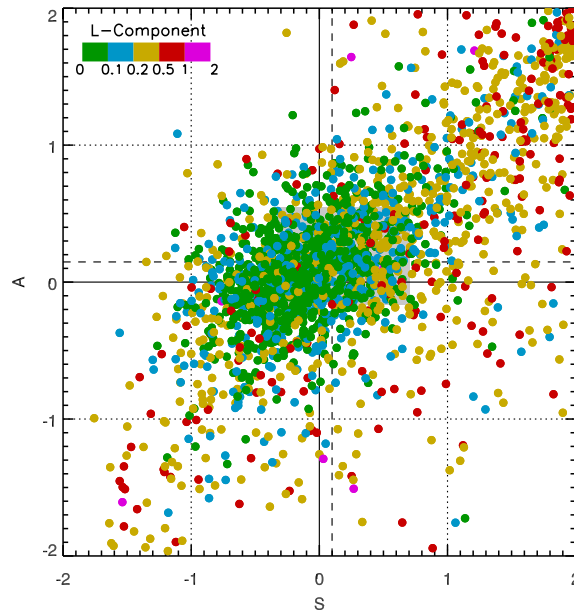


# A brief catalogue of poor and excellent COSMO model QPFs in German river catchments



INTERNAL REPORT No. 2

Institut für Physik der Atmosphäre



Christiane Hofmann, Matthias Zimmer & Heini Wernli

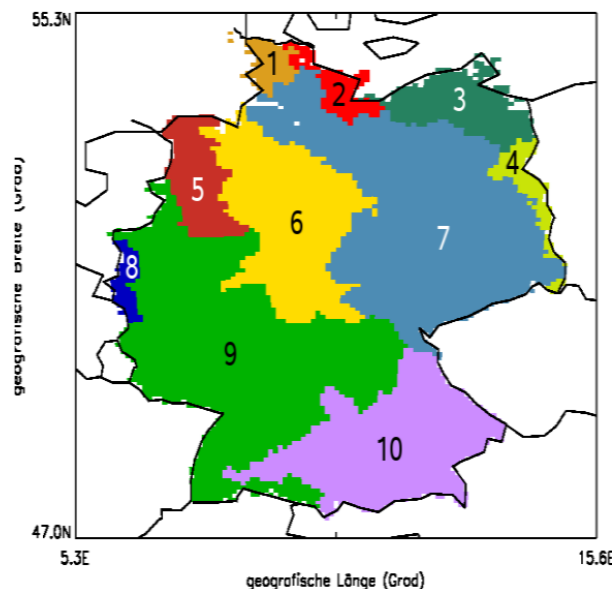
January 2009



# Einleitung - Introduction

In diesem Atlas wird die Qualität der Niederschlagsvorhersage mit dem numerischen Wettervorhersagemodell aLMo (**Alpine Model**) an ausgewählten Tagen der Jahre 2002 bis 2006 illustriert. Es wurden Tage ausgewählt, an denen der Niederschlag extrem schlecht bzw. extrem gut vorhergesagt wurde. Die Modellverifikation erfolgte dabei sowohl für Gesamtdeutschland, als auch für ausgewählte Flusseinzugsgebiete (Elbe, Rhein und Donau) innerhalb von Deutschland. Zudem gibt der Atlas einen Überblick über die meteorologische Situation an den ausgewählten Tagen. Dazu werden operationelle Analysen vom ECMWF (**E**uropean **C**entre for **M**edium-**R**ange **W**eather **F**orecasts) verwendet.

*This atlas illustrates the quality of the precipitation forecast from the numerical weather prediction model aLMo (**alpine model**) on selected days during the years 2002 and 2006. On the selected days, precipitation has been extremely bad or good predicted, respectively. The verification of the model has been applied to Germany and to selected river catchments (Elbe, Rhein and Donau). In addition, this atlas provides an overview over the meteorological situation on the selected days, based upon operational ECMWF analyses (**E**uropean **C**entre for **M**edium-**R**ange **W**eather **F**orecasts).*



**Abbildung 1:** Karte der großen Flusseinzugsgebiete in Deutschland: 1) Eider, 2) Schlei/Trave, 3) Warnow/Peene, 4) Oder, 5) Ems, 6) Weser, 7) Elbe, 8) Maas, 9) Rhein, 10) Donau (aus Paulat 2007)

## Daten und Methodik - Data and methods

- **Niederschlagsbeobachtungen:** Die täglichen Stationsdaten wurden mit Hilfe der Methode von *Frei und Schär (1998)* auf ein reguläres Gitter mit einer horizontalen Auflösung von 7 km transformiert. In *Paulat et al. (2008)* ist die Durchführung dieser Methode für Deutschland beschrieben.
- **Niederschlagsvorhersagen:** Die Tagessummen der Niederschlagsvorhersagen des Wettervorhersagemodells aLMo wurden aus den 00-UTC Vorhersagen berechnet. Zur Durchführung der Verifikation wurden die Vorhersagen auf das 7 km Gitter des aLMo transformiert.
- **ECMWF Analysen:** Die Analysen der spektralen Modellversion T799L91 wurden auf ein reguläres Gitter mit einer horizontalen Auflösung von 0,5 Grad interpoliert. Aus den primären Modellvariablen wurden der vertikal integrierte Wasserdampf (TWV), die potentielle Vorticity (PV), sowie die äquivalentpotentielle Temperatur ( $\Theta_e$ ) berechnet.
- **Satellitenbilder:** Aus den Satellitenbildern des MSG (**M**eteosat **S**econd **G**eneration) wird der europäische Ausschnitt dargestellt. Dazu wurden die Bilder im sichtbaren Bereich um 12 UTC gewählt.
- **Verifikation:** Zur Bewertung der Qualität der täglichen Niederschlagsvorhersagen wurde das objektorientierte Bewertungsmaß "SAL" aus *Wernli et al. (2008)* verwendet. Dabei werden die drei Komponenten Struktur (S), Amplitude (A) und Ort (L) einer Niederschlagsvorhersage in einem bestimmten Gebiet (z.B.: Flusseinzugsgebiet) getrennt betrachtet. S und A nehmen Werte im Bereich [-2 ... +2] an, L liegt im Intervall [0 ... 2]. Für alle drei Komponenten bezeichnet 0 eine perfekte Vorhersage.
- **Wetterlagenklassifizierung:** Die Wetterlagen wurden mit dem "Verfahren zur objektiven Klassifikation der Wetterlagen über Deutschland" (*Bissoli and Dittmann 2001*) des DWD (**D**eutschen **W**etter**d**ienstes) bestimmt. Dazu werden als meteorologische Kriterien die Windrichtung (Advektionsrichtung der Luftmassen), die Zyklonalität (Hoch- bzw. Tiefdruckeinfluss) am Boden (950 hPa) und in der mittleren Atmosphäre (500 hPa) sowie die Feuchtigkeit der Atmosphäre (gewichtetes Gebietsmittel des "precipitable water" (PW), das durch vertikale Integration des Wasserdampfgehalts der Atmosphäre vom Boden bis 300 hPa gebildet wird) herangezogen. Aus der Kombination der verschiedenen Indizes ergeben sich 40 objektive Wetterlagen.
- **Flusseinzugsgebiete:** Neben Gesamtdeutschland werden die drei größten Flusseinzugsgebiete innerhalb von Deutschland betrachtet. Dabei handelt es sich um das Elbe-, Rhein- und Donau Gebiet (vgl. Abb. 1).
- **Precipitation observations:** *Using the method by Frei and Schär (1998), the daily rain gauge measurements have been gridded onto a regular grid with a horizontal resolution of 7 km. The application of this method for Germany is described in Paulat et al. (2008).*
- **Precipitation forecasts:** *The numerical weather prediction model aLMo has been used to calculate daily precipitation forecasts from the simulations started at 00 UTC. For the verification of the precipitation forecasts, the model field has been transformed onto the grid of the aLMo model.*
- **ECMWF analyses:** *The analyses produced with the spectral model version T799L91 have been interpolated onto a regular grid with a horizontal resolution of 0.5°. The vertically integrated water vapour (TWV), potential vorticity (PV), and equivalent potential temperature ( $\Theta_e$ ) have been calculated from the primary model variables.*



- **Satellite pictures:** *The satellite pictures are taken from MSG (Meteosat Second Generation). There is shown the European area at visible range at 12 UTC.*
- **Verification:** *The object-oriented quality measure "SAL" (Wernli et al. 2008) has been used to assess the quality of the daily precipitation forecasts. It contains three distinct components that consider aspects of the structure (S), amplitude (A), and location (L) of the precipitation field in a pre-specified domain (e.g., a river catchment). The values of S and A are within [-2 ... +2], L can reach values between 0 and 2.*
- **weather-type classification:** *The weather conditions are classified with an objective method developed by the German Weather Service DWD (Deutscher Wetterdienst) (Bissoli and Dittmann 2001). Therefore, meteorological criteria like the wind direction, high and low pressure at the surface and at 500 hPa and the humidity of the atmosphere are used. The outcome of the combination of these criteria are 40 distinct weather-type classes.*
- **river catchments:** *Among Germany the three largest river catchments in Germany (Elbe, Donau and Rhein) are considered in this atlas (see Fig. 1).*

## Zusammenfassung der meteorologischen Situation an den ausgewählten Tagen - Summary of the meteorological situation on selected days

Auf den folgenden Seiten werden für jeden Tag jeweils sechs verschiedene Abbildungen gezeigt. Diese sind folgendermaßen angeordnet:

- **links oben:** Gegitterte Niederschlagssumme aus Beobachtungen in mm für Deutschland.
- **rechts oben:** Gegitterte Niederschlagssumme aus der Vorhersage des aLMo (**Alpine Model**) in mm für Deutschland.
- **links mitte:** PV (Farbe) in pvu auf der 320 K Isentropen und Bodendruck (Konturen, alle 5 hPa) um 12 UTC.
- **rechts mitte:** Vertikal integrierter Wasserdampf (Farbe) in  $\text{g/m}^2$ , Windvektoren in 10 m (Pfeile) und Bodendruck in hPa um 12 UTC.
- **links unten:** Satellitenbild des MSG im sichtbaren Bereich um 12 UTC.
- **rechts unten:**  $\Theta_e$  (Farbe) in K auf 925 hPa und Bodendruck (Konturen) in hPa um 12 UTC.

*In the following, for each day six figures will be shown representing the following information:*

- **top left:** *Observed daily precipitation in Germany (in mm/day).*
- **top right:** *Daily precipitation forecast from the aLMo in Germany (in mm/day).*
- **middle left:** *PV (colors, in pvu) on the 320-K isentrope and sea level pressure (contours, every 5 hPa) at 12 UTC.*
- **middle right:** *Vertically integrated water vapour TWV (colors, in  $\text{g/m}^2$ ), 10-m wind vectors (arrows) and sea level pressure (contours, every 5 hPa) at 12 UTC.*
- **bottom left:** *Satellite image of MSG in visible range at 12 UTC.*
- **bottom right:**  *$\Theta_e$  (colors, in K) on 925 hPa and sea level pressure (contours, every 5 hPa) at 12 UTC.*

---

## Literatur - References

- Bissolli, P. and E. Dittmann (2001). The objective weather types classification of the German Weather Service and its possibilities of application to environmental and meteorological investigations. *Meteorol. Z.*, **10**, 253-260.
- Frei, C. and C. Schär (1998). A precipitation climatology of the alps from high-resolution rain-gauge observations. *Int. J. Climatol.*, **18**, 873-900.
- Paulat, M. (2007) Verifikation der Niederschlagsvorhersage für Deutschland von 2001-2004, PhD-Thesis, Universität Mainz, 155pp.
- Paulat, M., C. Frei, M. Hagen and H. Wernli (2008). A gridded dataset of hourly precipitation in Germany: its construction, application and climatology. *Meteorol. Z.*, **17**, 719-732.
- Wernli, H., M. Paulat, M. Hagen and C. Frei (2008). SAL – a novel quality measure for the verification of quantitative precipitation forecasts. *Mon. Wea. Rev.*, **136**, 4470-4487.



# Schlechte Vorhersagen

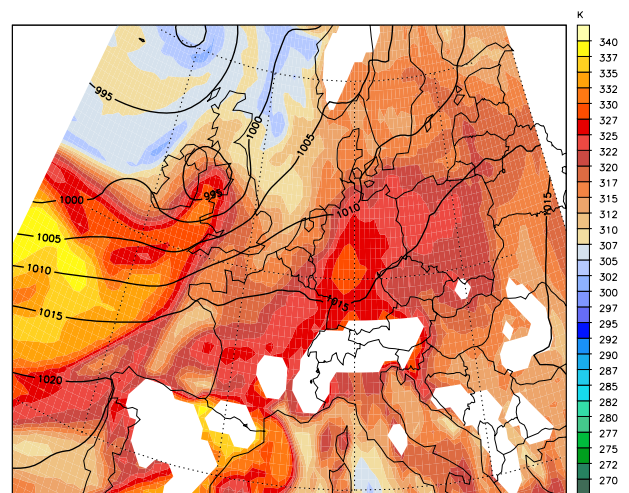
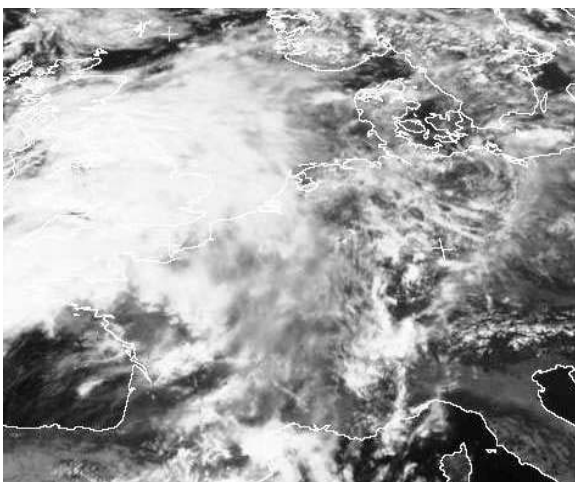
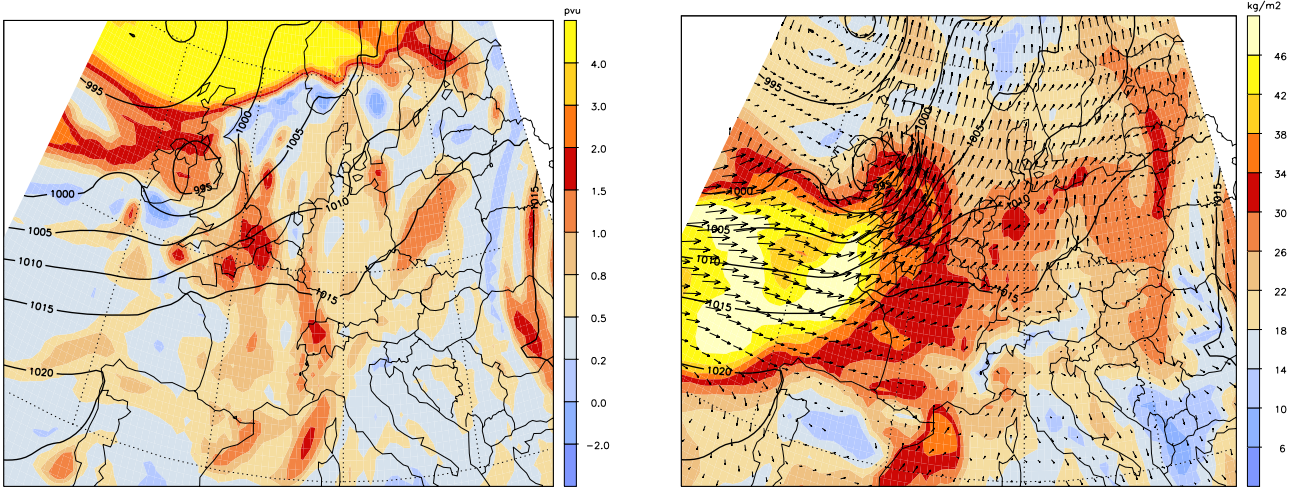
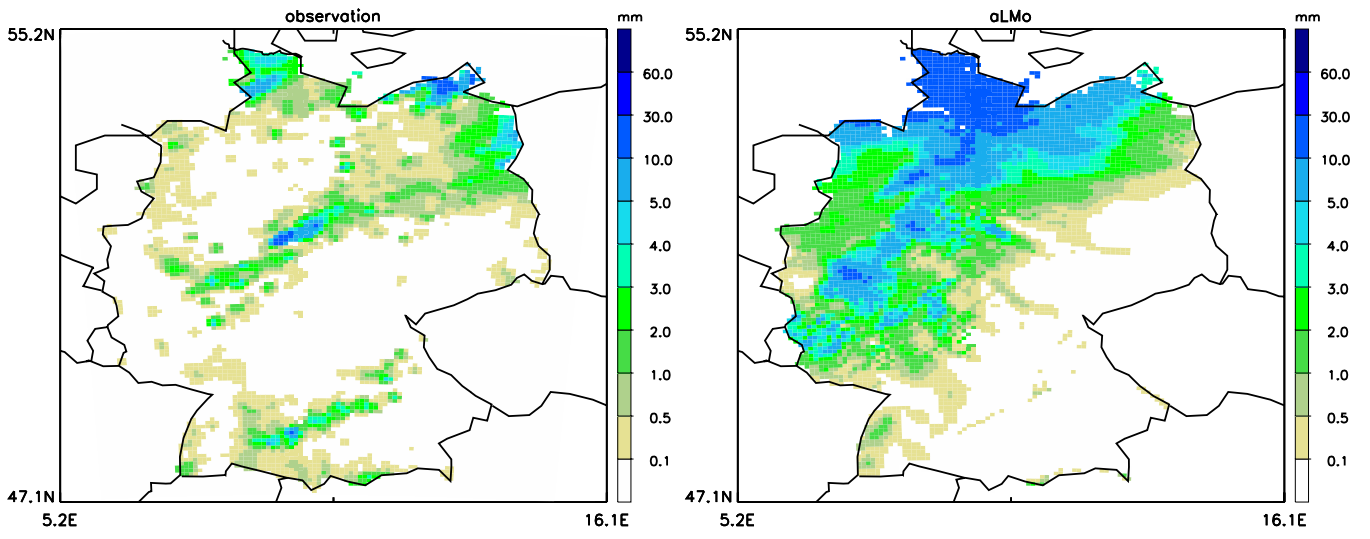
In diesem Kapitel ist die meteorologische Situation der Tage dargestellt, an denen der Niederschlag laut "SAL" mit dem aLMo schlecht vorhergesagt wurde, d.h. der Betrag von mindestens einer Komponenten ist größer als 1.

Dabei werden nur Tage betrachtet, an denen die beobachtete Niederschlagssumme pro Gitterpunkt im Mittel größer als 0,5 mm ist.

In Tabelle 1 sind die SAL-Werte, die beobachteten Niederschlagssummen pro Gitterpunkt und die DWD-Wetterlagen der einzelnen Tage zusammengefasst.

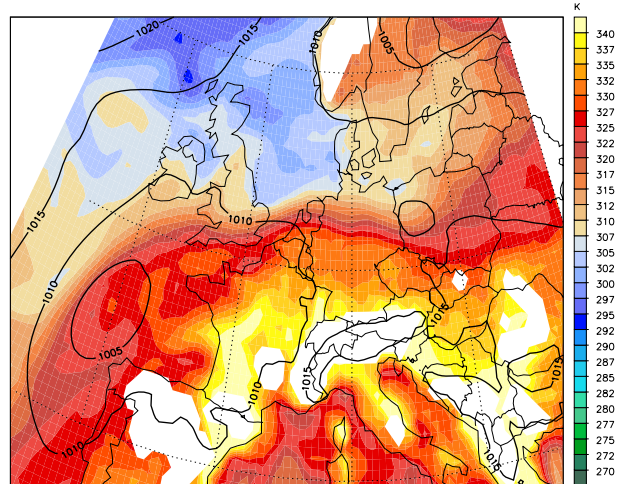
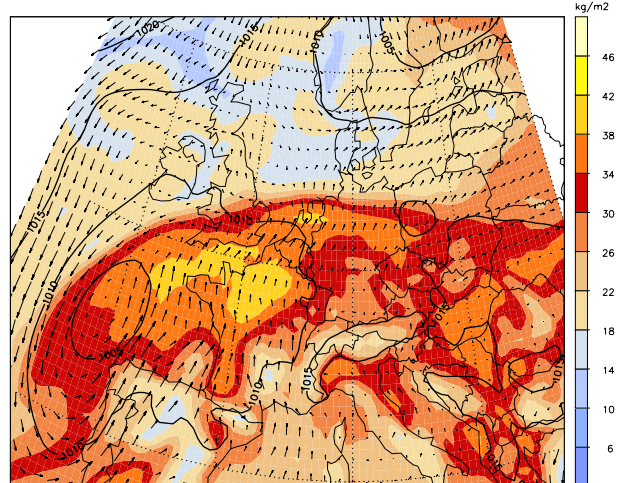
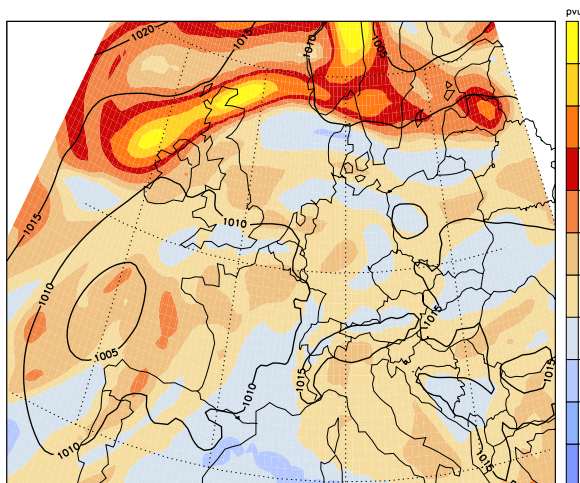
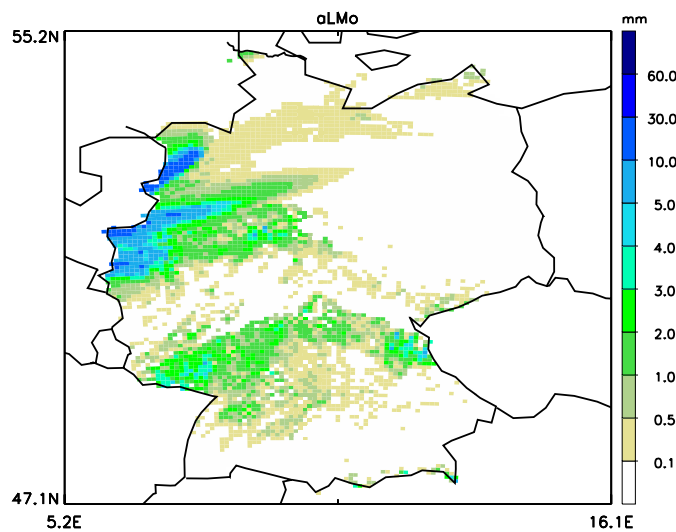
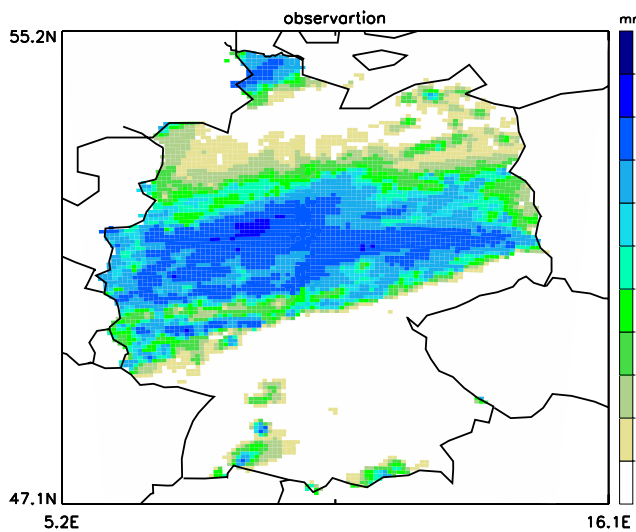
Region	Datum	SAL-Werte	sumOB/Gitterpunkt [mm]	Wetterlage
Deutschland:	<b>2006/09/02</b>	1.61/1.28/.49	0.554	SWAAF
	<b>2005/07/27</b>	-1.16/-1.44/.37	3.909	SWAAF
	<b>2002/08/29</b>	1.89/1.26/.43	0.732	XXAAF
	<b>2002/06/22</b>	-1.54/-1.61/1.04	2.034	SWAAF
Elbe:	<b>2006/08/12</b>	1.11/1.17/.70	1.683	XXZZT
	<b>2004/07/31</b>	1.07/-1.02/.44	1.577	NWAZF
	<b>2004/07/17</b>	-1.44/-1.23/.58	3.427	SWZAF
Rhein:	<b>2004/04/30</b>	0.24/-1.48/0.14	1.589	SOZAF
	<b>2003/06/17</b>	-1.58/-1.08/.24	4.603	SWZAT
	<b>2002/08/29</b>	1.83/1.30/.42	1.002	XXAAF
Donau:	<b>2004/01/09</b>	-1.11/-1.06/.05	10.437	SWZZF
	<b>2003/06/06</b>	1.53/1.51/.70	1.096	SWAAF

**Tabelle 1: Schlechte Vorhersagen.** SAL-Werte im Format *S/A/L*, beobachtete Niederschlagssummen pro Gitterpunkt [mm] sowie die Wetterlage für ausgewählte Tage und verschiedene Gebiete.

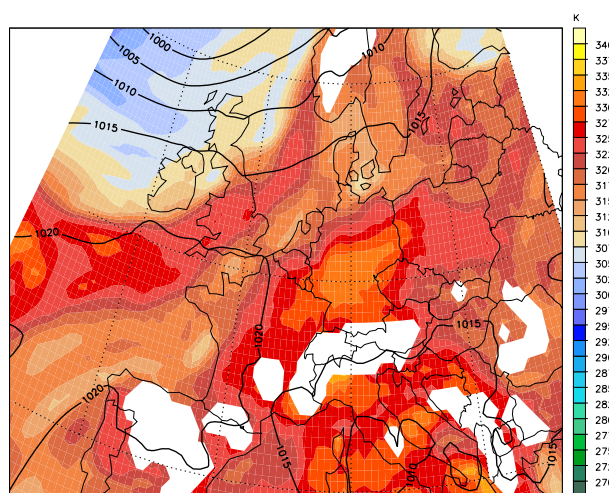
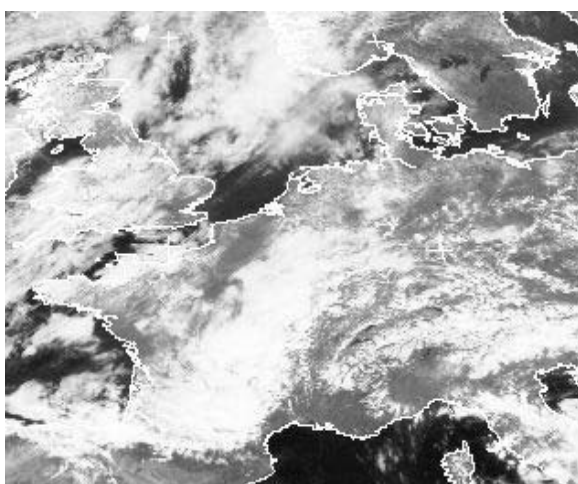
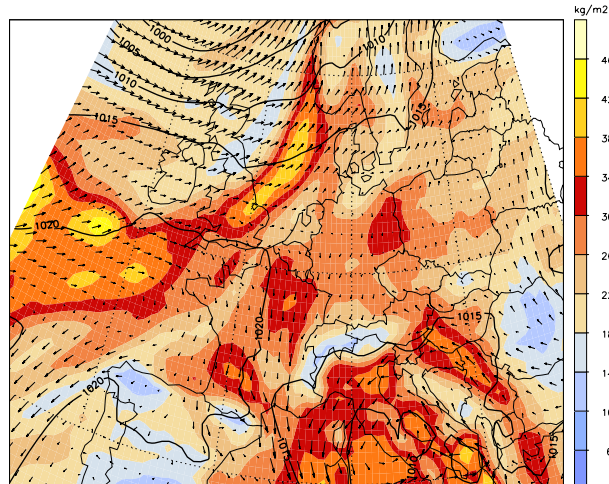
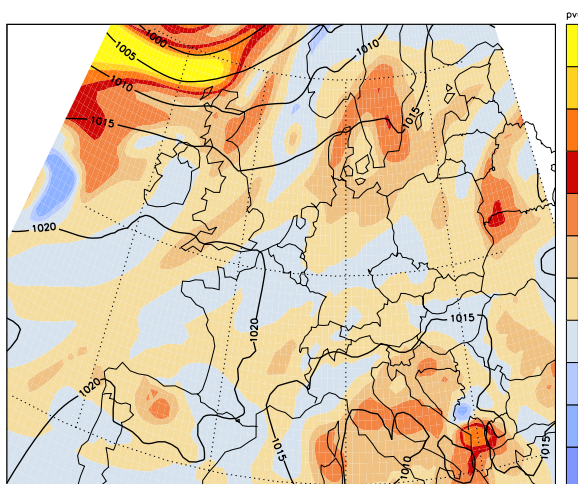
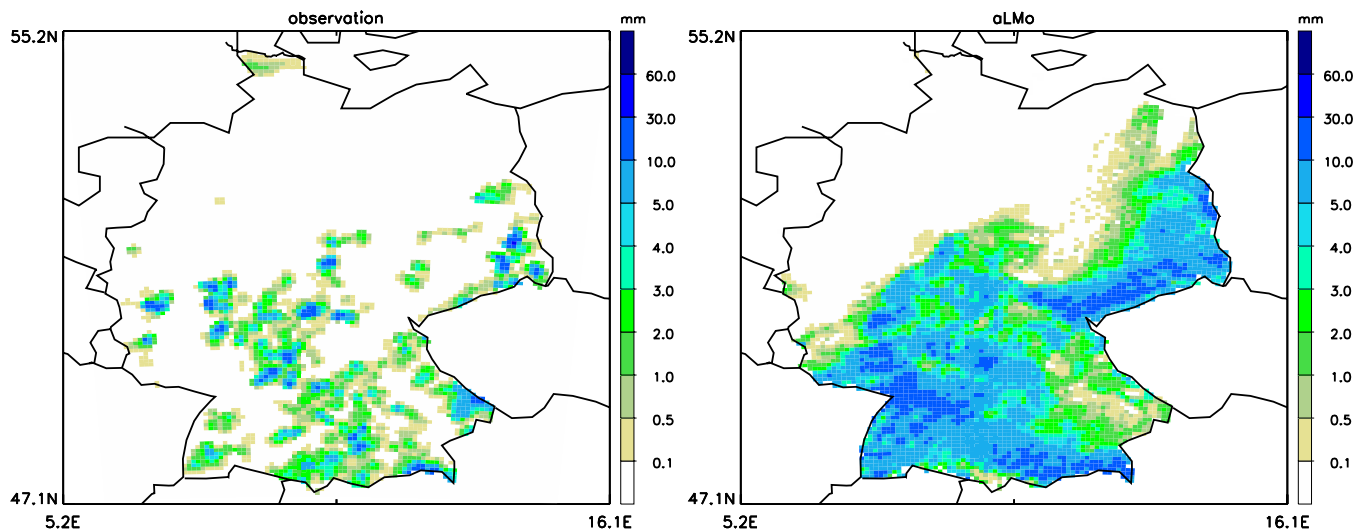


SAL-Werte (1.61/1.28/.49) am 02.09.2006 für Deutschland ([zurück zur Tabelle](#))



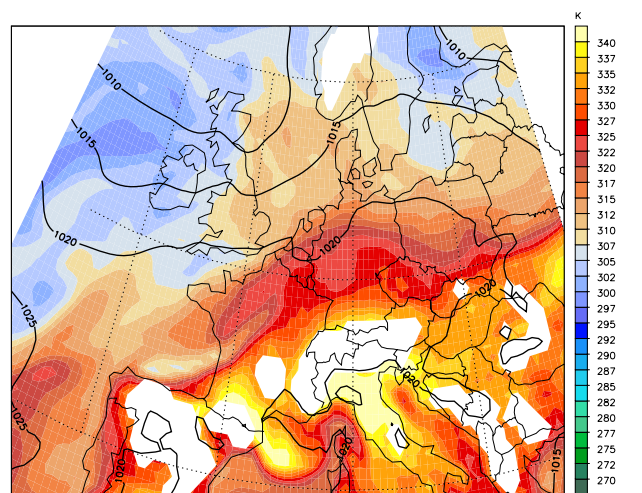
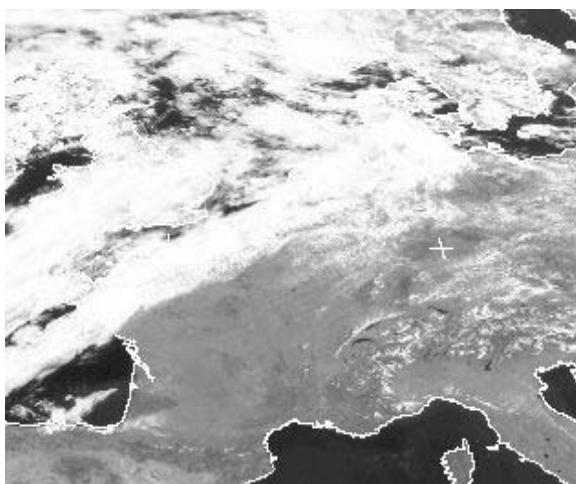
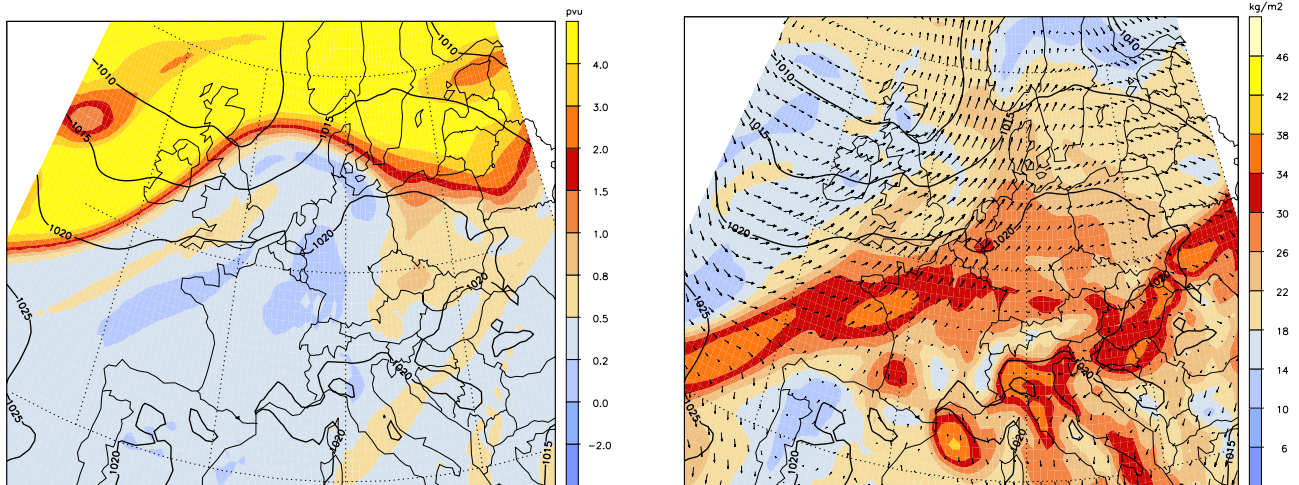
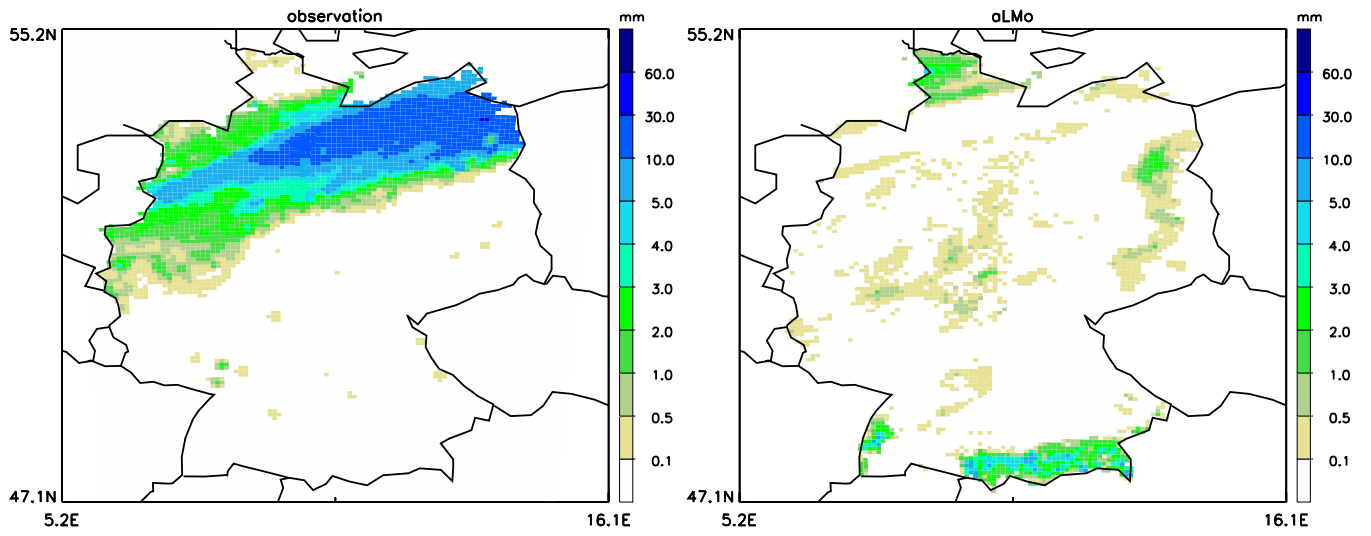


SAL-Werte (-1.16/-1.44/.37) am 27.07.2005 für Deutschland (zurück zur Tabelle)

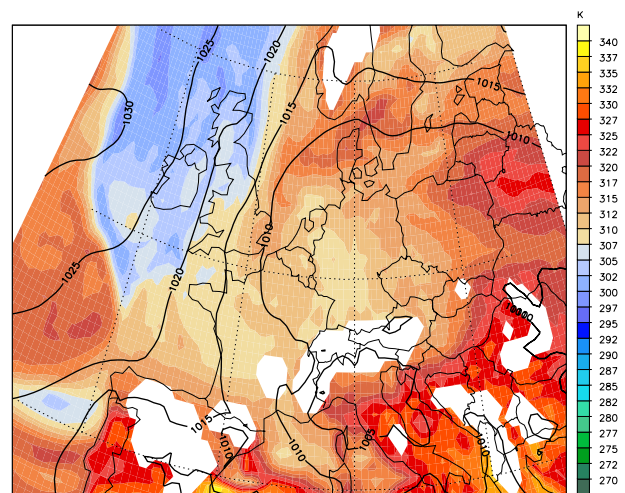
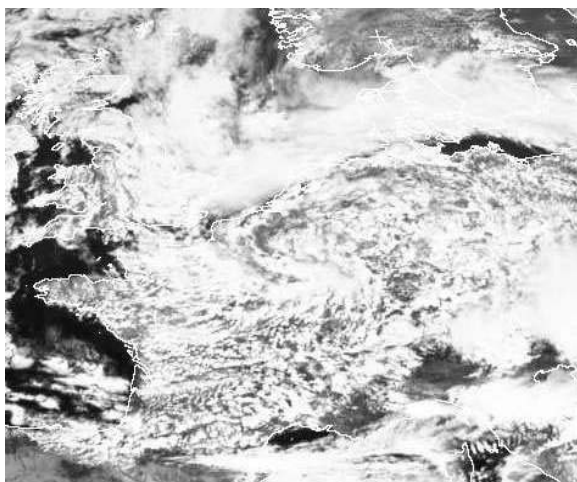
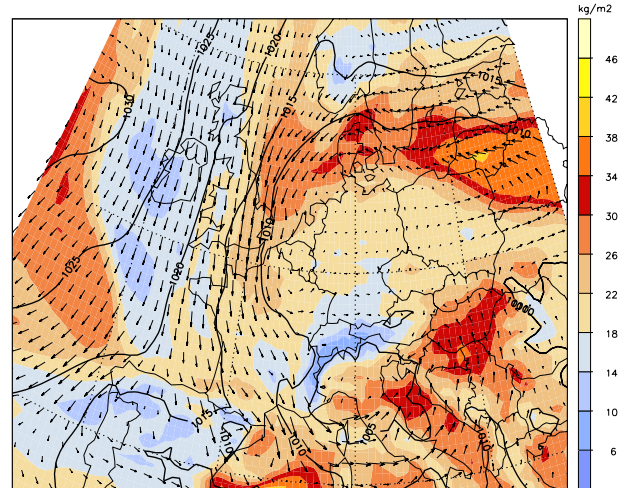
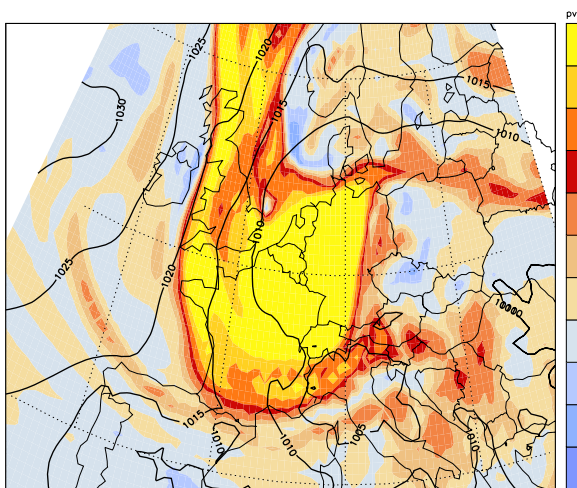
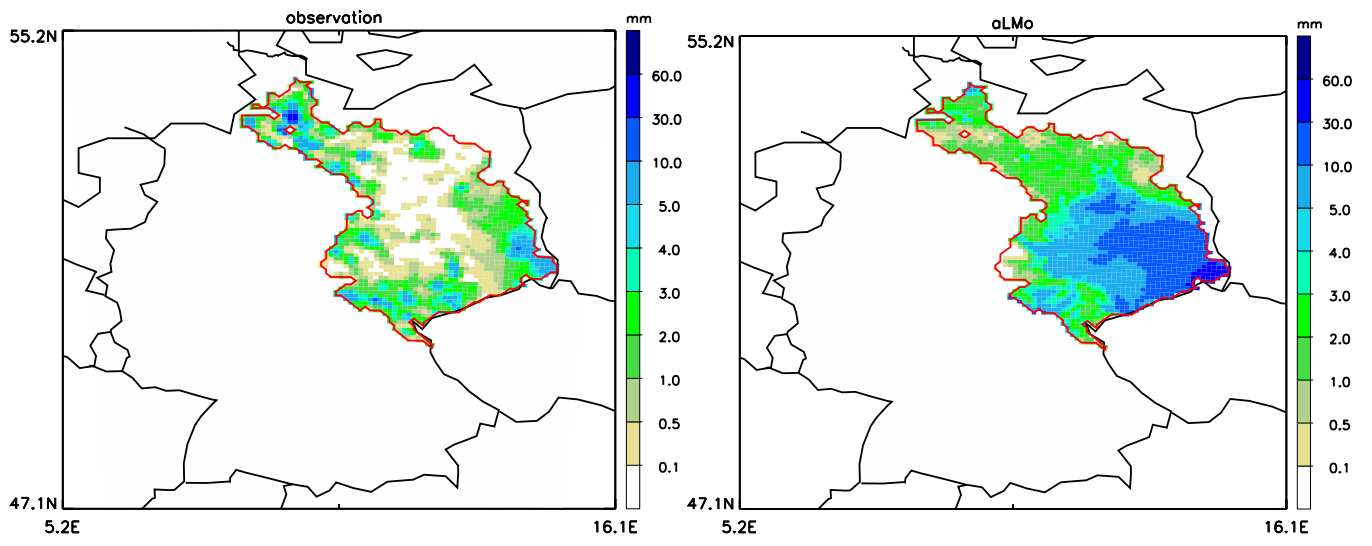


SAL-Werte (1.89/1.26/.43) am 29.08.2002 für Deutschland (zurück zur Tabelle)



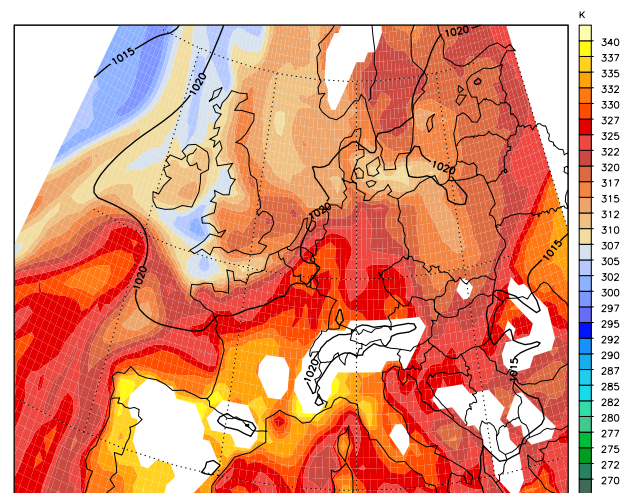
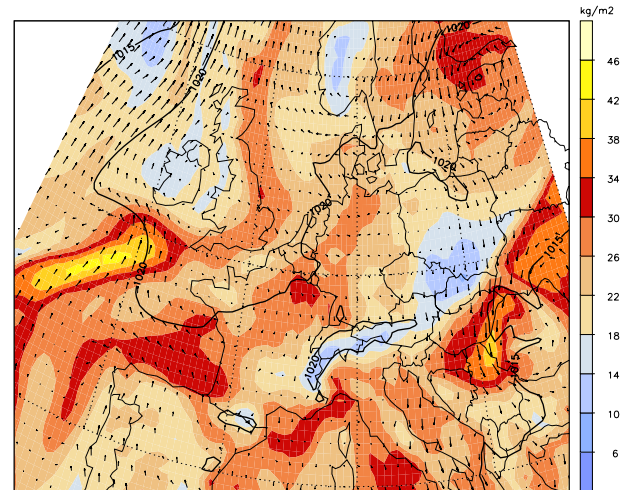
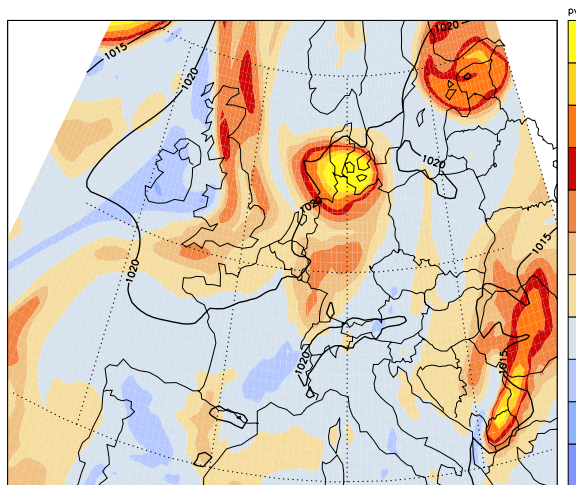
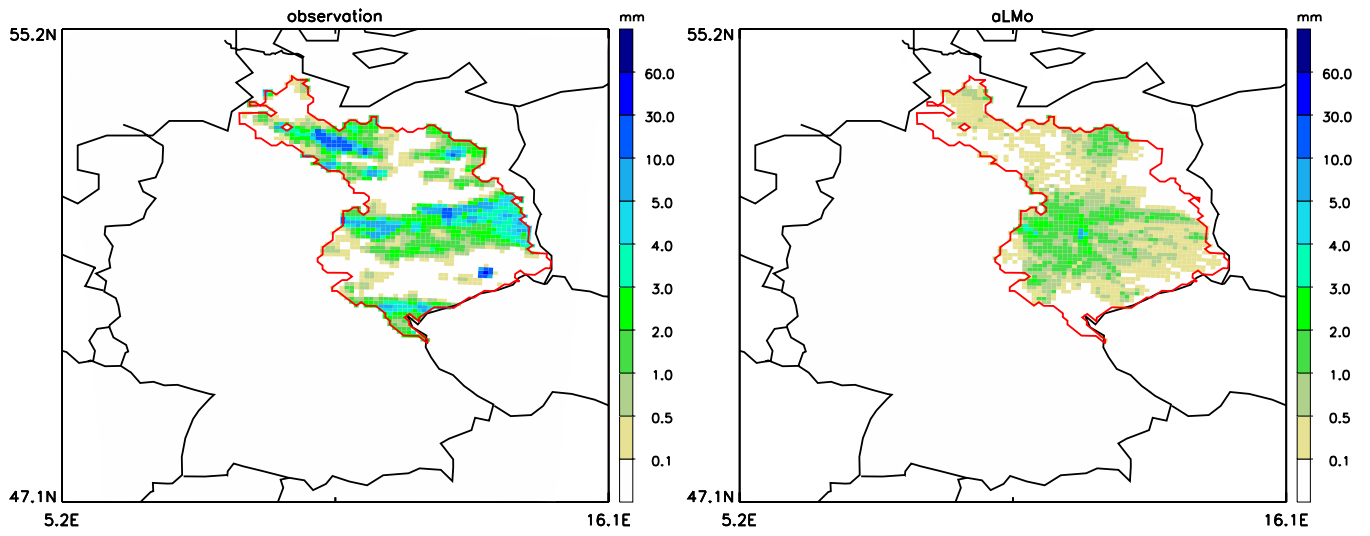


SAL-Werte (-1.54/-1.61/1.04) am 22.06.2002 für Deutschland (zurück zur Tabelle)

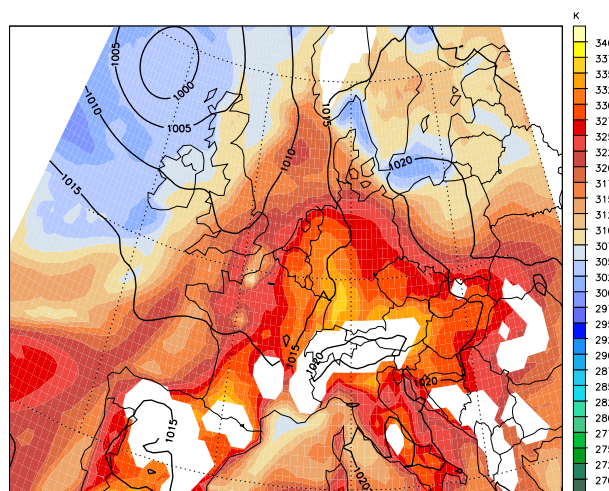
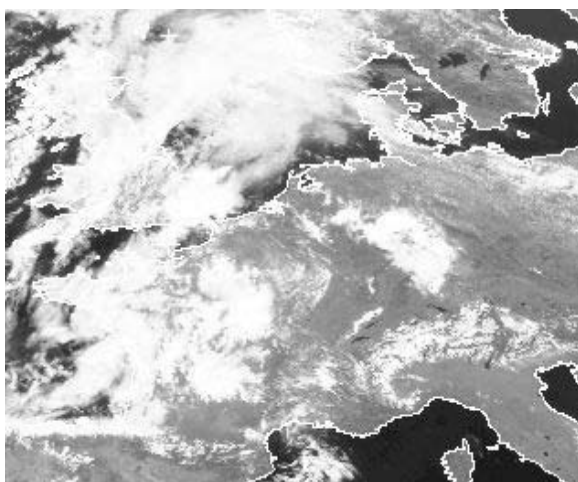
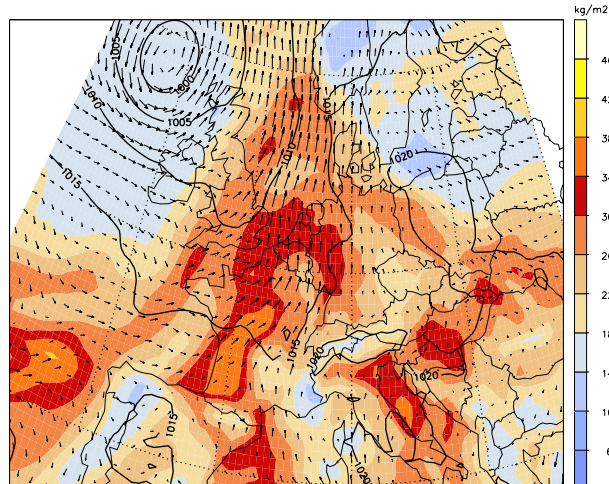
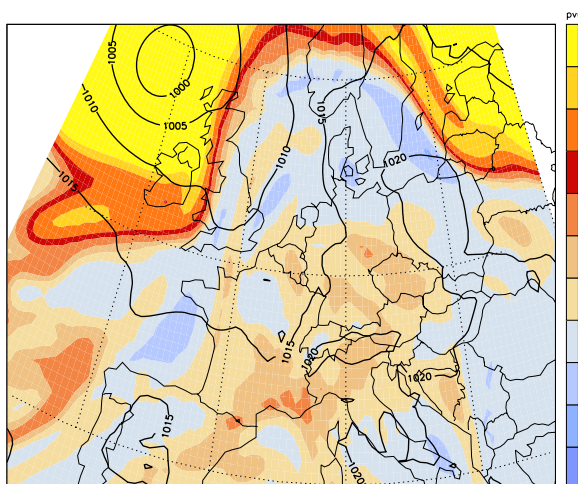
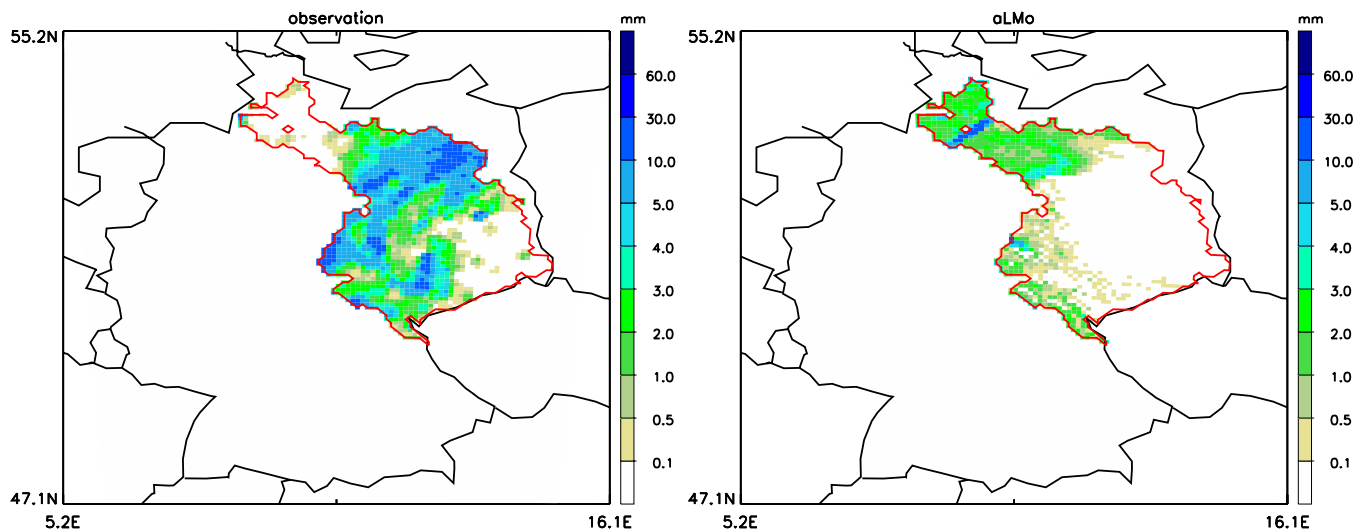


SAL-Werte (1.11/1.17/.70) am 12.08.2006 für das Flusseinzugsgebiet Elbe (zurück zur Tabelle)



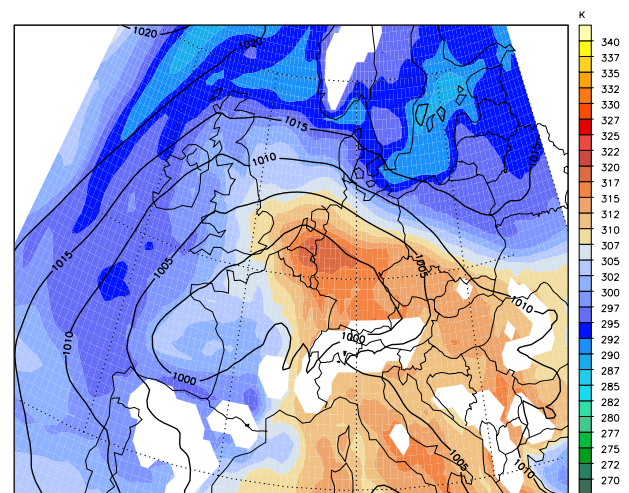
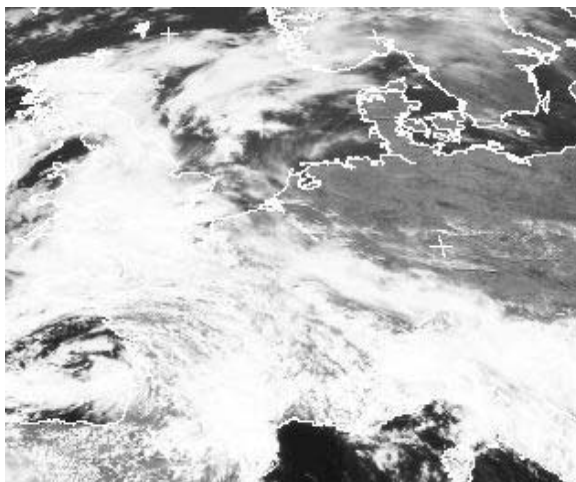
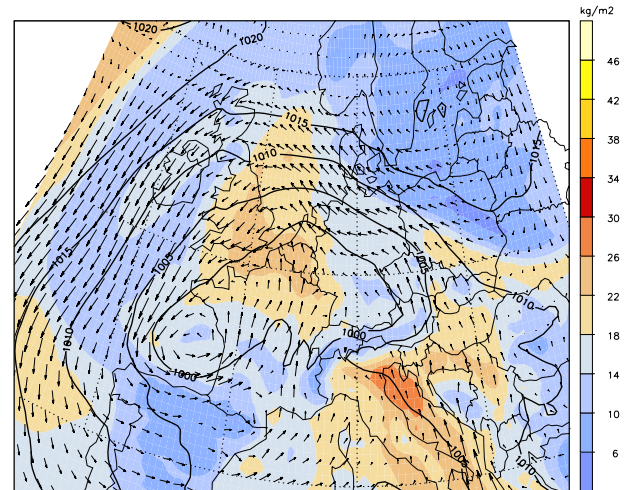
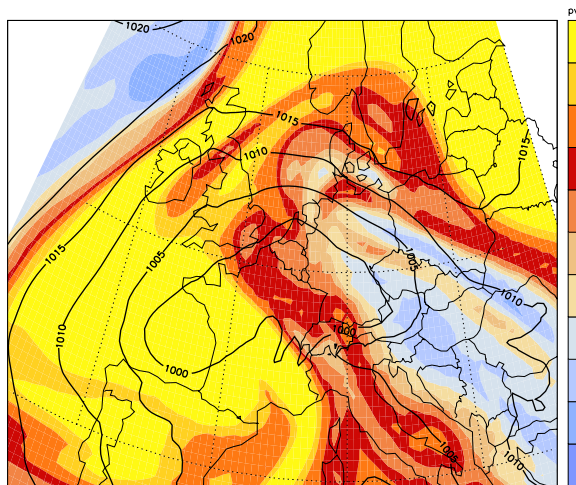
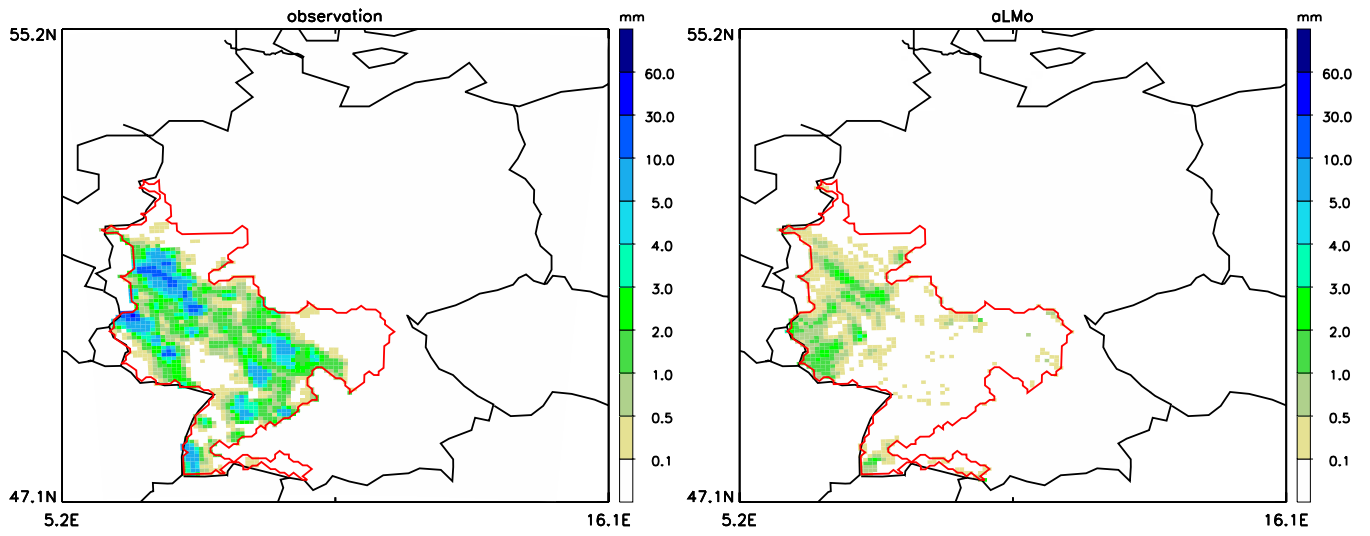


SAL-Werte (1.07/-1.02/.44) am 31.07.2004 für das Flusseinzugsgebiet Elbe (zurück zur Tabelle)

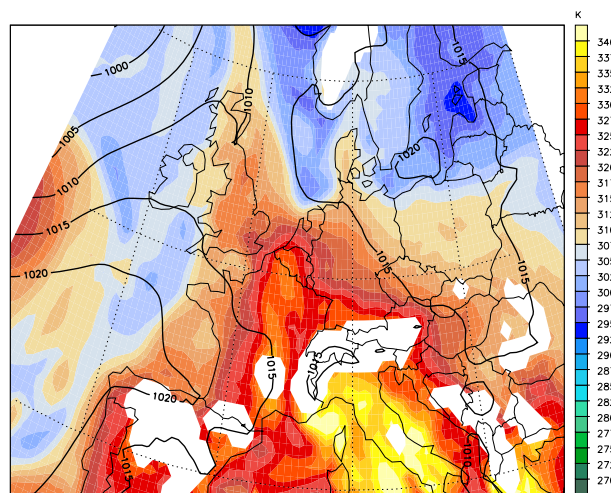
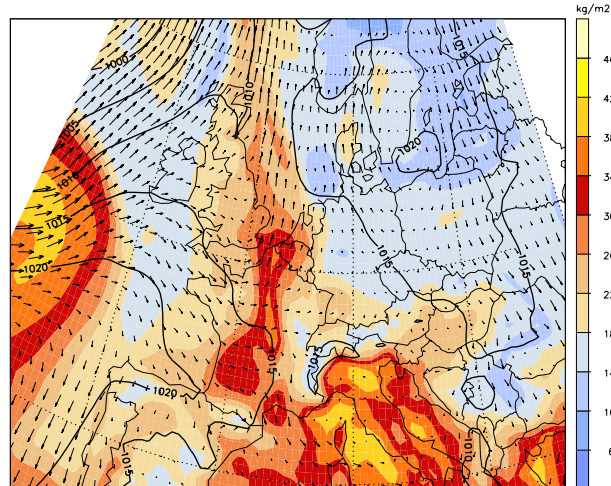
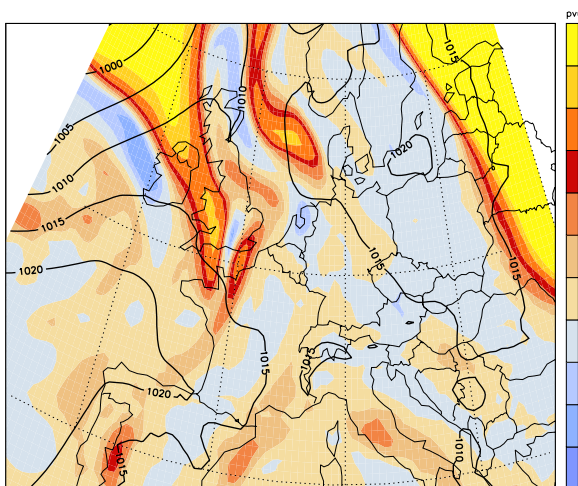
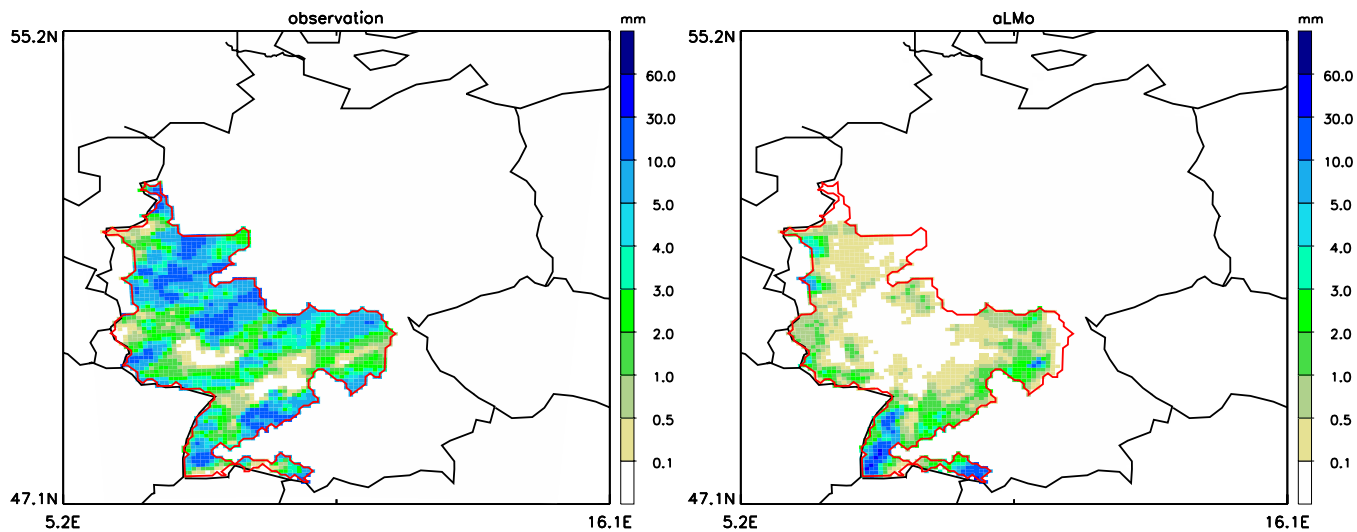


SAL-Werte (-1.44/-1.23/.58) am 17.07.2004 für das Flusseinzugsgebiet Elbe ([zurück zur Tabelle](#))



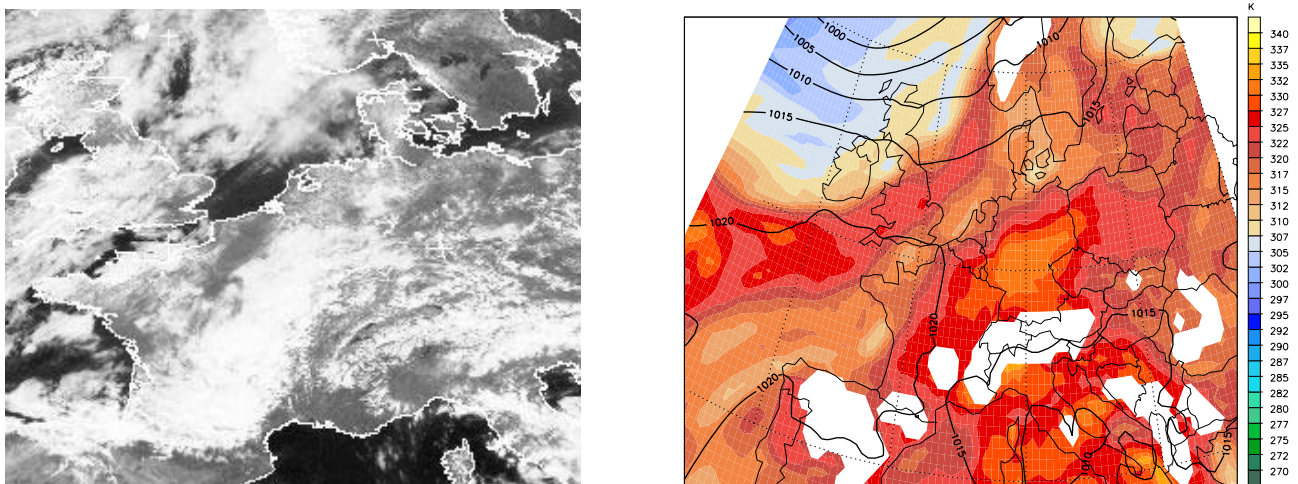
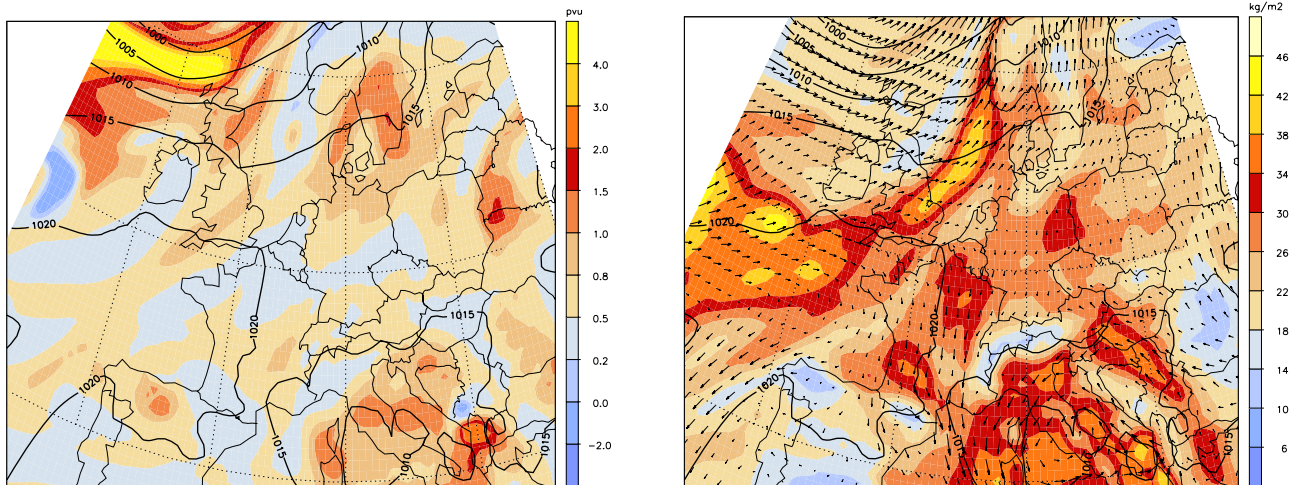
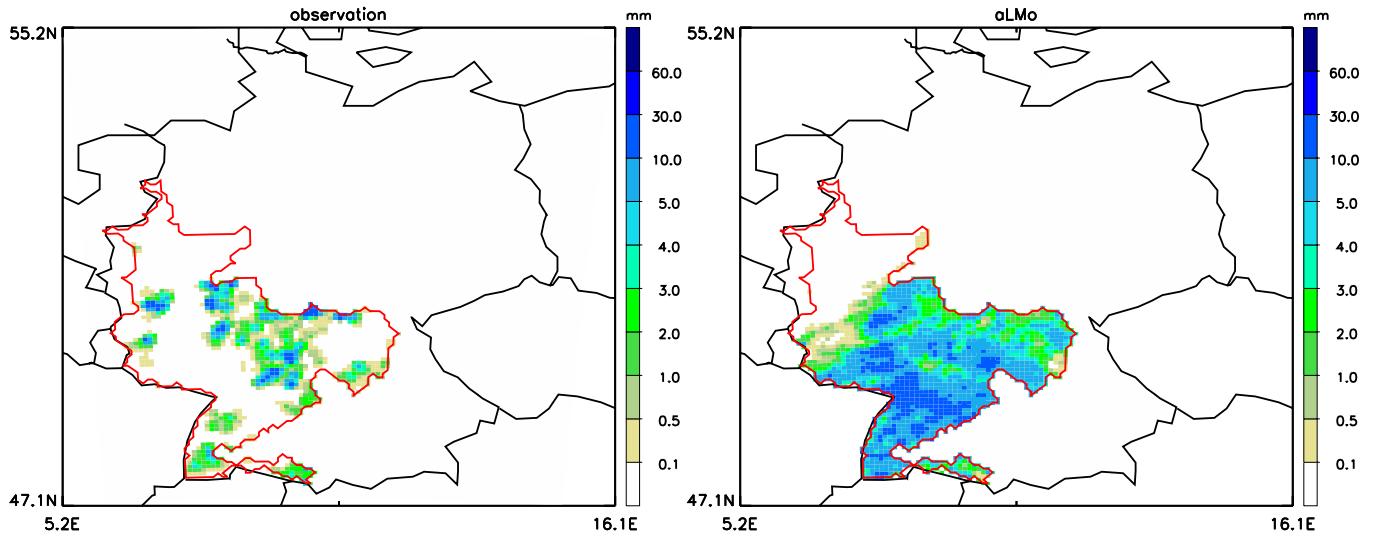


SAL-Werte (0.24/-1.48/0.14) am 30.04.2004 für das Flusseinzugsgebiet Rhein (zurück zur Tabelle)

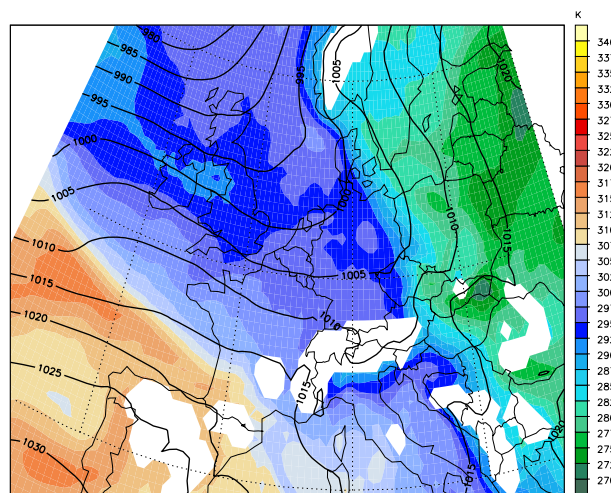
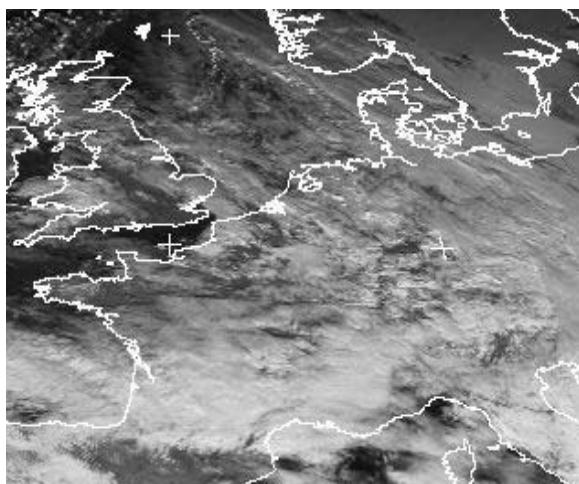
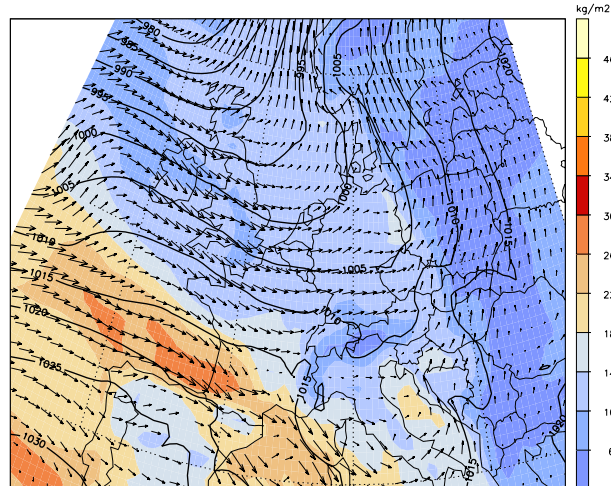
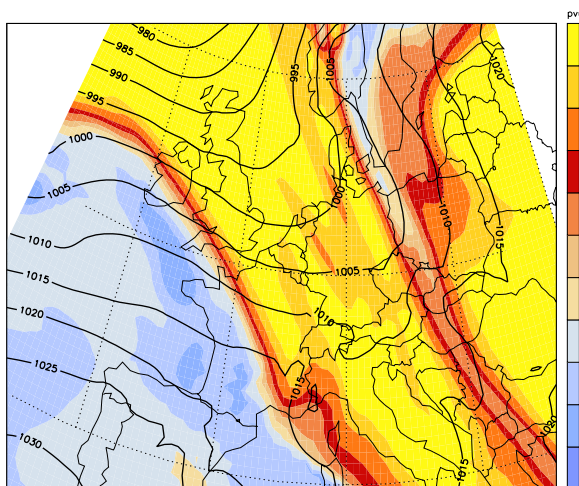
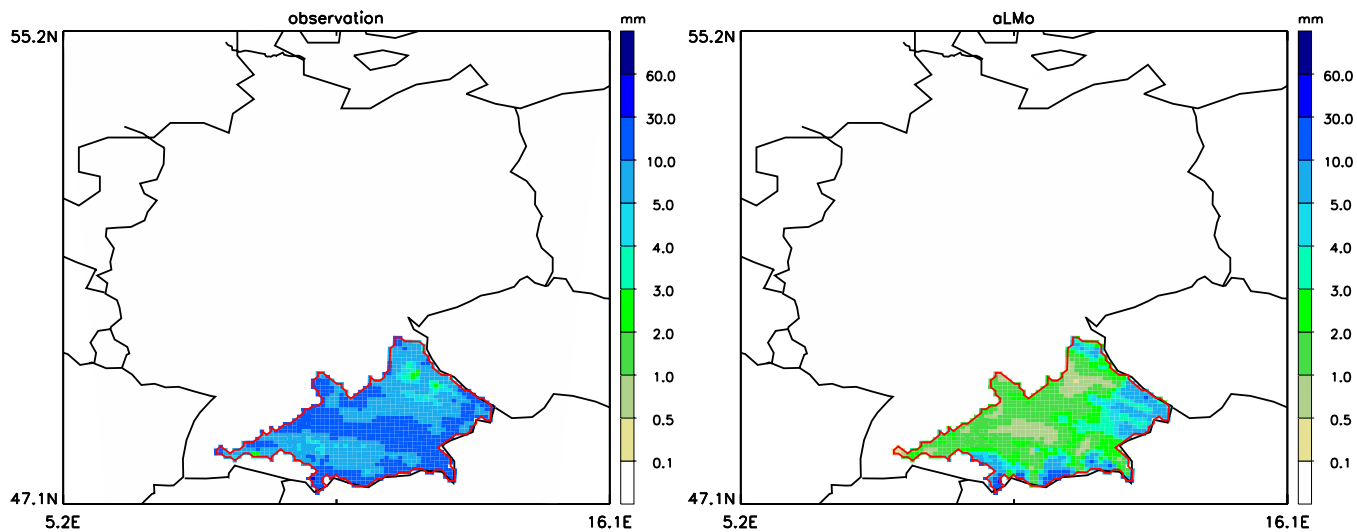


SAL-Werte (-1.58/-1.08/.24) am 17.06.2003 für das Flusseinzugsgebiet Rhein (zurück zur Tabelle)



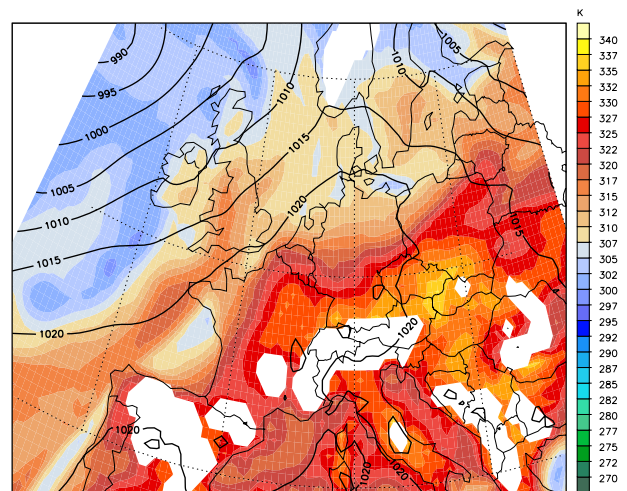
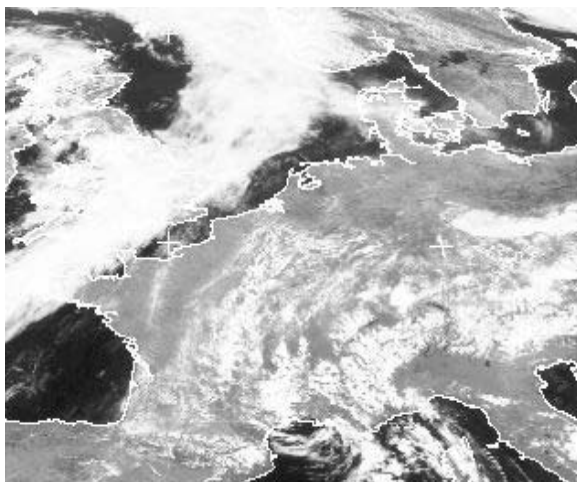
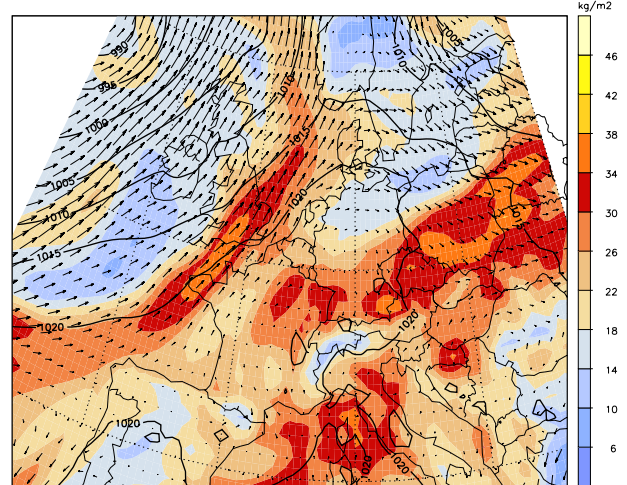
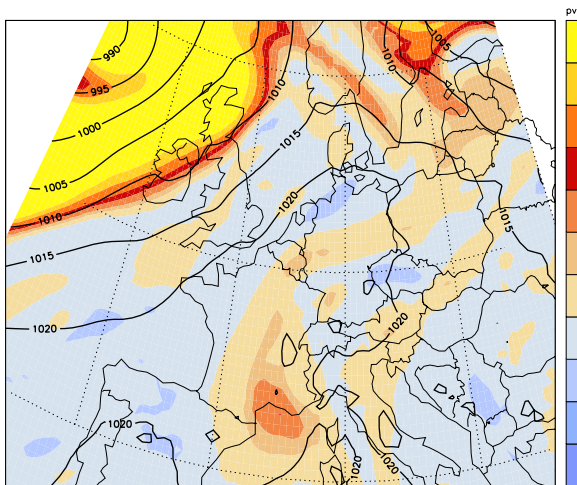
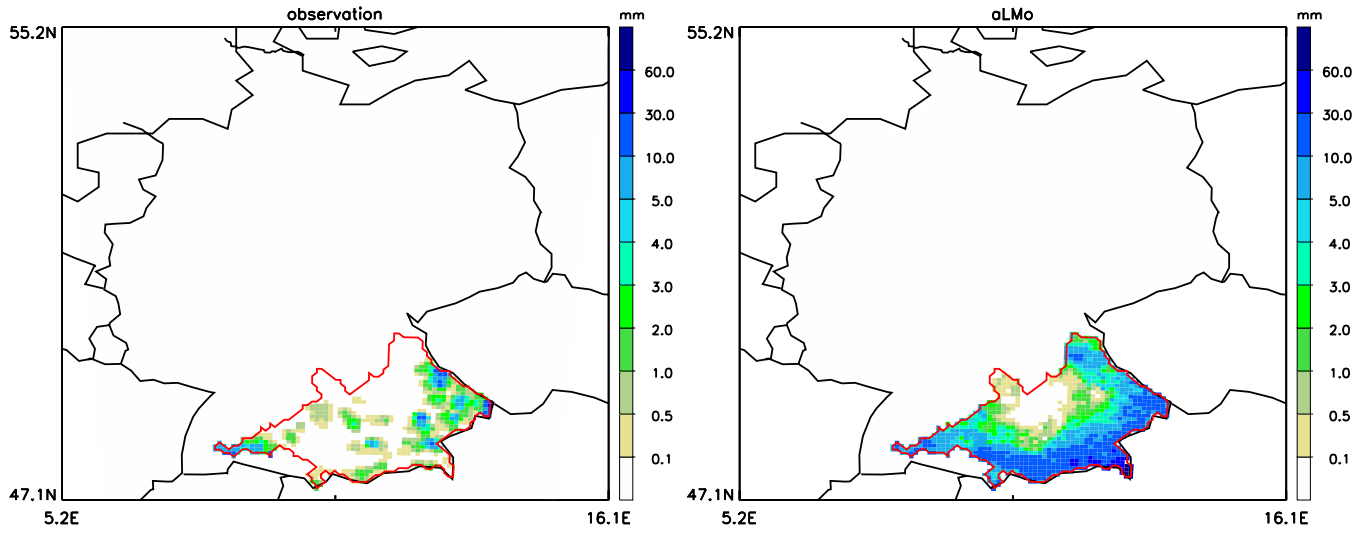


SAL-Werte (1.83/1.30/42) am 29.08.2002 für das Flusseinzugsgebiet Rhein (zurück zur Tabelle)



SAL-Werte (-1.11/-1.06/05) am 09.01.2004 für das Flusseinzugsgebiet Donau (zurück zur Tabelle)





SAL-Werte (1.53/1.51/.70) am 06.06.2003 für das Flusseinzugsgebiet Donau (zurück zur Tabelle)



# Gute Vorhersagen

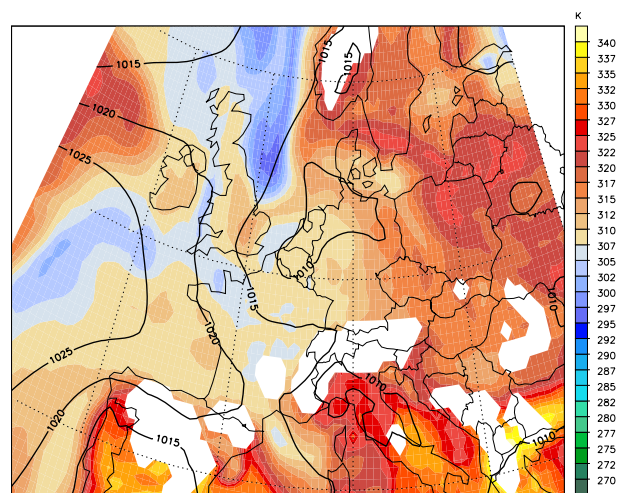
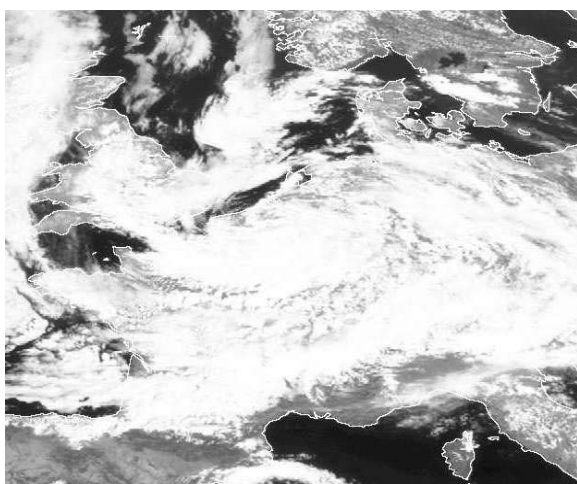
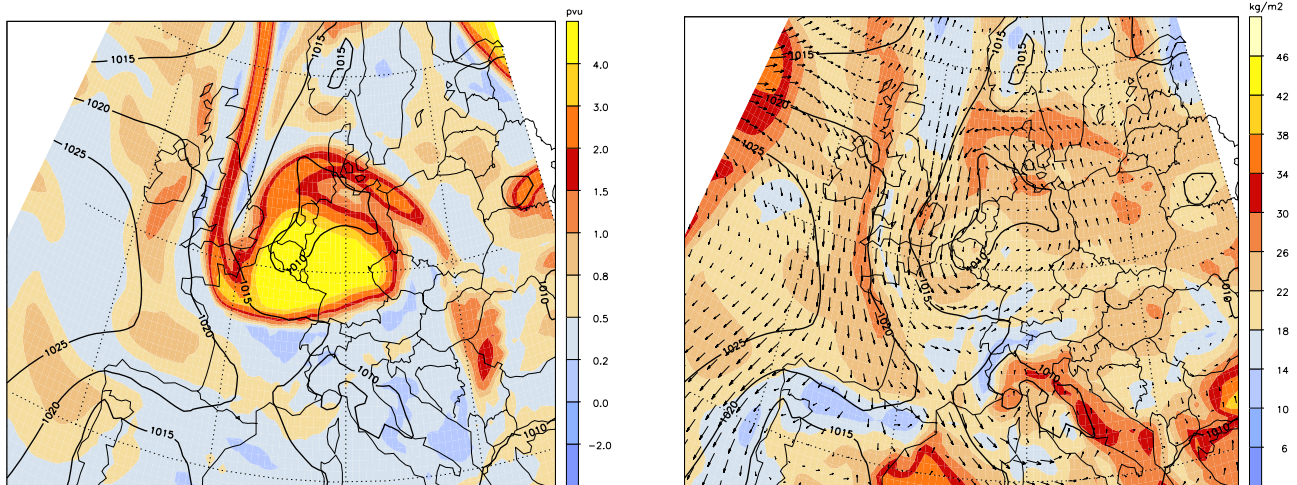
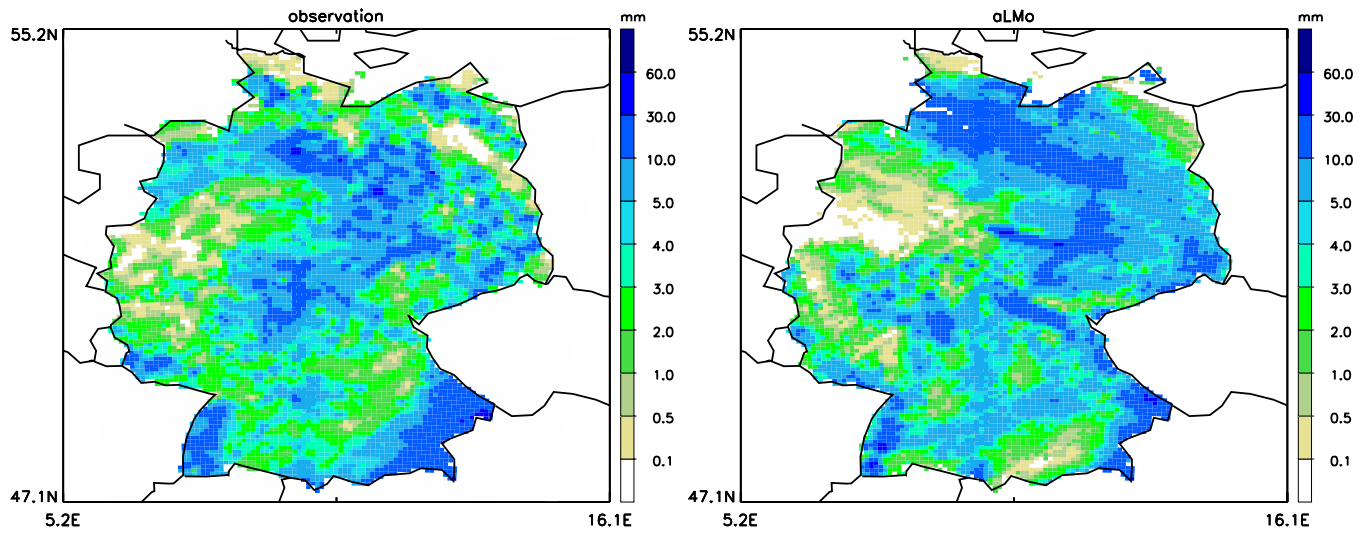
In diesem Kapitel ist die meteorologische Situation der Tage dargestellt, an denen der Niederschlag laut "SAL" mit dem aLMo gut vorhergesagt wurde, d.h. der Betrag von allen drei Komponenten ist kleiner als 0,25.

Dabei werden nur Tage betrachtet, an denen die beobachtete Niederschlagssumme pro Gitterpunkt im Mittel größer als 0,5 mm ist.

In Tabelle 1 sind die SAL-Werte, die beobachteten Niederschlagssummen pro Gitterpunkt und die DWD-Wetterlagen der einzelnen Tage zusammengefasst.

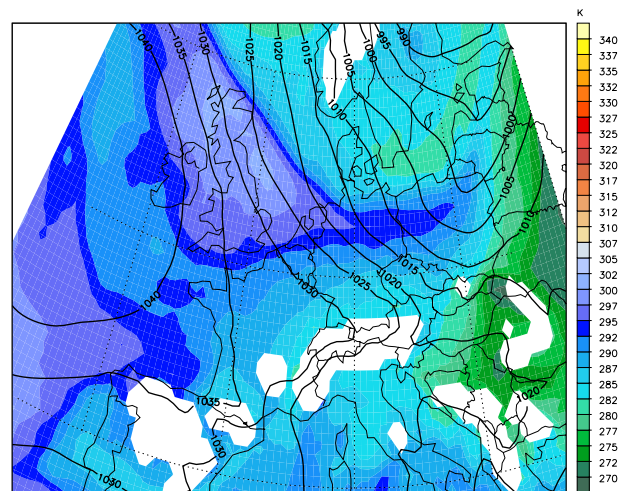
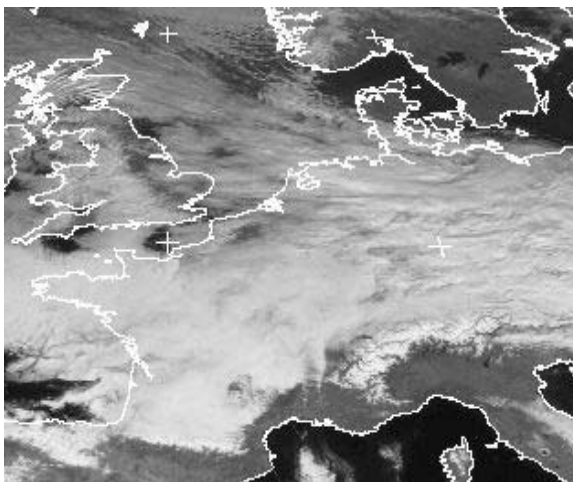
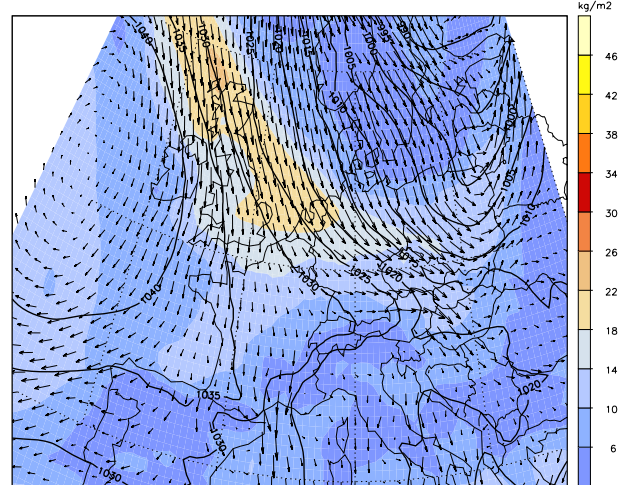
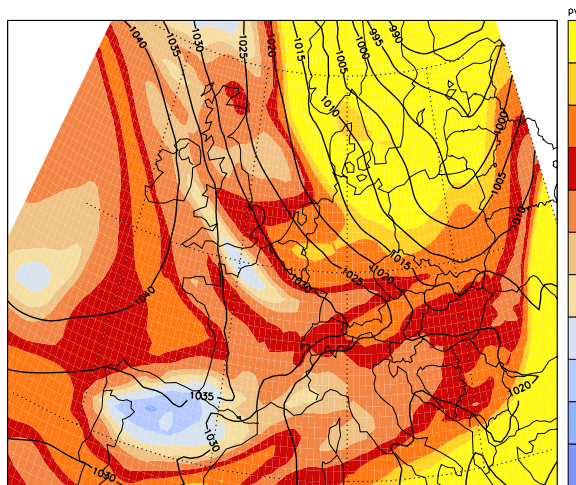
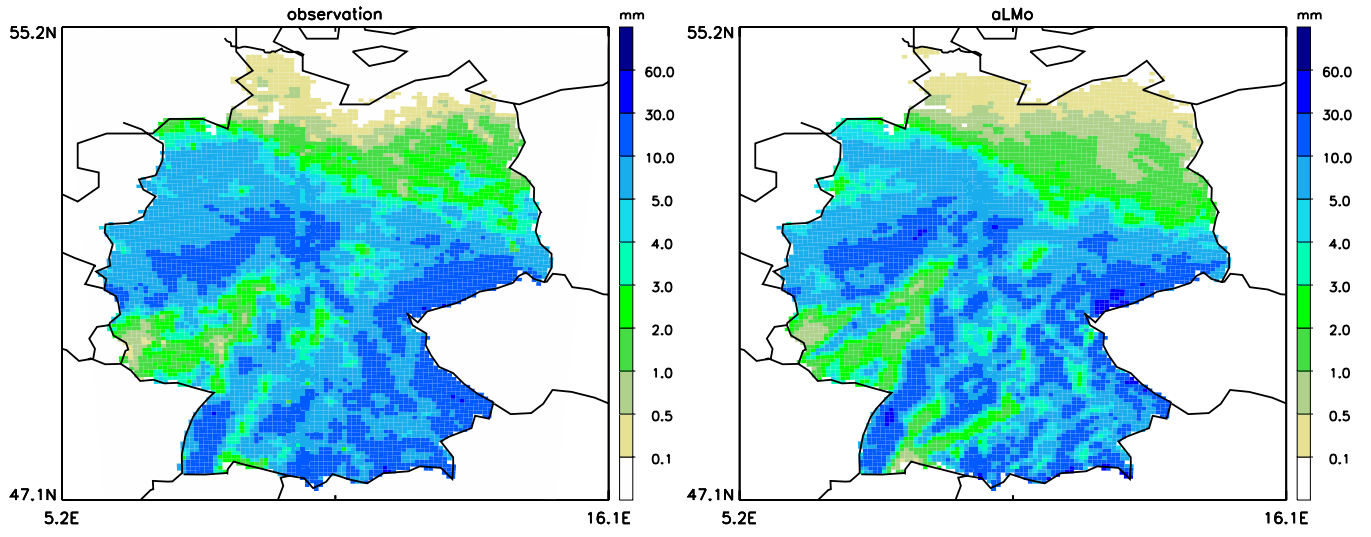
Region	Datum	SAL-Werte	sumOB/Gitterpunkt [mm]	Wetterlage
Deutschland:	<b>2005/07/07</b>	-.11/.06/.04	5.457	XXZZT
	<b>2005/01/31</b>	-.08/-.02/.01	6.923	NWAAF
	<b>2004/11/27</b>	.17/.20/.11	0.800	NWAAT
	<b>2004/08/26</b>	-.10/.09/.07	5.522	NWAZF
Elbe:	<b>2006/04/27</b>	.11/-.01/.06	3.633	XXAAT
	<b>2004/12/31</b>	-.04/.16/.06	2.956	NWAAF
Rhein:	<b>2005/02/26</b>	-.04/-.24/.02	2.687	NOZZT
	<b>2002/02/13</b>	.03/-.01/.02	11.817	NWZAF
Donau:	<b>2006/03/11</b>	-.02/.07/.01	5.459	NWZZT
	<b>2005/12/03</b>	-.02/.01/.04	6.038	SWZZF

**Tabelle 2: Gute Vorhersagen.** SAL-Werte im Format *S/A/L*, beobachtete Niederschlagssummen pro Gitterpunkt [mm] sowie die Wetterlage für ausgewählte Tage und verschiedene Gebiete.

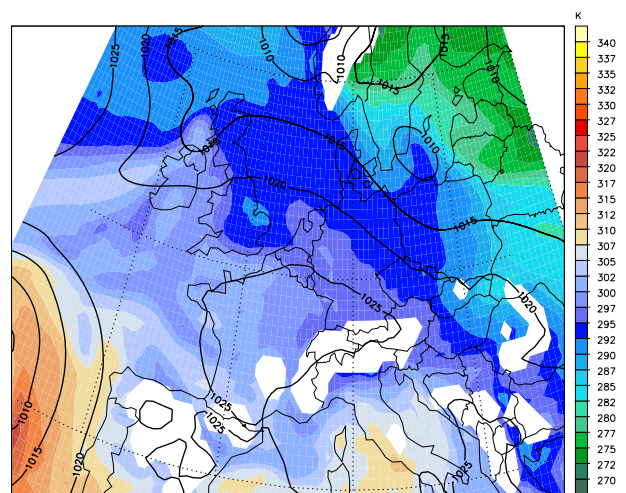
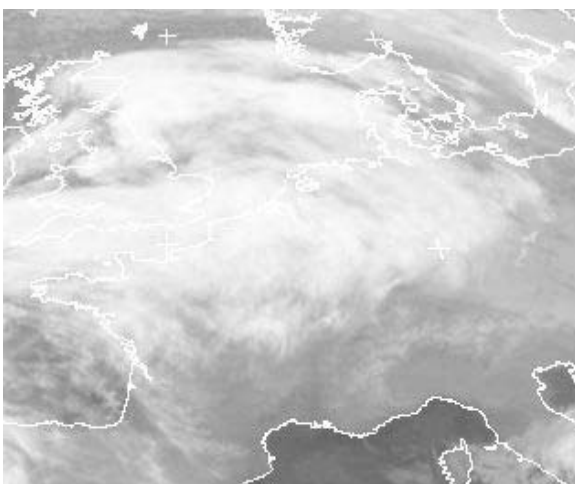
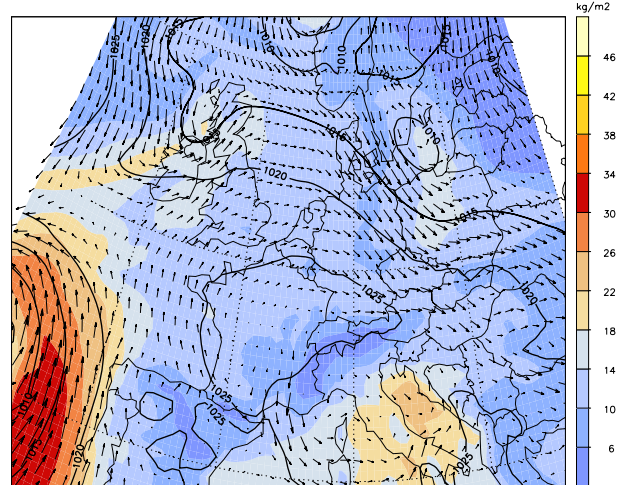
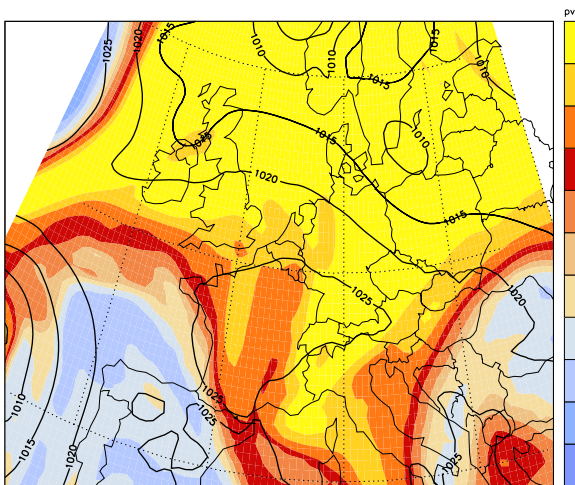
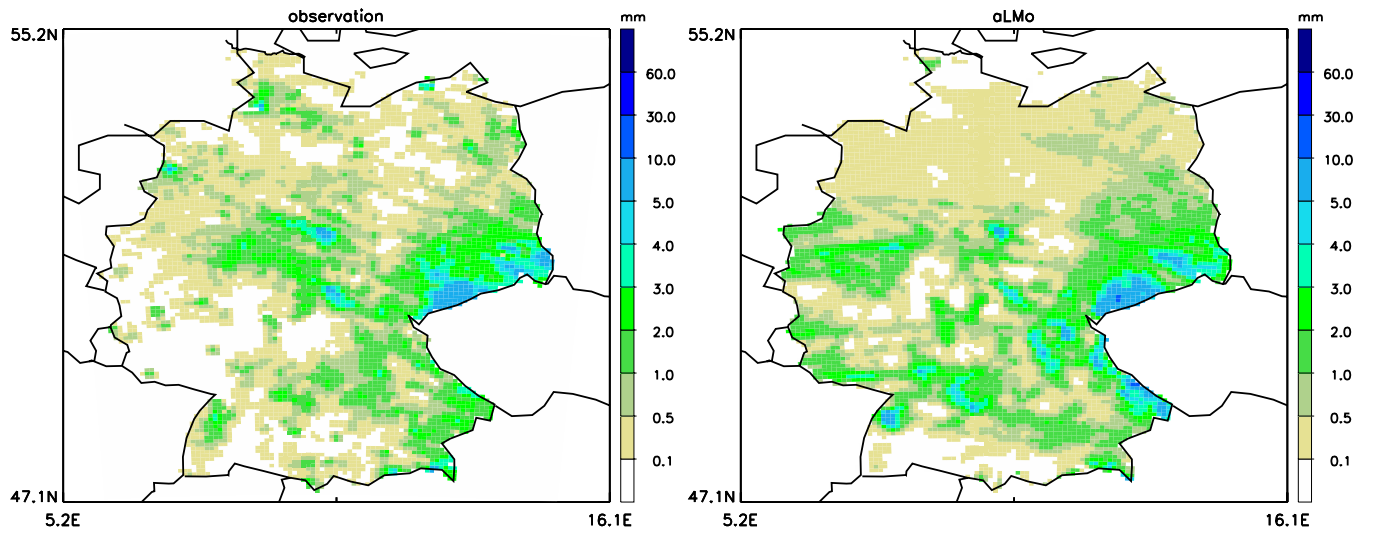


SAL-Werte (-.11/.06/.04) am 07.07.2005 für Deutschland (zurück zur Tabelle)



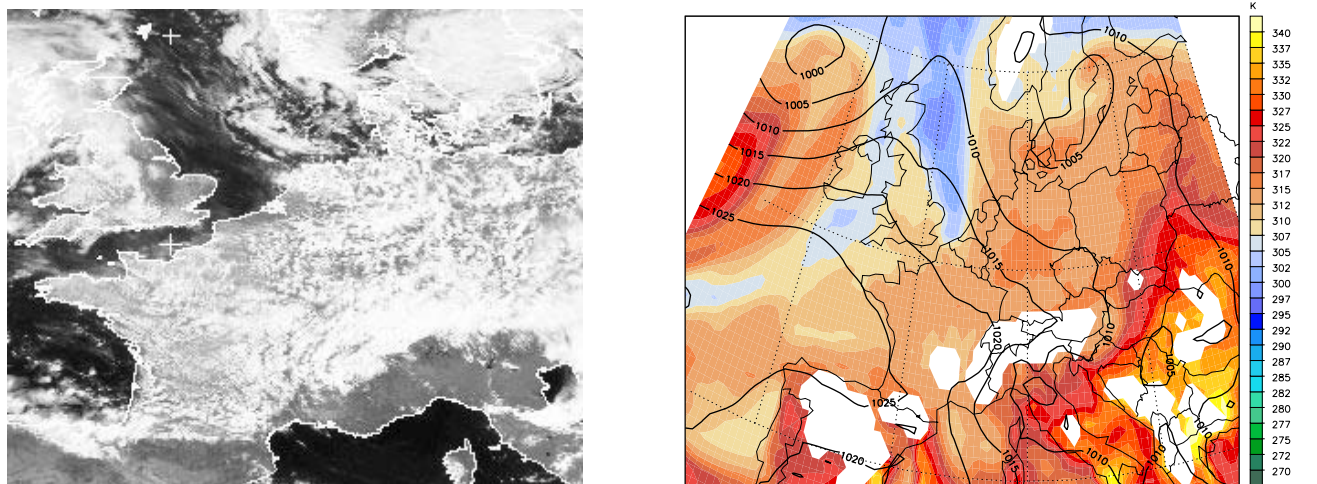
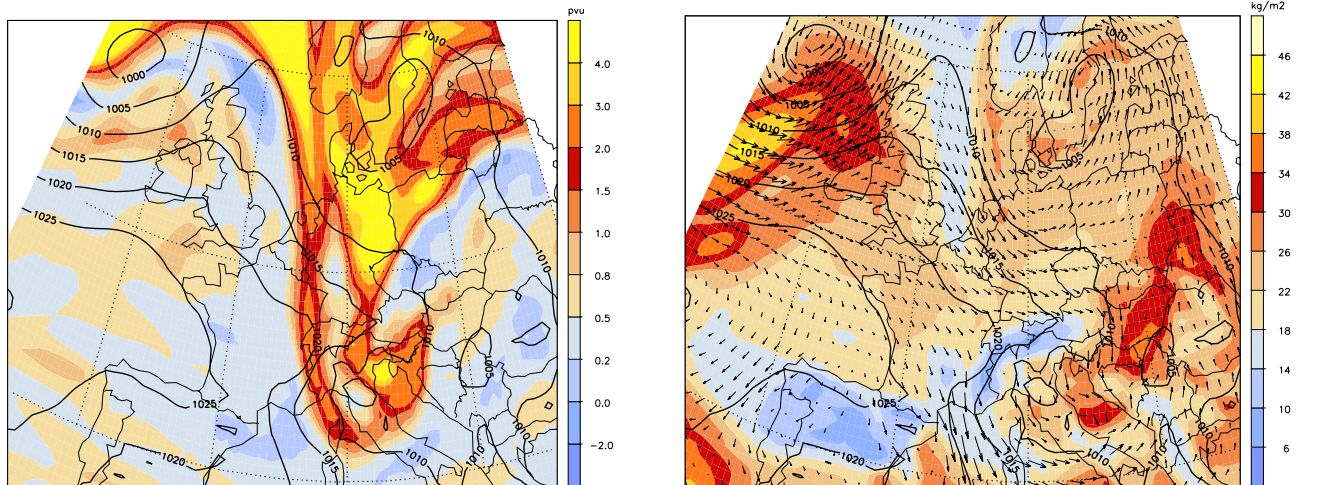
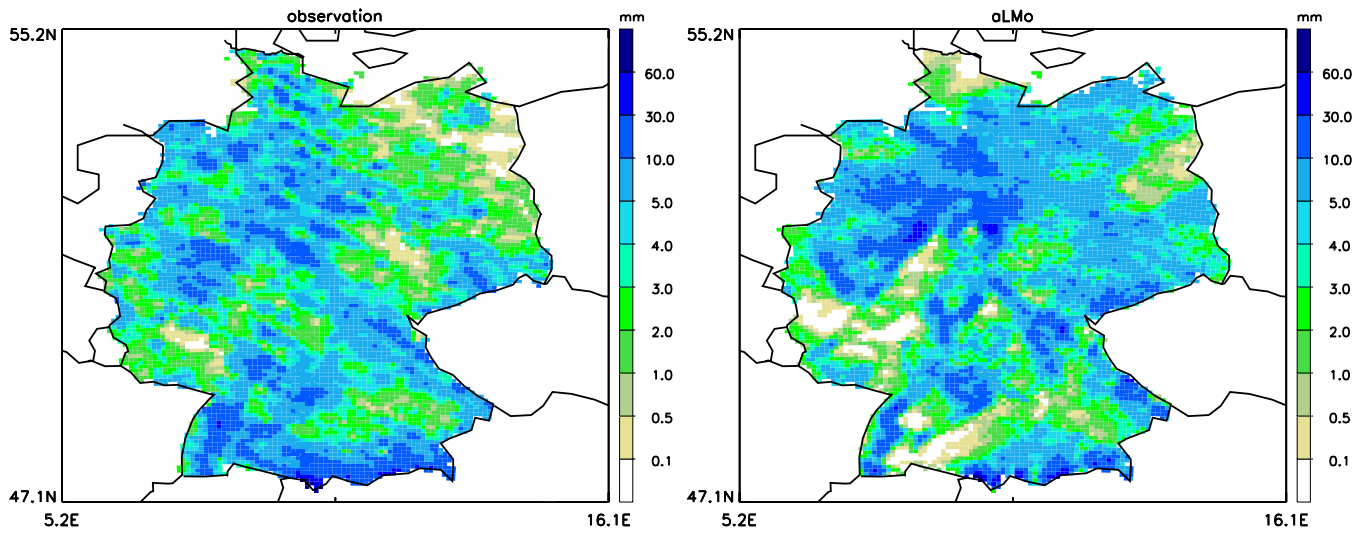


SAL-Werte (-.08/-.02/.01) am 31.01.2005 für Deutschland (zurück zur Tabelle)

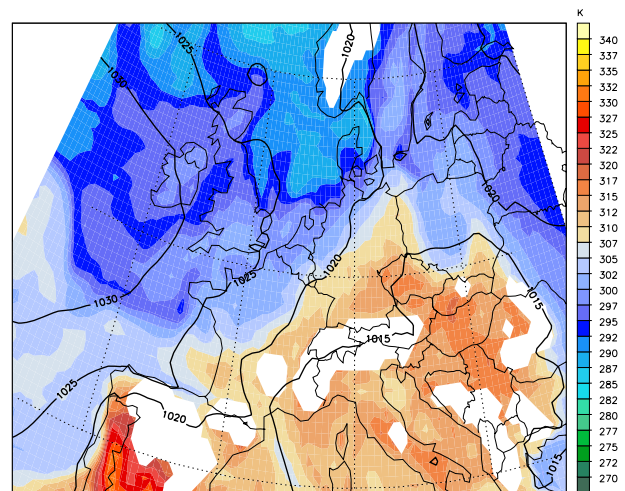
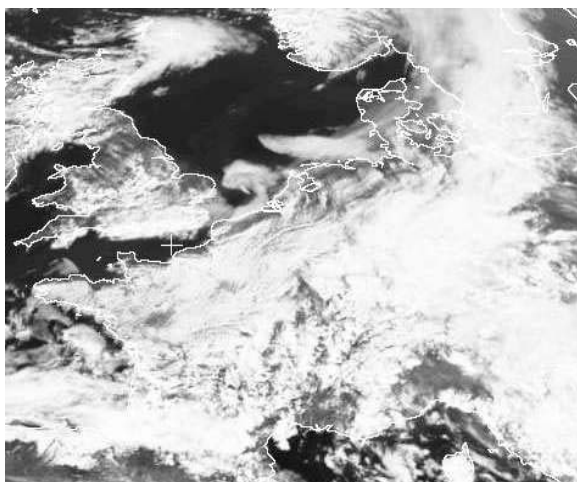
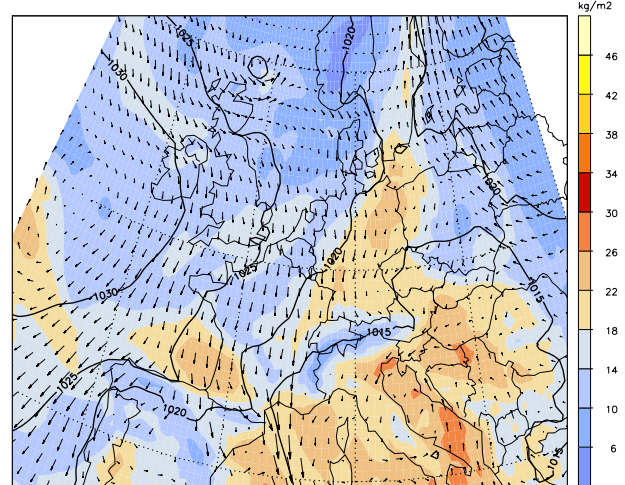
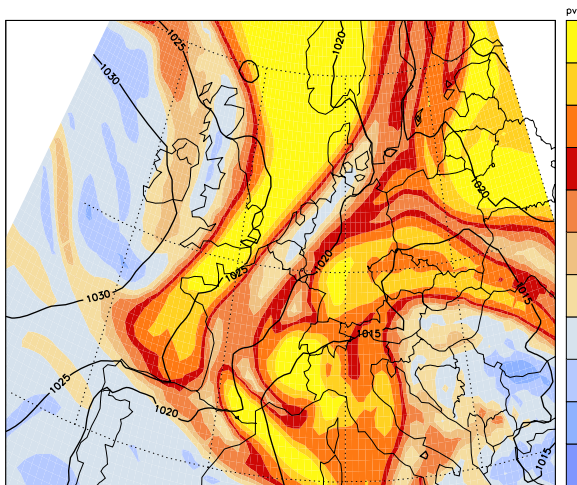
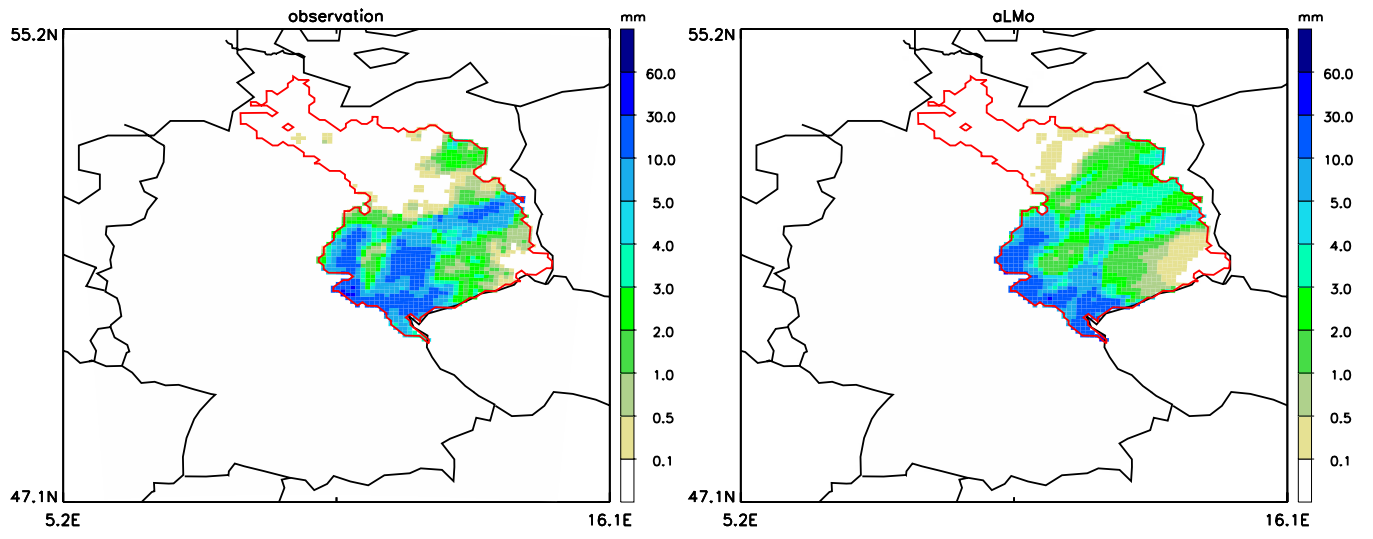


SAL-Werte (.17/.20/.11) am 27.11.2004 für Deutschland (zurück zur Tabelle)



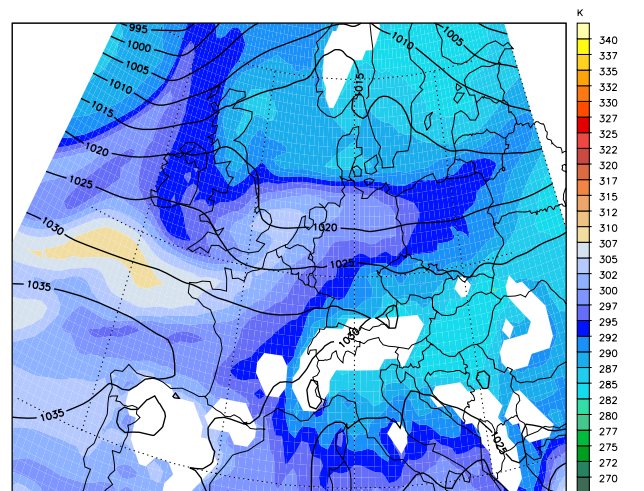
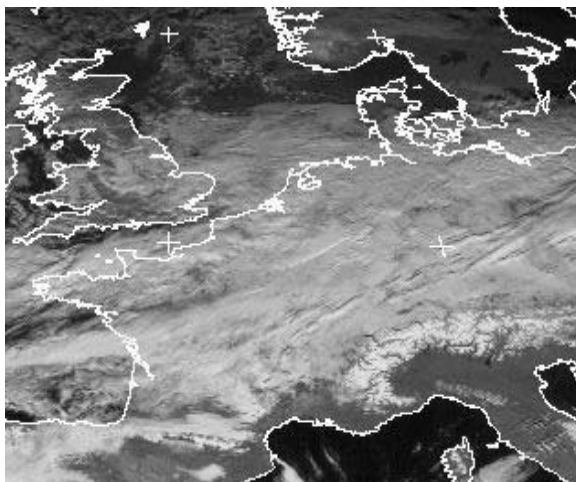
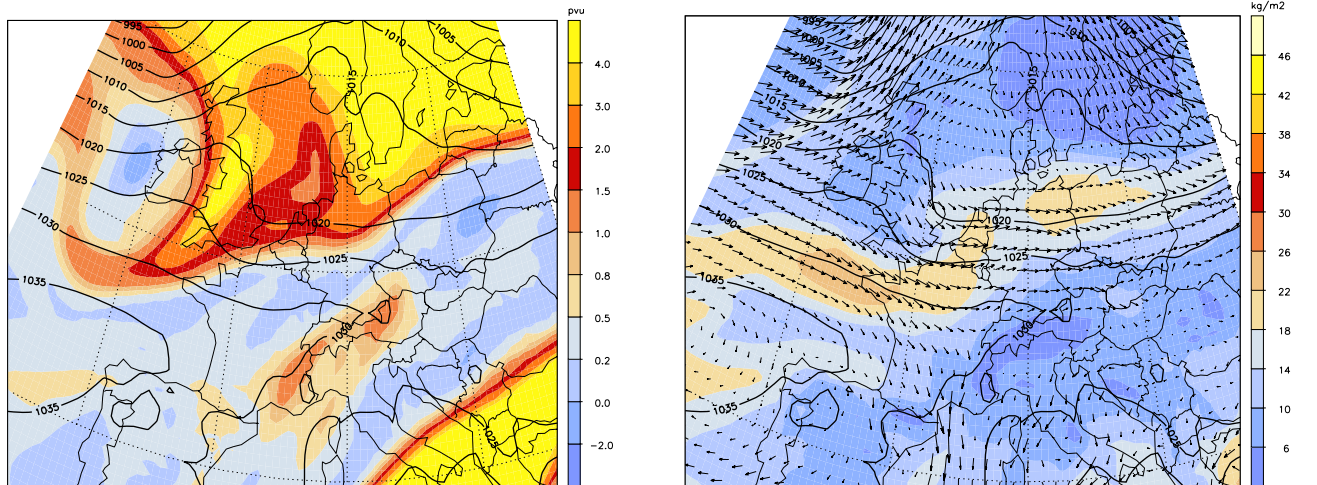
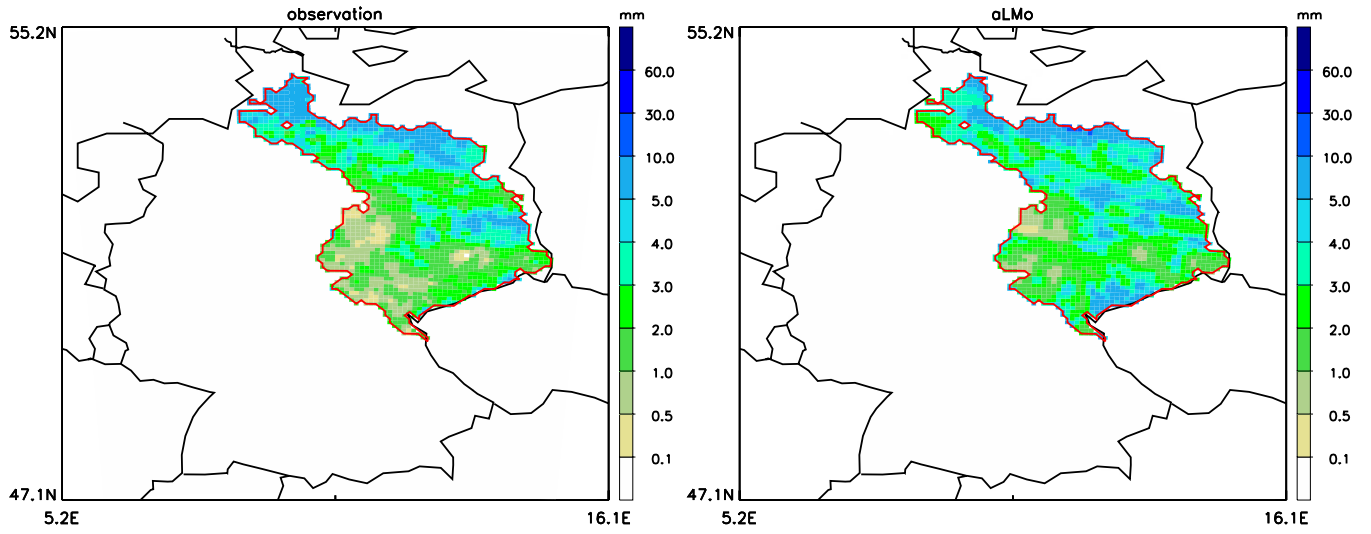


SAL-Werte (-.10./09./07) am 26.08.2004 für Deutschland (zurück zur Tabelle)

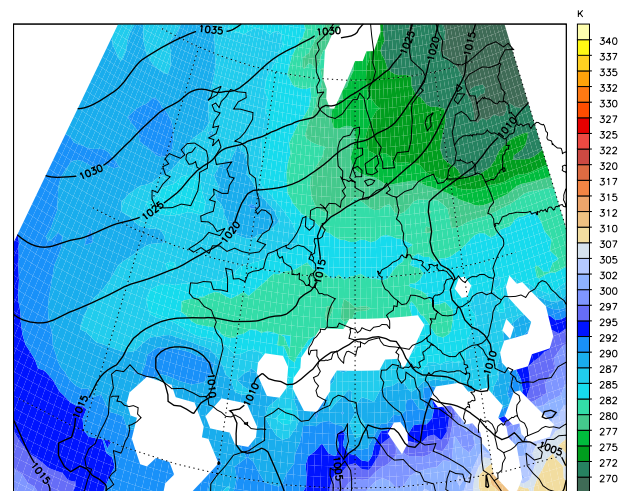
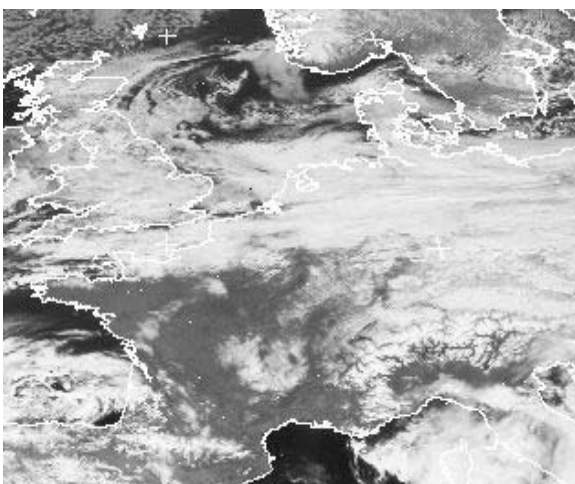
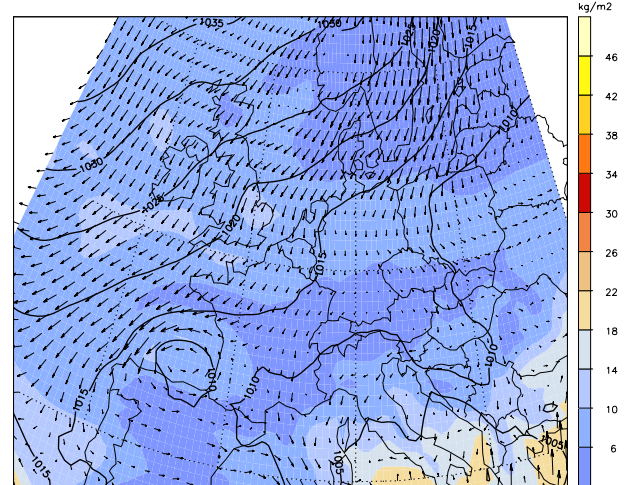
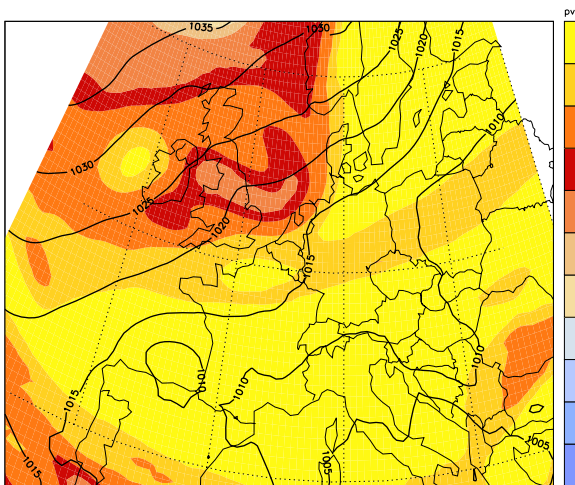
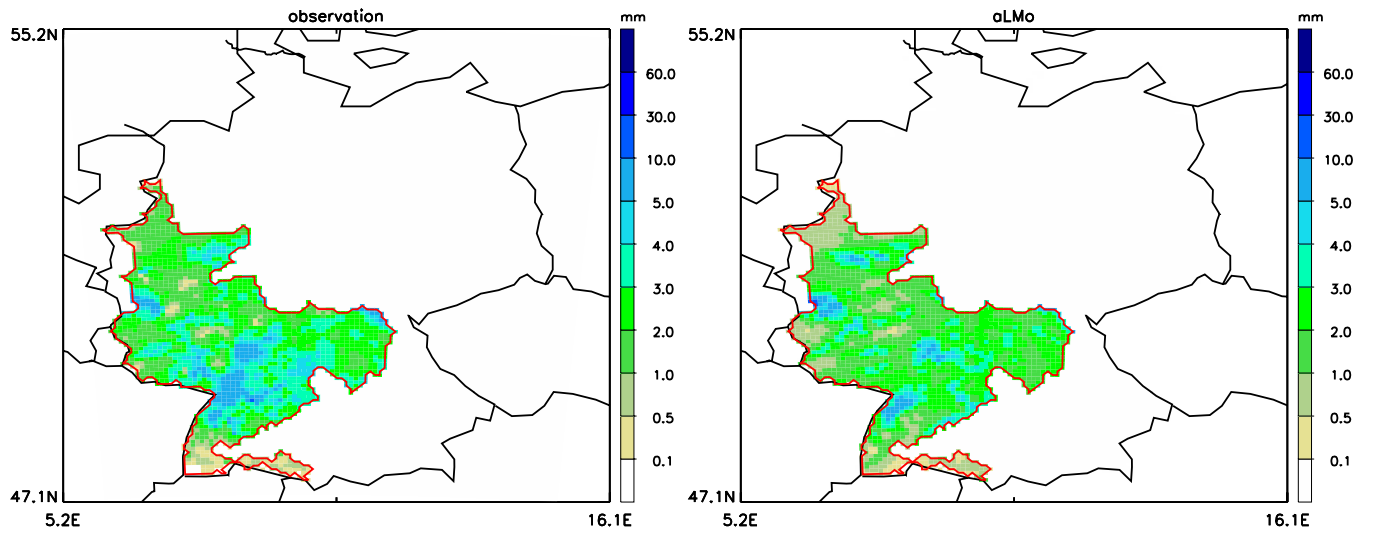


SAL-Werte (.11/-01/.06) am 27.04.2006 für das Flusseinzugsgebiet Elbe (zurück zur Tabelle)



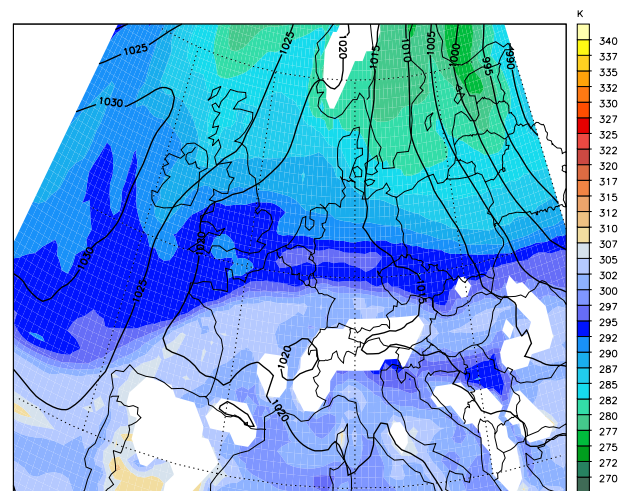
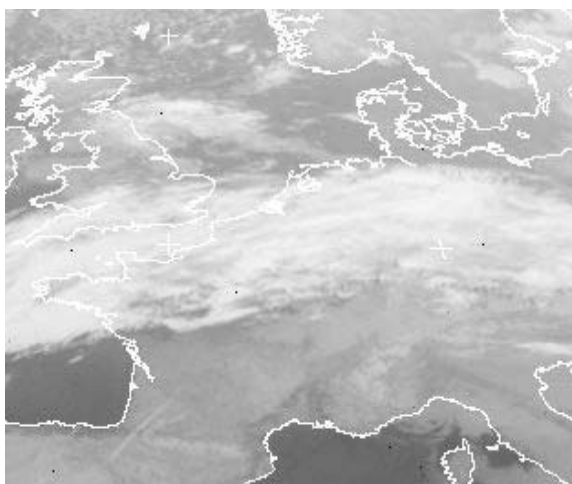
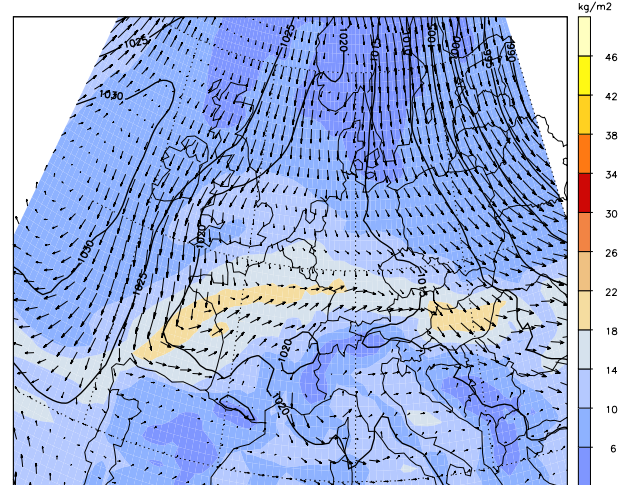
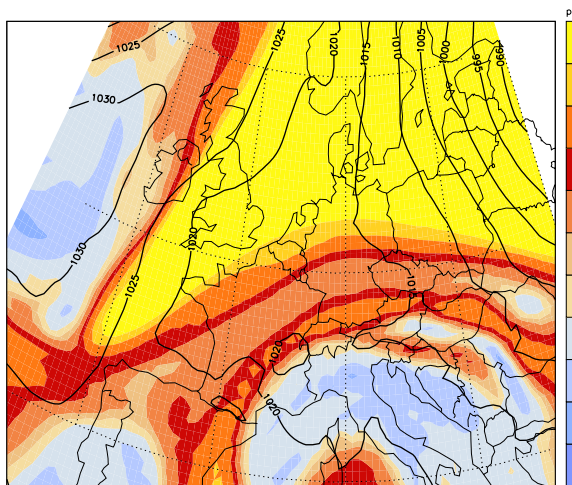
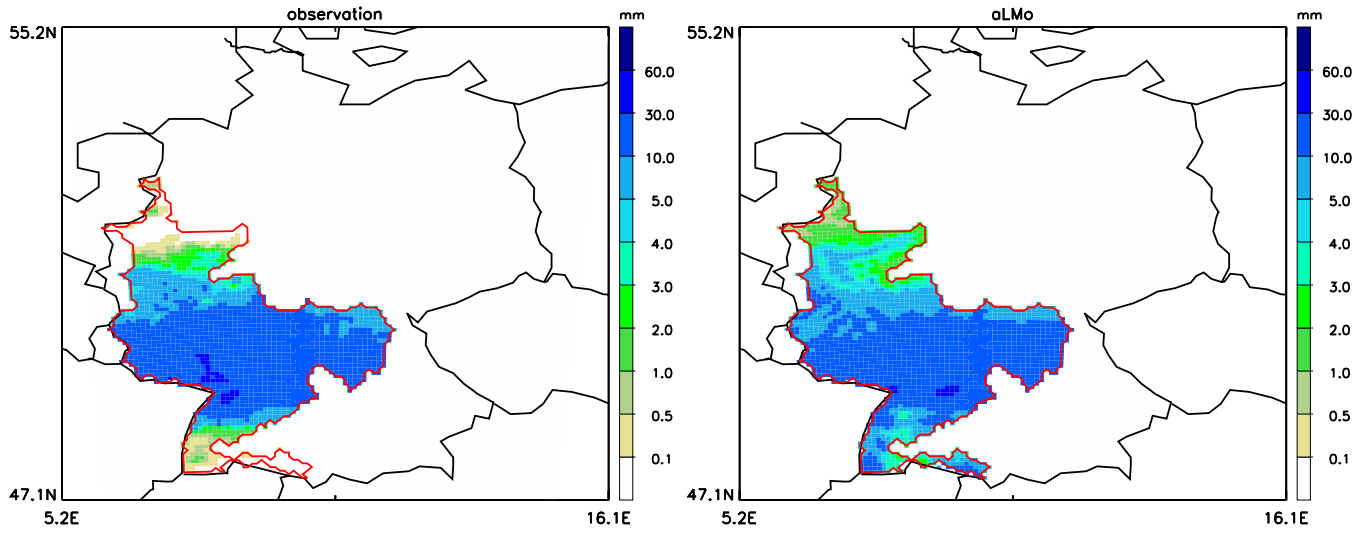


SAL-Werte (-.04/.16/.06) am 31.12.2004 für das Flusseinzugsgebiet Elbe (zurück zur Tabelle)

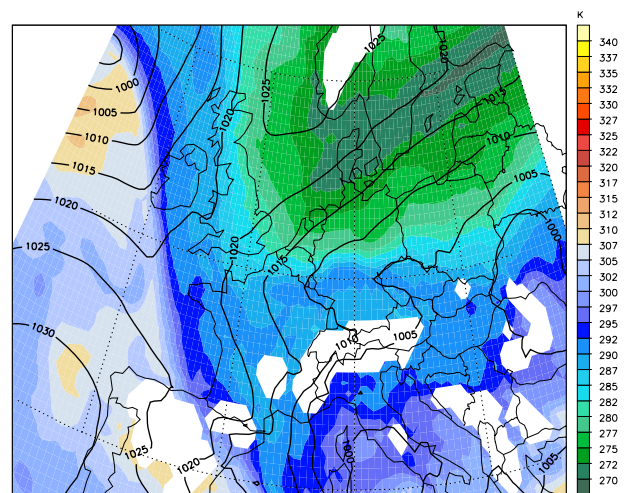
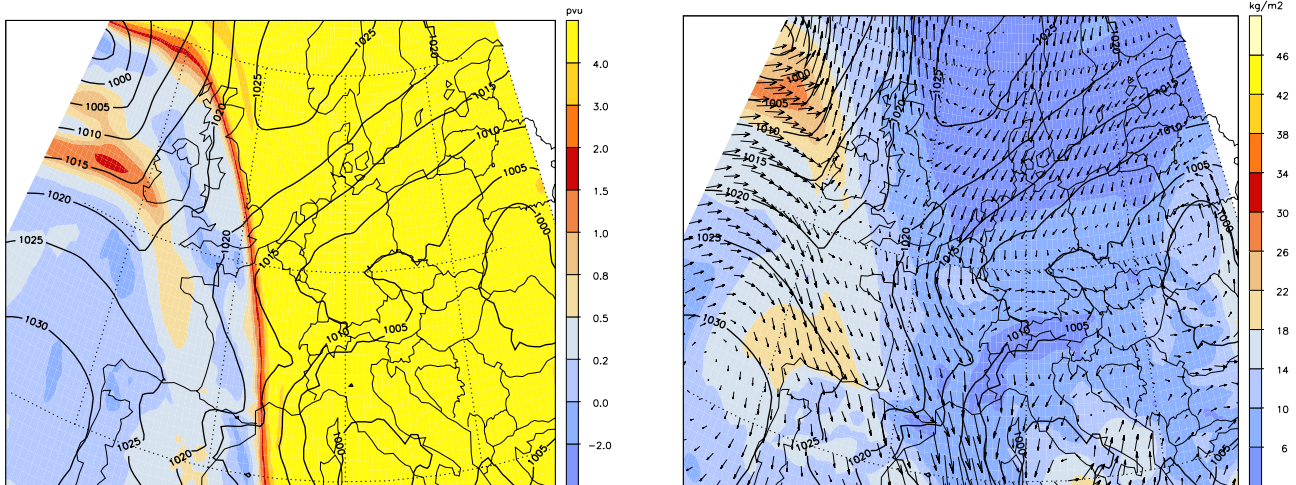
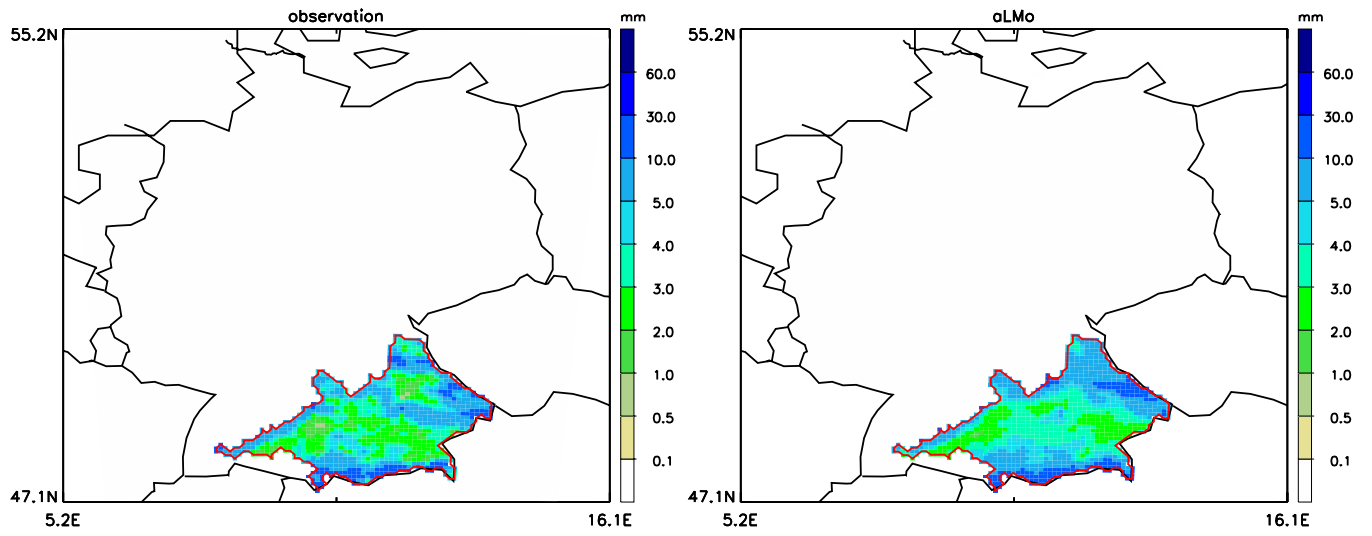


SAL-Werte (-.04/-24/.02) am 26.02.2005 für das Flusseinzugsgebiet Rhein (zurück zur Tabelle)



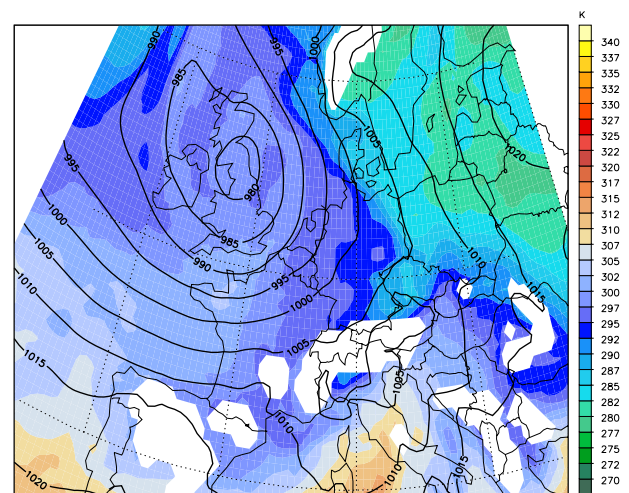
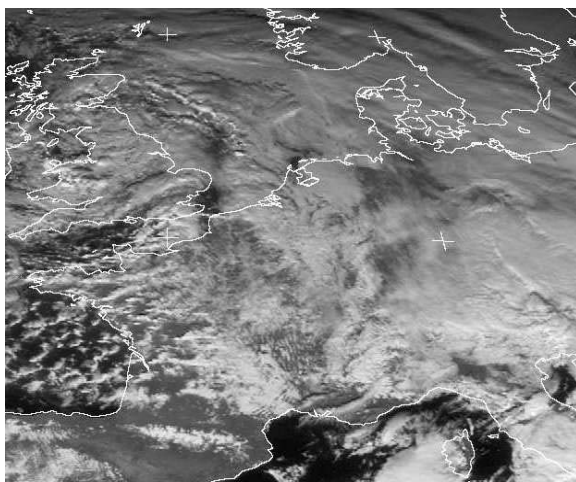
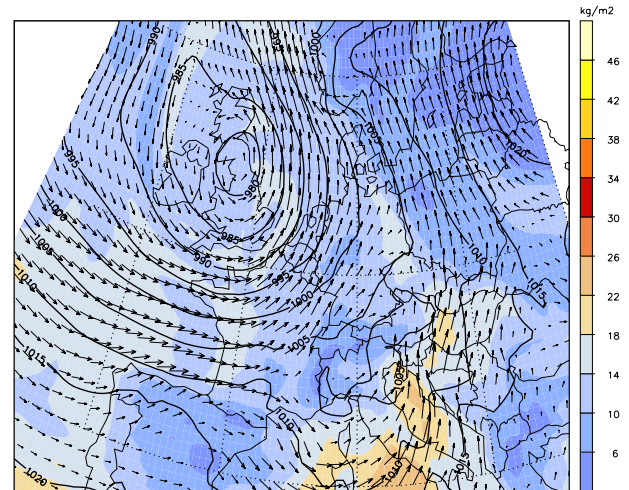
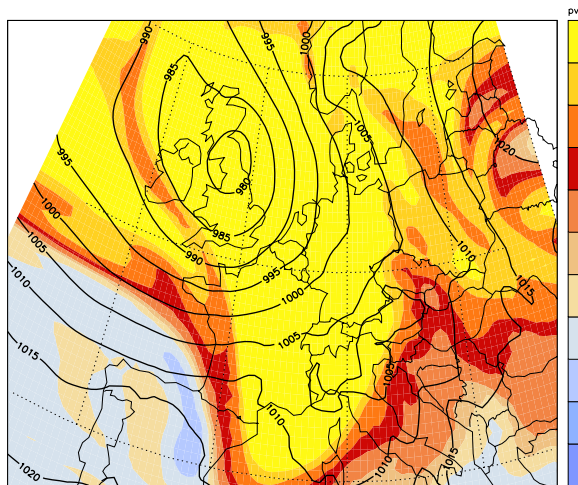
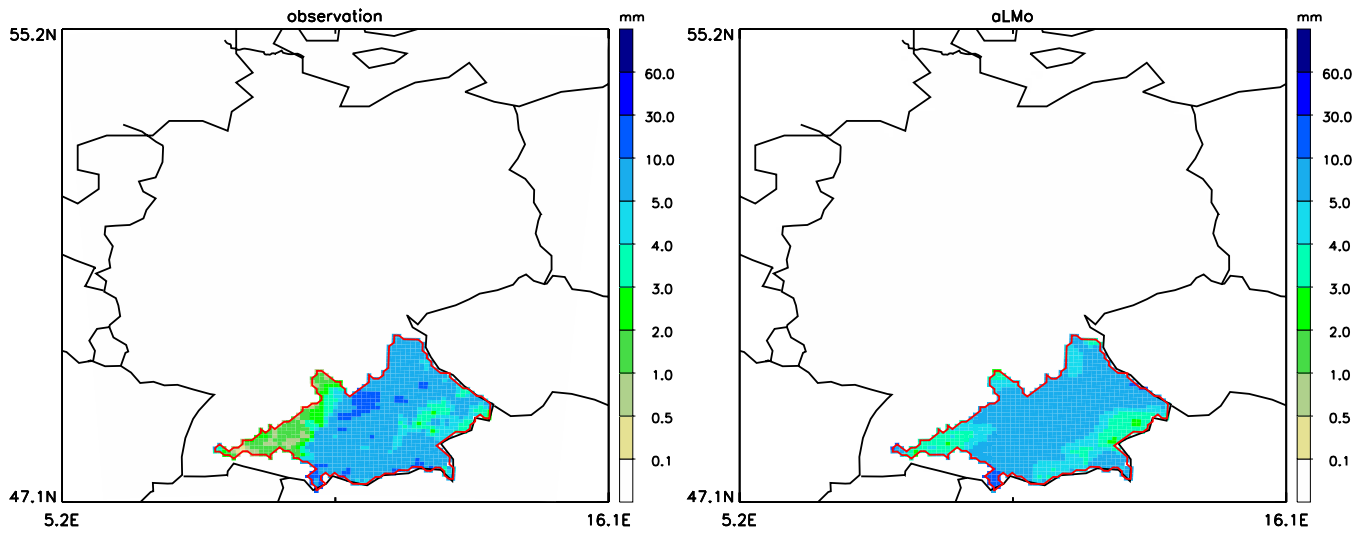


SAL-Werte (.03/-0.01/.02) am 13.02.2002 für das Flusseinzugsgebiet Rhein (zurück zur Tabelle)



SAL-Werte (-.02/.07/.01) am 11.03.2006 für das Flusseinzugsgebiet Donau (zurück zur Tabelle)





SAL-Werte (-.02/.01/.04) am 03.12.2005 für das Flusseinzugsgebiet Donau (zurück zur Tabelle)