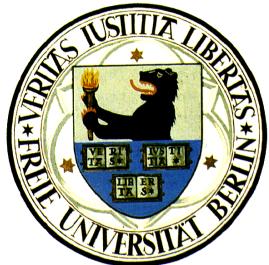


Abschlußbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
298 41 252 auf dem Gebiet des Umweltschutzes
„Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung
der Belastung durch Ozon“

Beschreibung und Benutzeranleitung eines auf GRADS basierenden grafischen Moduls zur Darstellung von Immissionsfeldern

Jürgen Fath



**Freie Universität Berlin
Institut für Meteorologie
Troposphärische Umweltforschung**

Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10
12165 Berlin

Februar 2003

Berichts-Kennblatt

BerichtsnummerUBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts	Beschreibung und Benutzeranleitung eines auf GRADS basierenden graphischen Moduls zur Darstellung von Immissionsfeldern	
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Fath, Jürgen		
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)	Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie Troposphärische Umweltforschung Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 12165 Berlin	8. Abschlußdatum Februar 2003
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)	Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	9. Veröffentlichungsdatum
		11. Seitenzahl 54
		12. Literaturangaben 7
		13. Tabellen und Diagramme 8
		14. Abbildungen 52
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung	Der Bericht beschreibt das auf GRADS basierende Graphikmodul, das zur Darstellung der Ergebnisfelder des chemischen Transportmodells REM/CALGRID verwendet werden kann. Ein spezielles Modul erlaubt die direkte Darstellung aller Größen, die in den EU-Richtlinien zur Luftqualität definiert sind.	
17. Schlagwörter	GRADS, Graphikmodul, REM, CALGRID, CTM-Modell	
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

Report No.UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Beschreibung und Benutzeranleitung eines auf GRADS basierenden graphischen Moduls zur Darstellung von Immissionsfeldern.		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Fath, J.		8. Report Date February 2003
6. Performing Organisation (Name, Address) Freie Universität Berlin Institut für Meteorologie Troposphärische Umweltforschung Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10 12165 Berlin		10. UFOPLAN-Ref. No. 298 41 252
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin		11. No. of Pages 54
		12. No. of Reference 7
		13. No. of Tables, Diagrams 8
		14. No. of Figures 52
15. Supplementary Notes		
16. Abstract The report describes a graphic module which can be used to display the results of the chemical transport model REM/CALGRID. A special module allows the graphical representation of the air quality values described in the EU air quality directives.		
17. Keywords Graphic module, GRADS, REM, CALGRID, CTM-Model		
18. Price	19.	20.

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 298 41 252
auf dem Gebiet des Umweltschutzes
„Modellierung und Prüfung von Strategien zur
Verminderung der Belastung durch Ozon“

Abschlussbericht:

**Beschreibung und Benutzeranleitung eines auf
GRADS basierenden grafischen Moduls zur
Darstellung von Immissionsfeldern**

für:

Umweltbundesamt
II 6.1
Postfach 33 00 22
14191 Berlin

Jürgen Fath

Institut für Meteorologie
Freie Universität Berlin

Februar 2003

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Modul ‚RCG-EUDIRVAL‘ zur Darstellung der Beurteilungsgrößen der EU Tochterrichtlinien	2
2.1	Ozon	3
2.2	Partikel PM10.....	7
2.3	Stickstoffdioxid	9
2.4	Schwefeldioxid:.....	11
2.5	Stickoxide, CO und Benzol.....	12
2.6	Messungen von PM10 und NO ₂	13
3	Modul ‚RCG-IMFIELD‘ zur Darstellung der stündlichen Immissionsfelder.....	17
4	Modul ‚RCG-METEO‘ zur Darstellung der meteorologischen Felder.....	24
5	Das Grafiksystems GrADS	32
5.1	Installation eines X-Servers und des GrADS Systems.....	32
6	Installation der RCG-Darstellungsmodule	34
6.1	Start von CD-ROM	34
6.2	Kopieren der RCG-Module auf Festplatte	34
6.3	Aktualisierung der Input-Dateien.....	34
7	Sonstiges.....	40
7.1	Mehrere Instanzen der Module aufrufen.....	40
7.2	Ausdruck der Darstellungen.....	40
7.3	Weitere Optionen	41
8	Nützliche LINKS.....	43
9	Literaturverzeichnis.....	44
10	Abbildungsverzeichnis	45
11	Tabellenverzeichnis.....	47

1 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt das im Rahmen des FE-Vorhabens „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“ entwickelte Grafikmodul zur Darstellung von Immissionsfeldern. Das Modul verarbeitet Ergebnisse des chemischen Transportmodells REM/CALGRID, RCG (Stern 2003).

Das Modul enthält drei Untermodule, die folgende Aufgaben haben:

- Darstellung der von der EU-Luftqualitätsrichtlinie (EU, 1996) und deren Tochterrichtlinien (EU, 1999, 2000, 2002) verlangten Beurteilungsgrößen. Diese Größen können entweder im Deutschlandausschnitt oder für ganz Mitteleuropa visualisiert werden. Es ist die Darstellung der reinen Rechenergebnisse oder die Darstellung der Immissionsfelder aus der Assimilation von Messungen und Rechnungen möglich.
- Darstellung der stündlich berechneten Konzentrationsfelder für jedes Spezies, das in der RCG-Ergebnisdatei abgelegt wurde.
- Darstellung der meteorologischen Eingangsdaten (Temperaturfelder, Windfelder, Feuchtefelder, Mischungsschichthöhe).

Die grafische Darstellung erfolgt auf der Basis des frei verfügbaren Grafiksystems GRADS. GRADS und das Visualisierungsmodul werden auf CD beigelegt. Auf dieser CD befinden sich auch Beispieldateien für jedes der drei Untermodule.

In den Kapiteln 5 und 6 wird spezieller auf die Anforderungen des GRADS-Grafiksystems und der Visualisierungsmodule eingegangen und die Installation auf einem Windows-PC beschrieben.

Abbildung 1 zeigt einen exemplarischen Bildschirmfoto der Visualisierungsmodule.

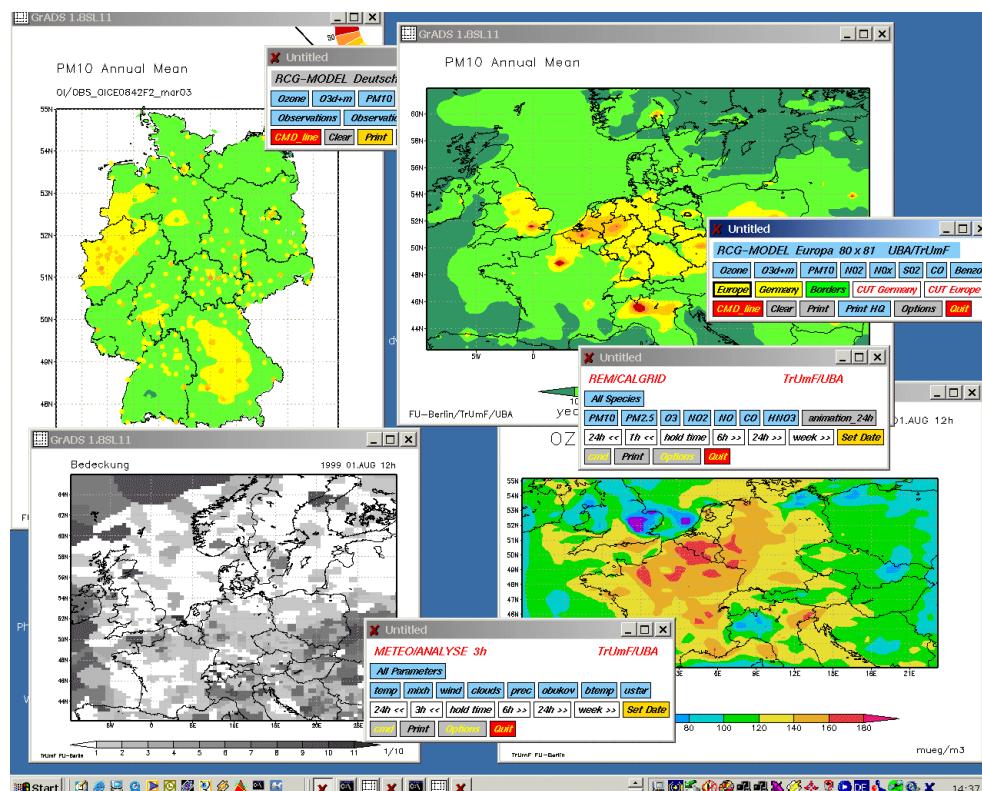


Abbildung 1: Exemplarischer „Screenshot“ der Visualisierungsmodule

2 Modul ‚RCG-EUDIRVAL‘ zur Darstellung der Beurteilungsgrößen der EU Tochterrichtlinien

Das Modul ‚RCG-EUDIRVAL‘ dient zur Visualisierung der in den EU-Tochterrichtlinien definierten Beurteilungsgrößen. Diese Werte werden aus den Immissionsfeldern des RCG-Modells berechnet. Die Größen werden für das gesamte Rechengebiet des Modells RCG dargestellt, darüber hinaus ist es möglich, die Betrachtung auf die Grenzen Deutschlands zu beschränken. Weiterhin wurde ein spezielles auf Deutschland beschränktes Untermodul ‚RCG-EUDIRVAL-GE‘ entwickelt, dass das Einblenden von Messungen (Stichwort ‚Hot Spots‘) erlaubt. Dies ist besonders sinnvoll, wenn nicht nur die reinen Modellergebnisse dargestellt werden sollen, sondern Immissionsfelder aus der Assimilation von Messungen und Rechnungen (Flemming, 2003) vorliegen. Im Folgenden gelten alle Ausführungen, wenn nicht anders erwähnt, für beide Beurteilungsgrößen-Module.

Die folgenden Abbildungen erläutern anhand der Menüs des Moduls die darstellbaren Größen für die geforderten Spezies. Exemplarisch werden für ausgewählte Schadstoffe einige Bewertungsgrößen dargestellt.

Die folgende Abbildung 2 zeigt die Auswahlfenster der EUDIRVAL-Module im Anfangszustand.

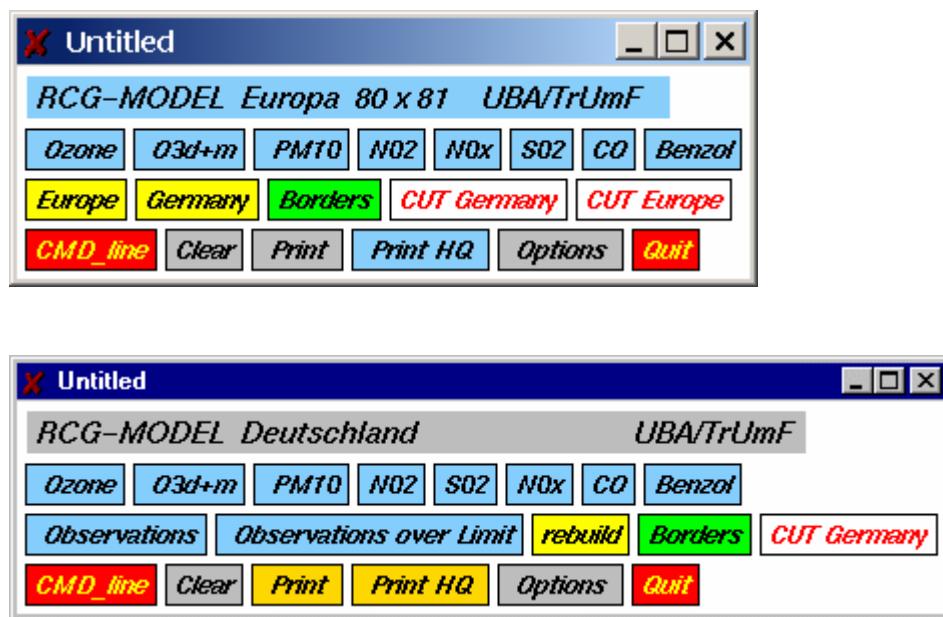


Abbildung 2: Auswahlmenüs Beurteilungsgrößen-Module ‚RCG-EUDIRVAL‘ (oben) und ‚RCG-EUDIRVAL-GE‘ (unten)

Es folgt eine Beschreibung der für die einzelnen Spezies darstellbaren Beurteilungsgrößen.

2.1 Ozon

Die Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen die Auswahlmöglichkeiten für den Schadstoff Ozon. Alle Werte beziehen sich, sofern nicht anders aufgeführt, auf eine Simulationsperiode des RCG-Modells, in der Regel ein Jahr. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. Für die AOT-Werte gelten die in den Richtlinien ausgewiesenen Zeiträume und die Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, sofern die AOT40-Werte nicht normiert sind.

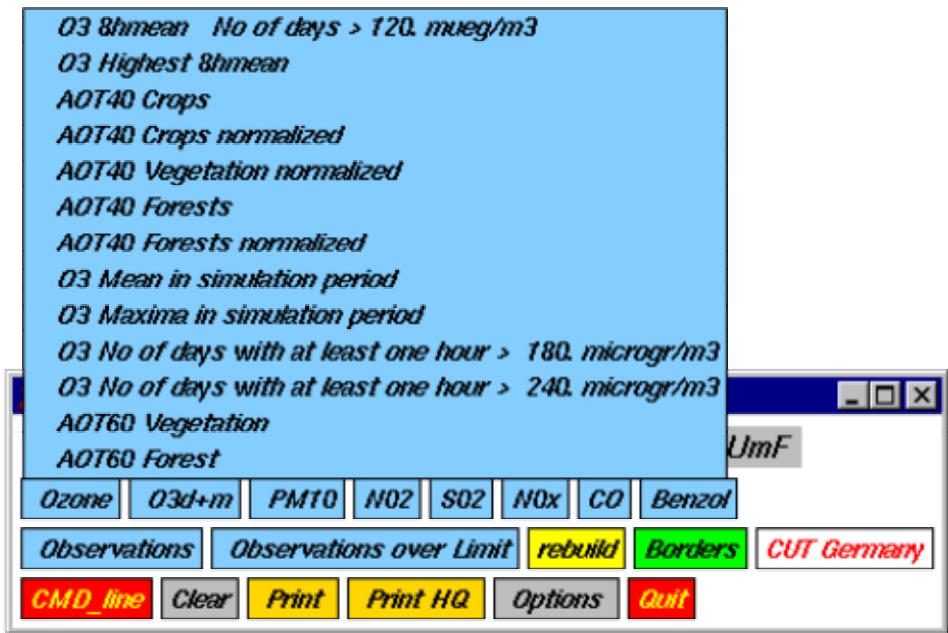


Abbildung 3: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „Ozon“

Die Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung der darstellbaren Auswertungen. Die Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen exemplarisch je eine mögliche Darstellung.

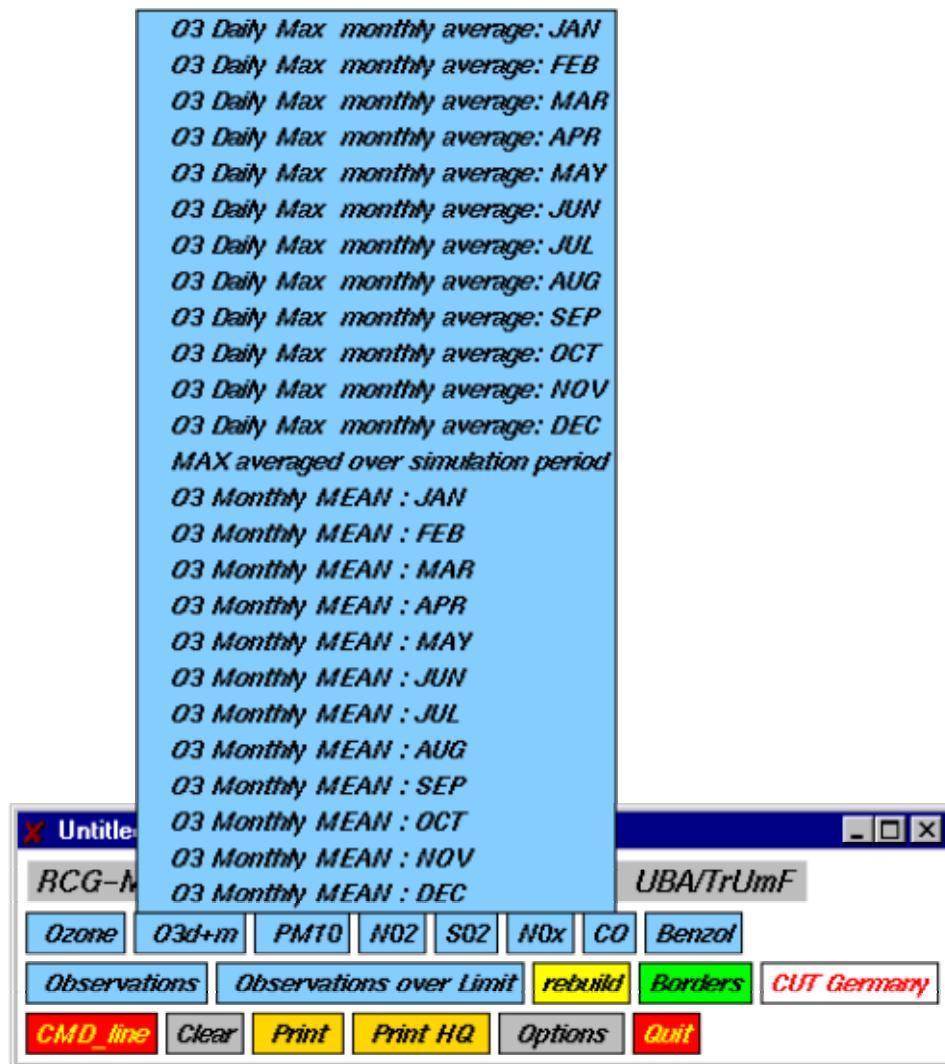


Abbildung 4: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ,O3d+m'

Nr	Darstellbare Größen für Ozon
1	No of days with highest 8h mean > 120. microgr/m3
2	Highest 8h mean in simulation period
3	AOT40 Vegetation
4	AOT40 Vegetation normalized with limit value: 18000.0 microgr/m3 h
6	AOT40 Vegetation, normalized with long term objective value: 6000. microgr/m3 h
7	AOT40 Forests
8	AOT40 Forests, normalized with information value: 20000. microgr/m3 h
9	Mean in simulation period
10	Maximum in simulation period
11	No of days with at least one hour > 180. microgr/m3
12	No of days with at least one hour > 240. microgr/m3
13	AOT60 Vegetation
14	AOT60 Forests
15	Daily Max, monthly average: JANUARY
16	Daily Max, monthly average : FEBRUARY
17	Daily Max, monthly average : MARCH
18	Daily Max, monthly average : APRIL
19	Daily Max, monthly average : MAY
20	Daily Max, monthly average : JUNE
21	Daily Max, monthly average : JULY
22	Daily Max, monthly average : AUGUST
23	Daily Max, monthly average : SEPTEMBER
24	Daily Max, monthly average : OCTOBER
25	Daily Max, monthly average : NOVEMBER
26	Daily Max, monthly average : DECEMBER
27	Maximum, averaged in simulation period
28	Monthly Mean : JANUARY
29	Monthly Mean: FEBRUARY
30	Monthly Mean : MARCH
31	Monthly Mean: APRIL
32	Monthly Mean: MAY
33	Monthly Mean: JUNE
34	Monthly Mean: JULY
35	Monthly Mean: AUGUST
36	Monthly Mean: SEPTEMBER
37	Monthly Mean: OCTOBER
38	Monthly Mean: NOVEMBER
39	Monthly Mean: DECEMBER
40	93.15 -Perzentile, (26. day of the daily frequency distribution of the highest 8h mean)

Tabelle 1: Darstellbare Größen für Ozon. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. Für die AOT-Werte gelten die in den Richtlinien ausgewiesenen Zeiträume und die Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, sofern die AOT40-Werte nicht normiert sind.

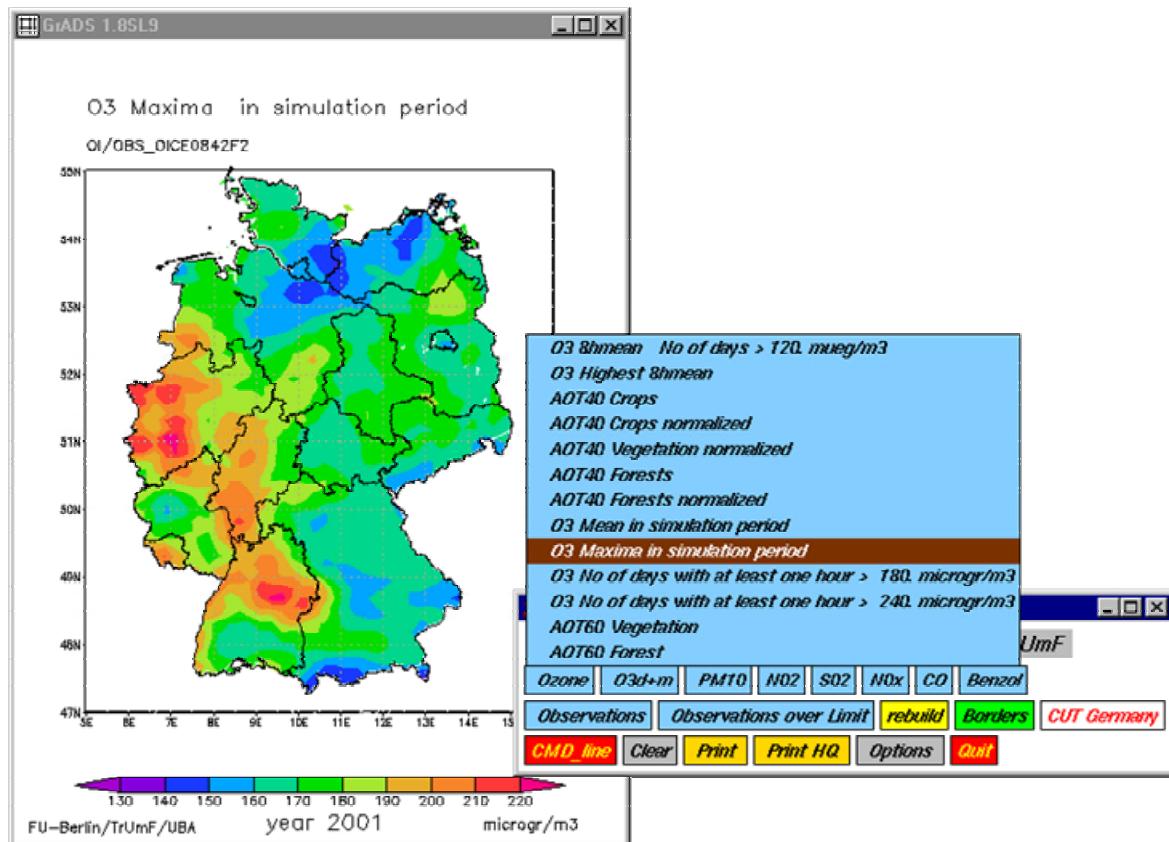


Abbildung 5: Exemplarische Darstellung des Ozon-Maximums im Deutschlandausschnitt.

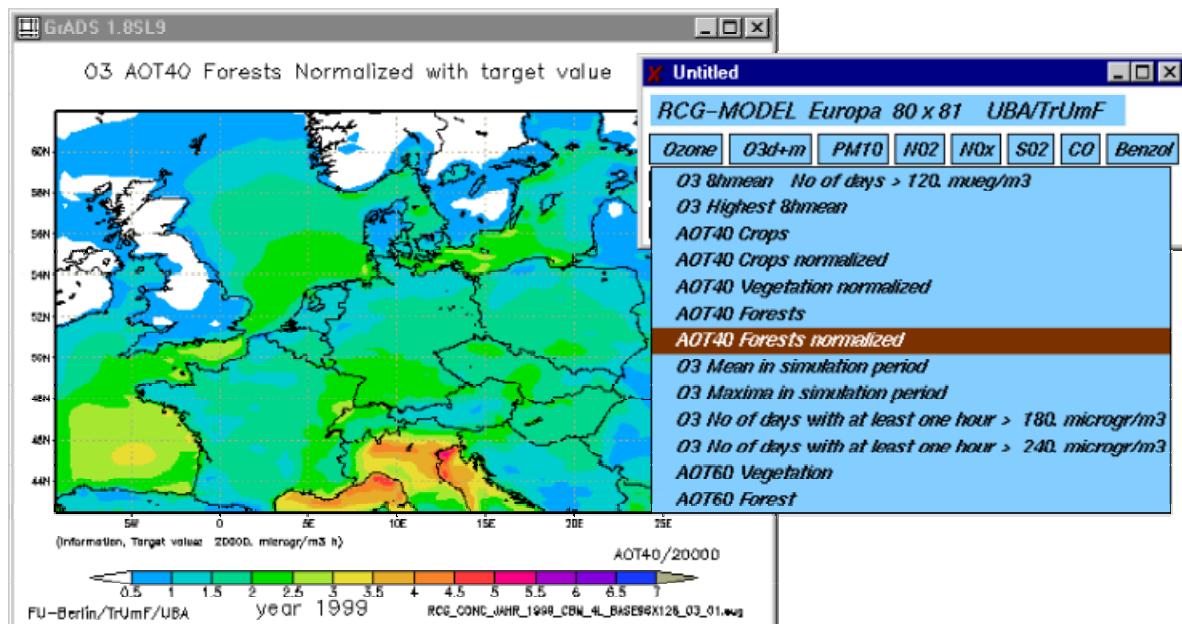


Abbildung 6: Exemplarische Darstellung des normalisierten AOT40 Werts für Wälder im gesamten RCG-Rechengebiet

2.2 Partikel PM10

Die Abbildung 7 zeigt die Auswahlmöglichkeiten für den Schadstoff PM10. Alle Werte beziehen sich, sofern nicht anders aufgeführt, auf eine Simulationsperiode des RCG-Modells, in der Regel ein Jahr. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. Die Tabelle 2 gibt eine Zusammenfassung der darstellbaren Auswertungen. Abbildung 8 und die Abbildung 9 zeigen exemplarisch je eine mögliche Darstellung.

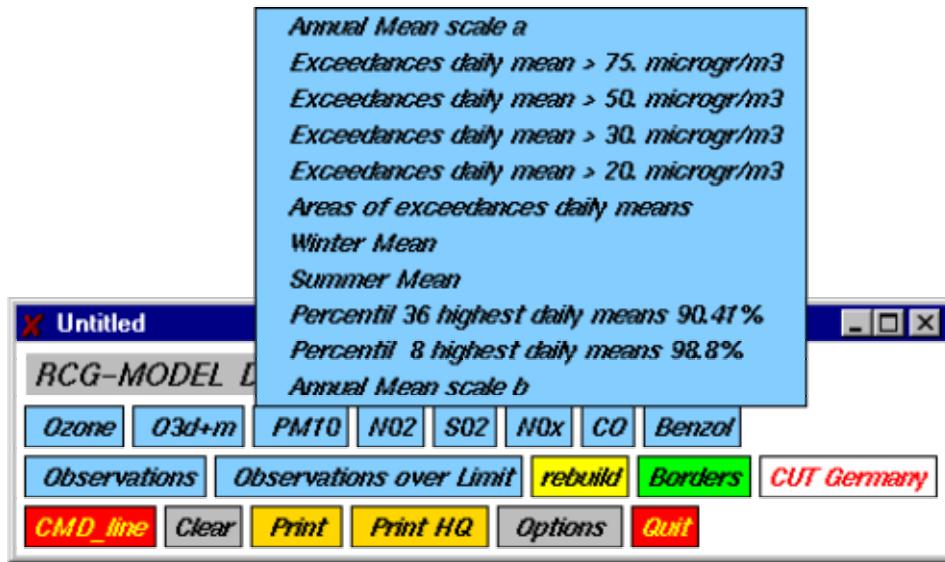


Abbildung 7: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „PM10“

Nr.	Darstellbare Größen: PM10
1	Annual Mean
2	No of exceedances daily mean in simulation period PM10 > LV+MOT
3	No of exceedances daily mean in simulation period PM10 > LV
4	No of exceedances daily mean in simulation period PM10 > UTH
5	No of exceedances daily mean in simulation period PM10 > LTH
6	Areas of exceedances daily means PM10
7	Winter Mean
8	Summer Mean
9	STAGE 1: 90.41 -Percentile, (36. day of the daily frequency distribution)
10	STAGE 2: 98.08 -Percentile, (8. day of the daily frequency distribution)
11	Annual Mean (different colour scale)

Tabelle 2: Darstellbare Größen für PM10. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen.
LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle.

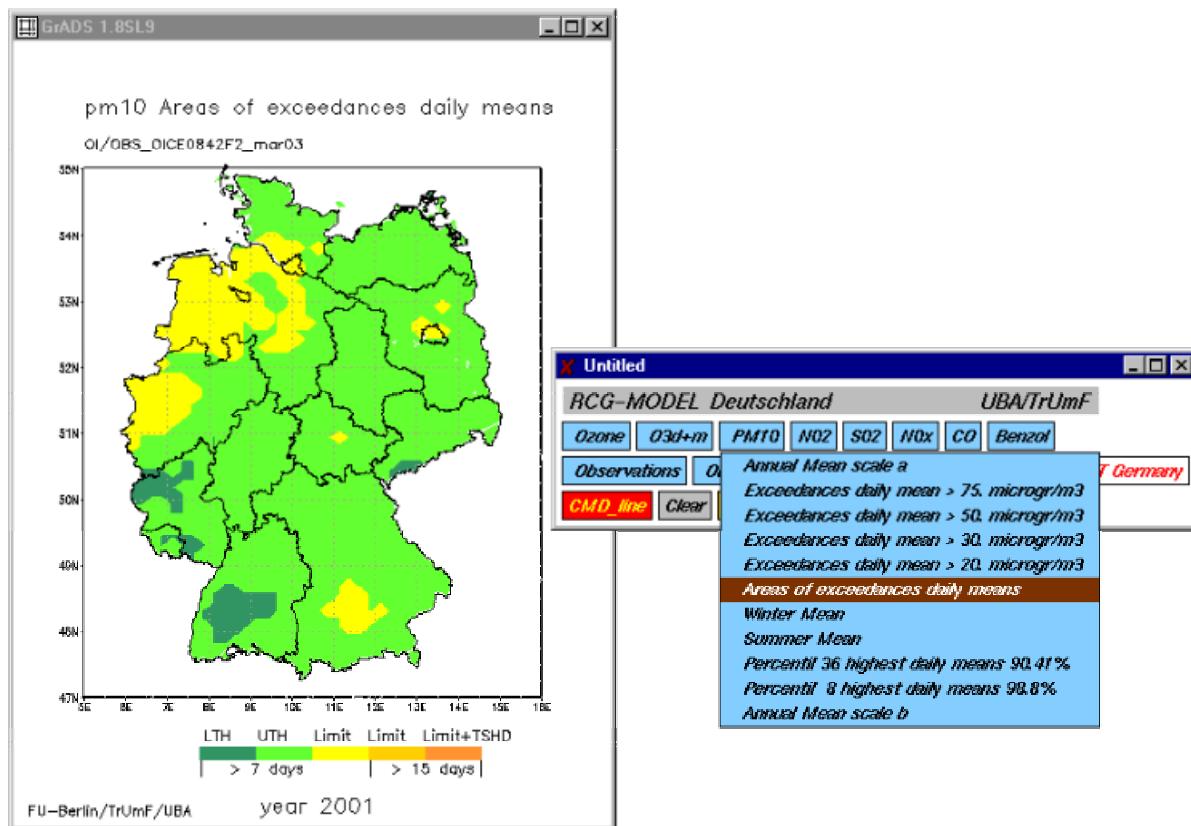


Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der Gebiete mit Grenzwertüberschreitungen von PM10 im Deutschlandausschnitt

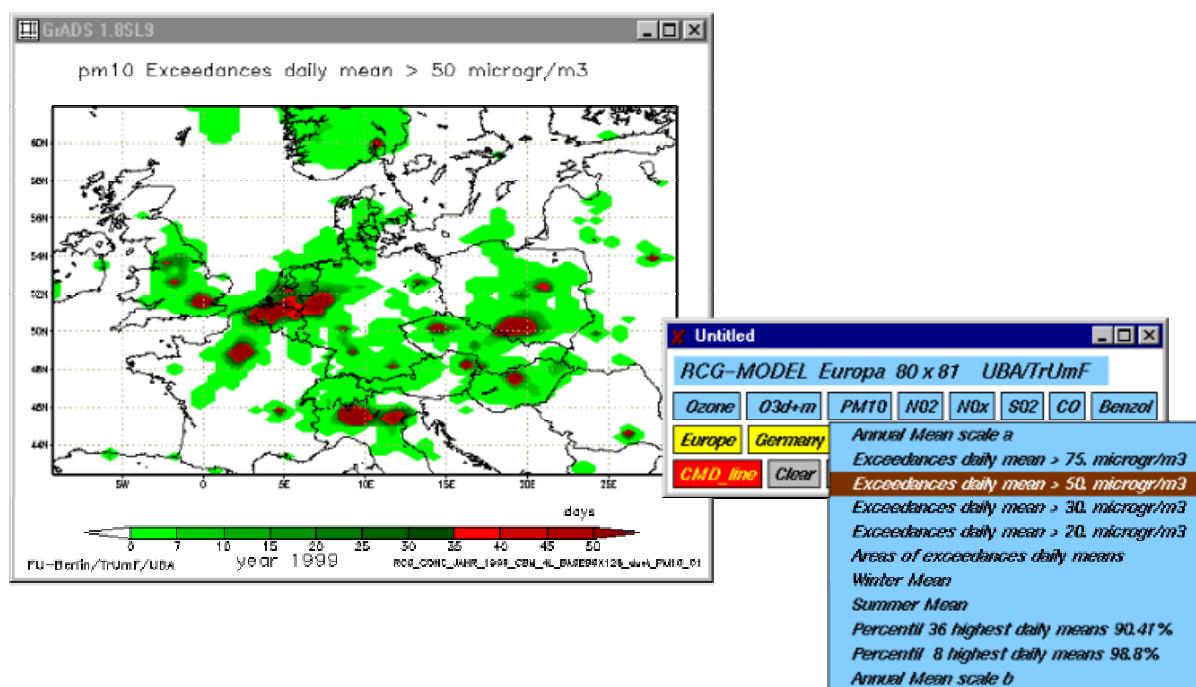


Abbildung 9: Exemplarische Darstellung der Anzahl von Tagen mit dem Tagesmittel von PM10 > 50 µg/m³ im gesamten RCG-Rechengebiet

2.3 Stickstoffdioxid

Die Abbildung 10 zeigt die Auswahlmöglichkeiten für den Schadstoff NO₂. Alle Werte beziehen sich, sofern nicht anders aufgeführt, auf eine Simulationsperiode des RCG-Modells, in der Regel ein Jahr. Alle Konzentrationen werden in µg/m³ ausgewiesen. Die Tabelle 3 gibt eine Zusammenfassung der darstellbaren Auswertungen. Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen exemplarisch je eine mögliche Darstellung.

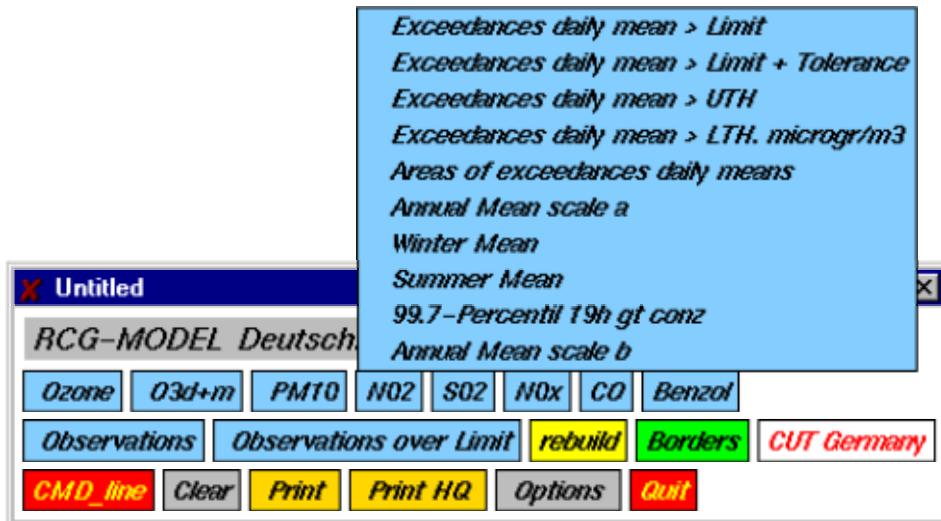


Abbildung 10: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „NO₂“

Nr.	Darstellbare Größen: NO ₂
1	No of hourly exceedances in simulation period NO ₂ > LV
2	No of hourly exceedances in simulation period NO ₂ > LV+MOT
3	No of hourly exceedances in simulation period NO ₂ > UTH
4	No of hourly exceedances in simulation period NO ₂ > LTH
5	Areas of exceedances hourly means NO ₂
6	Annual Mean
7	Winter Mean
8	Summer Mean
9	99.79 -Percentile, (19. hour of the hourly frequency distribution)
10	Annual Mean (with different colour scale)

Tabelle 3: Darstellbare Größen für NO₂. Alle Konzentrationen werden in µg/m³ ausgewiesen. LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle

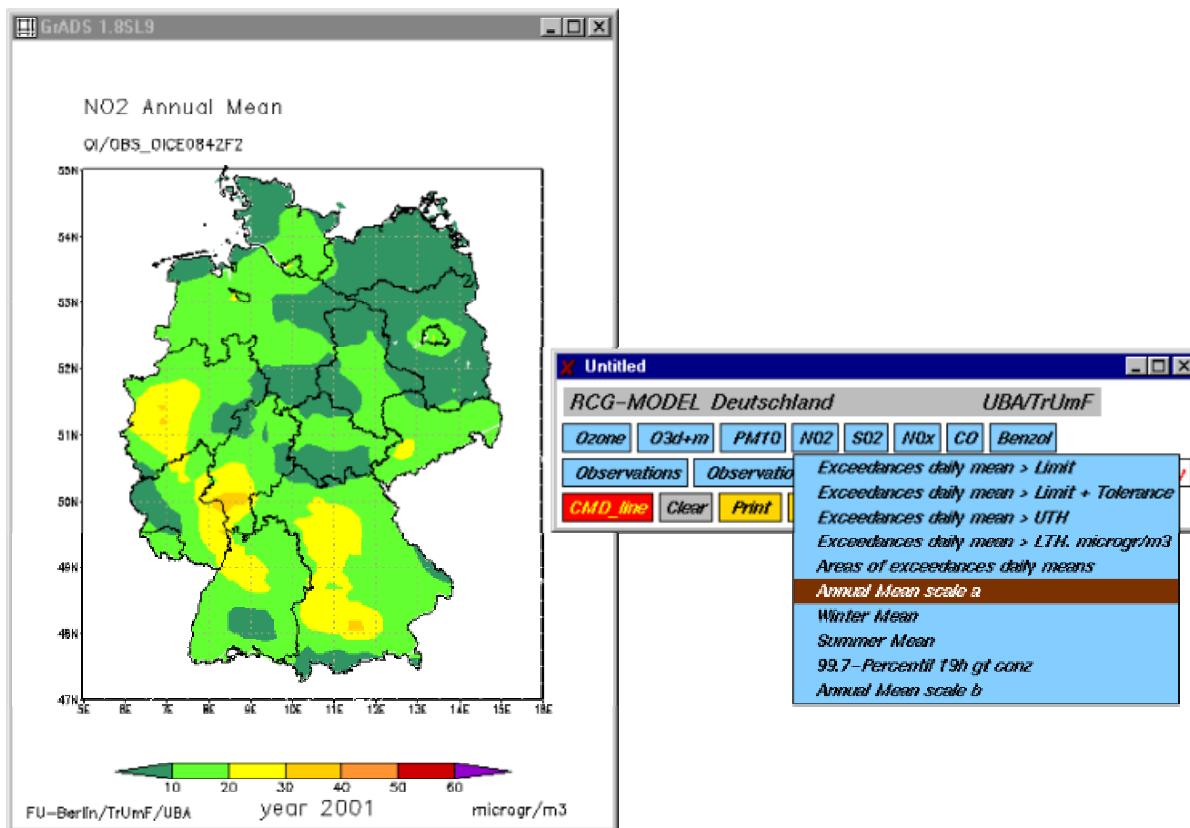


Abbildung 11: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO₂ im Deutschland-ausschnitt

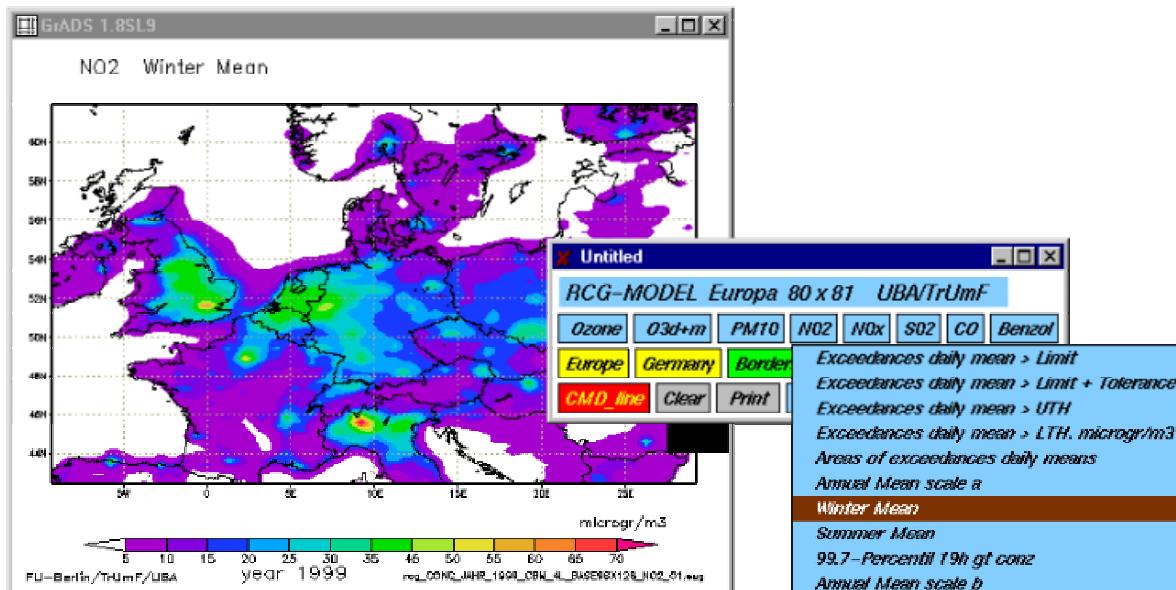


Abbildung 12: Exemplarische Darstellung des Wintermittelwertes von NO₂ im gesamten Rechengebiet des RCG-Modells

2.4 Schwefeldioxid:

Die Abbildung 13 zeigt die Auswahlmöglichkeiten für den Schadstoff NO₂. Alle Werte beziehen sich, sofern nicht anders aufgeführt, auf eine Simulationsperiode des RCG-Modells, in der Regel ein Jahr. Alle Konzentrationen werden in µg/m³ ausgewiesen.

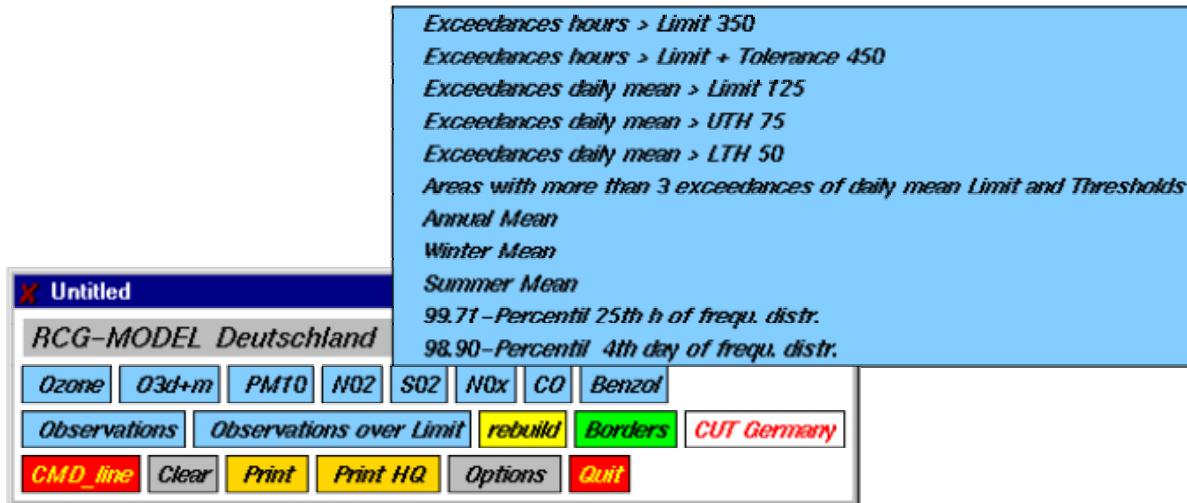


Abbildung 13: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „SO₂“

Darstellbare Größen: SO ₂	
1	No of hourly exceedances in simulation period SO ₂ > LV
2	No of hourly exceedances in simulation period SO ₂ > LV + MOT
3	No of exceedances daily mean in simulation period SO ₂ > LV
4	No of exceedances daily mean in simulation period SO ₂ > UTH
5	No of exceedances daily mean in simulation period SO ₂ > LTH
6	SO ₂ : Areas with more than 3 exceedances of daily mean Limit and Thresholds
7	Annual Mean
8	Winter Mean
9	Summer Mean
22	99.71 -Percentile, (25. hour of the hourly frequency distribution)
23	98.90 -Percentile, (4. day of the daily frequency distribution)

Tabelle 4: Darstellbare Größen für SO₂. Alle Konzentrationen werden in µg/m³ ausgewiesen.
LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle

2.5 Stickoxide, CO und Benzol

Die Abbildung 14 zeigt die Auswahlmöglichkeiten für die Schadstoffe NOx, CO und Benzol. Alle Werte beziehen sich, sofern nicht anders aufgeführt, auf eine Simulationsperiode des RCG-Modells, in der Regel ein Jahr. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. Die Tabelle 5 gibt eine Zusammenfassung der darstellbaren Auswertungen. Abbildung 15 zeigt exemplarisch eine mögliche Darstellung.

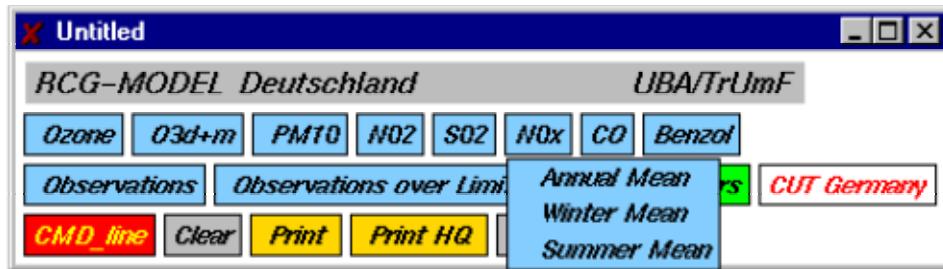


Abbildung 14: Auswahlmöglichkeiten der Buttons „NOx, CO, Benzol“

NOx:	
1	Annual Mean
2	Winter Mean
3	Summer Mean
CO:	
1	Highest 8h Mean in simulation period
2	Annual Mean
3	Winter Mean
4	Summer Mean
Benzene	
1	Annual Mean
2	Winter Mean
3	Summer Mean

Tabelle 5: Darstellbare Größen für NOx, CO und Benzol. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen.

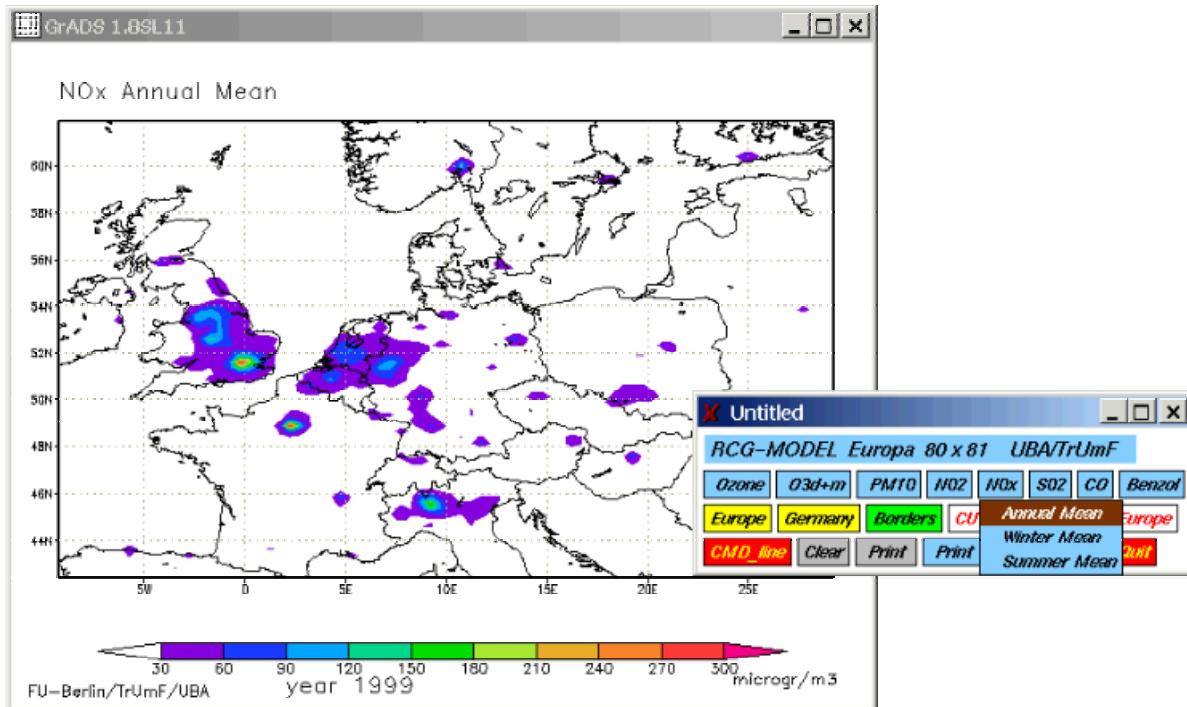


Abbildung 15: Exemplarische Darstellung des Jahresmittels von NOx im gesamten RCG-Rechengebiet

2.6 Messungen von PM10 und NO2

Das Untermodul „RCG-EUDIRVAL-OI“ erlaubt das Einblenden von Stationswerten in die entsprechenden Deutschlandkarten. Diese Stationswerte müssen in einem speziell aufge ?? Format zur Verfügung gestellt werden.

In den folgenden Abbildungen werden beispielhaft die Möglichkeiten des Untermoduls aufgezeigt. Die Optionen erlauben für die Spezies PM10 und NO₂ das Einblenden der Jahresmittelwerte (JM), Überschreitungen(GW) und Perzentile aller deutschen Stationen mit farbigen Kreisen. Zur Verfügung stehen für die Jahresmittelwerte zwei vom Umweltbundesamt definierte Farbskalen a und b. (Vorsicht: Für die Übereinstimmung der Farbskalen von Messung (Punkte) und Berechnung (Feld) ist der Benutzer verantwortlich. Eine Überprüfung ist anhand der für die Messung geltenden Farbskala in der rechten oberen Ecke des Fensters möglich, siehe folgende Abbildungen).

Die Optionen „draw stations“ erlauben das Einblenden der Lage der Stationen mit einem schwarzen offenen Kreis, dies kann auch bei nachgeordnetem Aufruf zur optischen Betonung der eingefärbten Kreise dienen (siehe folgende Abbildungen).

Für die Option „Observation over Limit“ gilt im Prinzip das oben gesagte. Hier werden jedoch die Messwerte vorab so gefiltert, dass nur diejenigen mit einer Überschreitung des jeweiligen Grenzwertes abgebildet werden.

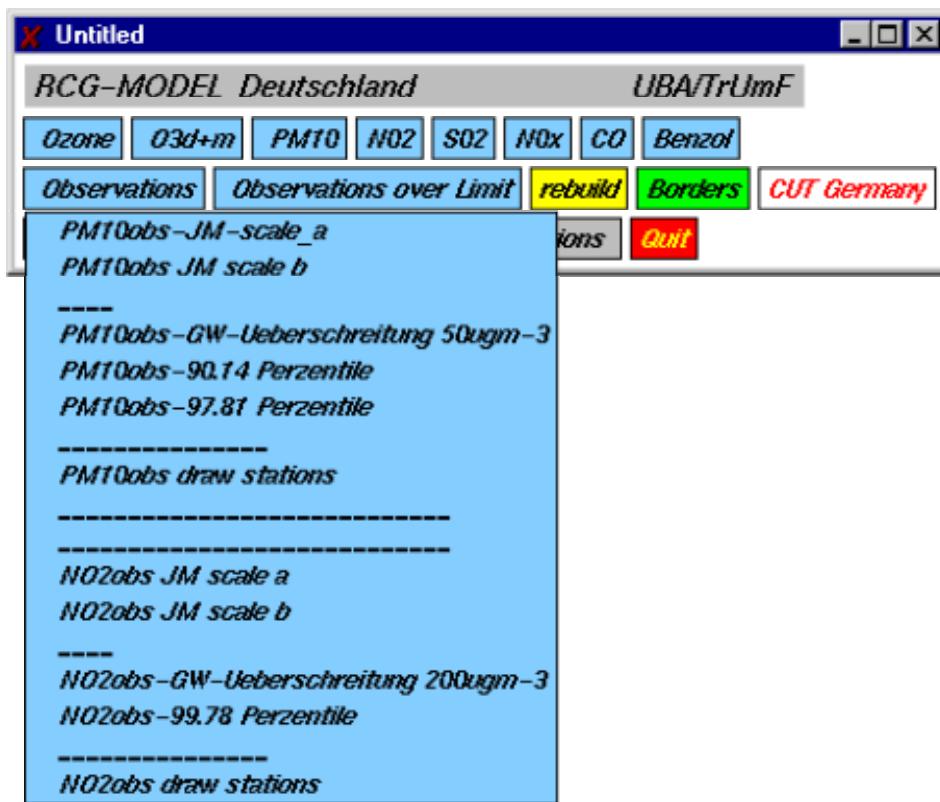


Abbildung 16: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „Observations“

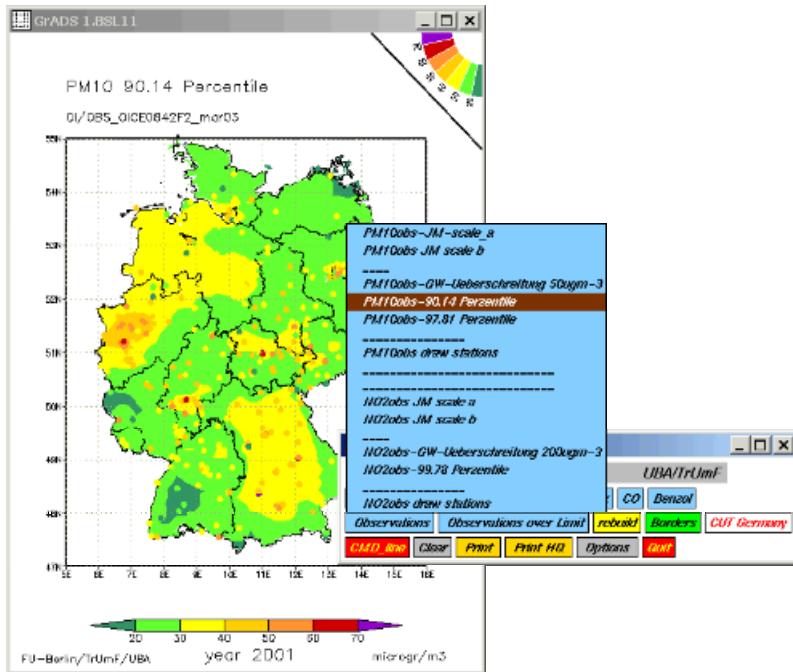


Abbildung 17: Darstellung des 90,14 Perzentils von PM10 mit eingebundenen Messungen.

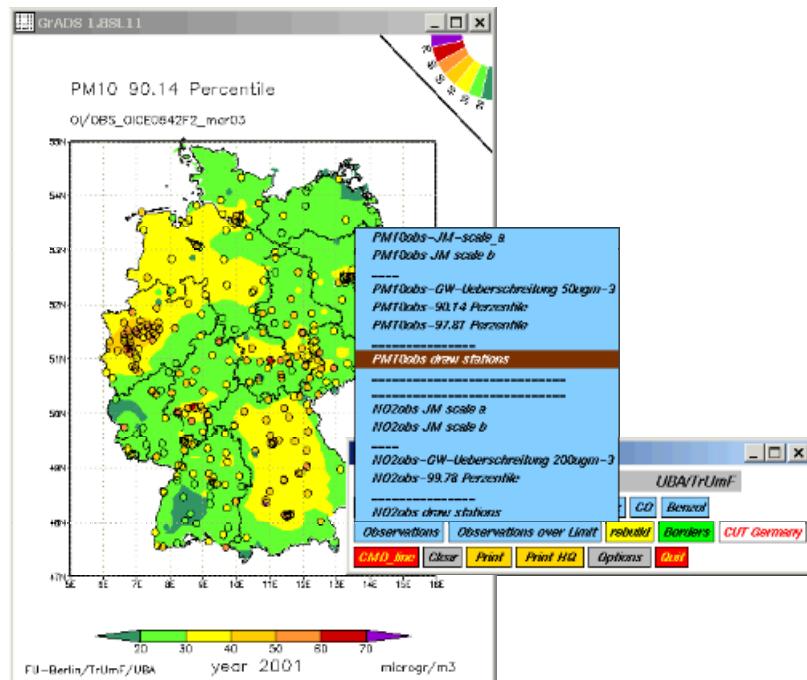


Abbildung 18: wie Abbildung 17, aber zusätzliche Betonung der Messwerte durch schwarze Umrandung.

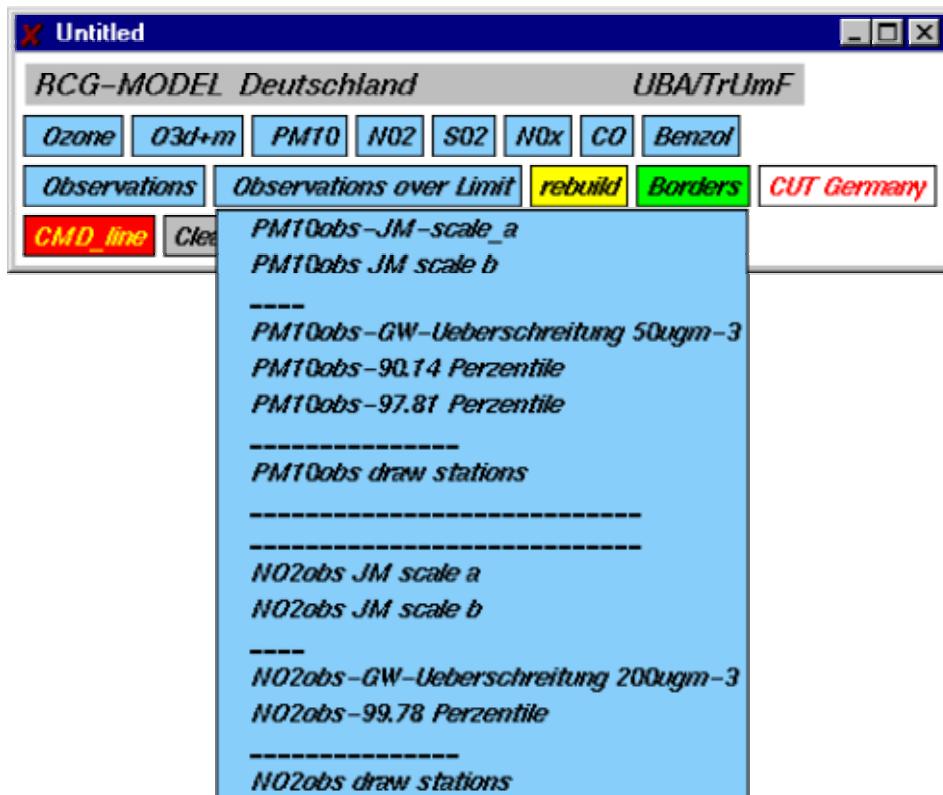


Abbildung 19: Auswahlmöglichkeiten des Buttons „Observations over Limit“

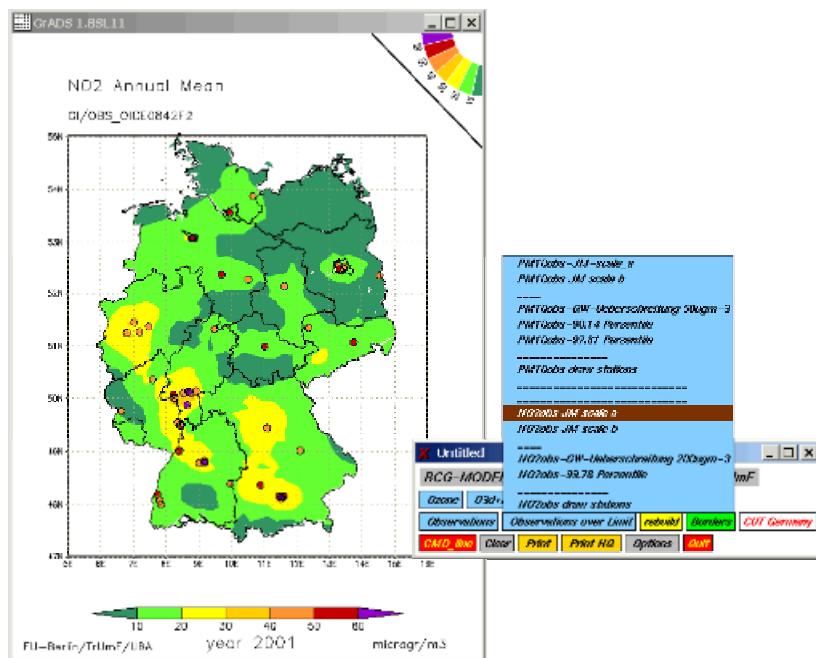


Abbildung 20: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO₂ mit eingebblendeten Messungen, die den Grenzwert 40 µg/m³ überschreiten.

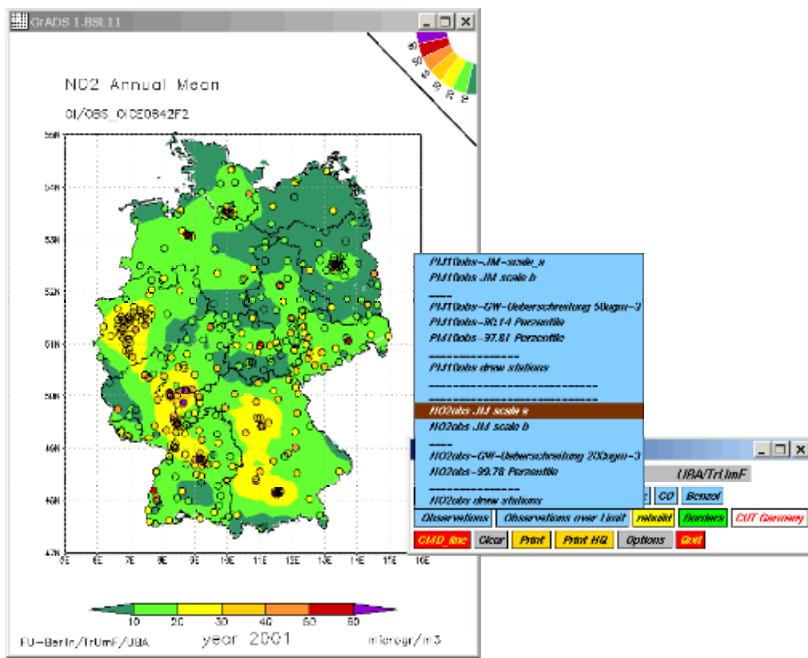


Abbildung 21: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO₂ mit allen verfügbaren Messungen.

3 Modul ‚RCG-IMFIELD‘ zur Darstellung der berechneten stündlichen Immissionsfelder

Das Modul ‚RCG-IMFIELD‘ dient zur Visualisierung der berechneten stündlichen Immissionsfelder des REM/CALGRID-Modells. Es erlaubt die Navigation in der Zeit zu einem bestimmten Datum. Liegen für dieses Datum Konzentrationsfelder für die gewünschte Spezies vor, so können die Felder dargestellt werden. Im Kapitel 6 wird die Installation ausführlich beschrieben.

In der Abbildung 22 wird ein Bildschirmfoto des Moduls gezeigt. Das Modul wurde hier zweimal aufgerufen, um eine zeitliche Entwicklung grafisch festzuhalten.

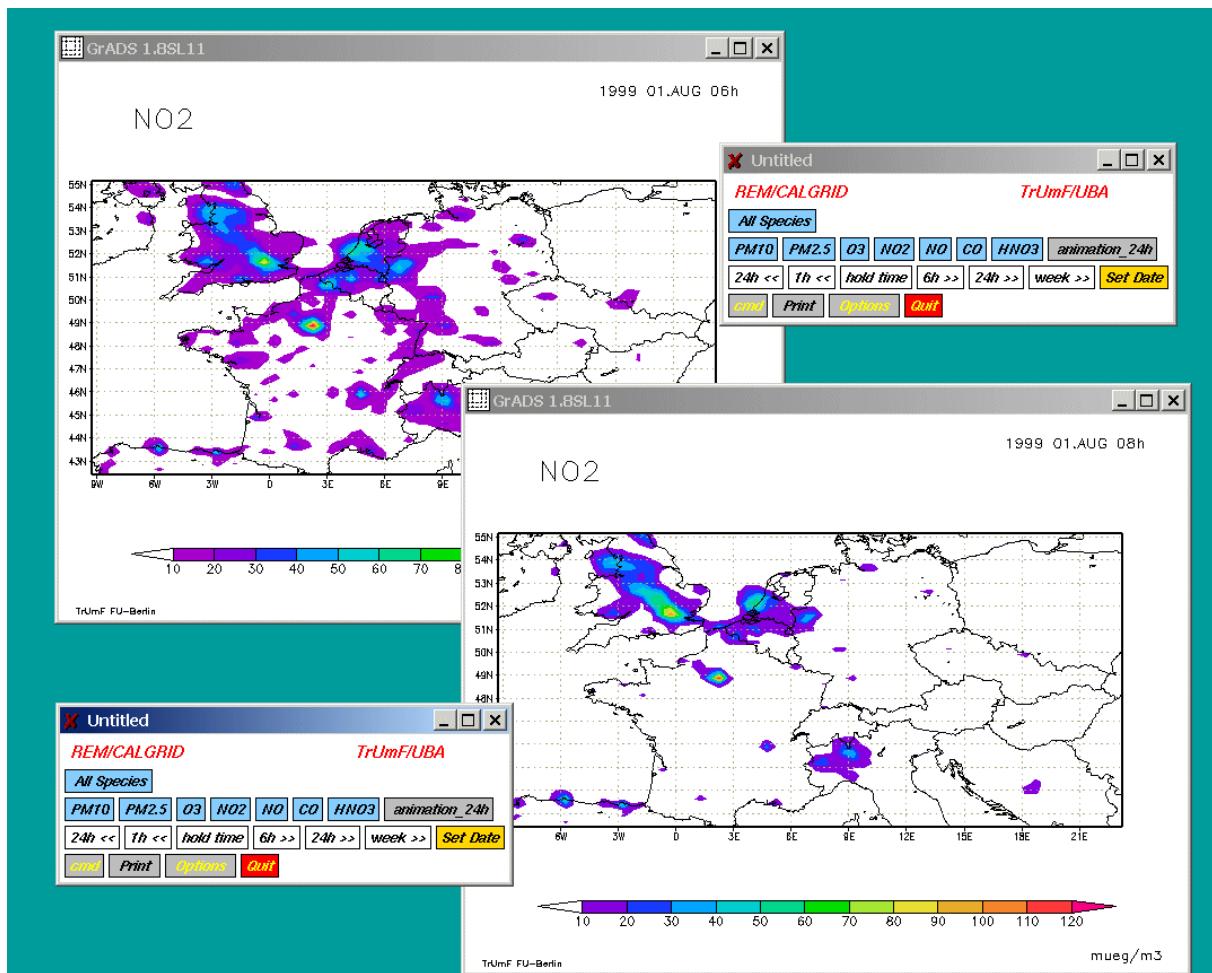


Abbildung 22: Exemplarischer ‚Screenshot‘ mit zwei Instanzen des Moduls ‚RCG-IMFIELD‘

Im Folgenden werden die Auswahloptionen des Moduls vorgestellt.

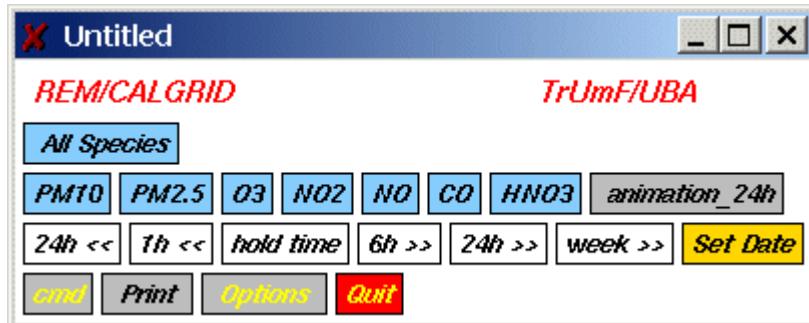


Abbildung 23: Auswahlmenü Beurteilungsgrößen-Modul ,RCG-IMFIELD'

Die blauen „Buttons“ mit Speziesnamen erlauben ein schnelles direktes Anwählen ausgewählter Spezies, hinter der Option „All Species“ verbirgt sich ein Auswahl aller im Modul darstellbaren Immissionsfelder.

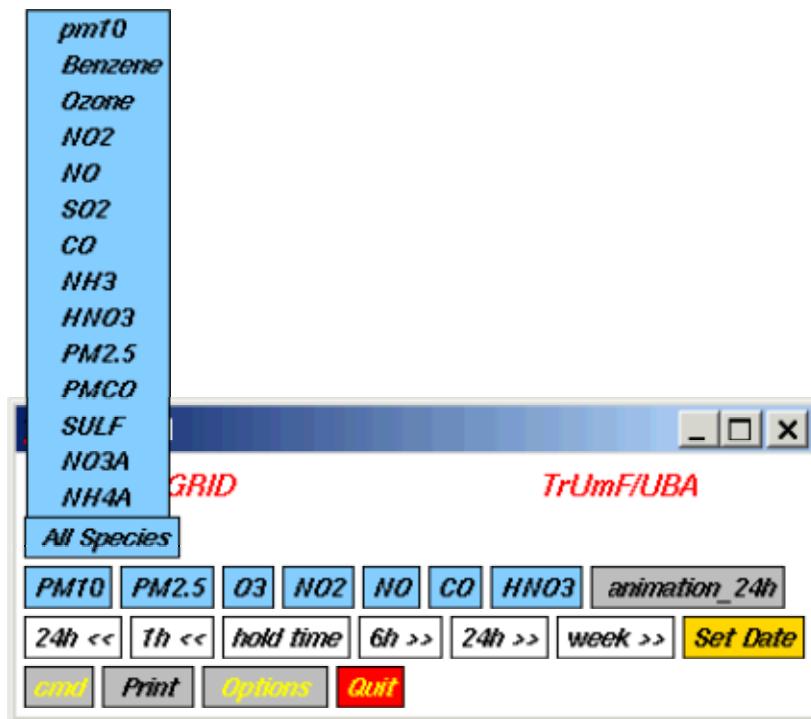


Abbildung 24: Optionen des Buttons „All Species“

Die weißen Buttons erlauben ein direktes relatives Navigieren in der Zeit, unter der gelben Option „Set Date“ ist eine genauere Datumspositionierung möglich.

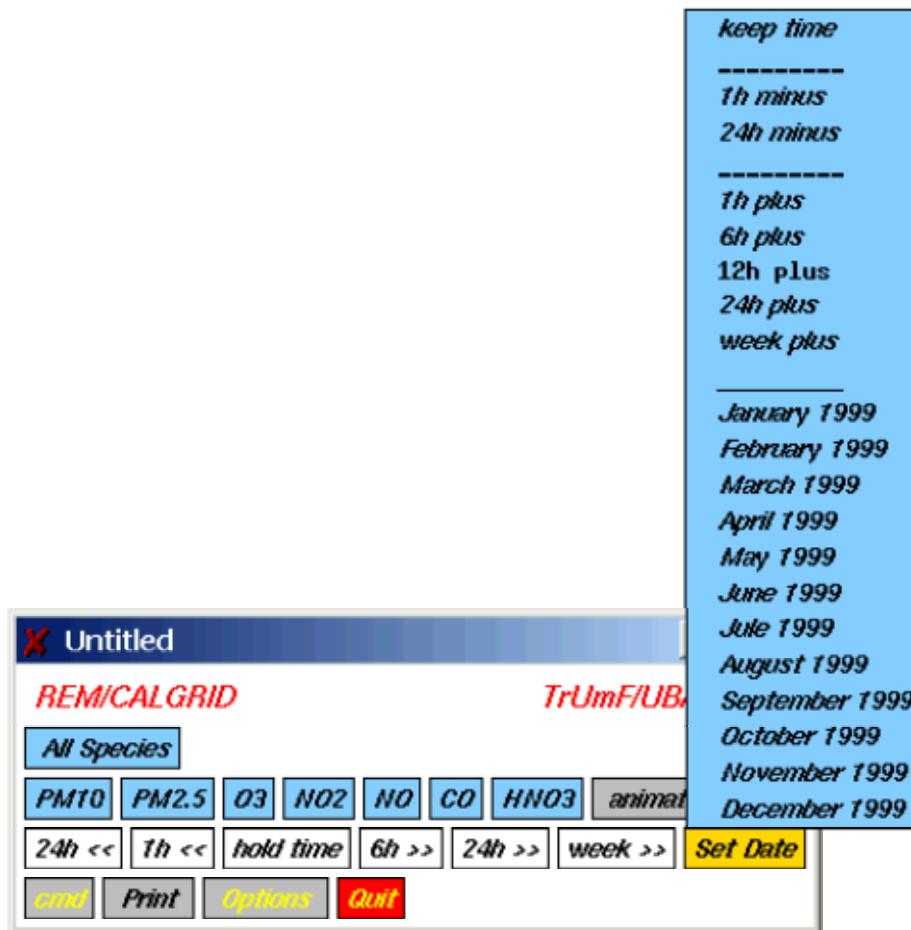


Abbildung 25: Optionen des Buttons „Set Date“

Die weißen Buttons erlauben Zeitsprünge von 6h, 24h und einer Woche vorwärts und 1h bzw. 24h rückwärts.

Achtung:

Durch das Betätigen der blauen Speziesauswahlknöpfe wird automatisch eine Stunde vorwärtsgeschaltet.

Ist ein Vergleich verschiedener Spezies zum gleichen Zeitpunkt erwünscht, muss vor der Auswahl der neuen Spezies der Button „hold time“ oder die Option „Set Date keep time“ gewählt werden.

In den folgenden Abbildungen werden einige Immissionsfelder exemplarisch dargestellt.

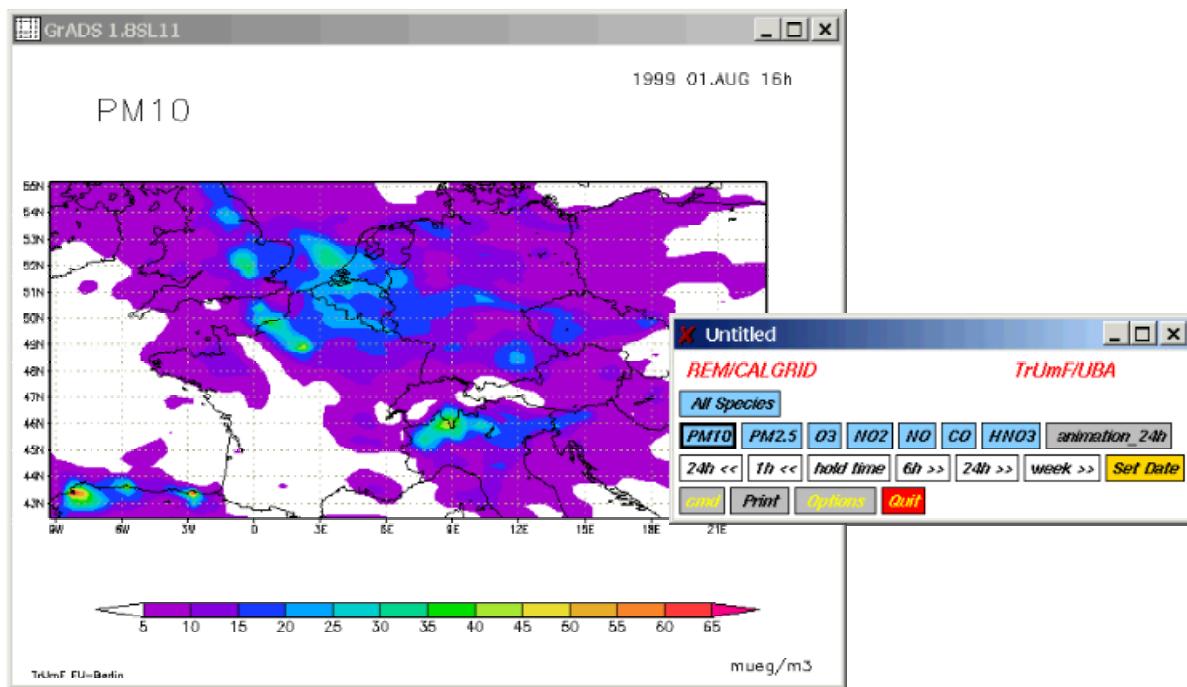


Abbildung 26: Exemplarische Darstellung PM10 Bodenkonzentrationen 1. August 99, 16h

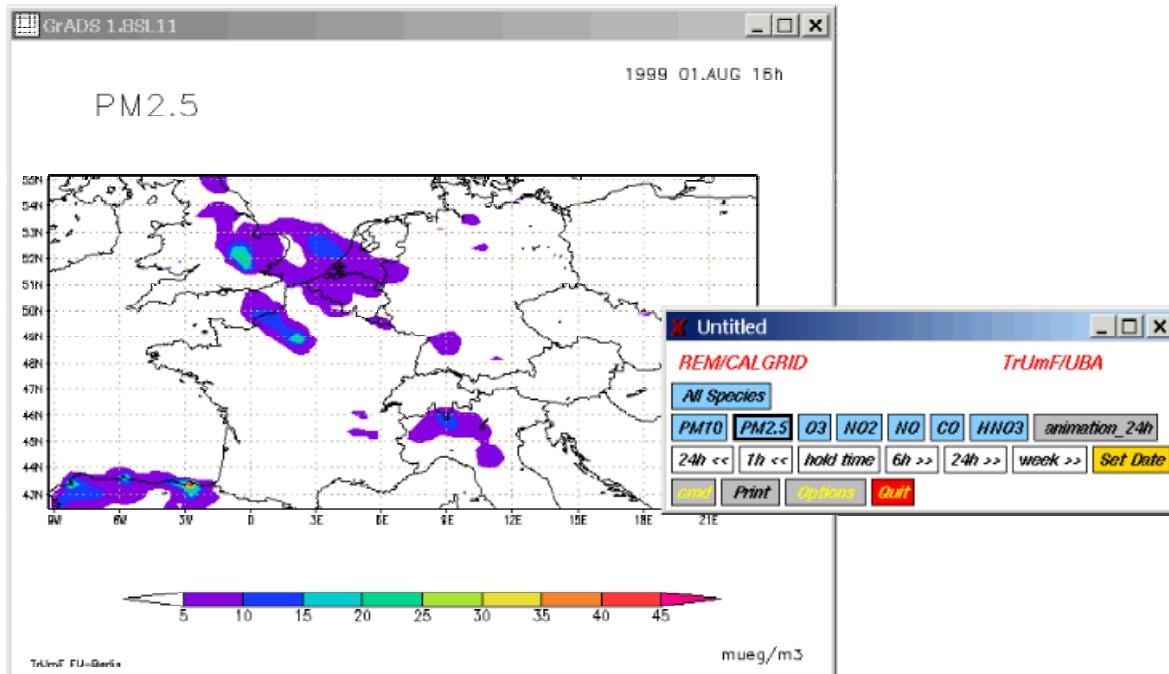


Abbildung 27: Exemplarische Darstellung PM2.5 Bodenkonzentrationen 1. August 99, 16h

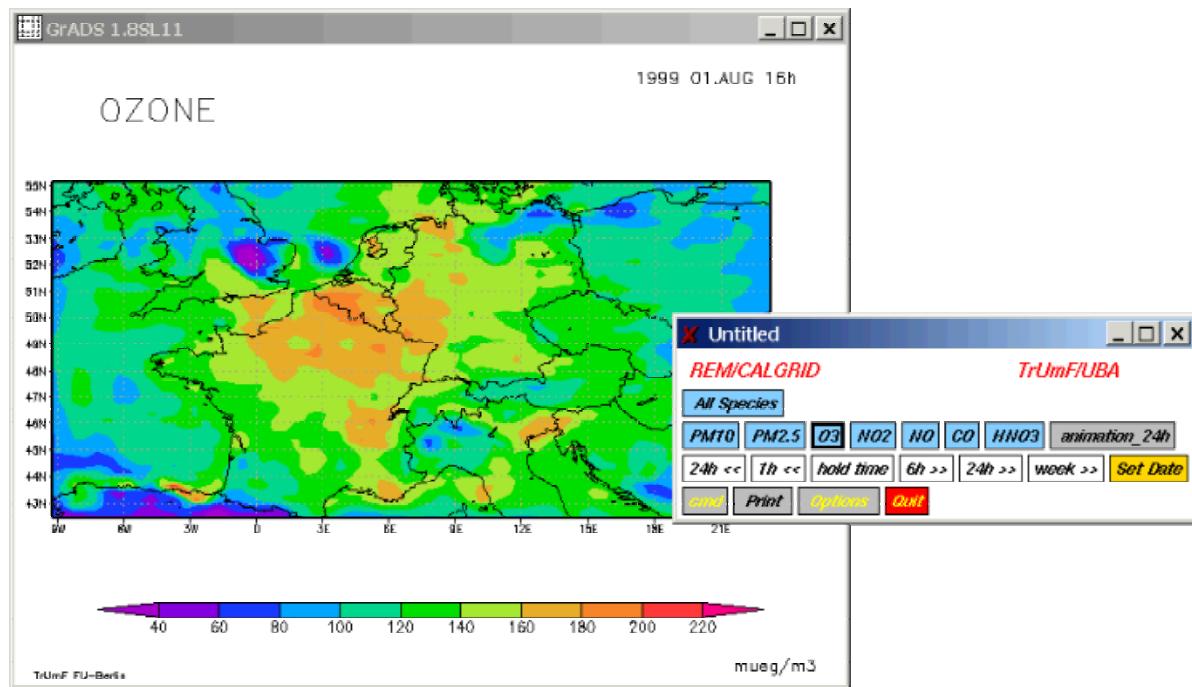


Abbildung 28: Exemplarische Darstellung Ozon Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h

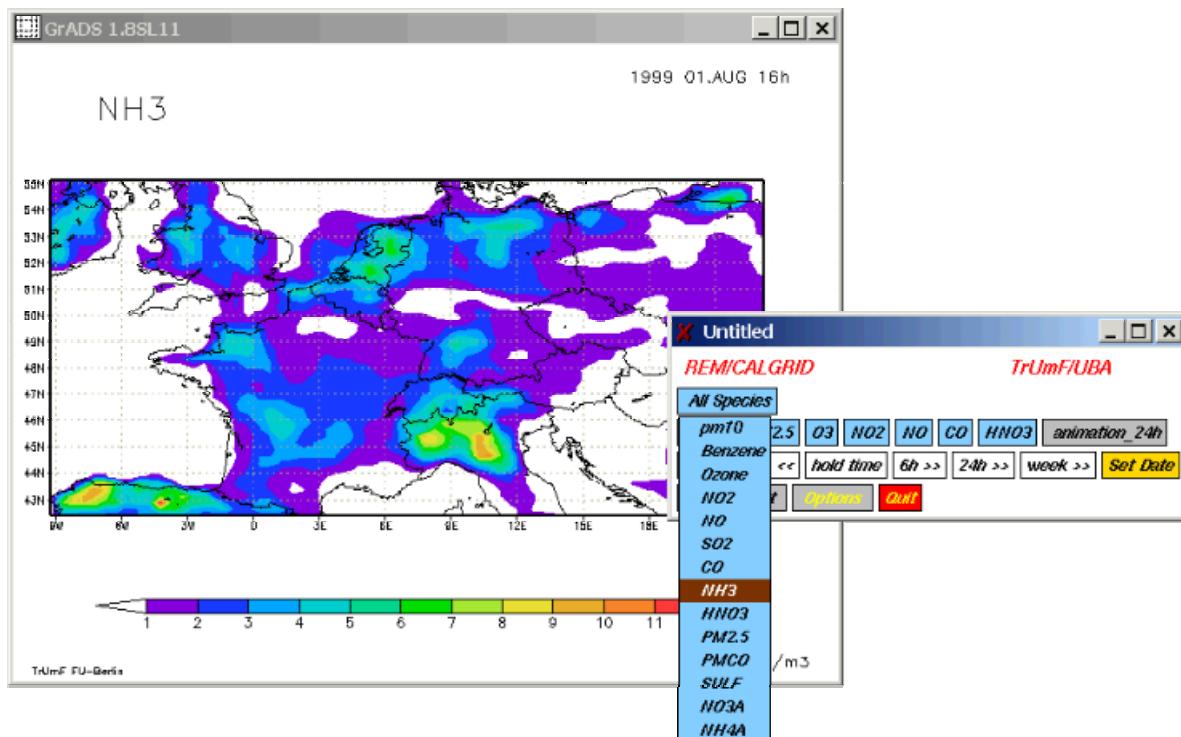


Abbildung 29: Exemplarische Darstellung Ammoniak Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h

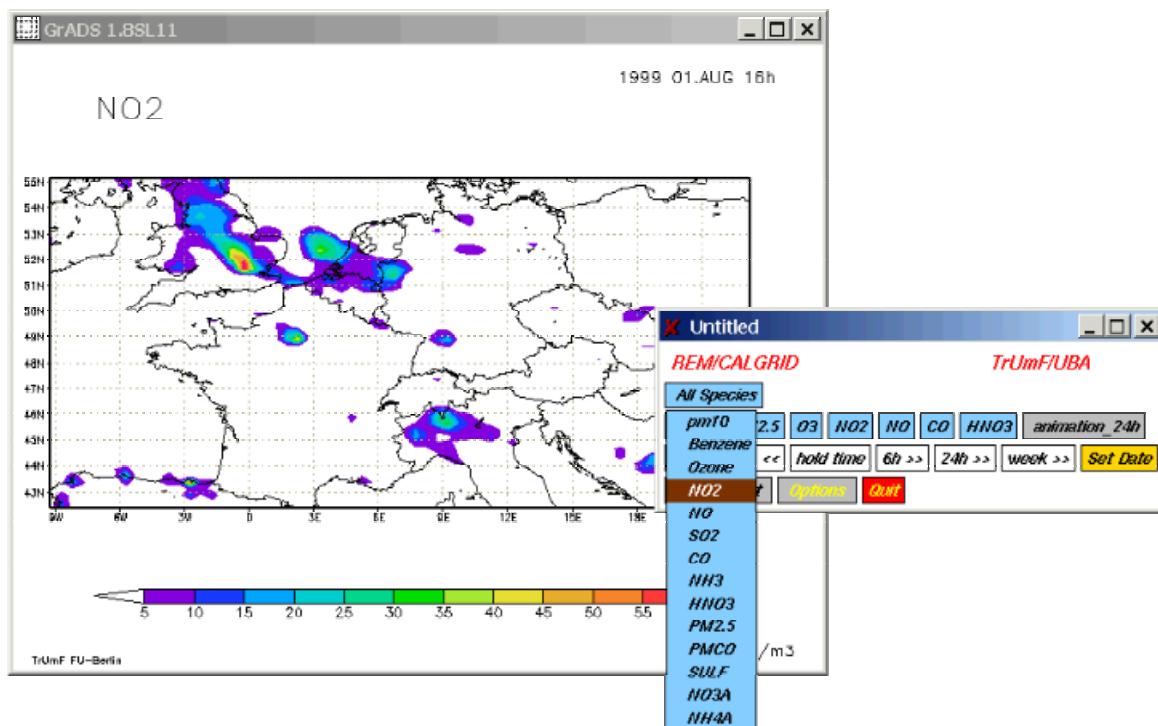


Abbildung 30: Exemplarische Darstellung NO₂ Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h

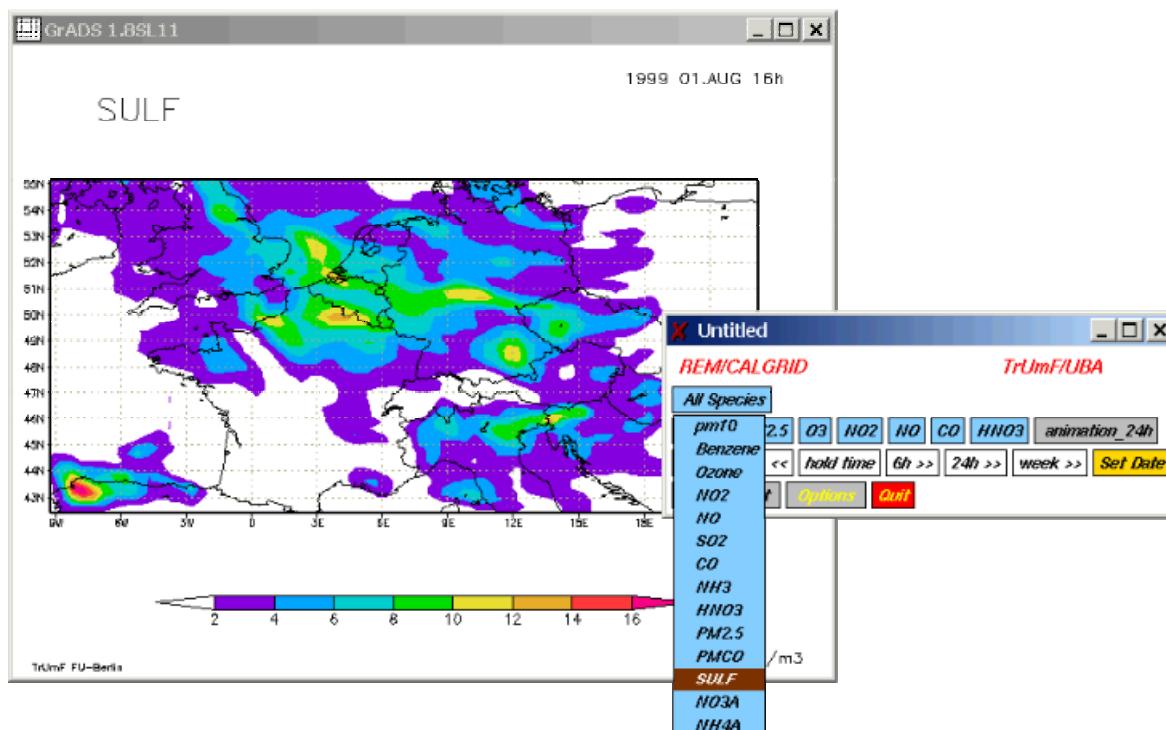


Abbildung 31: Exemplarische Darstellung Sulfat Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h

Die Option „Animation 24“ erlaubt die stündliche Animation der Konzentrationsverteilung der gewählten Spezies vom gegenwärtig eingestellten Zeitpunkt für einen Tag. Dies erlaubt schnell einen Eindruck zur Entwicklung und zum Transport der Schadstoffe zu erhalten.

Alternativ zu dieser Animation ist durch mehrmaliges Antippen der weißen Auswahlknöpfe eine Quasianimation zu erzielen, da jeweils eine Stunde weitergeschaltet wird. (Hierbei wird jedoch für jede Stunde autoskaliert, so dass die Farben nicht immer denselben Konzentrationsniveaus entsprechen. Die Tagesanimation dagegen skaliert immer mit den Farben der Anfangsstunde.)

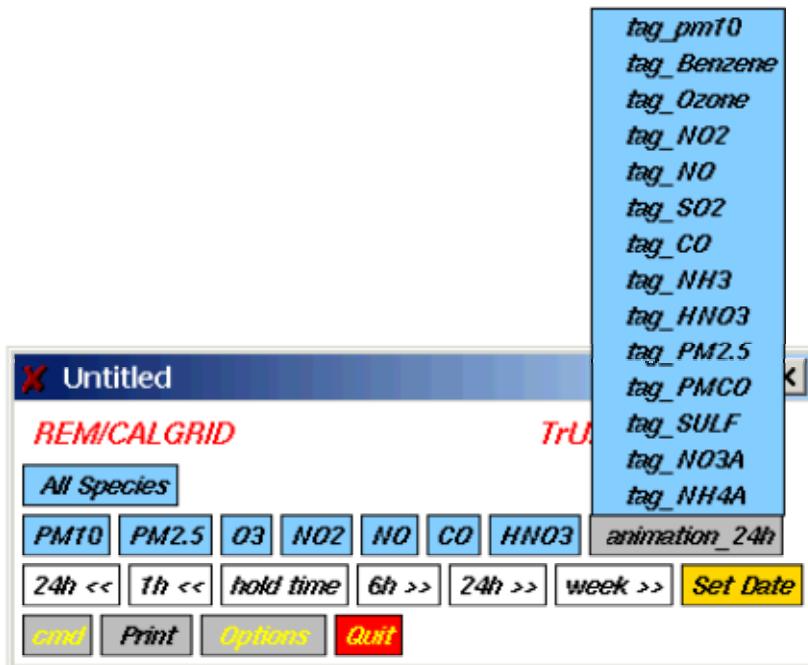


Abbildung 32: Optionen des Buttons „animation_24h“

4 Modul ‚RCG-METEO‘ zur Darstellung der berechneten Meteorologischen Felder

Das Modul ‚RCG-METEO‘ dient zur Visualisierung der 3-stündigen Meteorologiefelder, die - auf 1 Stunde interpoliert- das RCG-Modell als Input erwartet. Die meteorologischen Felder werden aus synoptischen Daten des DWD diagnostisch aufbereitet. Die großräumigen Analysen meteorologischer Felder über Mitteleuropa werden mit dem an der FU Berlin entwickelten, diagnostischen Analysesystem TRAMPER (Tropospheric Realtime Applied Procedures for Environmental Research) erstellt (Reimer und Scherer, 1992 und Kerschbaumer und Reimer, 2003).

RCG-METEO erlaubt die Navigation auf diesen Feldern in der Zeit zu einem bestimmten Datum. Liegen für dieses Datum meteorologische Felder vor, so können die Felder dargestellt werden.

In der folgenden Abbildung wird ein Bildschirmfoto des Moduls gezeigt. Hier wurde das Modul dreimal aufgerufen, um verschiedene meteorologische Parameter gleichzeitig grafisch festzuhalten.

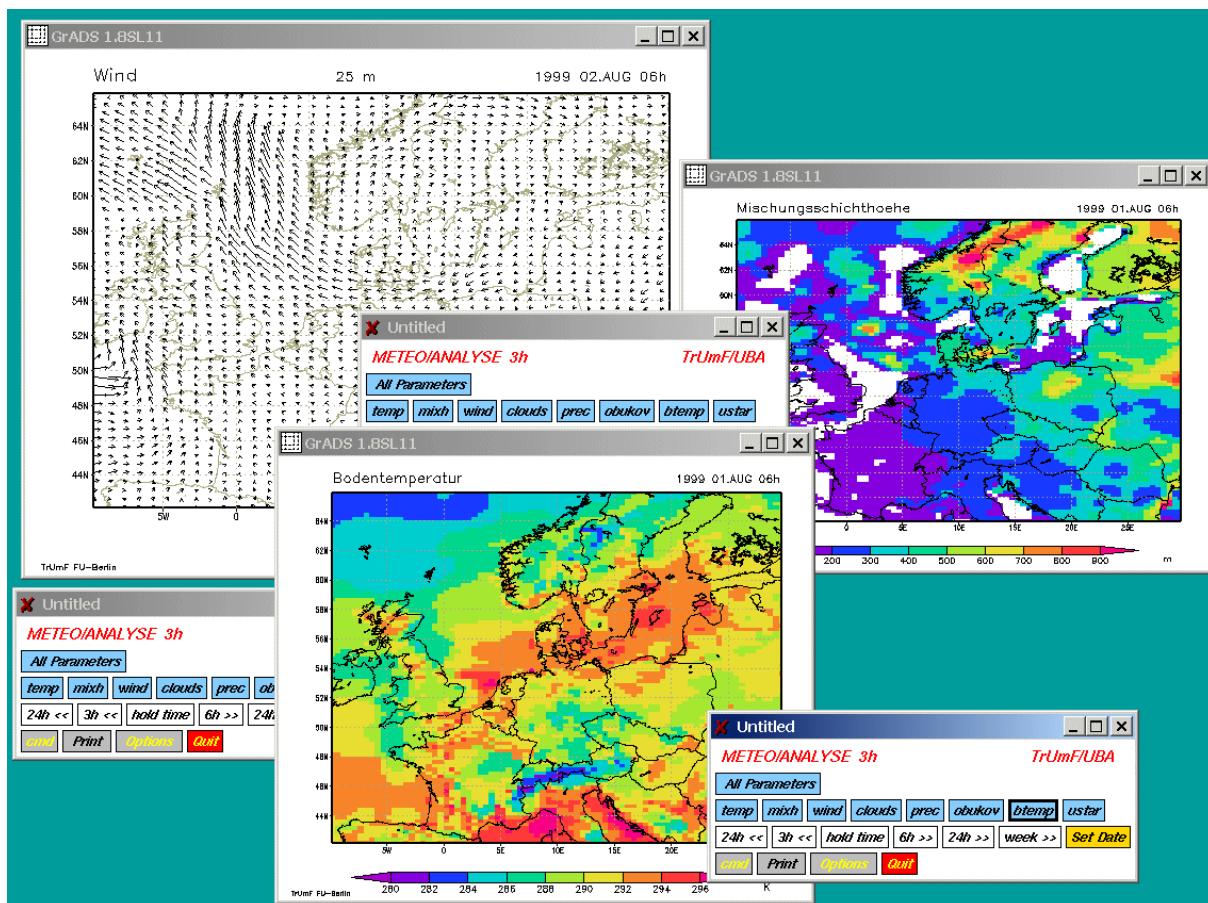


Abbildung 33: Exemplarischer ‚Screenshot‘ mit drei Instanzen des Moduls ‚RCG-METEO‘

Im Folgenden werden die Auswahloptionen des Moduls vorgestellt.



Abbildung 34: Auswahlmenü Meteorologie-Modul ,RCG-METEO'

Die blauen „Buttons“ mit Parameternamen erlauben ein direktes Darstellen ausgewählter meteorologischer Größen, hinter der Option „All Parameters“ verbirgt sich ein Auswahl aller darstellbaren Parameter.

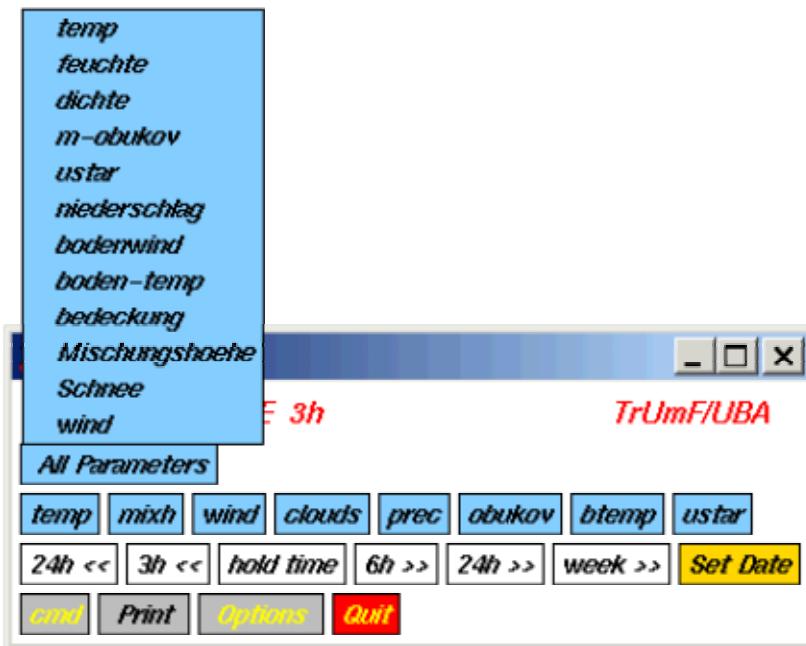


Abbildung 35: Optionen des Buttons „All Species“

Die weißen Buttons erlauben ein direktes relatives Navigieren in der Zeit, unter der gelben Option „Set Date“ ist eine genauere Datumspositionierung möglich.

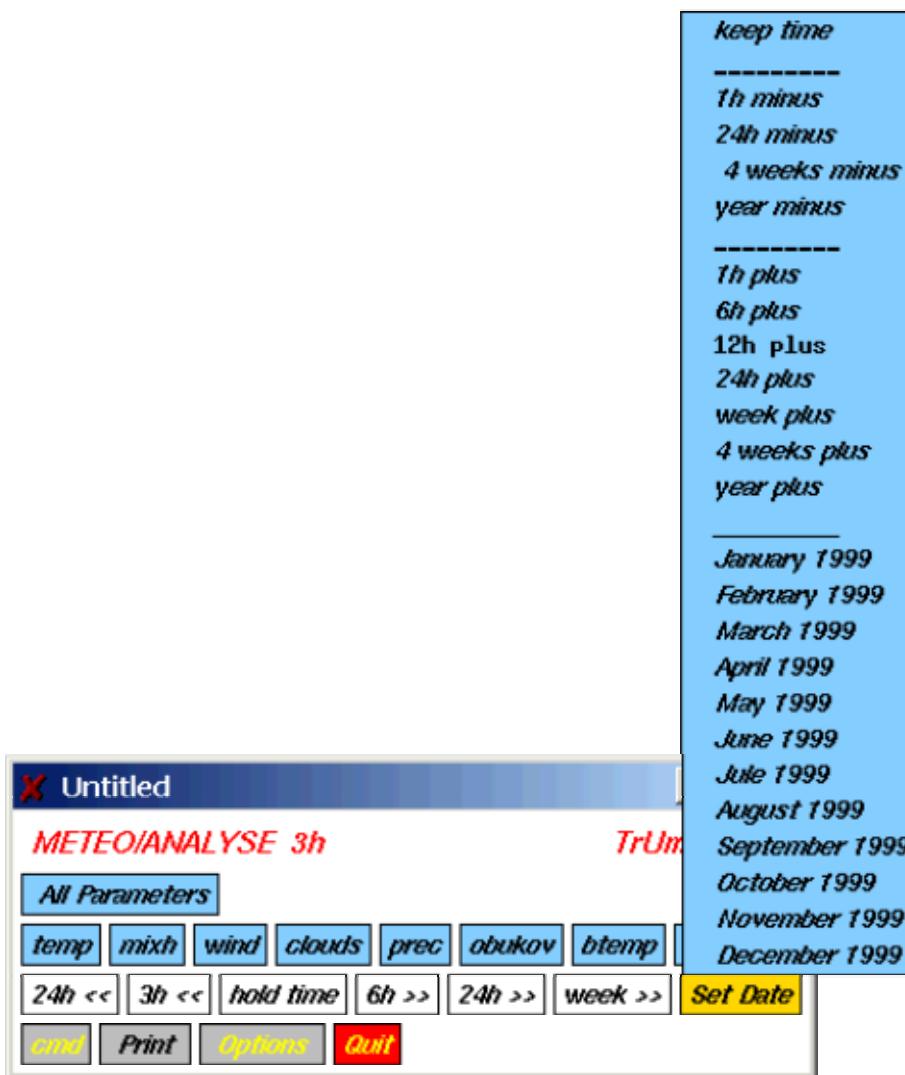


Abbildung 36: Optionen des Buttons ,Set Date'

Die weißen Buttons erlauben Zeitsprünge von 6h, 24h und einer Woche vorwärts und 3h bzw. 24h rückwärts.

Achtung:

Durch das Betätigen der blauen Parameterauswahlknöpfe wird automatisch eine Stunde vorwärtsgeschaltet.

Ist ein Vergleich verschiedener Parameter zum gleichen Zeitpunkt erwünscht, muss vor der Auswahl des neuen Parameter der Button 'hold time' oder die Option 'Set Date keep time' gewählt werden.

In den folgenden Abbildungen werden exemplarisch einige meteorologische Felder dargestellt.

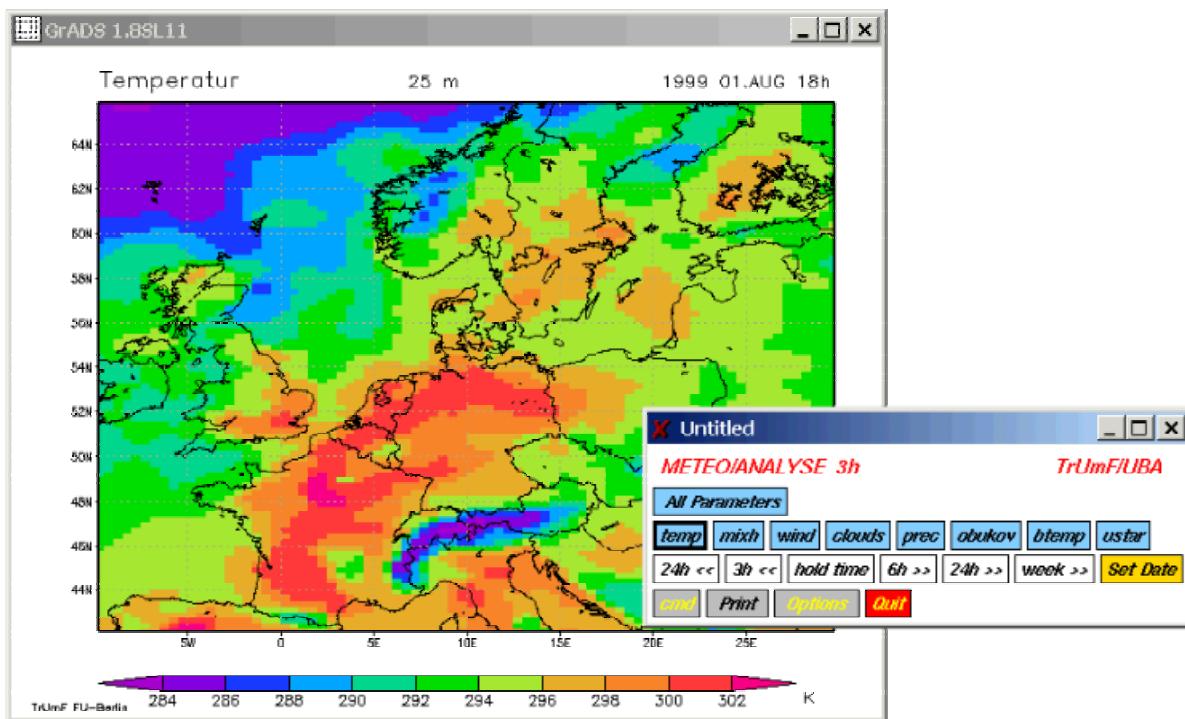


Abbildung 37: Temperatur (25m) am 1. August 1999 18Uhr

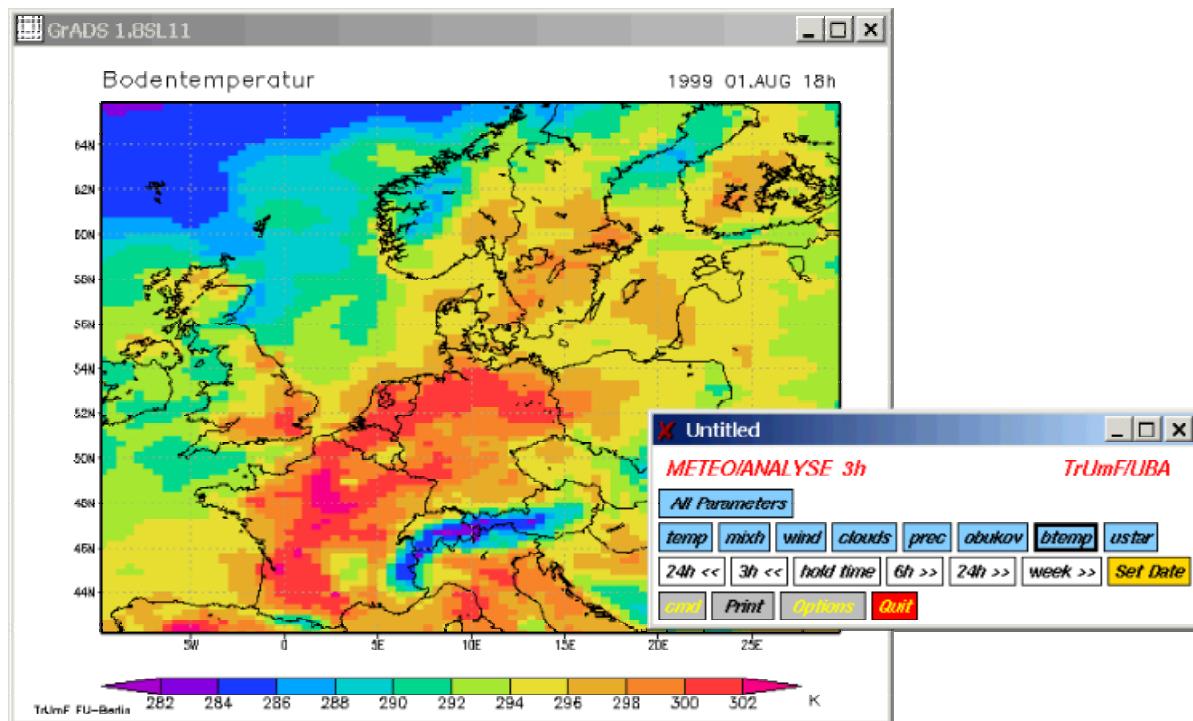


Abbildung 38: Bodentemperatur am 1. August 1999 18Uhr

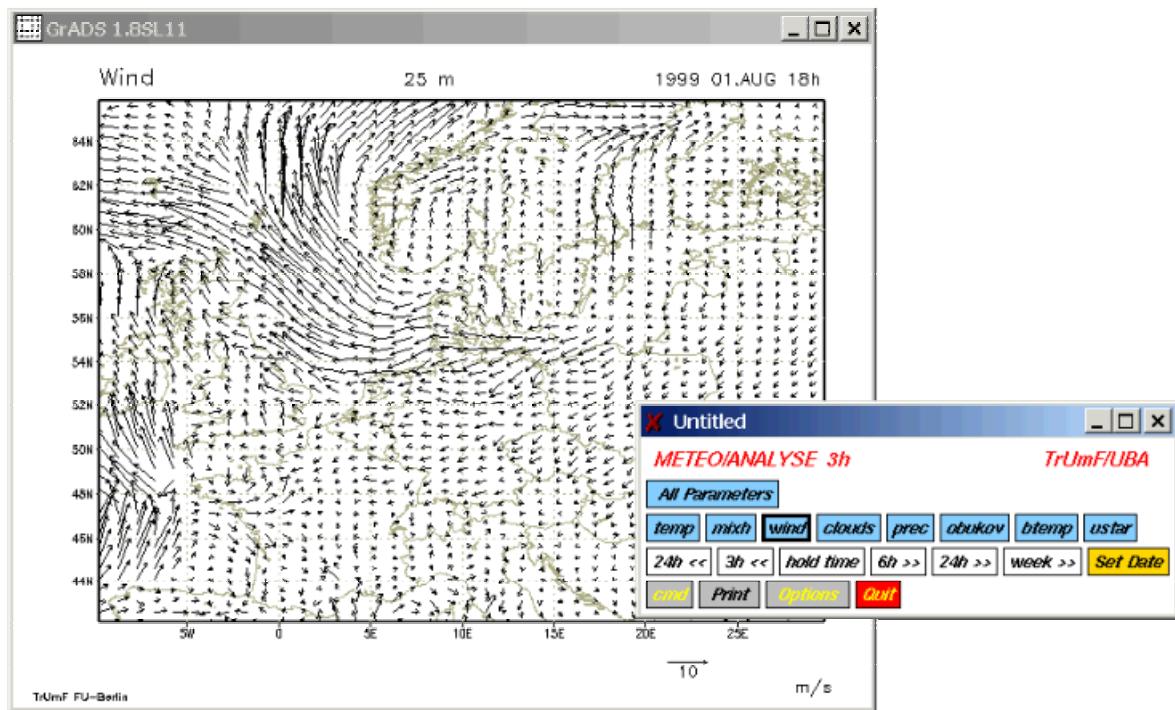


Abbildung 39: Windfeld (25m) am 1. August 1999 18Uhr

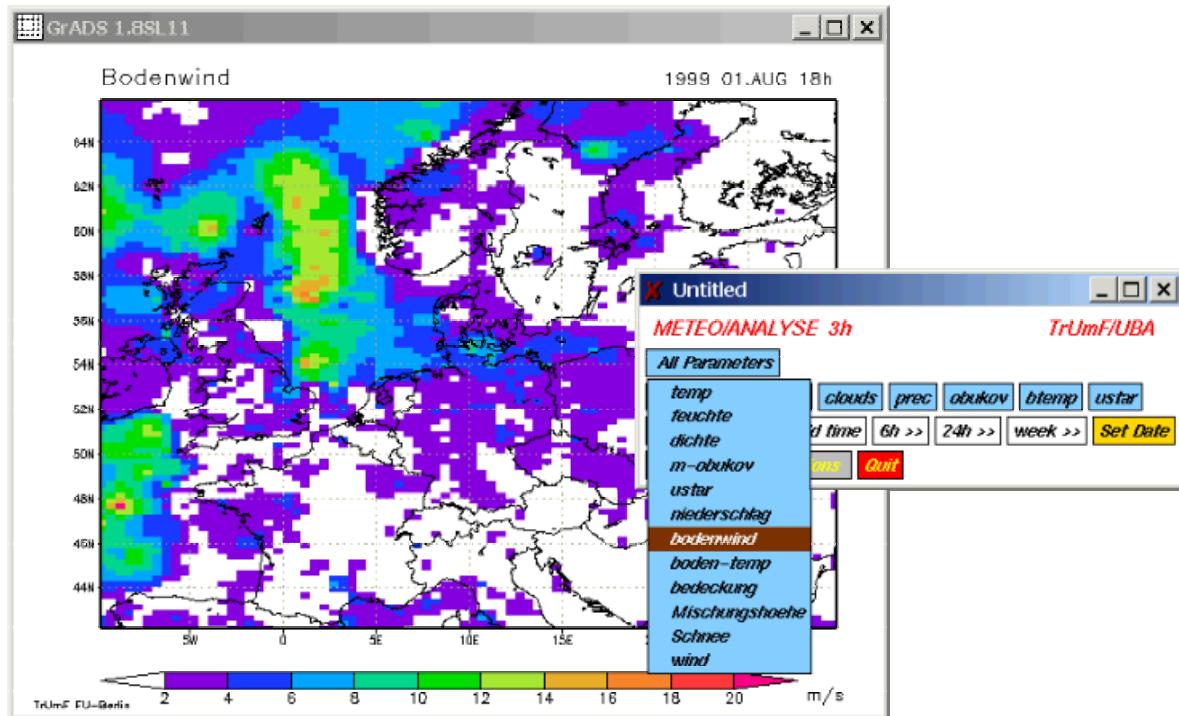


Abbildung 40: Bodenwindgeschwindigkeit am 1. August 1999 18Uhr

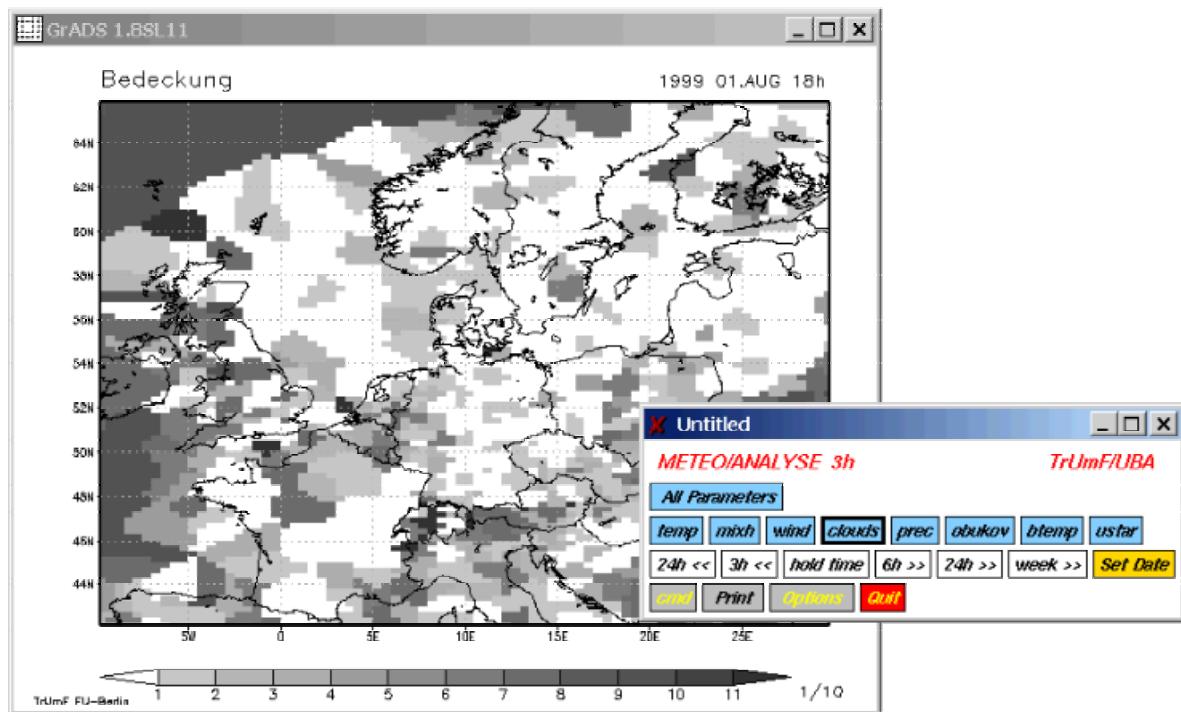


Abbildung 41: Bedeckung am 1. August 1999 18Uhr

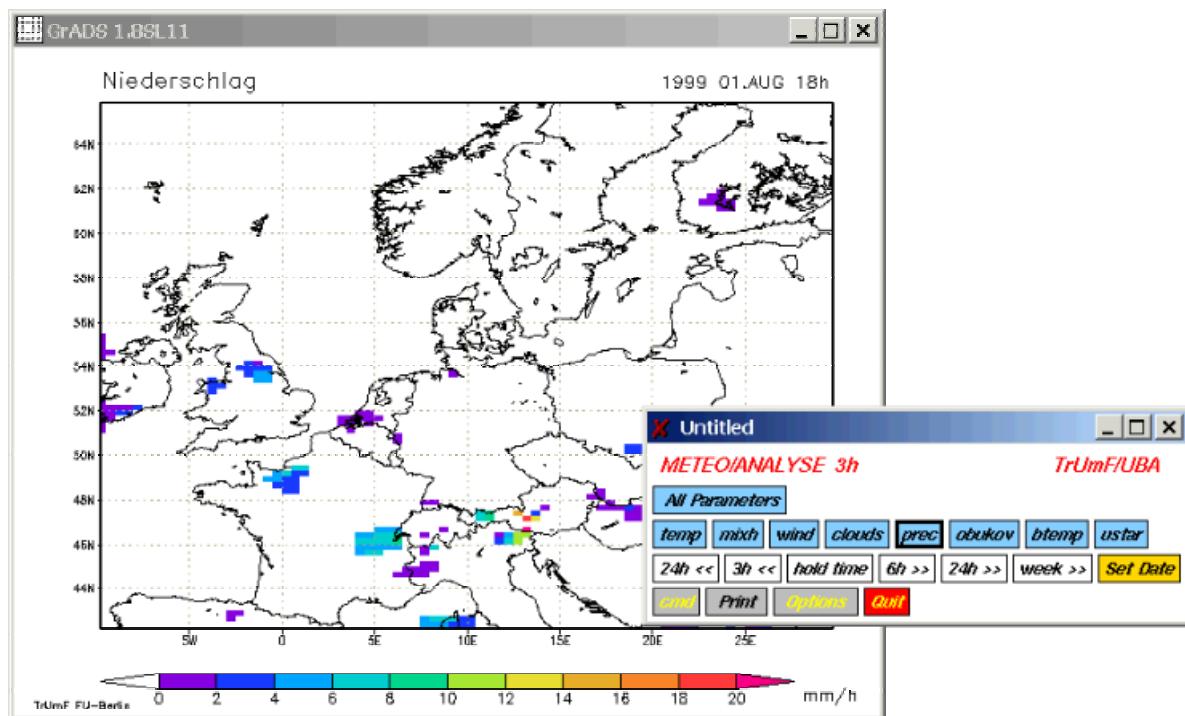


Abbildung 42: Niederschlag am 1. August 1999 18Uhr

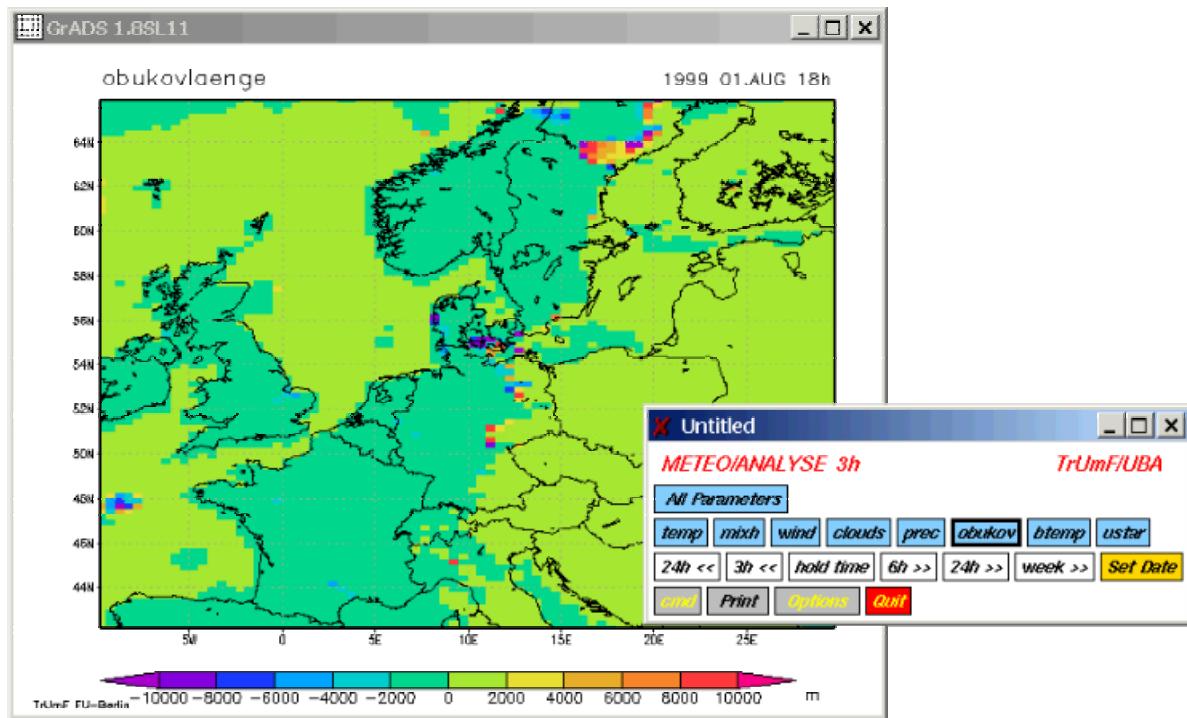


Abbildung 43: Monin-Obukov-Länge am 1. August 1999 18Uhr

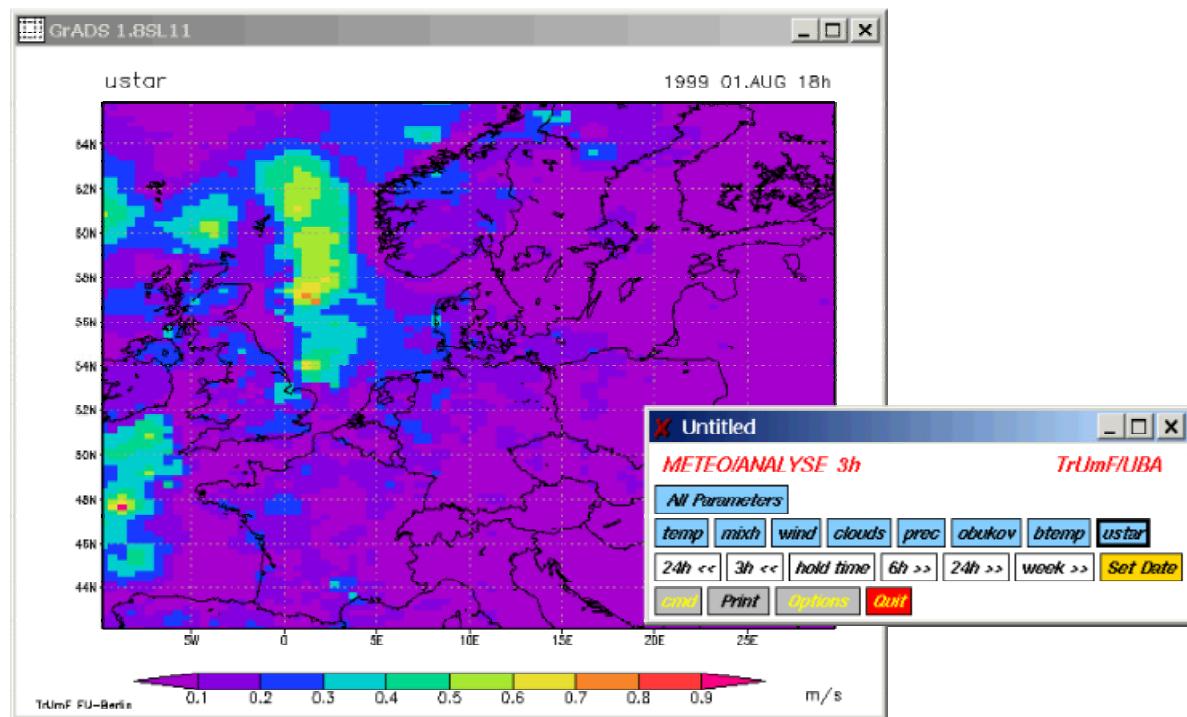


Abbildung 44: Schubspannungsgeschwindigkeit U* am 1. August 1999 18Uhr

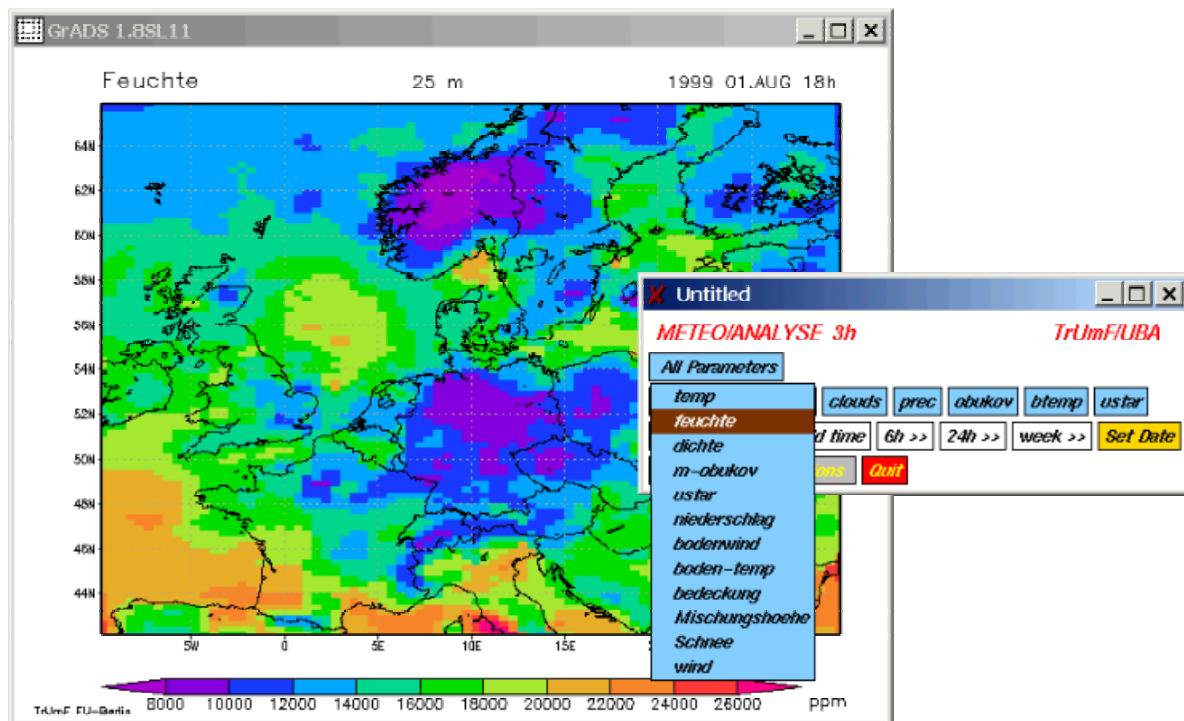


Abbildung 45: Feuchte (25m) am 1. August 1999 18Uhr

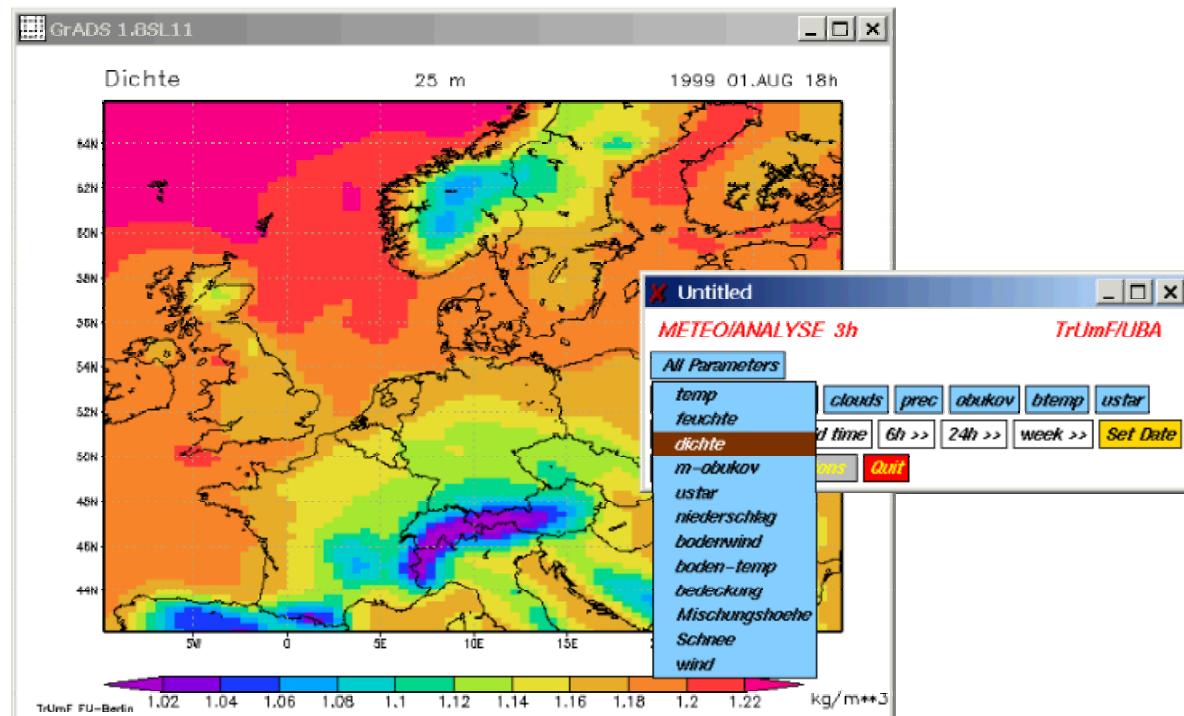


Abbildung 46: Dichte (25m) am 1. August 1999 18Uhr

5 Das Grafiksystems GrADS

Das *Grid Analysis and Display System* (GrADS) ist ein interaktives Public-Domain-Tool für Analyse und Visualisierung (nicht nur) geowissenschaftlicher Daten, die auf diskreten Gittern vorliegen. Ausführliche Informationen zu GrADS und seiner Benutzung findet man auf dem [GrADS-WWW-Server](#); in Maryland, USA (<http://grads.iges.org/grads>). Die Seite verfügt unter anderem auch über Hinweise (Links) auf eine Reihe von [Dokumentationen](#) zu GrADS.

Der WWW-Server am Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) bietet auch zum Teil deutschsprachige Informationen zu GrADS [online abrufbar](#) und als [Manuals](#):
<http://www.dkrz.de/dkrz/visu/GrADS> bzw http://www.dkrz.de/dkrz/dkrz_manuals.html.

Die Ursprünge des GrADS-Systems liegen in der UNIX-Welt. Dankenswerterweise existieren seit etlichen Jahren Portierungen auf die Microsoft-Windows-Plattformen. Ein Erbe der Unixherkunft ist jedoch das Fordern eines X-Servers. Ein X-server ist ein Programm, das die Befehle eines sogenannten X-clients wie z. B des hier benutzten X/Win32 GrADS ausführt um auf dem Bildschirm bestimmte Dinge darzustellen. X/Win32 GrADS kann mit ganz unterschiedlichen X-servern zusammenarbeiten.

Diese X-Windows Schnittstellen gibt es sowohl als kommerzielle Versionen (z.B von STARNET COMMUNICATION <http://www.starnet.com/de> oder von MICROIMAGES <http://www.microimages.com/mix>) als auch als freie Version im Rahmen des CYGWIN-Projekts (<http://cygwin.com/xfree>). Eine Liste von X-Servern findet sich bei <http://www.rahul.net/kenton/xsites.html>.

5.1 Installation eines X-Servers und des GrADS Systems

- **Schritt 1: X-Server installieren**

In den oben und auf der CD aufgeführten LINKS kann eine ausführliche Anleitung zur Installation des ausgewählten X-Server gefunden werden.. Dort finden sich auch sogenannte Trial-Versionen der kommerziellen X-Server als auch eine setup-Routine zur Installation der freien CYGWIN/XFREE Version. Bitte beachten Sie die entsprechenden COPYRIGHT Bestimmungen.



- **Schritt 2 : X/Win32 GrADS installieren.**

Nachdem ein X-Server installiert wurde, kann das GrADS System installiert werden. Auf der CD befindet sich das vollständige SETUP-Programm für X/Win32 GrADS. Aktualisierungen und Versionen für andere Betriebssysteme können von <http://grads.iges.org/grads/downloads.html> heruntergeladen werden.

Befolgen Sie die Anweisung der Installationsroutine und wählen Sie möglichst als Installationsort das vorgeschlagene Verzeichnis ,c:\programme\pcgrads'.



ACHTUNG: Manchmal muss noch manuell dafür gesorgt werden, dass die Verzeichnisse „c:\programme\pcgrads\win32“ und „c:\programme\pcgrads\lib“ im Pfad liegen (Ändern der PATH Umgebungsvariablen). Nähere Erläuterungen finden sich in den Anleitungen zu GrADS <http://grads.iges.org/grads/gadoc> und auf http://grads.iges.org/grads/Getting_xwin32_Started.html.

Nach erfolgreichem Schritt 2 ist die Installation des Grafiksystems GrADS eigentlich abgeschlossen. Mit Hilfe der Tutorials und User Guides können nun selbständige und von den hier vorgestellten RCG-Modulen unabhängige Visualisierungen realisiert werden, sofern die zu visualisierenden Daten im von GrADS geforderten Format vorliegen.

SEHR WICHTIG: Bevor GrADS erfolgreich ausgeführt werden kann, muss der im Schritt 1 installierte X-Server gestartet werden. Es reicht nicht, nur GrADS zu installieren und auszuführen!!!

- **Schritt 3: Scriptdateien in das Verzeichnis „..\\PCGRADS\\LIB“ kopieren**

Die hier entwickelten Visualisierungstools zum REM/CALGRID Modell benötigen über die Standardversion hinausgehende Scripte zur Erzeugung der Grenzen der Bundesländer und des Deutschlandausschnitts. Diese Scriptdateien mit zugehörigen Daten befinden sich auf CD im Ordner „must_be_copied_in_pcgrads_lib_directory“. Es müssen –wie der Name sagt– alle Dateien dieses Ordners in das „lib-Verzeichnis“ der PCGRADS-Installation kopiert werden.

ACHTUNG: Ist PCGRADS nicht im Standardverzeichnis „c:\programme\pcgrads“ installiert, so müssen in den Dateien „basemap_germ.gs“ und „germany.gs“ die Pfade mit Hilfe eines Editors entsprechend angepasst werden!

6 Installation der RCG-Darstellungsmodule

6.1 Start von CD-ROM

Sind X-Server und .X/Win32 GrADS installiert und der X-Server gestartet, so können die RCG-Module prinzipiell schon auf der mitgelieferten CD getestet werden.

In den CD-Verzeichnissen

- ,\grafic_module\MODUL_RCG-EUDIRVAL-GE'
- ,\grafic_module\MODUL_RCG-EUDIRVAL',
- ,\grafic_module\MODUL_RCG-IMFIELD' bzw.
- ,\grafic_module\MODUL_RCG-METEO'

können durch Ausführen der jeweiligen Batch Datei

,START.bat'

Instanzen der jeweiligen Module gestartet werden.

SEHR WICHTIG: Bevor die RCG-Module erfolgreich ausgeführt werden können, muss der im Schritt 1 installierte X-Server gestartet werden. Es reicht nicht, nur GrADS zu installieren und **,START.bat'** auszuführen!!!

ACHTUNG: Auf der beiliegenden CD können nur Auszüge der tatsächlich im Vorhaben erzeugten Datenbasis abgespeichert werden, Diese CD dient nur zur Implementierung des Visualisierungstools und die Daten dienen zum Testen.

6.2 Kopieren der RCG-Module auf Festplatte

Die oben beschriebenen Verzeichnisse der RCG-Module lassen sich komplett mit Unterverzeichnissen an beliebige Stellen der Festplatte kopieren.

Durch dortigen Aufruf von

,START.bat'

können dann Instanzen der jeweiligen Module gestartet werden, **natürlich erst nach Starten des X-servers.**

Auf Festplatte kopiert können dann, wie unten beschrieben, die darzustellenden Daten aktualisiert bzw. vervollständigt werden. Der Platzbedarf für die Ergebnisfelder eines Jahres liegt im fünf Gigabytebereich.

6.3 Aktualisierung der Input-Dateien

Wie oben erwähnt, müssen die INPUT-Dateien der Module ,RCG-EUDIRVAL-GE' und ,RCG-EUDIRVAL-GE' evtl. aktualisiert werden. Die INPUT-Dateien der Module ,RCG-IMFIELD' und ,RCG-METEO' sollten bei Bedarf auf jeden Fall vervollständigt werden (pro Jahr 4-5 Gbyte).

Im Folgenden wird das Aktualisierungs- bzw. Austauschverfahren für die einzelnen Module beschrieben. Die jeweiligen Daten werden auf Anfrage von der Arbeitsgruppe TRUMF der Freien Universität (<http://www.trumf.fu-berlin.de>) zu Verfügung gestellt..

Modul ,RCG-EUDIRVAL'

GRADS Daten bestehen in der Regel aus einem so genannten Datencontainer (5-dimensional, x, y, z, species, time) und einer zugehörigen Kontrolldatei, die die spezifischen Eigenschaften der Daten beschreibt.

Die neu darzustellenden Datencontainer werden in die entsprechenden Unterverzeichnisse

- „MODUL_RCG-EUDIRVAL\O3”,
- „MODUL_RCG-EUDIRVAL\NOX”,
- „MODUL_RCG-EUDIRVAL\NO2”,
- „MODUL_RCG-EUDIRVAL\PM10”,
- usw.

entsprechend der jeweiligen Spezies kopiert (siehe Abbildung 47), dann wird im Hauptverzeichnis die entsprechende ‚CTL’ Datei mit Hilfe eines Editors geöffnet (z. B. `ctl_o3 ctl`’).

- In der ersten Zeile nach „DSET ^.\o3“ muss der Name des neuen Containers eingetragen werden.
- In der zweiten Zeile nach „TITLE“, kann ein Kommentar eingegeben werden, der bis zum ersten Leerzeichen in der Zeichnung eingeblendet wird.
- Achtung: Die übrigen Kenngrößen in der CTL-Datei müssen natürlich mit den Kenngrößen des eingetragenen Containers übereinstimmen. Tabelle 6 zeigt beispielhaft die CTL-Datei für O3.

```
DSET ^.\o3\CONC_JAHR_1999_neue_Daten.eug
TITLE Hier_steh_t_Bezeichnung_die_in_die_Zeichnung_eineblendet_wird bis zum 1. blanc
OPTIONS BIG_ENDIAN
UNDEF -99.9
XDEF 80 LINEAR -9.7500000 0.5000000
YDEF 81 LINEAR 42.1250000 0.2500000
ZDEF 4 LEVELS 1 2 3 4
TDEF 1 LINEAR 01Z01Jan1999 8760HR
VARS 39
o3_01 1 99 O3 8hmean(max) No of days > 120. microgr/m3, 1999 (Target value: 120
microgr/m3, no more than at 25 days)
o3_02 1 99 O3 Highest 8hmean (max), 1999(Target value: 120.0 microgr/m3)
o3_03 1 99 O3 AOT40 Crops microgr/m3 h, 1999 (Target value: 18000. microgr/m3 h)
```

Tabelle 6: Anriss einer ‚CTL-Datei’, hier ‚ctl_o3 ctl’ in „MODUL_RCG-EUDIRVAL’

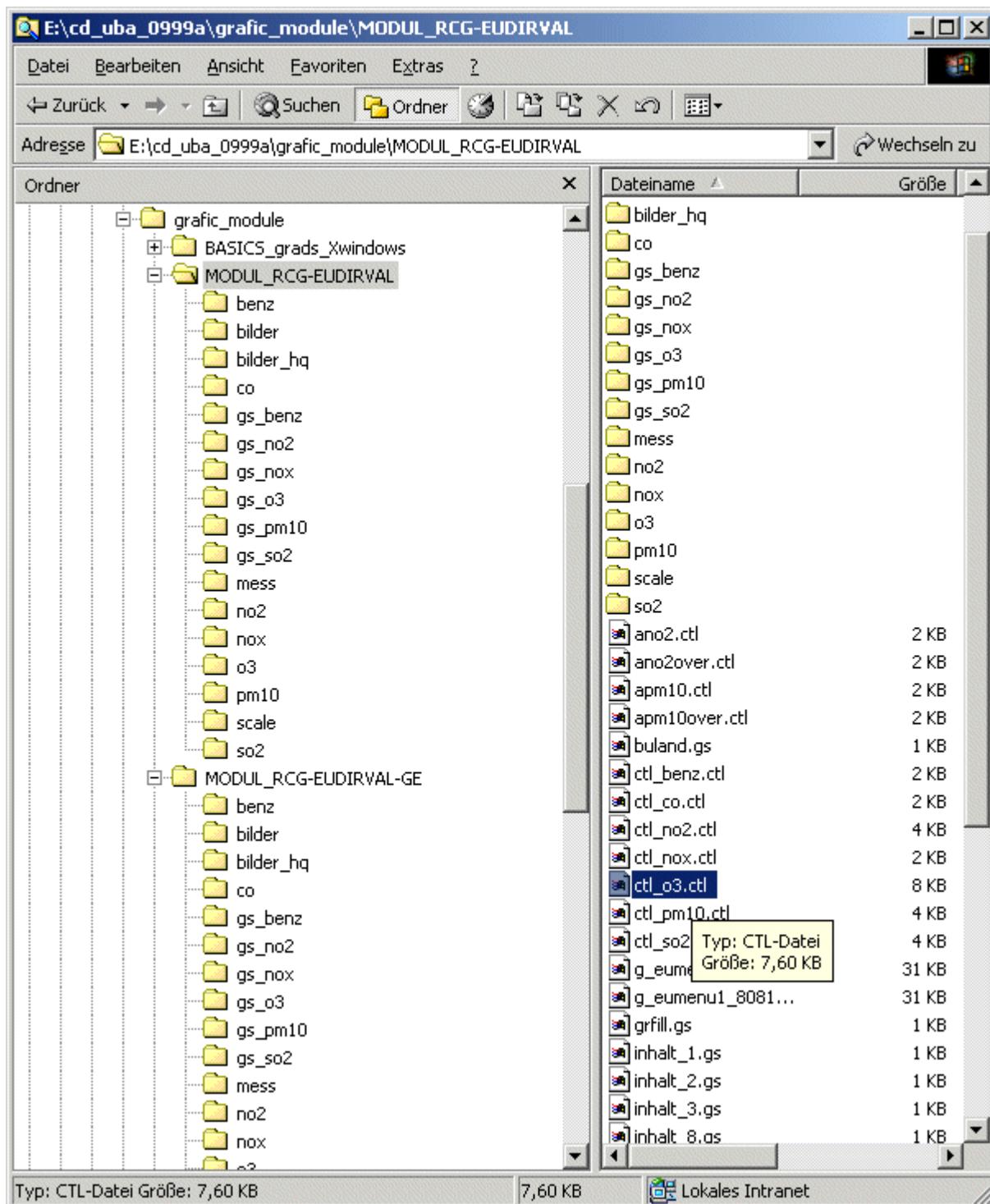


Abbildung 47: Verzeichnisstruktur Modul ‚RCG-EUDIRVAL‘ und ‚RCG-EUDIRVAL-DE‘

Modul ‚RCG-EUDIRVAL-DE‘

Für das Deutschlandmodul gilt für eine Aktualisierung dasselbe, wie für das oben beschriebene Modul.. Der Unterschied liegt in der Geometrie des Input-Containers. Die Zeilen 5 und 6 der Tabelle 7 zeigen, dass hier Felder der Dimension 52 X 76 mit Ursprung bei 4.125 Grad Länge und 46.5625 Grad Breite als Input dienen, während der Tabelle 6 zu

entnehmen ist, dass hier für Europa die Dimension 80 X 81 mit Ursprung bei -9.75 / 42.125 Grad gilt.

```
SET ^.\pm10\OICE0842F2PM10_20010101_PMOI_01_b.eug
TITLE OI/OBS_OICE0842F2_mar03
OPTIONS BIG_ENDIAN
UNDEF -99.9
XDEF 52 LINEAR 4.12500 0.25000
YDEF 76 LINEAR 46.56250 0.12500
ZDEF 4 LEVELS 1 2 3 4
TDEF 1 LINEAR 01Z01Jan2001 8760HR
VARS 22
pm10_01 1 99 Annual Mean
pm10_02 1 99 Exceedances daily mean > 75. microgr/m3
pm10_03 1 99 Exceedances daily mean > 50. microgr/m3
pm10_04 1 99 Exceedances daily mean > 30. microgr/m3
pm10_05 1 99 Exceedances daily mean > 20. microgr/m3
pm10_06 1 99 Areas of exceedances daily means
pm10_07 1 99 Winter Mean
pm10_08 1 99 Summer Mean
pm10_09 1 99 Monthly MEAN : JAN, 31 DAYS, 2001
pm10_10 1 99 Monthly MEAN : FEB, 28 DAYS, 2001
pm10_11 1 99 Monthly MEAN : MAR, 31 DAYS, 2001
pm10_12 1 99 Monthly MEAN : APR, 30 DAYS, 2001
pm10_13 1 99 Monthly MEAN : MAY, 31 DAYS, 2001
pm10_14 1 99 Monthly MEAN : JUN, 30 DAYS, 2001
pm10_15 1 99 Monthly MEAN : JUL, 31 DAYS, 2001
pm10_16 1 99 Monthly MEAN : AUG, 31 DAYS, 2001
pm10_17 1 99 Monthly MEAN : SEP, 30 DAYS, 2001
pm10_18 1 99 Monthly MEAN : OCT, 31 DAYS, 2001
pm10_19 1 99 Monthly MEAN : NOV, 30 DAYS, 2001
pm10_20 1 99 Monthly MEAN : DEC, 31 DAYS, 2001
pm10_21 1 99 STAGE 1: 90.14 -Perzentile in microgr/m3, ( 36. day of the dfd)
pm10_22 1 99 STAGE 2: 97.81 -Perzentile in microgr/m3,( 8. day of the dfd)
endvars
```

Tabelle 7: „CTL-Datei“ hier „ctl_pm10.ctl“ in „MODUL_RCG-EUDIRVAL-DE“

Modul ‚RCG-IMFIELD‘

Die Aktualisierung bzw. Erweiterung für die Visualisierungsmodule der nicht gemittelten zeitabhängigen Immissionsfelder und Meteorologiefelder ‚RCG-IMFIELD‘ und ‚RCG-METEO‘ erfordert wesentlich weniger Aufwand. Ein Eingreifen mit einem Editor ist nicht erforderlich.. Abbildung 48 zeigt die Verzeichnisstruktur des Moduls ‚RCG-IMFIELD‘. Die darzustellenden Datencontainer können in den Unterordner ‚input‘ kopiert werden. Sofern sie der Konvention ‚JJJJ_species.gco‘ genügen, werden sie vom MODUL erkannt und

können sofort dargestellt werden. „JJJJ“ entspricht dabei der Jahreszahl, „species“ der jeweiligen SPEZIES.

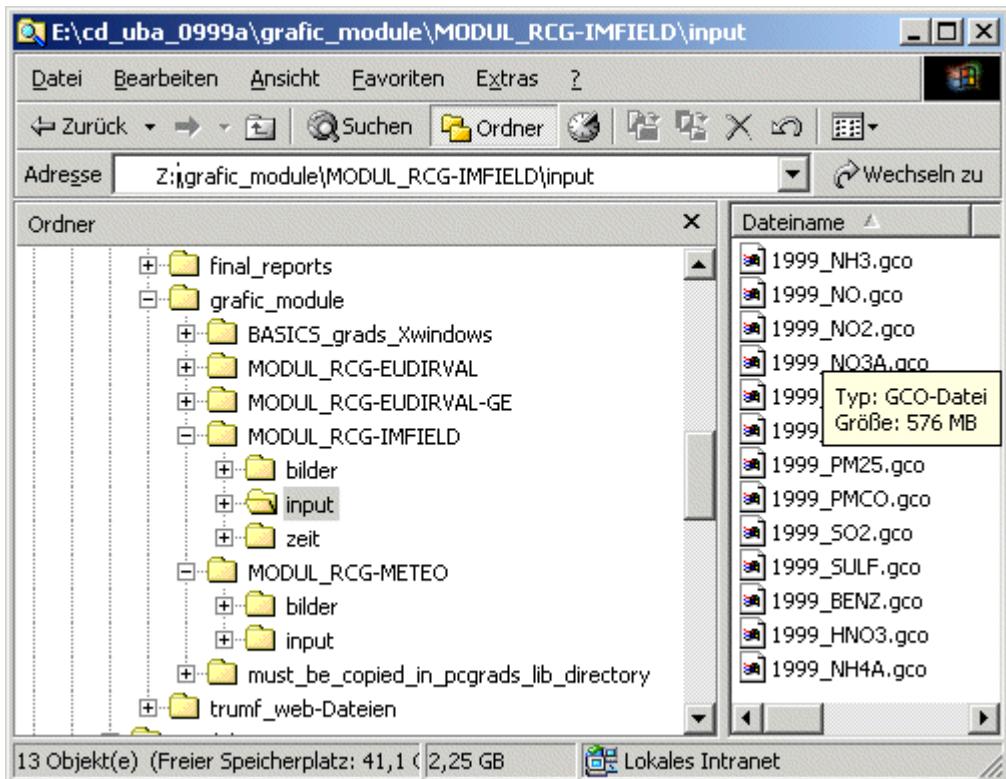


Abbildung 48: Verzeichnisstruktur Modul ‚RCG-IMFIELD‘

ACHTUNG: Die Datencontainer müssen in der Dimension 80 X 81 mit Ursprung bei -9.75 Grad / 42.125 Grad vorliegen. Andere Dimensionen erfordern Änderungen in den entsprechenden ‚CTL-Dateien‘ im Hauptverzeichnis des Moduls (open*.ctl).

Modul ‚RCG-METEO‘

Die Inputdateien des METEO-Moduls können leicht vervollständigt bzw. ausgetauscht werden. Abbildung 49 zeigt die Verzeichnisstruktur des Moduls ‚RCG-Meteo‘ und die Namenskonvention der Inputdateien. Dateien im Unterverzeichnis ‚input‘ mit Namensaufbau ; TTMMMMJJJ.dat‘ werden automatisch als für den Termin geltende meteorologische Inputdatei interpretiert..

Achtung: Wie der Tabelle 8 in Zeile 8 zu entnehmen ist, liegen die Daten 3-stündig vor. Die Dimension der MET-Felder beträgt 80 X 96 mit Ursprung bei -9.75 Grad / 42.125 Grad. Der Speicherbedarf für einen Tag beträgt 15 Mbyte (Auf eine CD passen also etwa 40 Tage).

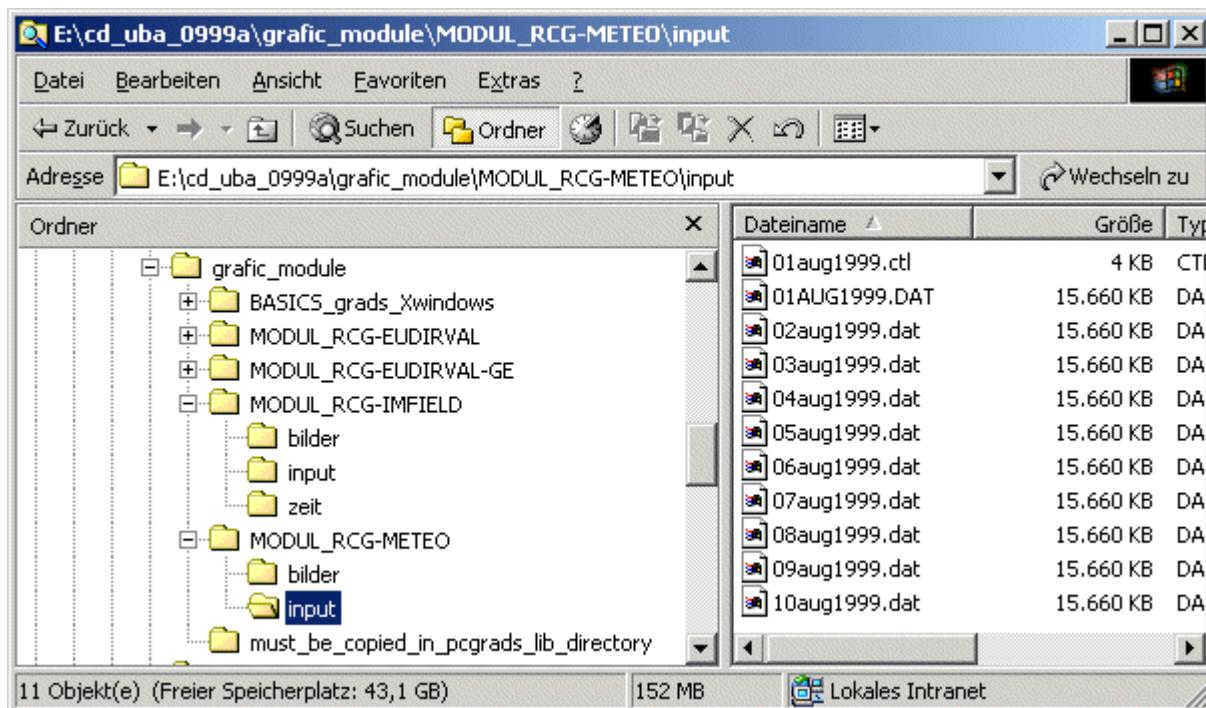


Abbildung 49: Verzeichnisstruktur Modul ,RCG-METEO'

```

DSET ^\input\%d2%mc%y4.DAT
TITLE 01JAN1999.DAT METEOROLOGIE TH DATEN ANALYSE neu mit snowcov
UNDEF -99999.9
OPTIONS TEMPLATE big_endian
XDEF 80 LINEAR -9.750 0.500
YDEF 96 LINEAR 42.125 0.250
ZDEF 10 LEVELS 25 50 150 300 500 800 1200 1800 2500 3000
TDEF 30000 LINEAR 00Z01JAN1997 3HR
VARS 13
UMWIND 10 99 [M/S]
VMWIND 10 99 [M/S]
MTEMP 10 99 [K]
MFEUCHT 10 99 [PPM]
MDICHTE 10 99 [KG/M**3]
OBUKOV 0 99 [M]
USTAR 0 99 [M/S]
NIED 0 99 [MM/H]
BWIND 0 99 [M/S]
BTEMP 0 99 [K]
BEDECKUN 0 99 [.1FR]
MIXHOE 0 99 [M]
SNOWCOV 0 99 [Y/N]
ENDVARS

```

Tabelle 8: ,CTL-Datei' des Moduls ,RCG-METEO'

7 Sonstiges

7.1 Mehrere Instanzen der Module aufrufen

Das Modulsystem erlaubt es, nachdem der X-Server gestartet ist, nicht nur ein Modul aufzurufen, sondern unabhängig voneinander mehrere Instanzen auf dem Bildschirm darzustellen. Grundsätzlich beschränkt nur die Übersichtlichkeit die Anzahl der darzustellenden Fenster (siehe Abbildung 1).

Sollen für ein Modul unterschiedliche Daten gleichzeitig dargestellt werden, so ist es notwendig, eine Kopie des entsprechenden Modulverzeichnisses zu erstellen und dort die Daten auszutauschen. So ist z. B. ein Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Rechenläufe möglich.

Sollte die in den Modulen ‚RCG-EUDIRAL‘ fest verdrahtete Skalierung nicht erwünscht sein, so kann diese durch einfaches Löschen bzw. Umbenennen des Unterverzeichnisses ‚scale‘ erreicht werden. Jedes darzustellende Feld wird dann autoskaliert.

7.2 Ausdruck der Darstellungen

Jedes der Module enthält einen Button ‚Print‘ (siehe Abbildung 50). Sind die Module auf Festplatte installiert, so erlauben die Optionen dieses Knopfes bis zu zehn GIF-Bilder in der Auflösung 800 x 600 Pixel in dem jeweiligen Unterverzeichnis ‚Bilder‘ abzuspeichern.

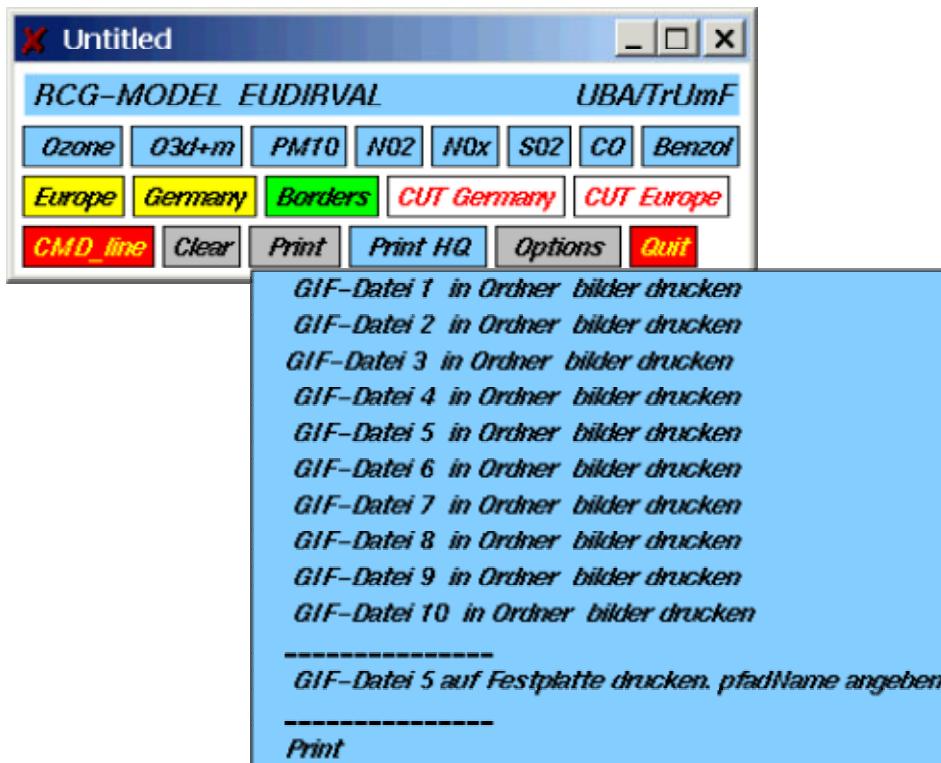


Abbildung 50: Auswahl des Button ‚Print‘

Werden die Module von CD aufgerufen oder sollen mehr als 10 Bilder abgespeichert werden, so erlaubt die Option „GIF-DATEI auf Festplatte drucken, pfadName angeben“ die freie Auswahl des Speicherortes und der Bezeichnung der Datei. Achtung: Die Endung des Dateinamens bestimmt den Bildtyp, also z.B. bildname.GIF oder bildname.BMP).

Die Tochterrichtlinien-Module „RCG-EURIVAL“ und „RCG-EURIVAL-DE“ erlauben unter dem Button „Print HQ“ das Abspeichern weitere zehn Dateien in der verbesserten Qualität von 1200 X 800 Pixeln. Diese abgespeicherten Dateien sind dann im jeweiligen Unterverzeichnis „bilder-hq“ zu finden.

7.3 Weitere Optionen

Unter dem Button „Options“ verbergen sich die Möglichkeiten, die Darstellung der Felder zu ändern und die Hintergrundfarbe zu wechseln (siehe Abbildung 51).

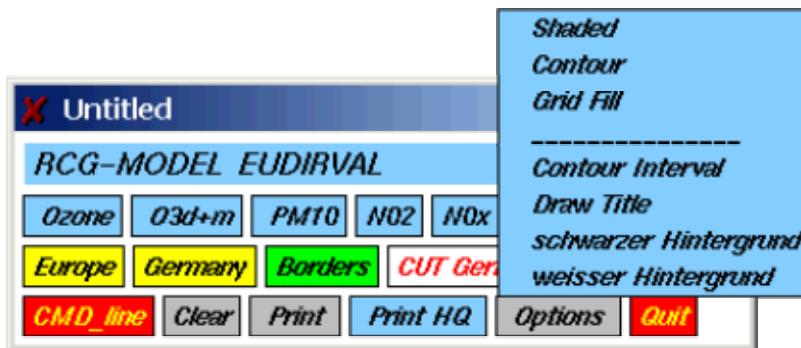


Abbildung 51: Auswahl des Buttons „Options“

Der Button „CMD_line“ erlaubt einen Zugriff auf die Befehlszeile des GrADS-Grafiksystems (Abbildung 52). Es besteht damit die Möglichkeit, viele zusätzliche Features in die Darstellungen mit einzubeziehen. Diese Möglichkeiten erschließen sich aber nur dem erfahrenen GrADS-Anwender, ein Studium der diversen GrADS Manuals ist unabdingbar und eine nähere Beschreibung würde den Rahmen der vorliegenden Anleitung sprengen.

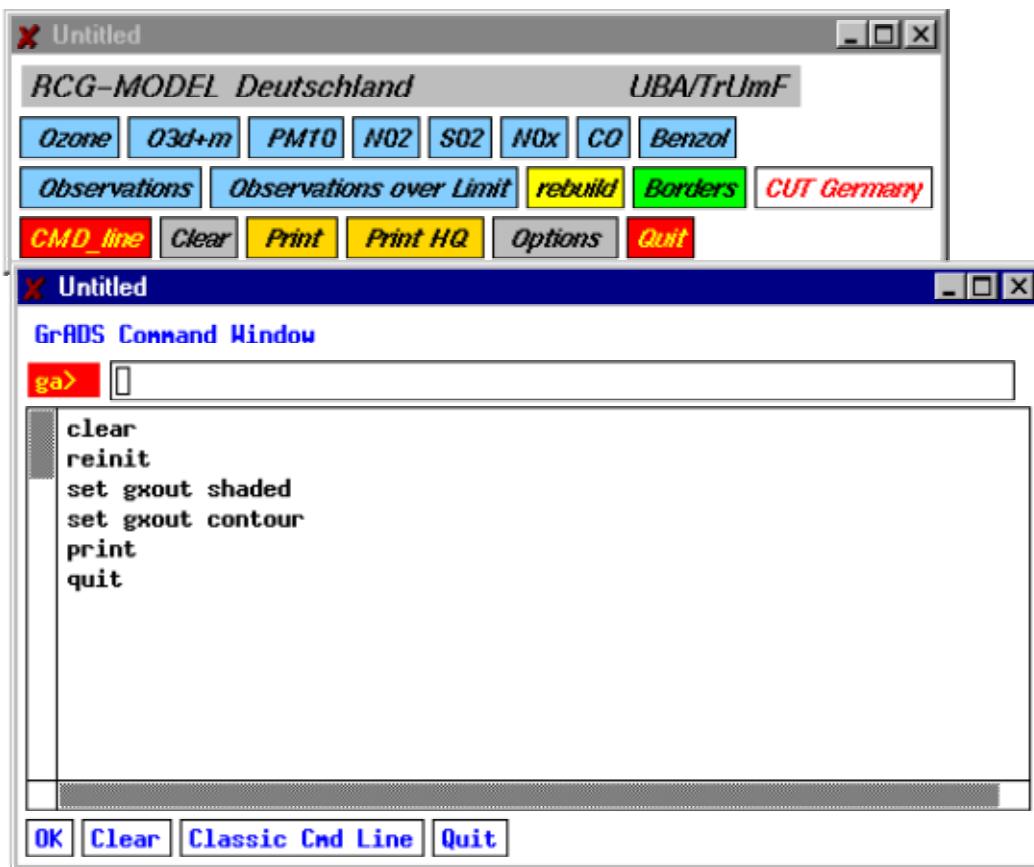


Abbildung 52: Das ‚Befehlszeilen-Fenster‘ des GrADS-Systems

8 Nützliche LINKS

Im Folgenden werden nochmals einige Verweise auf nützliche Webseiten aufgeführt.

Allgemein:

<http://www.umweltbundesamt.de>

<http://www.umweltbundesamt.de/ozon>

<http://www.trumf.fu-berlin.de> oder kurz <http://trumf.de>

<http://www.met.fu-berlin.de>

GrADS *Grid Analysis and Display System*

<http://grads.iges.org/grads>

<http://grads.iges.org/grads/gadoc>

http://grads.iges.org/grads/Getting_xwin32_Started.html

<http://www.dkrz.de/dkrz/visu/GrADS>

X-Server

<http://cygwin.com/xfree>

<http://www.starnet.com/de>

<http://www.microimages.com/mix>

<http://www.rahul.net/kenton/xsites.html>

Sonstige

<http://rea.ei.jrc.it/netshare/thunis/citydelta>

Für die Inhalte der oben aufgeführten ,SITES' kann keine Verantwortung übernommen werden.

9 Literaturverzeichnis

EU (1996). Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27.9.1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 296/55 vom 21.11. 1996

EU (1999). Richtlinie 1999/30/EG des Rats vom 22.4.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 163/41 vom 29.6. 1999.

EU (2000). Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rats vom 16.11.2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 313/12 vom 13.12. 2000.

EU (2002). Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rats vom 12.2.2002 über den Ozongehalt der Luft. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 67/14 vom 9.3. 2002.

Kerschbaumer, A. und Reimer, E. (2003). Erstellung der Meteorologischen Eingangsdaten für das REM/CALGRID-Modell: Modellregion Berlin-Brandenburg. Bericht zum UBA-Forschungsvorhaben FE-Vorhaben 299 43 246. Freie Universität Berlin. Institut für Meteorologie.

Reimer, E. and B. Scherer (1992). An operational meteorological diagnostic system for regional air pollution analysis and long-term modelling, Air Poll.Modelling and its Applications IX (1992). Plenum Press.

Stern, R. (2003). Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM/CALGRID Abschlußbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon“.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarischer ‚Screenshot‘ der Visualisierungsmodule	1
Abbildung 2: Auswahlmenüs Beurteilungsgrößen-Module ‚RCG-EUDIRVAL‘ (oben) und ‚RCG-EUDIRVAL-GE‘ (unten)	2
Abbildung 3: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚Ozon‘	3
Abbildung 4: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚O ₃ d+m‘	4
Abbildung 5: Exemplarische Darstellung des Ozon-Maximums im Deutschlandausschnitt.	6
Abbildung 6: Exemplarische Darstellung des normalisierten AOT40 Werts für Wälder im gesamten RCG-Rechengebiet	6
Abbildung 7: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚PM10‘	7
Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der Gebiete mit Grenzwertüberschreitungen von PM10 im Deutschlandausschnitt	8
Abbildung 9: Exemplarische Darstellung der Anzahl von Tagen mit dem Tagesmittel von PM10 > 50 µg/m ³ im gesamten RCG-Rechengebiet	8
Abbildung 10: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚NO ₂ ‘	9
Abbildung 11: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO ₂ im Deutschlandausschnitt	10
Abbildung 12: Exemplarische Darstellung des Wintermittelwertes von NO ₂ im gesamten Rechengebiet des RCG-Modells	10
Abbildung 13: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚SO ₂ ‘	11
Abbildung 14: Auswahlmöglichkeiten der Buttons ‚NOx, CO, Benzol‘.....	12
Abbildung 15: Exemplarische Darstellung des Jahresmittels von NOx im gesamten RCG-Rechengebiet	13
Abbildung 16: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚Observations‘	14
Abbildung 17: Darstellung des 90,14 Perzentils von PM10 mit eingeblendeten Messungen.	14
Abbildung 18: wie Abbildung 17, aber zusätzliche Betonung der Messwerte durch schwarze Umrandung.....	15
Abbildung 19: Auswahlmöglichkeiten des Buttons ‚Observations over Limit‘	15
Abbildung 20: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO ₂ mit eingeblendeten Messungen, die den Grenzwert 40 µg/m ³ überschreiten.....	16
Abbildung 21: Exemplarische Darstellung des Jahresmittelwertes von NO ₂ mit allen verfügbaren Messungen.	16
Abbildung 22: Exemplarischer ‚Screenshot‘ mit zwei Instanzen des Moduls ‚RCG-IMFIELD‘	17
Abbildung 23: Auswahlmenü Beurteilungsgrößen-Modul ‚RCG-IMFIELD‘.....	18
Abbildung 24: Optionen des Buttons ‚All Species‘	18
Abbildung 25: Optionen des Buttons ‚Set Date‘	19
Abbildung 26: Exemplarische Darstellung PM10 Bodenkonzentrationen 1. August 99, 16h ..	20
Abbildung 27: Exemplarische Darstellung PM2.5 Bodenkonzentrationen 1. August 99, 16h ..	20
Abbildung 28: Exemplarische Darstellung Ozon Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h..	21
Abbildung 29: Exemplarische Darstellung Ammoniak Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h.....	21
Abbildung 30: Exemplarische Darstellung NO ₂ Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h...	22
Abbildung 31: Exemplarische Darstellung Sulfat Bodenkonzentrationen 1.August 99, 16h.	22
Abbildung 32: Optionen des Buttons ‚animation_24h‘	23
Abbildung 33: Exemplarischer ‚Screenshot‘ mit drei Instanzen des Moduls ‚RCG-METEO‘	24
Abbildung 34: Auswahlmenü Meteorologie-Modul ‚RCG-METEO‘	25
Abbildung 35: Optionen des Buttons ‚All Species‘	25

Abbildung 36: Optionen des Buttons ,Set Date'	26
Abbildung 37: Temperatur (25m) am 1. August 1999 18Uhr	27
Abbildung 38: Bodentemperatur am 1. August 1999 18Uhr	27
Abbildung 39: Windfeld (25m) am 1. August 1999 18Uhr	28
Abbildung 40: Bodenwindgeschwindigkeit am 1. August 1999 18Uhr	28
Abbildung 41: Bedeckung am 1. August 1999 18Uhr	29
Abbildung 42: Niederschlag am 1. August 1999 18Uhr	29
Abbildung 43: Monin-Obukov-Länge am 1. August 1999 18Uhr	30
Abbildung 44: Schubspannungsgeschwindigkeit U^* am 1. August 1999 18Uhr	30
Abbildung 45: Feuchte (25m) am 1. August 1999 18Uhr	31
Abbildung 46: Dichte (25m) am 1. August 1999 18Uhr	31
Abbildung 47: Verzeichnisstruktur Modul ,RCG-EUDIRVAL' und ,RCG-EUDIRVAL-DE'	36
Abbildung 48: Verzeichnisstruktur Modul ,RCG-IMFIELD'	38
Abbildung 49: Verzeichnisstruktur Modul ,RCG-METEO'	39
Abbildung 50: Auswahl des Button ,Print'	40
Abbildung 51: Auswahl des Buttons ,Options'	41
Abbildung 52: Das ,Befehlszeilen-Fenster' des GrADS-Systems	42

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellbare Größen für Ozon. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. Für die AOT-Werte gelten die in den Richtlinien ausgewiesenen Zeiträume und die Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, sofern die AOT40-Werte nicht normiert sind.	5
Tabelle 2: Darstellbare Größen für PM10. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle.	7
Tabelle 3: Darstellbare Größen für NO ₂ . Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle.....	9
Tabelle 4: Darstellbare Größen für SO ₂ . Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen. LV: Immissionsgrenzwert, MOT: Toleranzmarge, UTH: Obere Beurteilungsschwelle, LTH: Untere Beurteilungsschwelle.....	11
Tabelle 5: Darstellbare Größen für NO _x , CO und Benzol. Alle Konzentrationen werden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgewiesen.	12
Tabelle 6: Anriß einer ‚CTL-Datei‘ hier ‚ctl_o3.ctl‘ in ‚MODUL_RCG-EUDIRVAL‘.	35
Tabelle 7: ‚CTL-Datei‘ hier ‚ctl_pm10.ctl‘ in ‚MODUL_RCG-EUDIRVAL-DE‘	37
Tabelle 8: ‚CTL-Datei‘ des Moduls ‚RCG-METEO‘	39

