

Verifikation der EZMW Niederschlagsprognose für den Iran

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Naturwissenschaften

am Fachbereich Geowissenschaften
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Sahar Sodoudi

November 2004

Erstgutachter: Prof. Dr. Manfred Geb
Zweitgutachter: Prof. Dr. Horst Malberg

Tag der Disputation: 18. Januar 2005

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit ist die tägliche Niederschlagsprognose von Europäischem Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW, Version TL511L60) über dem Iran zu verifizieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die Niederschlagsmessungen von 2048 Niederschlagsstationen (Jahr 2001) im Iran als Beobachtungsdaten betrachtet. Die 24 stündige Prognose von EZMW von t+27 bis t+51 wurde zur Verifikation verwendet. Nach der *Crossvalidation* wurde zwischen verschiedenen Interpolationsmethoden 'The Inverse Distance Method (IDM)' als die geeignete Interpolationsmethode zum Interpolieren des täglichen Niederschlags im Iran ausgewählt. Zur täglichen Verifikation wurden statistische Verfahren basierend auf kontinuierlichen und kategorischen Maßzahlen verwendet.

Es wurde eine Fallstudie untersucht, die den Zeitraum von 1.-22 Dezember 2001 enthält. Das EZMW-Modell hat in diesem Zeitraum die Position des beobachteten Niederschlags nur teilweise richtig vorhergesagt. Nach der Betrachtung der Boden- sowie 500 hPa-Karten wurde gezeigt, dass die hohen Werte der *True Skill Statistics* (Vorhersagegüte) bei mit größerem Niederschlag verbundenen Strömungen (Vorderseite des Trog) auftraten. In einzelnen im Oktober und Dezember ist die Vorhersagegüte am besten und genauesten (TSS=0.51). Nach dem Erstellen der saisonalen Verifikationsmaßzahlen wurden Herbst und Frühling als die optimalen Jahreszeiten bestimmt, in der die prognostizierten EZMW-Niederschläge mit der Beobachtung am besten übereinstimmen.

Vom 1. Januar bis 21. März weist die EZMW-Zeitreihe offensichtlich eine Phasenverschiebung von einem Tag auf, in anderen Monaten ist keine Phasenverschiebung zu bemerken. Das Modell kann in allen Monaten die Niederschläge über dem Zagros-Gebirge und im Westen und Nordwesten des Irans, an der kaspischen Küste und im Nordosten des Irans mit einem TSS größer als 0.4 vorhersagen. Die Vorhersagegüte in den 2 großen Wüsten und an der Küste des persischen Golfes und des Golfes von Oman war sehr niedrig (TSS<0.2). Die Jahreswerte von TSS (räumliche Verteilung) zeigt, dass das Modell die Niederschlagsmenge über dem Hochland und an der Luvseite des Alborz-Gebirges besser als über Flachland vorhersagen kann (TSS>0.4). Die Ergebnisse zeigen, dass in fast allen Monaten das EZMW-Modell die Niederschläge größer als 10 mm besser als die anderen Werte (besonders in den Wintermonaten) vorhersagen kann. Die mittlere tägliche Niederschlagsmenge über das gesamte Gebiet in der Untersuchungsperiode (Jahr 2001) zeigte 0.53 mm/Tag und das EZMW hat 0.60 mm/Tag vorhergesagt (Überschätzung). Die Güte der Prognose war 0.45 für den ganzen Iran im Jahr 2001 d. h. das EZMW-Modell kann die Niederschlagsmenge im Iran mit 45% Verbesserung vorhersagen als es mit Hilfe einer Referenzprognose (Trefferate) möglich wäre. Der EZMW Niederschlagsprognose müsste vor allem an den Tagen, an den die Niederschlagsmenge zwischen 0.1-10 mm ist in ihrer Genauigkeit verbessert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind besonders wichtig für die Iranische Meteorologische Organisation (IMO). Grund dafür ist die tägliche Anwendung der EZMW-Niederschlagsprognose für den ganzen Iran. Da der Iran bis jetzt kein lokales Modell entwickelt hat, wird täglich die Prognosen des globalen Modells verwendet, ohne Rücksicht darauf wie genau das Modell für dieses Gebiet ist. Als zukünftiges Projekt wird im Iran ein lokales Modell auf der Grundlage des EZMW-Modells entwickelt.

Abstract

The aim of this work is the verification of daily precipitation from European Centre for Medium Range Weather Forecast (ECMWF) over Iran. In order to achieve this goal, the precipitation measurements were regarded from 2048 precipitation stations (year 2001) in Iran as observation data. The 24 hour forecast of ECMWF from t+27 to t+51 was used for the verification. After the Cross validation ' The inverse Distance Method (IDM) ' was selected as the suitable interpolation method for interpolating the daily precipitation in Iran. For the daily verification continuous and categorical statistics has been used.

The period of 1- 22 December 2001 was considered as a case study. The ECMWF model predicted the position of the observed precipitation only partly correct in this period. Regarding surface as well as 500 hPa maps, the high values of the True Skill Statistics (TSS) associated with the large amount of precipitation (ascendance of right side of trough). Between all months in October and December is the forecast quality at the best (TSS=0.51). According to seasonal verification, autumn and spring were determined as the optimal seasons, in which the predicted ECMWF precipitation was in good agreement with the observation data.

From 1.Jan to 21.Mar the EZMW time series showed obviously a phase shifting of one day, in other months was any phase shifting to be noticed. The model forecasted the precipitation over the Zagros Mountains and in the west, northwest and northeast of Iran and on the Caspian coast with a TSS larger than 0.4 in all months. The forecast quality (TSS) was very small in 2 large deserts and on the coast of Persian Gulf and the gulf of Oman (TSS < 0.2). The results showed that in all months of year 2001 the ECMWF model predicted the precipitation larger than 10 mm better than the other values (especially during the winter months). The mean daily amount of precipitation over the study area in the investigation period (year 2001) was 0.53 mm and the ECMWF predicted 0.60 mm (overestimation). The True Skill Statistics (TSS) was 0.45 i.e. the EZMW model can predict the amount of precipitation in Iran with 45% improvement as it would be possible with the help of a reference forecast (hit rate). The ECMWF precipitation forecast had not good accuracy on the days, in which the amount of precipitation was between 0.1-10 mm. The results of this work are especially important for the Iranian meteorological organization. Since no local model has been developed in Iran up to now, the global precipitation forecast of ECMWF is one of the best references to estimate the daily precipitation amounts in Iran, without any knowledge of accuracy of this model for an area like Iran.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract	2
1. Einleitung und Ansatz	6
2. Geographischer Hintergrund	8
2.1. Die Topographie des Irans.....	10
2.2. Klimatologie.....	11
2.3. Die Herkunft des Niederschlags im Iran.....	13
2.4. Effektive Faktoren für den Niederschlag im Iran.....	16
2.5. Der Einfluss der Gelände- Höhe auf den Niederschlag.....	18
2.6. Der Zusammenhang zwischen Stations-Höhe und Niederschlag.....	19
2.7. Gebiet- Klassifikation des Niederschlags	22
2.7.1. Niederschlagsänderung mit der Gelände-Höhe.....	22
2.7.2. Gebiet-Charakteristikum.....	24
2.7.2.1. Gebiet 1 - Nordwesten (Aserbeidschan).....	24
2.7.2.2. Gebiet 2 - Zagros (Westen und Südwest.....	24
2.7.2.3. Gebiet 3 - Norden(Astara bis Gorgan).....	25
2.7.2.4. Gebiet 4 - Sefidrud-Einzugsgebiet.....	26
2.7.2.5. Gebiet 5 - Süd-Alborz.....	27
2.7.2.6. Gebiet 6 - Ost-Zagros.....	28
2.7.2.7. Gebiet 7 - Offene Landschaft von Gorgan	29
2.7.2.8. Gebiet 8 - Nord-Khorasan.....	29
2.7.2.9. Gebiet 9 – Wüsten.....	30
2.7.2.10. Gebiet 10- Fars-Teil vom Zagros und Persischer Golf Küste.....	31
2.7.2.11. Gebiet 11- Die Küste des Golfes von Oman.....	31
3. Niederschlagsdaten und Niederschlagsstatistik	34
3.1. Beobachtungsdaten.....	34
3.2. EZMW-Niederschlagsprognosen.....	43
4. Das EZMW-Modell	44
4.1. Beschreibung des EZMW-Prognose-Systems im Jahr 2000.....	44
4.2. Die Modellgleichungen.....	45
4.3. Zeitliche und räumliche Auflösung	46

4.4.	Physikalische Verfahren in einem deterministischen Prozesse.....	47
4.5.	Die Modell-Orographie.....	47
4.6.	Die Planetarische Grenzschicht.....	47
4.7.	Strahlung.....	49
4.8.	Wolken.....	49
4.9.	Der hydrologische Kreis.....	50
5.	Interpolationsmethoden	52
5.1.	Inverse Distance Method	53
5.2.	The nearest station	54
5.3.	Kriging.....	54
5.3.1.	Semivariogramme.....	54
5.3.2.	Kriging.....	55
5.3.3.	Punctual Kriging.....	56
5.3.4.	Universal Kriging.....	58
5.4.	Upscaling.....	59
5.5.	Crossvalidation.....	59
6.	Verifikation	60
6.1.	Verifikationsmaße für kategoriale Größe.....	60
6.2.	Verifikationsmaße für kontinuierliche Größe.....	74
7.	Crossvalidation	80
7.1.	Inverse Distance Method.....	81
7.2.	Nearest Station Methode.....	84
7.3.	Kriging.....	85
7.4.	Upscaling.....	86
7.5.	Auswahl der besten Interpolationsmethode.....	87
8.	Ergebnisse	90
8.1	Tägliche Verifikationsergebnisse.....	90
8.1.1	1. Dez 2001.....	91
8.1.2	2. Dez 2001.....	91
8.1.3	3. Dez 2001.....	92
8.1.4	4. Dez. 2001.....	92
8.1.5	5.-6. Dez. 2001.....	92
8.1.6	7.Dez. 2001.....	92
8.1.7	8.-9.-10. Dez. 2001.....	93
8.1.8	11.-17. Dez. 2001.....	93
8.1.9	18.-22. Dez. 2001.....	94
8.1.10	Zusammenfassung der Wetterlage und der Niederschlags- ergebnisse.....	119

8.2	Monatliche Verifikationsergebnisse.....	120
8.3	Saisonale Verifikationsergebnisse.....	128
8.4	Quantitative Verifikationsergebnisse in Form von Zeitreihen.....	128
8.5	Räumliche Verteilung der Verifikationsmaßzahlen.....	144
8.6	Multi- kategorische Verifikation.....	168
8.7	Ergebnisse in Abhängigkeit der beobachteten Niederschlagsmenge.....	174
8.8	Summenstatistik.....	177
 9. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse		188
 Literatur		192
Danksagung		198
Anlage A		199
Anlage B		201
Lebenslauf		205