

Anhang A

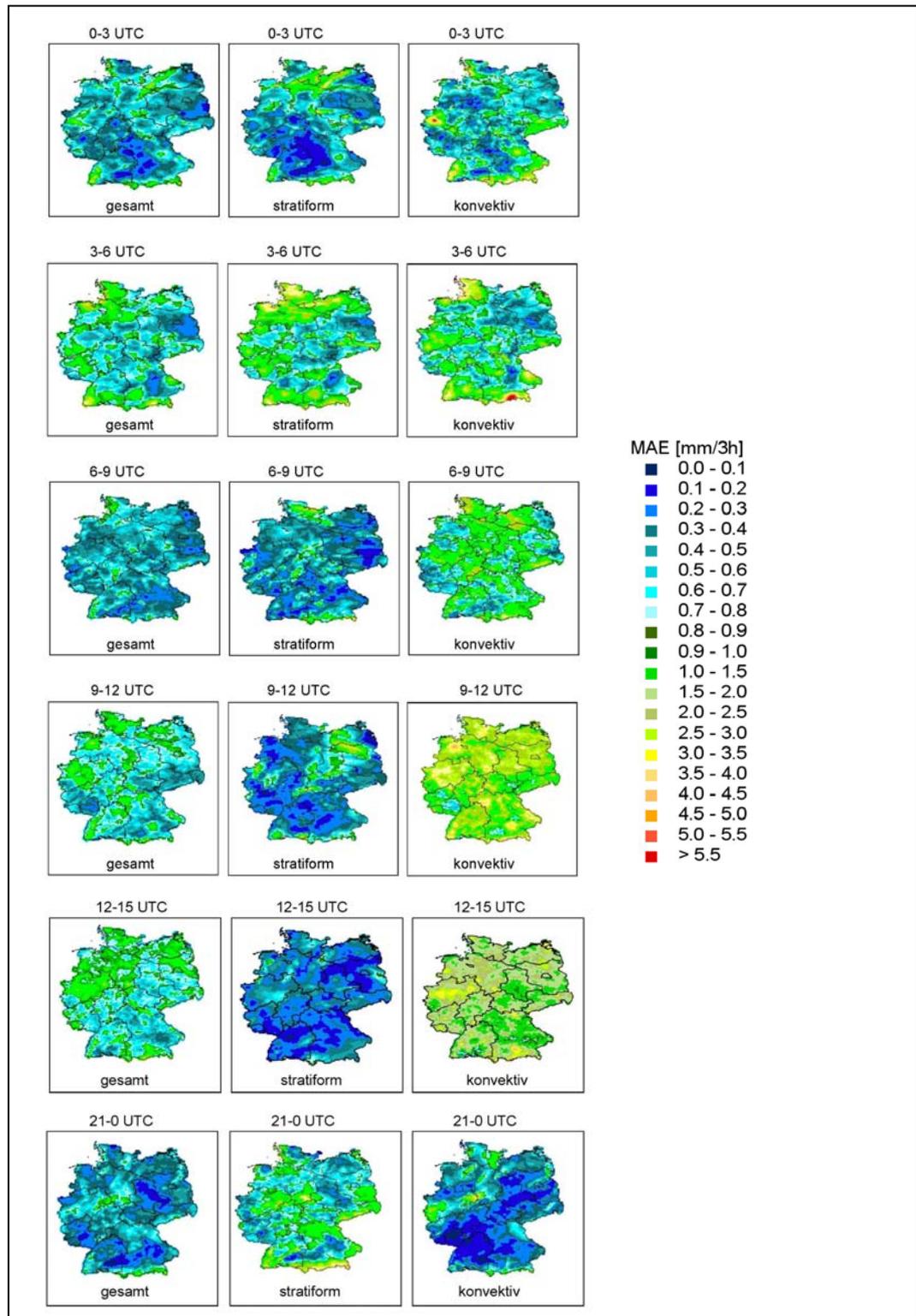


Abb. A.1: Mittlere absolute Fehler des gesamten, stratiformen und konvektiven Niederschlages für dreistündige LM-Vorhersagen (00 UTC-Lauf) der Sommermonate Juni-August 2004 für Deutschland.

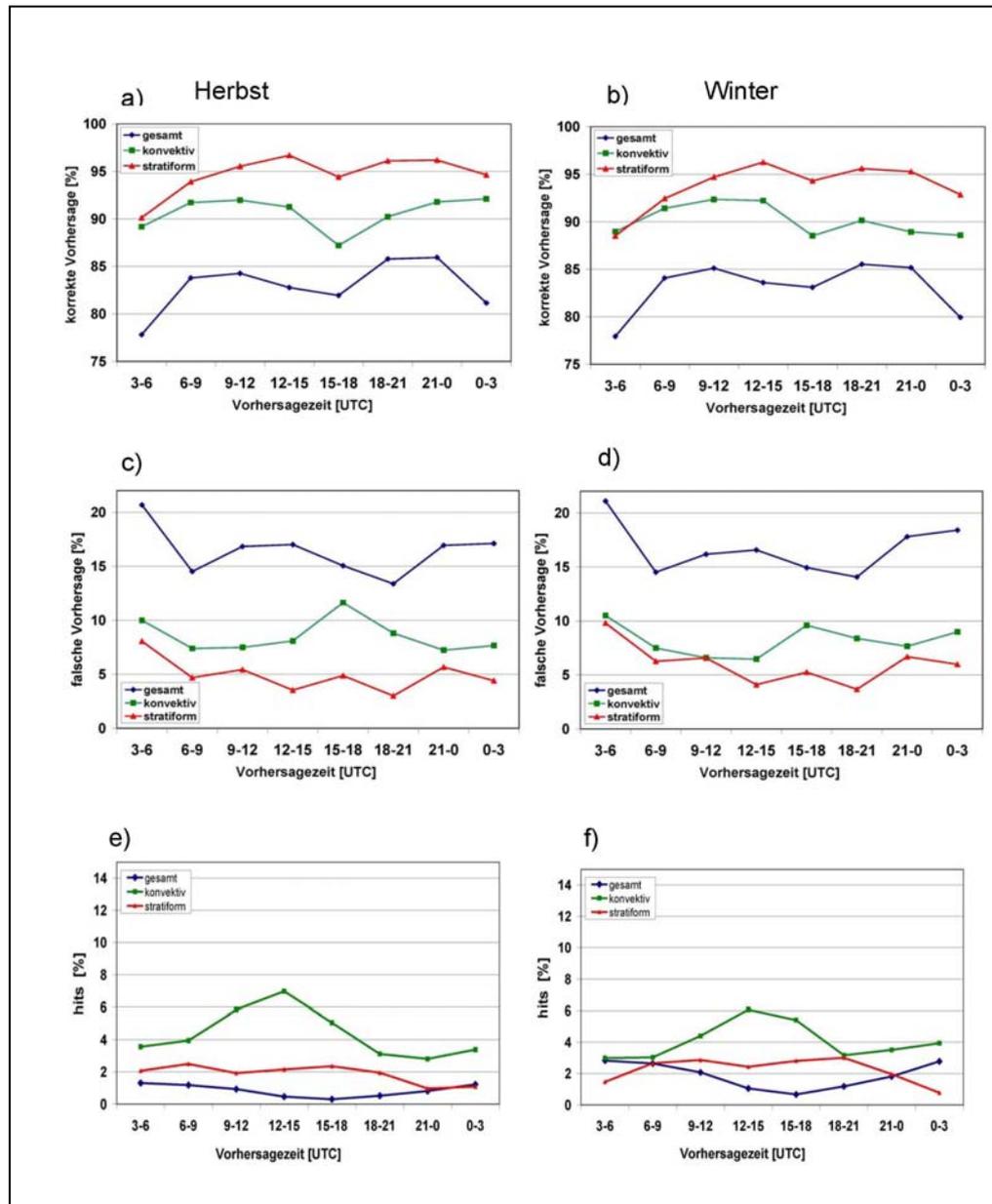


Abb. A.2: Korrekte und falsche Vorhersage: Links Berlin/Brandenburg und rechts: Baden-Württemberg für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag für drei-stündige Vorhersagen (00 UTC-Lauf) für Herbst und Winter 2004.

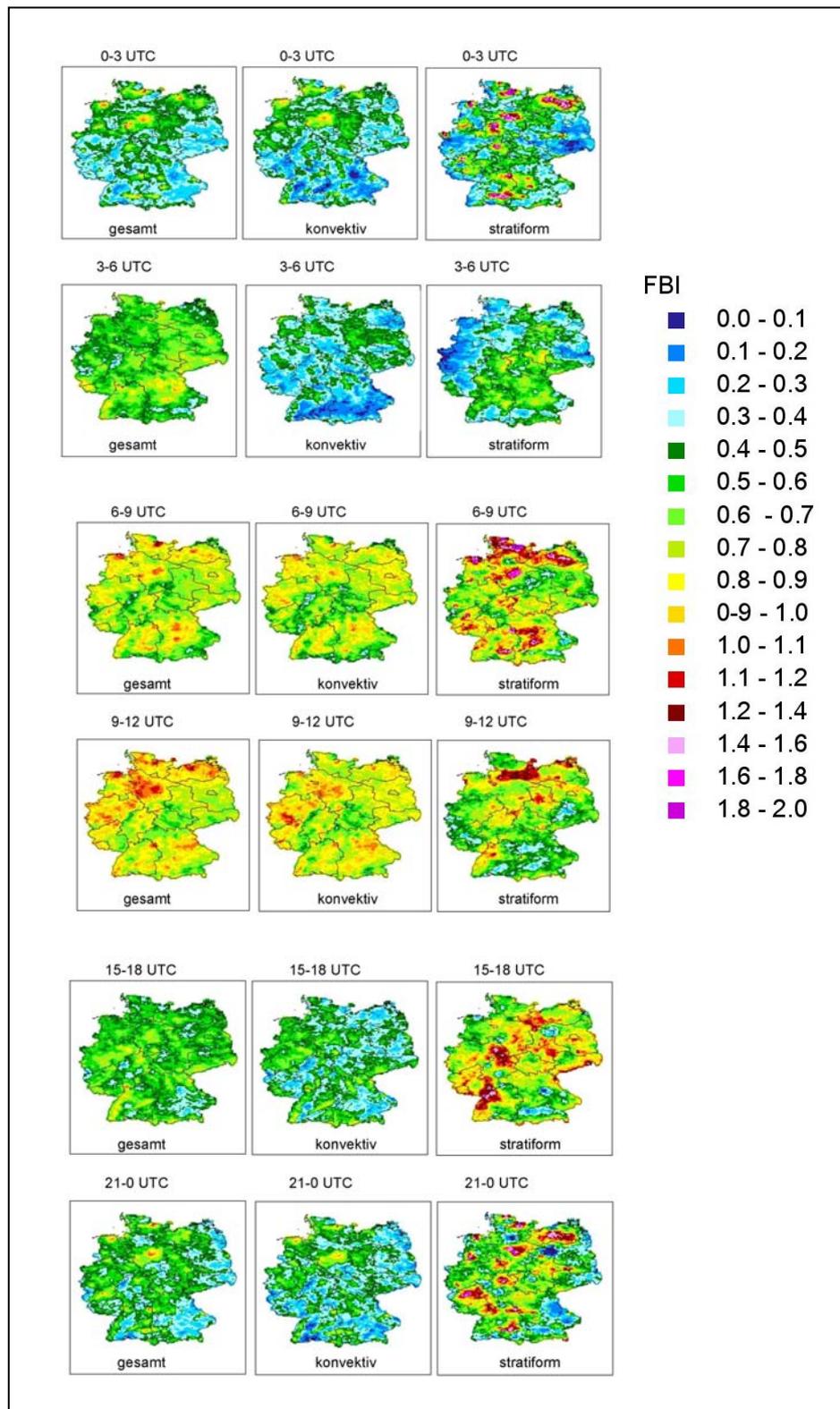


Abb. A.3: Räumliche Darstellung des Bias Score (FBI) für den Sommer 2004 für Deutschland.

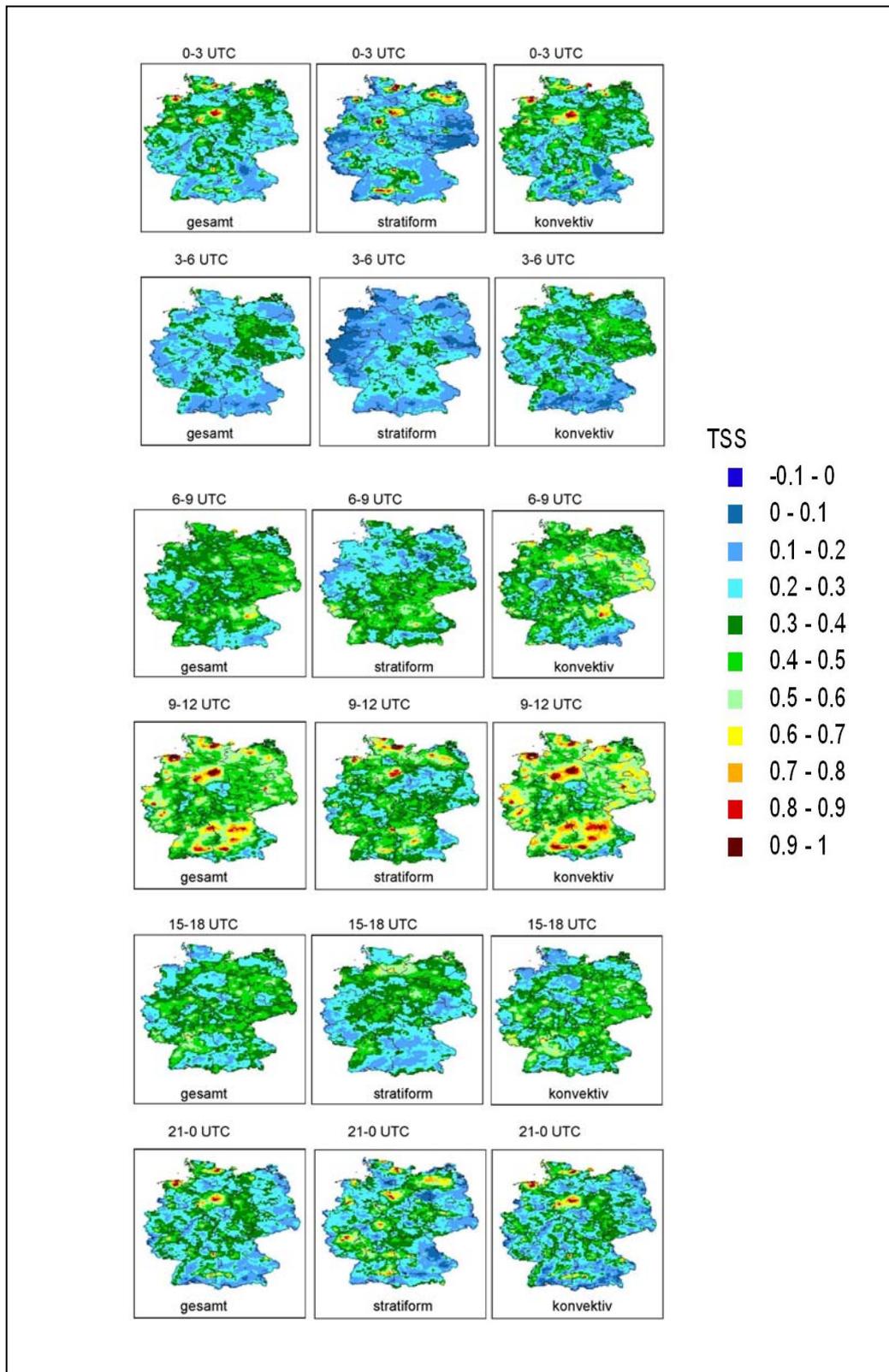


Abb. A.4: Räumliche Darstellung des TSS für den Sommer für Deutschland von 2004.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Mittlerer Jahresniederschlag in mm für Deutschland Klimatologie 1961- 1990	2
Abb. 1.2:	Zunahme der Prognosegüte (RV) der 24-h Vorhersage des DWD.....	7
Abb. 2.1:	Niederschlagssumme in mm für das Jahr 2004	16
Abb. 2.2:	Saisonale Niederschlagssumme für das Jahr 2004	17
Abb. 2.3:	Deutschlandkarte mit 7432 LM-Gitterpunkten sowie Baden-Württemberg und Berlin/Brandenburg	18
Abb. 2.4:	(a) Niederschlagsmenge des Hochsommers relativ zum vieljährigen Mittel 1961-1990 und (b) Niederschlagshöhe des Jahres 2004 in Prozent vom vieljährigen Mittel 1961-1990	20
Abb. 3.1:	Modellgebiet des Lokal-Modells mit dem Ausschnitt der Niederschlagsanalyse (FUB) für Deutschland	22
Abb. 3.2:	Synoptische Beobachtungsstationen in Mitteleuropa	23
Abb. 3.3:	Schematische Darstellung der Fehlerquellen beim Niederschlag.....	26
Abb. 3.4:	Mittlere tägliche Niederschlagssumme an der Station Berlin-Dahlem im Jahr 2004	28
Abb. 3.5:	Cumulonimbus calvus (links), Stratus fractus (rechts).....	29
Abb. 3.6:	Die verschiedenen Wolken in der Troposphäre	31
Abb. 3.7:	Ablaufdiagramm zur Trennung des Niederschlages in einen konvektiven und stratiformen Anteil	37
Abb. 3.8:	Schematische Darstellung der Datenassimilation für das LM	39
Abb. 4.1:	Schema der Wolkenklassifikation für Meteosat-Daten	47
Abb. 4.2:	Schematische Darstellung des zweidimensionalen Histogrammes angewendet für Meteosat-Daten.....	49
Abb. 4.3:	Sichtbare Kanal von Meteosat-7 am 13.08.2004 ,15 UTC (links) Wolkenklassifikation derselben Meteosat-Szene (rechts).....	55
Abb. 4.4:	Synoptische Beobachtung: (a) tiefe, (b) mittelhohe und (c) hohe Wolken und (d) Wolkenklassifikation von Nordrhein-Westfalen für den 13.8.2004, 15 UTC.....	56
Abb. 4.5:	Relative Häufigkeit der Niederschlagsmenge von stündlichen deutschen Stationsdaten der Jahre 1992 bis 2004. links: konvektiver Niederschlag rechts: stratiformer Niederschlag	58

Abb. 4.6:	Ablaufdiagramm der normierten Niederschlagshäufigkeit für Wolkentypen aus Satelliten-Daten	59
Abb. 5.1:	Schema der Interpolation für die Niederschlagsanalyse der FUB	62
Abb. 5.2:	RMSE [mm/h] der Niederschlagsanalyse ohne und mit Satelliten-Daten der Sommermonate 2004 für den gesamten, stratiformen Und konvektiven Niederschlag.....	68
Abb. 5.3:	Tagesgang des Niederschlages an der Station Berlin-Dahlem im Jahr 2004 von 09 bis 16 Uhr. In Vergleich: Stationsdaten und Analyse (FUB) mit und ohne Satellitendaten	69
Abb. 5.4:	Tagesgang des Niederschlages an den Niederschlagsstationen in der Region Berlin/Brandenburg und Baden-Württemberg im Sommer 2004 von 06 bis 18 Ein Vergleich: Stationsdaten und Analyse (FUB) mit und ohne Satellitendaten	70
Abb. 5.5:	Bodenanalyse vom 09.06.2004, 12 UTC	72
Abb. 5.6:	IR-Kanal (links) und Wolkenklassifikation vom 9. Juni 2004, 12 UTC (rechts) erstellt aus Meteosat-Daten.....	73
Abb. 5.7:	a) Niederschlagsanalyse [mm/h] unter Verwendung von Satelliten-Daten und b) Niederschlagsanalyse ohne Satellitendaten für den 09.06.2004, 12 UTC.....	74
Abb. 5.8:	Niederschlagsmenge [mm/h] für Berlin/Brandenburg: a) Niederschlagsanalyse mit Satellitendaten, b) Niederschlagsanalyse ohne Satellitendaten und c) Differenz der Niederschlagsanalyse mit und ohne Satellitendaten d) RMSE [mm/h] für den 9. 6.04, 11-12 UTC	74
Abb. 5.9:	Wetterlage vom 18.7.2004, 12 UTC.....	76
Abb. 5.10	Meteosat-Wolkenklassifikation: 18 Juli 2004, a) 15 und b) 16 UTC.....	76
Abb.5.11:	Niederschlagsmenge [mm/] unter Verwendung von Satellitendaten und b) Niederschlagsanalyse ohne Satellitendaten für den 18.07.2004, 15-16 UTC.	77
Abb.5.12:	Niederschlagsmenge [mm/h] von Deutschland a) Niederschlags-Analyse mit Satellitendaten, b) Niederschlagsanalyse ohne Satelliten-Daten und c) Differenz der Niederschlagsanalyse mit und ohne Satellitendaten d) RMSE [mm/h] für den 18.07.2004, 15-16 UTC	78
Abb. 5.13:	Tagesgang des Niederschlages [mm/h] für den gesamten, konvektiven, stratiformen Niederschlag für Deutschland. Im Vergleich Analysedaten (FUB) mit LM-Vorhersage und Analysedaten	81
Abb. 5.14:	Tagesgang des BIAS [mm/h] für de gesamten, stratiformen und konvektiven Niederschlag als Mittelwert über Deutschland.....	82

Abb. 5.15: Tagesgang für a) gesamten, b) stratiformen und c) konvektiven Niederschlag für Berlin/Brandenburg und Baden-Württemberg für die Sommermonate. Ein Vergleich von Stationsdaten, Niederschlagsanalyse (FUB) mit Satellitendaten, LM-Vorhersage und LM-Analyse	84
Abb. 6.1: Niederschlagssumme (in mm) der Niederschlagsanalyse FUB (links) und der Niederschlagsvorhersage vom LM der 00 UTC - Läufe für Deutschland im Jahr 2004 (rechts)	88
Abb. 6.2: Stratiforme und konvektive Niederschlagssumme in mm aus der Niederschlagsanalyse FUB (oben) und der Niederschlagsvorhersage vom LM der 00 UTC - Läufe für Deutschland im Jahr 2004 (unten).....	88
Abb. 6.3: Saisonale Niederschlagssummen der Analyse (FUB) und der Niederschlagsvorhersage vom LM der 00 UTC - Läufe für Deutschland im Winter und Frühling 2004	90
Abb. 6.4: Saisonale Niederschlagssummen der Analyse (FUB) und der Niederschlagsvorhersage vom LM der 00 UTC - Läufe für Deutschland im Sommer und Herbst 2004	91
Abb. 6.5: Saisonale Niederschlagsdifferenzen der Analyse (FUB) und der Niederschlagsvorhersage vom LM der 00 UTC - Läufe für Deutschland im Winter, Frühling, Sommer und Herbst 2004	94
Abb. 6.6: Vergleich der Häufigkeiten von Niederschlagstagen mit Niederschlagssummen ≥ 0.1 mm in Prozent der Analyse (FUB) mit der Vorhersage (LM) für den Sommer 2004 a) Deutschland, b) Baden-Württemberg und c) Berlin/ Brandenburg.....	96
Abb. 6.7: Mittlerer absoluter Fehler (MAE) des gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlages den a) Frühling b) Sommer, c) Herbst und d) Winter des Jahres 2004 für Deutschland.....	101
Abb. 6.8: Mittlerer absoluter Fehler für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag für die Region Berlin/Brandenburg und Baden-Württemberg a,e) Winter b,f) Frühling c,g) Sommer und d,h) Herbst des Jahres 2004.....	103
Abb. 6.9: MAE des gesamten, stratiforme und konvektiven Niederschlages JJA 2004 für Deutschland für den Vorhersagezeitraum 06 bis 09 und 15 bis 18 UTC	105
Abb. 6.10: Korrekte und falsche Vorhersage für Deutschland für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag für das Frühjahr (a,c,e) und den Sommer (b,d,f) sowie den prozentualen Anteil der Fälle, die richtig beobachtet und prognostiziert	107
Abb. 6.11: Korrekte und falsche Vorhersage im Vergleich Berlin/ Brandenburg und Baden-Württemberg für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag (JJA) 2004	108

Abb. 6.12: Räumliche Verteilung der ‚korrekten‘ und ‚falschen‘ Vorhersage für den Vorhersagezeitraum von 15 bis 18 UTC und 18 bis 21 UTC für den gesamten (a) den konvektiven (b) und den stratiformen Niederschlag (c) der Sommermonate 2004	109
Abb. 6.13: FBI für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag als Mittel für Deutschland für das Jahr 2004 a) Winter, b) Frühling, c) Sommer und d) Herbst.....	112
Abb. 6.14: Räumliche Darstellung des FBI für den Sommer in der Vorhersagezeit zwischen 12 und 15 UTC sowie 18 bis 21 UTC für Deutschland	112
Abb. 6.15: Vergleich des FBI für JJA 2004 für die Region Berlin/ Brandenburg und Baden-Württemberg	113
Abb. 6.16: TSS für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag als Mittel für Deutschland für das Jahr 2004 a) Winter, b) Frühling, c) Sommer und d) Herbst.....	114
Abb. 6.17: Räumliche Darstellung des TSS für JJA 2004 im Vorhersagebereich zwischen 12 und 15 UTC sowie 18 bis 21 UTC.....	115
Abb. 6.18: Vergleich des TSS für JJA 2004 für die Region Berlin/Brandenburg und Baden-Württemberg.....	116

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Monats-/Jahressumme des Niederschlages für Deutschland, Berlin/Brandenburg und Baden-Württemberg für das Jahr 2004.....	18
Tab. 3.1	Niederschlagsarten getrennt nach ihrem Entstehungsprozess.....	24
Tab. 3.2	Schlüsselzahl und zugehörige Wolkengattung der tiefen und mittelhohen Wolken	32
Tab. 3.3	Die in dieser Arbeit verwendeten konvektiven Wettermeldungen.....	34
Tab. 3.4	Die in dieser Arbeit verwendeten stratiformen Wettermeldungen	35
Tab. 4.1	Vorhandene und Fehlende Meteosat-Daten.....	46
Tab. 4.2	Einteilung der Testklassen für die Wolkentypen	48
Tab. 4.3	Nomenklatur der Wolkenklassen abgeleitet aus Meteosat-Daten	50
Tab. 4.4	Vergleich der konventionellen Wolkenbeobachtung zu Wolkentypen abgeleitet aus Meteosat-6,7 der Jahre 1992 bis 2004 anhand der Konfusionsmatrix	52
Tab. 4.5	Normierte Niederschlagshäufigkeit aus Wolkentypen.....	58
Tab. 5.1	Fehlergrößen RE, RMSE [mm/Jahr] und BIAS [mm/Jahr] für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag für den Zeitraum von 06 bis 18 Uhr von Februar bis Dezember 2004	65
Tab. 5.2	Stündliche Niederschlagssumme in mm/Jahr für den gesamten, stratiformen und konvektiven Niederschlag aus der Analyse (FUB) korrigiert durch Satellitendaten und ohne Satellitendaten.	65
Tab. 5.3	Fehlergrößen RE, RMSE [mm/Jahr] und BIAS [mm/Jahr] für den gesamten, konvektiven und stratiformen Niederschlag für den Zeitraum von 06 bis 18 Uhr von Juni bis August 2004.....	66
Tab. 5.4	Stündliche Niederschlagssumme in mm/JJA für den gesamten, stratiformen und konvektiven Niederschlag aus der Analyse (FUB) korrigiert durch Satellitendaten und ohne Satellitendaten im Sommer.	66
Tab. 5.5	RMSE zwischen Stationsdaten und Analyse (FUB) mit und ohne Satellitendaten	71
Tab. 5.6	Niederschlagssumme in mm pro Jahr für den gesamten, stratiformen und konvektiven Niederschlag für Deutschland. Im Vergleich Analyse korrigiert durch Satellitendaten und ohne Satellitendaten, LM-Vorhersage und LM-Analysedaten	79
Tab. 6.1	Kontingenztafel für die Berechnung von kategorischen Gütemaßen	99
Tab. 6.2	Übersicht der verwendeten Scores und deren Interpretation.....	100

Verzeichnis der benutzten Symbole und Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
Ac	Alto cumulus
As	Alto stratus
aLMo	alpines Modell
BRDF	Bidirectional Reflectance Distribution Function
Cb	Cumulonimbus
Cc	Cirrocumulus
Ci	Cirrus
C _L	Tiefe Wolken
C _M	Mittelhohe Wolken
con	congestus
COPS	eng. Convective and Orographically-induced Precipitation study
COSMO	engl. Consortium for small scale Modelling
Cs	Cirrostratus
CST	engl. Convective Stratiform Technique
Cu	Cumulus
DE	Deutschland
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECHAM	European Centre Hamburg Model
EUMETSAT	engl. European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
EU	Europa
FUB	Freie Universität Berlin
GPCP	englisch: Global Precipitation Climatology Project
hum	humilis
IR	englisch: Infrared
K	Kelvin
LM	Lokal-Modell
LMK	Lokal-Modell Kurzzeit
LME	Lokal-Modell Europa
med	mediocris
Meteosat	Meteorological Satellite
MSG	Meteosat Second Generation
Ns	Nimbostratus
NE	Nord-Ost
NOAA	Orbitalsatellit (USA); National Oceanic and Atm. Administration
N.N.	Normalnull

O _A	Gesamtgenauigkeit
OI	Optimum Interpolation
P _A	Herstellergenauigkeit
PDUS	Meteosat Primary Data User Station
PIB	Physical Initialization Bonn
QNV	Quantitative Niederschlagsvorhersage
RV	Prognosegüte
Sc	Stratocumulus
SPP	Schwerpunktprogramm
STAMPF	englisch:Statistical dynamical methods for scale dependent model evaluation and short term precipitation forecasting
St	Stratus
Sc	Stratocumulus
SYMAP	englisch: Syngraphic Mapping System
U _A	Nutzergenauigkeit
UTC	Universal Time
VERA	englisch:Vienna Enhanced Resolution Analysis
VIS	Visible
VuB	Vorschriften und Betriebsunterlagen
WCRP	englisch: World Climate Research Program
WGNE	englisch: Working group on Numerical Experimentation
WMO	englisch: World Meteorological Organization
WV	Infrarote Wasserdampfabsorptionsabnden
ww	Kennung des Aktuellen Wetter (weather watch)