des bei (10) gewählten Interpolationsintervalls in die oben angegebenen Dateien gespeichert.

Programmumsetzung:

Das Programm `Profex` wurde in Delphi 6.0 erstellt. Der Code darf frei verändert und weiterverbreitet werden, jedoch muss in neuen Programmen stets ein Verweis auf den Ursprungsautor des Programms gegeben werden. Die Dateien `Prof.pas` und `Prof.dfm` enthalten den kommentierten Quelltext des Bedienfensters.

Um das Programm zur Darstellung anderer Messdaten einzusetzen, müssen prinzipiell nur die Eingabedateien `ukoeful.txt` und `tkoeful.txt` erzeugt werden. Die anderen Eingangsdateien können optional ebenfalls angepasst werden, sind aber zur Darstellung der eigentlichen Profile nicht erforderlich. Die beiden Koeffizientendateien können am Besten mit dem Programm `SURLAYB.F` in einer geeigneten Anpassung erzeugt werden, oder mit einer eigenen Implementierung des AKIMA-Spline Interpolationsalgorithmus (Akima 1970).

2.5 Final

Das Programm `Final` ist der komplexeste Teil der Programmsuite. Bis zu sieben Dialogfenster stehen dem Benutzer zur Verfügung, um Teile eines Datensatzes nach bestimmten Kriterien auszuwählen, zu klassifizieren und darzustellen. Die Darstellung kann dabei sowohl als Auftragung gegen eine Zeitachse oder als x-y-Plot in linearer oder logarithmischer Achsenskalierung⁷ erfolgen. Die ausgewählten Daten können direkt eingesehen und zur Weiterverarbeitung z.B. nach Excel kopiert werden.

`Final` wurde aus der Idee geboren, Zusammenhänge in multidimensionalen Zeitreihen zu identifizieren. Solche Zeitreihen⁸ entstehen beispielsweise während eines Feldexperiments, bei dem eine Vielzahl unterschiedlicher Variablen erfasst wird. Die Filterung und Klassifikation der Einzelzeitreihen nach frei definierbaren Kriterien hat die Reduktion der Komplexität auf das gewünschte Maß zum Ziel. Durch einfache Korrelationsplots können dann Zusammenhänge zwischen Variablen in Abhängigkeit der Filterkriterien identifiziert werden.

Das gesamte Programm ist so entworfen, dass es generell für beliebige Datensätze verwendet werden kann. Die Konfiguration erfolgt in der Datei mit den zu analysierenden Daten. Lediglich die eingebaute Darstellungsmöglichkeit der Parameterisierung nach Zilitinkevich *et al.* (2002) weist auf den Ursprung als Werkzeug zur Bearbeitung der FINTUREX 1994-Daten im Rahmen der Diplomarbeit von Sodemann (2002) hin. Das Programm ist aber trotz der großen Funktionsvielfalt keineswegs als ausgereift zu betrachten. Fehler in der Bedienung oder z.B. in den Eingabedateien werden nicht

⁷soweit anwendbar, d.h. nur bei positiven Zahlen

⁸ Statt einer Zeitreihe kann auch ein räumliches Transekt erfasst worden sein.

abgefangen, und die Aufteilung der Bedienelemente ist bei weitem nicht ausgereift. Hier ist noch ein großes Potenzial zur Weiterentwicklung von Final vorhanden.

Ein-/Ausgabedateien:

Final verwendet zwei Typen von Dateien: Zum einen die Datendateien, welche auch die Deklaration der zu lesenden Variablen und weitere Angaben enthalten, zum anderen die Dateien, welche Filter- und Klassifikationskriterien enthalten. Von beiden Dateitypen können beliebig viele existieren, die von Final aus geladen und (teilweise) gespeichert werden können. In Klammern eingeschlossene Variablen werden um die dahinter angegebene Anzahl wiederholt. Das Symbol ¶ bedeutet, dass jede Wiederholung in einer neuen Zeile begonnen wird.

Datendateien

Datendateien haben die Dateierweiterung *.txt voreingestellt.

```
# Final data file
VAR
[CLA LOW UPP NAM] 1...VAR ¶
# start of data
CNT
[[DATA] 1...VAR ] 1...CNT ¶
```

#...: Kommentarzeile
VAR: Anzahl der Variablen in der Datendatei
CLA: Anzahl der Klassen für die Histogrammdarstellung einer Variable
LOW: Untere Grenze der Histogrammdarstellung
UPP: Obere Grenze der Histogrammdarstellung
NAM: Bezeichnung der Variablen (ohne Leerzeichen)
CNT: Anzahl der Messzeitpunkte
DATA: Datum einer Variable zu einem Messzeitpunkt

Dateien mit Filter- und Klassifikationskriterien

Filterdateien haben die Dateierweiterung *.flt voreingestellt

```
# Final filter file
FLT
[ID COL SYM NAM
CRT
[LOW HIG VAR] 1...CNT ¶ ] 1...FLT
```

#...: Kommentarzeile
FLT: Anzahl der definierten Filter
ID: Identifikationsnummer des Filters
COL: Farbindex des Filtersymbols
SYM: Index des Filtersymbols
NAM: Filtername
CRT: Anzahl der Filterkriterien
LOW: Unterer Grenzwert
HIG: Oberer Grenzwert
VAR: Name der Variablen, auf die das Kriterium angewandt wird

Der Aufbau und Inhalt der Daten- und Filterdateien verdeutlicht sich auch durch einen Blick in die auf der CD-ROM beigelegten Beispieldateien.

Bedienung:

Nach dem Start von Final durch einen Doppelklick auf das Programmsymbol erscheinen eine Reihe leerer Fenster. Zunächst muss nun eine Datendatei geladen werden, die dem oben beschriebenen Format entspricht. Dazu dient der Schalter "Load Data..." (4) im Fenster Histogramm (Abb. 9). Nach einem Klick auf (4) erscheint ein Dateiauswahlfenster, in dem z.B. die Datei "alldata_4m_ed_t0r.txt" auf der CD-ROM ausgewählt werden kann. Nach Bestätigung der Dateiauswahl füllen sich die leeren Felder in den Fenstern mit Zahlen und Variablenamen.

Das Histogrammfenster dient dazu, ein Gefühl für die Verteilung der einzelnen Zeitreihen zu bekommen. Zunächst kann aus der Auswahlliste "variable" (3) eine Variable gewählt werden, die als Histogramm dargestellt werden soll. Daraufhin wird in den Feldern "min" und "max" der auftretende Wertebereich der Variable angezeigt. In den Feldern "from" und "to" (2) kann nun der Bereich gewählt werden, in dem die Variable klassifiziert werden soll, die Anzahl der Klassen kann bei "classes" eingestellt werden. Sobald das Feld "classes" verlassen wird, wird die Histogrammdarstellung (1) neu gezeichnet. Der linke Rand dieser Darstellung entspricht dem "from"-Wert, der rechte dementsprechend dem "to"-Wert. Die Vertikalachse wird automatisch so skaliert, dass der Maximalwert dargestellt werden kann. Soll der untere Bereich vergrößert werden, kann dies durch Änderung des Feldes "top" erreicht werden. Falls nun einzelne Klassen über den Maximalwert der Darstellung hinausragen, werden diese wie in Abb. 9 rot umrandet dargestellt.

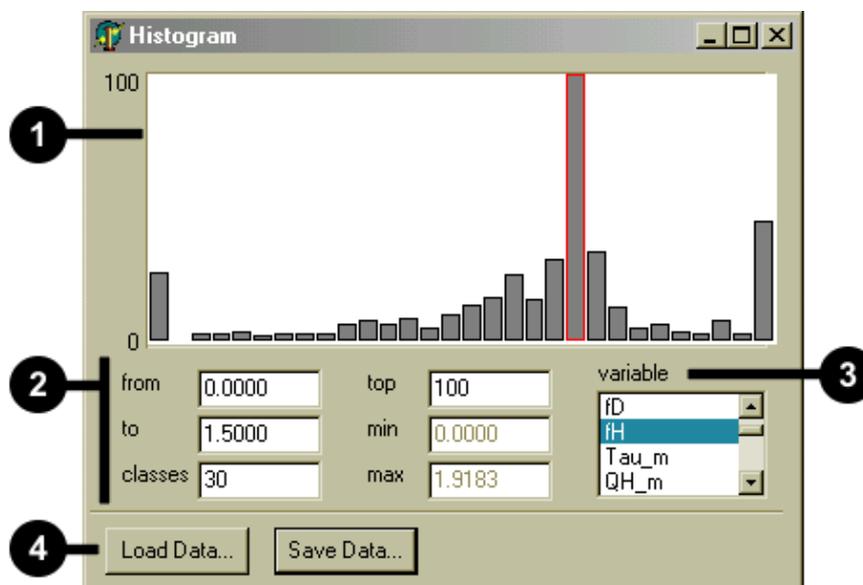


Abb. 9: Histogramm- und Dateifenster.

Die Einstellungen der Felder "from", "to", "classes", und "top" werden für jede Variable getrennt gespeichert, und bleiben somit bei der Auswahl einer anderen Variablen aus der Liste (3) erhalten. Nach einem Klick auf den Schalter "Save Data..." können die gegenwärtigen Histogrammeinstellungen mit den Daten in einer neuen oder bereits vorhandenen Datei abgespeichert werden.

Nachdem eine Datendatei geladen wurde, zeigt auch das Filterdefinitionsfenster (Abb. 10) eine Liste (3) mit verfügbaren Variablen zur Erstellung der Filter- und Klassifikationskriterien an. Zunächst kann eine vorhandene Filterdatei geladen werden. Dazu wählt man nach einem Klick auf den Schalter "Open" (2) im erscheinenden Dateialog beispielsweise die Filterdatei "Finturex.flt" aus. Daraufhin erscheinen in der Liste "Filters" (1) die Namen der deklarierten Filter. Durch Anklicken eines Namens werden in der Liste "Filter Elements" (6) die detaillierten Filterkriterien angezeigt. Zudem zeigen die Auswahllisten "Colour" (5) und "Symbol" (4) das dem Filter zugeordnete Anzeigesymbol.

Anhand der Abb. 10 soll die Funktionsweise der Filter verdeutlicht werden. Die Liste "Filters" (1) zeigt vier Filter, alle sind mit einem Häkchen als aktiv markiert. Die Liste "Filter Elements" (6) zeigt die Details des Filters "windspeed": zwei Kriterien sind definiert, nämlich für die Windgeschwindigkeit "u" und die Bulk-Richardsonzahl "RiB". Wenn dieser Filter auf den Datensatz angewandt wird, werden die "Filter Elements" logisch UND verknüpft, die "Filter" dagegen logisch ODER in der angegebenen Reihenfolge. Wenn nun für einen Messzeitpunkt gilt:

$$8.0000 \geq u \geq 12.0000 \text{ UND } 0.0000 \geq RiB \geq 100.0000$$

so wird dieser der Klasse "windspeed" zugeordnet, und als blauer gefüllter Kreis dargestellt. Entspricht der Datenpunkt nicht diesem Kriterium, werden der Reihe nach alle weiteren Filter überprüft. Kann er keinem Filter zugeordnet werden, so wird der Punkt nicht dargestellt. Also lassen sich mit der Filterdeklaration in diesem Fenster sowohl Daten gezielt klassifizieren, als auch von der Darstellung ausschließen.

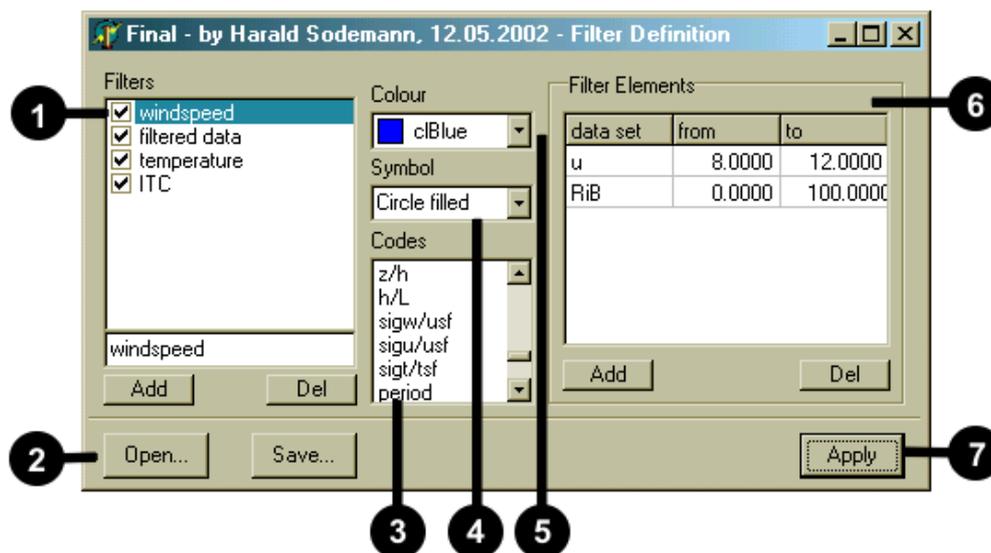


Abb. 10: Filterdefinitionsfenster von Final (Ausgabe siehe Abb. 12).

Um einen neuen Filter hinzuzufügen, gibt man einen Filternamen, z.B. "neu" in das Feld unter der Liste (1) ein, und fügt ihn mit "Add" der Liste hinzu. Als markiert dargestellte Filter werden mit dem Schalter "Del" aus der Liste entfernt. Für den Filter "neu" können nun Farbe und Art des Anzeigesymbols dieser Klasse mit den Auswahlfeldern (4) und (5) ausgewählt werden. Die Liste "Filter Elements" (6) zeigt bereits eine leere Zeile. In die Spalte "data set" kann einer der in der Liste "Codes" (3) aufgeführten Variablennamen

eingetragen werden, dabei wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden. In die Felder "from" und "to" werden die oberen und unteren Auswahlsschranken für diese Variable eingetragen. Weitere Filterelemente lassen sich mit dem Schalter "Add" hinzufügen, "Del" löscht die unterste Zeile aus der Liste.

Ein Filter wird durch Anklicken des Schalters "Save..." (2) gespeichert. In dem erscheinenden Dateidialog kann ein beliebiger Dateiname mit der Dateinamenerweiterung "*.flt" eingetragen werden. Angewandt wird der Filter durch Anklicken des Schalters "Apply" (7). Dabei werden nur die in der Liste "Filters" (1) mit einem Häkchen versehenen Filter berücksichtigt. Falls keine Daten den angegebenen Kriterien entsprechen, wird eine Fehlermeldung angezeigt. Falls keiner der Filter mit einem Häkchen versehen ist, werden alle Daten dargestellt.

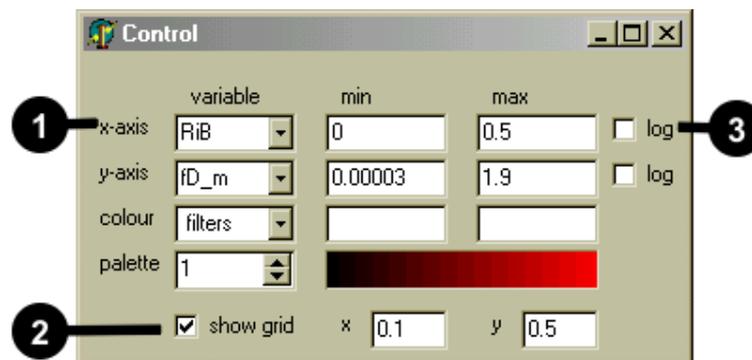


Abb. 11: Ausgabesteuerungsfenster (Ausgabe siehe Abb. 12).

Nachdem die darzustellenden Daten mit dem Filterdefinitionsfenster ausgewählt wurden, kann mit dem Ausgabesteuerungsfenster (Abb. 11) die Darstellung der Daten selbst eingestellt werden. Grundsätzlich kann entweder eine Variable in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt werden, oder zwei Variablen als Korrelationsgrafik gegeneinander aufgetragen werden. Zusätzlich können die Daten nach den Werten einer weiteren Variablen eingefärbt werden. Damit sind prinzipiell dreidimensionale Datendarstellungen möglich.

Um eine Zeitreihe als solche⁹ darzustellen, wird im Auswahlfeld "variable" (1) für die x-Achse "x" ausgewählt, und für die y-Achse die darzustellende Zeitreihe (z.B. "fD_m"). Die Felder "min" und "max" hinter den beiden Achsen werden automatisch auf die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte gesetzt; können aber zur Auswahl des gewünschten Datenausschnitts verändert werden. Die Darstellung selbst (Abb. 12) wird jeweils beim Verlassen eines Eingabefeldes (z.B. nach Drücken von "TAB") aktualisiert.

Wenn im Variablenauswahlfeld für "colour" der Wert "filters" ausgewählt ist, werden die Daten unter Verwendung ihrer klassenspezifischen Symbole dargestellt (siehe Abb. 10, Abb. 11). Die Felder "min" und "max" haben dann keine Bedeutung. Wird stattdessen eine der Variablen ausgewählt, werden die Symbole in der Anzeige entsprechend der darunter angezeigten Palette eingefärbt. Die "min" und "max" Werte entsprechen dem linken bzw. rechten Ende der Palette. Insgesamt stehen acht unterschiedliche Paletten zur Verfügung.

Noch zwei weitere Anzeigeoptionen zur Verfügung. Zum einen können beide Achsen logarithmisch dargestellt werden, wenn die Kästchen hinter den Achseneinstellungen (3)

⁹ also als Variable in Abhängigkeit von der Zeit

mit einem Häkchen versehen werden. Dabei ist zu beachten, dass die min-max-Spanne der Achse in einem Wertebereich größer als Null ist, sonst kommt es zu einer Fehlermeldung. Zum zweiten kann der Datendarstellung ein Gitter unterlegt werden. Durch Anklicken von "show grid" (2) wird die Darstellung aktiviert, die x- und y-Intervalle werden in den Eingabefeldern dahinter spezifiziert. Bei logarithmischen Achsen funktioniert die Gitterdarstellung nicht mehr korrekt. Als eine Weiterentwicklung von Final wäre es wünschenswert, mehrere der in diesem Fenster definierbaren Ansichten in einer Liste verwalten zu können, und im Darstellungsfenster zu überlagern.

Das Darstellungsfenster (Abb. 12) zeigt die beiden Achsen mit den jeweiligen Ober- und Untergrenzen, sowie dem Namen der zugeordneten Variablen. Darüber liegen das Gitter und die Datenpunkte selbst. Bei Bedarf kann auch die Parameterisierung nach Zilitinkevich *et al.* (2002) als durchgezogene Linie in das Diagramm eingetragen werden. Dies macht allerdings nur bei bestimmten Achsenkombinationen Sinn (siehe unten).

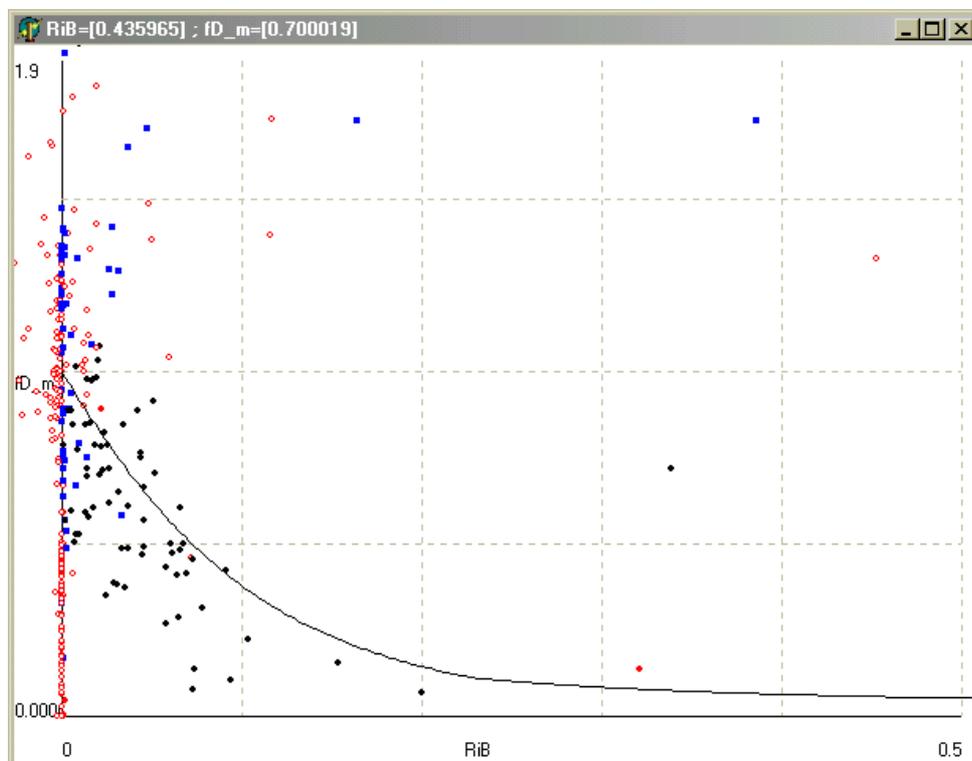


Abb. 12: Darstellungsfenster. Gezeigt ist der x-y-Plot eines klassifizierten Datensatzes mit vier Kategorien (schwarze Kreise, blaue Quadrate, rote Kreise, rote Kringel), zusammen mit der Parameterisierung von Zilitinkevich *et al.* (2002) (durchgezogene Linie).

Das Datenfenster (Abb. 13) zeigt in einer Tabelle diejenigen Daten an, die den Filterkriterien entsprechen, und demnach im Darstellungsfenster gezeigt werden. Die erste Spalte enthält eine laufende Nummer, die der Position des Datenpunktes in der Datendatei entspricht, die weiteren Spalten sind entsprechend der Variablennamen benannt. Teile des Datenfensters können wie in einer Tabellenkalkulation mit der Maus markiert werden. Nach einem Klick mit der rechten Maustaste erscheint ein Popup-Menü, mit dem die markierten Daten in das Clipboard kopiert, und von dort beispielsweise zur Weiterverarbeitung nach Excel eingefügt werden können.

Speziell für die Analyse der FINTUREX 1994-Daten ist das Fenster für die Einstellungen der Parameterisierung nach Zilitinkevich *et al.* (2002) gedacht (Abb. 14). Die zwei linken

Spalten enthalten nahezu alle einstellbaren Parameter, die rechte Spalte zeigt eine Reihe von Zwischengrößen an, die sich aus den gewählten Parametereinstellungen ergeben. Da die hier verwendeten Eingabefelder nur ganzzahlige numerische Werte verarbeiten können, sind bei den Symbolen noch die Faktoren angezeigt, mit denen die Parameterwerte multipliziert sind¹⁰. Die Symbole sind in Tabelle mit Verweis auf die Diplomarbeit von Sodemann (2002) erläutert.

Die Parameterisierung wird gezeichnet, wenn das Kästchen "draw parameterisation" mit einem Häkchen versehen wird. Gleichzeitig wird das Fenster mit den Daten der Parameterisierung geöffnet (Abb. 15). Das Fenster zeigt für eine feste Spanne der Bulk-Richardsonzahl die Werte der Impuls- und Wärmeflusskorrektur f_D und f_H , die sich für die im Parameterisierungsfenster eingestellten Werte ergeben. Ebenso wie im Datenfenster (Abb. 13) können die Zellen markiert und unter Verwendung des Popup-Menüs nach Excel kopiert und dort weiterverarbeitet werden.

x	date	mo	dy	hh	mm
352	1210230.000	1.000000	21.000000	2.000000	30
370	1210530.000	1.000000	21.000000	5.000000	30
373	1210600.000	1.000000	21.000000	6.000000	0.
376	1210630.000	1.000000	21.000000	6.000000	30
409	1211200.000	1.000000	21.000000	12.000000	0.
424	1211430.000	1.000000	21.000000	14.000000	30
460	1212030.000	1.000000	21.000000	20.000000	30
463	1212100.000	1.000000	21.000000	21.000000	0.
469	1212200.000	1.000000	22.000000	22.000000	0.
478	1212330.000	1.000000	21.000000	23.000000	30

Abb. 13: Datenfenster. Das Popup-Menü zum Kopieren der Daten ist gerade geöffnet.

Tab. 2: Bedeutung der Parameterbenennungen im Parameterisierungsfenster (Abb. 14). Die Gleichungsnummern verweisen auf die Diplomarbeit von Sodemann (2002).

Symbol	Faktor	Parameter	Gleichung
z_0u	10000	Rauhigkeitslänge z_0	Gl. 2.10
κB^{-1}	1	Unterschicht-Stanton-Zahl κB^{-1}	Gl. 2.20
A_u	10	a_u	Gl. 2.41
A_t	10	a_θ	Gl. 2.42
N_h	1000	Brunt-Väisälä-Frequenz N_h	Gl. 2.25
U	1	Windgeschwindigkeit u	-
Z	10	Höhe z	-
C	1000	Interpolationskonstante C	Gl. 2.51
Fi_0	1	externe inverse Froude-Zahl Fi_0	Gl. 2.42
A_1	1	Hilfsgröße A_1	Gl. 2.49
A_2	1	Hilfsgröße A_2	Gl. 2.50
Ri_1	1	kritische Richardsonzahl Ri_{c1}	Gl. 2.43
Ri_2	1	kritische Richardsonzahl Ri_{c2}	Gl. 2.46

¹⁰ Ein Wert 53 im Feld "au*10" entspricht demnach einem Wert $au=5.3$.

Achtung: Für die sinnvolle und korrekte Darstellung der Parameterisierungskurve ist es erforderlich, dass die x-Achse die Bulk-Richardsonzahl darstellt, und die y-Achse eine Korrekturfunktion für den Impuls- oder Wärmefluss.

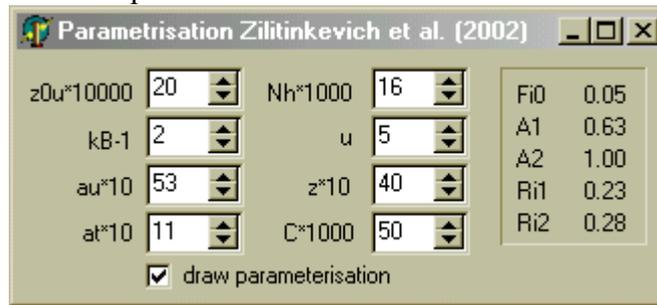


Abb. 14: Fenster für Einstellungen der Parameterisierung nach Zilitinkevich *et al.* (2002).

Ri	fD	fH
0.0380	0.7022	0.6795
0.0400	0.6886	0.6653
0.0420	0.6753	0.6513
0.0440	0.6622	0.6377
0.0460	0.6493	0.6242
0.0480	0.6366	0.6111
0.0500	0.6241	0.5982
0.0520	0.6118	0.5855
0.0540	0.5998	0.5731
0.0560	0.5880	0.5610
0.0580	0.5764	0.5491
0.0600	0.5650	0.5374
0.0620	0.5538	0.5260
0.0640	0.5428	0.5148
0.0660	0.5320	0.5039
0.0680	0.5214	0.4932
0.0700	0.5111	0.4827
0.0720	0.5009	0.4724
0.0740	0.4909	0.4623
0.0760	0.4811	0.4525

Abb. 15: Daten der Parameterisierung mit den in Abb. 14 eingestellten Werten.

Programmumsetzung:

Das Programm Final wurde in Delphi 6.0 erstellt. Der Code darf frei verändert und weiterverbreitet werden, jedoch muss in neuen Programmen stets ein Verweis auf den Ursprungsautor des Programms¹¹ gegeben werden. Die Dateien Main.pas und Main.dfm enthalten den kommentierten Quelltext des Filterfensters, die Dateien Control.pas und Control.dfm den Quelltext der Anzeigeeinstellungen, die Dateien Histogram.pas und Histogram.dfm den Quelltext der Histogrammdarstellung, sowie die Dateien Plot.pas und Plot.dfm den Quelltext des Darstellungsfensters.

Das Programm ist bisher bei weitem noch nicht ausgereift und stabil. Fehlerhafte Benutzereingaben werden nur in den wenigsten Fällen abgefangen. Wenn momentan ein Fenster geschlossen wird, kann es nicht wieder geöffnet werden, das Programm muss erst wieder neu gestartet werden. Stattdessen müssen Fenster minimiert werden, um mehr Platz

¹¹ identisch mit dem Autor dieses Berichtes

auf dem Bildschirm zu schaffen. Hier ist noch viel Raum zur Verbesserung von Final vorhanden.

2.6 Anhang

Delphi erhalten und verwenden

Borland bietet auf seinen Download-Seiten eine kostenlose Komplettversion von Delphi Personal 6.0 an. Die Software muss lediglich kostenlos registriert werden. Die Internetadresse von Borland Deutschland ist:

http://www.borland.de/products/downloads/download_delphi.html

Delphi ist eine objektorientierte Variante von Pascal, und damit eine sehr übersichtliche und gut strukturierten Programmiersprache. Im Internet finden sich zahlreiche Seiten mit Nutzergruppen und Ressourcenverzeichnissen, beispielsweise

<http://www.delphi3000.com/>

Hilfe zur Programmiersprache und der IDE wird mit Delphi Personal installiert. Einführende Tutorials zu Delphi finden sich beispielsweise bei

<http://www.sunncity.com/Tutorial.html>

<http://www.onlinetutorials.de/del-002.htm>

Die auf der CD-ROM beigefügten Quellcodes bzw. Delphi-Projekte sollten sich ohne weiteres mit Delphi Personal 6.0 öffnen und compilieren lassen.

GNU77 erhalten und verwenden

GNU77 ist ein frei verfügbarer FORTRAN77 Compiler, der zudem viele Möglichkeiten von FORTRAN90 bietet, z.B. Quellcode im free-format zu verarbeiten. Das GNU77-Paket ist neuerdings in die EGCS Development Toolchain überführt worden. Zum Zeitpunkt der Programmierung der hier dargestellten Programme war letztere noch nicht verfügbar. Da das GNU77-Paket nun nicht mehr aktualisiert wird, finden sich hier beide Internetadressen:

Fortran G77 for Gnu-Win32 b18, wird nicht mehr aktualisiert:

<http://www.xraylith.wisc.edu/~khan/software/gnu-win32/g77.html>

EGCS Development Toolchain für x86-win32, nun empfohlen:

<http://www.xraylith.wisc.edu/~khan/software/gnu-win32/egcs.html>

Ein Einführungstutorial in die Verwendung von Fortran77 mit dem GNU77 Compiler findet sich bei der Utah State University:

www.engineering.usu.edu/cee/faculty/gurro/Classes/classes_Fall2002/Fortran77/gnufortran_short.pdf

Die auf der CD-ROM beigefügten Quellcodes wurden zum Teil im free-format nach der FORTRAN90-Konvention programmiert. Einer Kompilierung mit Compaq Fortran sollte nichts im Wege stehen.

Tab. 3: Inhalt der CD-ROM mit Beschreibung der wichtigsten Dateien.

<i>Verzeichnis und Dateien</i>	<i>Beschreibung</i>
Compdatt	
Compdatt.exe	Programmdatei
Compdatt.f	FORTTRAN-Quellcode
*.txt	Ein-/Ausgabedateien
Concat	
Concat.exe	Programmdatei
Comcat.dpr	Delphi-Projekt
**	Delphi-Quellcode und Projektdateien
Final	
Final.exe	Programmdatei
Final.dpr	Delphi-Projekt
*.txt	Datendateien
*.flt	Filterdateien
**	Delphi-Quellcode und Projektdateien
Profex	
Profex.exe	Programmdatei
Profex.dpr	Delphi-Projekt
Profiles*.txt	Profilinterpolationsdateien
*.txt	Eingabedateien
**	Delphi-Quellcode und Projektdateien
QAQCPROF	
QAQCPROF_FINTUREX.exe	Programmdatei
*.FOR	FORTTRAN77-Quellcode
MastQAQC.txt	Rohdaten Profilmast
SURLAY	
SURLAY*.exe	Programmdateien
SURLAY*.F	FORTTRAN90-Quellcode
APA**	Rohdaten Profilmast
Z2001	
Z2001.exe	Programmdatei
Z2001.F	FORTTRAN90-Quellcode
Z2001.bat	'make'-Datei
output*.txt	Ausgabedateien
**	Eingabedateien
AlldataFinal.xls	Zusammenstellung der Ausgabe von Z2001
Origin Projekte	
2DPlots.opj	Near-Surface Inversion Layer etc.
Comparison.opj	Vergleich Flüsse-Parameterisierung
Diag-N-he.opj	SBL-Höhe und N aus Radiosonden
Evaluation.opj	Sensitivitätsanalyse der Parameterisierung
roughnesstemperature.opj	Rauhigkeitslängen und weitere Grafiken
Louis.opj	Parameterisierungen Louis (1979) und Zilitinkevich et al. (2002)
ParaPara.opj	Schubspannungskoeffizienten CD,CH und Slope-functions
Radiosonde.opj	Schema Bestimmung der Grenzschichthöhe
roughnesslength wind.opj	Abhängigkeiten der Rauhigkeitslänge
roughnesslengths.opj	Schema Rauhigkeitslängenbestimmung
Stability.opj	Vergleich Stabilitätsmaße
Grafiken	Grafiken der Diplomarbeit, benannt nach der jeweiligen Nummer in Sodemann (2002)
LaTeX	LaTeX-Dateien der Diplomarbeit von Sodemann (2002)
Sodemann2002.pdf	Diplomarbeit von Sodemann (2002) in PDF und PostScript
Sodemann2002.ps	
Poster	Poster für EGS-Konferenz in Nizza 2002
Vortrag	Abschlussvortrag im Diplomanden-/Doktorandenseminar

2.7 Literaturverzeichnis

- Akima, H. (1970). "A New Method of Interpolation and Smooth Curve Fitting Based on Local Procedures." *J. ACM* **17**(4): 589-602.
- Businger, J. A., J. C. Wyngaard, Y. Izumi and E. F. Bradley (1971). "Flux-profile relationships in the atmospheric surface layer." *J. Atm. Sci.* **28**: 181-189.
- Foken, T. (1979). "Vorschlag eines verbesserten Energieaustauschmodells mit Berücksichtigung der molekularen Grenzschicht der Atmosphäre." *Z. Meteor.* **29**(1): 32-39.
- Foken, T., D. Handorf and H. Pohl (1994). *Grundbearbeitung der Daten des Turbulenzexperimentes FINTUREX in der Antarktis 1994*. MOL2-INFO 6. DWD, Meteorologisches Observatorium Potsdam, Dezernat Landoberflächenprozesse und Grenzschicht. 20 pp.
- Handorf, D. (1996). *Parameterization of the Stable Atmospheric Boundary Layer over an Antarctic Ice Shelf*. Bremerhaven, AWI.
- Handorf, D., T. Foken and C. Kottmeier (1999). "The stable atmospheric boundary layer over an Antarctic ice sheet." *Bound.-Layer Meteor.* **91**(2): 165-189.
- Sodemann (2002). *Evaluation of a Parameterisation for Turbulent Fluxes of Momentum and Heat in Stably Stratified Surface Layers*. Diplomarbeit, Department of Micrometeorology, University of Bayreuth. 99 pp.
- Zilitinkevich, S. S., V. Perov and J. C. King (2002). "Near-surface turbulent fluxes in stable stratification: Calculation techniques for use in General Circulation Models." *Q. J. R. Meteorol. Soc.* (in press).

Bisher erschienene Arbeiten der Reihe 'Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie, Arbeitsergebnisse'

Nr	Name	Titel	Datum
01	Foken	Der Bayreuther Turbulenzknecht	01/99
02	Foken	Methode zur Bestimmung der trockenen Deposition von Bor	02/99
03	Liu	Error analysis of the modified Bowen ratio method	02/99
04	Foken et al.	Nachtfrostgefährdung des ÖBG	03/99
05	Hierteis	Dokumentation des Experimentes Dlouha Louka	03/99
06	Mangold	Dokumentation des Experiments am Standort Weidenbrunnen, Juli/August 1998	07/99
07	Heinz, Handorf, Foken	Strukturanalyse der atmosphärischen Turbulenz mittels Wavelet-Verfahren zur Bestimmung von Austauschprozessen über dem antarktischen Schelfeis	07/99
08	Foken	Comparison of the sonic anemometer Young Model 81000 during VOITEX-99	10/99
09	Foken et al.	Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales, Zwischenbericht 1999	11/99
10	Sodemann	Stationsdatenbank zum BStMLU-Projekt Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	03/00
11	Neuner	Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen Eingabedateien für das Modell BEKLIMA	10/00
12	Foken et al.	Dokumentation des Experimentes VOITEX-99	12/00
13	Bruckmeier et al.	Documentation of the experiment EBEX-2000, July 20 to August 24, 2000	01/01
14	Foken et al.	Lufthygienisch-Bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	02/01
15	Göckede	Die Verwendung des footprint-Modells nach SCHMID (1997) zur stabilitätsabhängigen Bestimmung der Rauigkeitslänge	03/01
16	Neuner	Berechnung der Evapotranspiration im ÖBG (Universität Bayreuth) mit dem SVAT-Modell BEKLIMA	05/01
17	Sodemann	Dokumentation der Software zur Bearbeitung der FINTUREX-Daten	10/02
18	Göckede et al.	Dokumentation des Experiments STINHO-1	08/02