

# **Beilage zur Berliner Wetterkarte**

Amtsblatt des Instituts für Meteorologie  
Wissenschaftliche Einrichtung 03 im Fachbereich Geowissenschaften  
der Freien Universität Berlin  
Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10, 12165 Berlin

57/98  
SO 7/98

ISSN 0938-5312  
9.6.1998

## **6 Jahre langfristige Temperaturprognosen für Berlin**

### **Verifikation der Vorhersagen**

von Rainer Dettmann, Horst Malberg und Tido Semmler

#### **1. Einleitung**

Seit sechs Jahren veröffentlichen wir unsere Monatsprognosen in der Berliner Wetterkarte. Das Prognoseverfahren wird in der Beilage (1) vom 8.10.1992 vorgestellt. Wir möchten nun unsere bisher erschienenen Verifikationen (2,3,4,5,6) fortsetzen. Gleichzeitig ist die vorliegende Verifikation ein "Abschlußbericht", denn das Prognoseverfahren ist inzwischen erweitert und automatisiert worden (näheres siehe (7)).

## 2. Verifikationsmethode

Alle Prüfmethode wurden bereits ausführlich vorgestellt (2,3,4,5,6). Da viele Leser die damaligen Beilagen nicht griffbereit haben werden, möchten wir einige wichtige Prüfmaße kurz wiederholen.

Der "systematische Fehler" oder Bias zeigt an, ob eine Vorhersagemethode im Mittel zu warm oder zu kalt vorhersagt:

$$\text{Bias} = \frac{\sum \Delta x_i}{N}$$

$$\text{mit } \Delta x_i = \text{EINGETRETEN}_i - \text{VORHERGESAGT}_i$$

$i = 1, N$ ;  $N$ : Anzahl der Vorhersagen

Bei negativem Bias sagt die Methode im Mittel zu warm vorher und umgekehrt.

Über die Genauigkeit der Vorhersage gibt der root mean square error (rmse) Auskunft:

$$\text{rmse} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x_i)^2}{N}}$$

rmse = 0 : perfekte Prognose

Zur Bewertung der Vorhersageleistung wird die Reduktion der Varianz (RV) verwendet, wobei die eigene Prognose mit einer Referenzvorhersage verglichen wird:

$$\text{RV} = 1 - \left( \frac{\text{rmse}}{\text{rmse}(R)} \right)^2$$

R: eine (im Prinzip beliebige) Referenzprognose

RV = 1 : perfekte Prognose

$0 < \text{RV} < 1$  : Prognose besser als Referenzprognose

RV = 0 : Prognose genauso gut wie Referenzprognose

RV < 0 : Prognose schlechter als Referenzprognose

Die geeignete Referenzprognose bei Langfristvorhersagen ist die Klimaprognose, d. h. der vieljährigen Mittelwert wird vorhergesagt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Auswertung des Gesamtzeitraums (Juni 1992 bis Mai 1998)

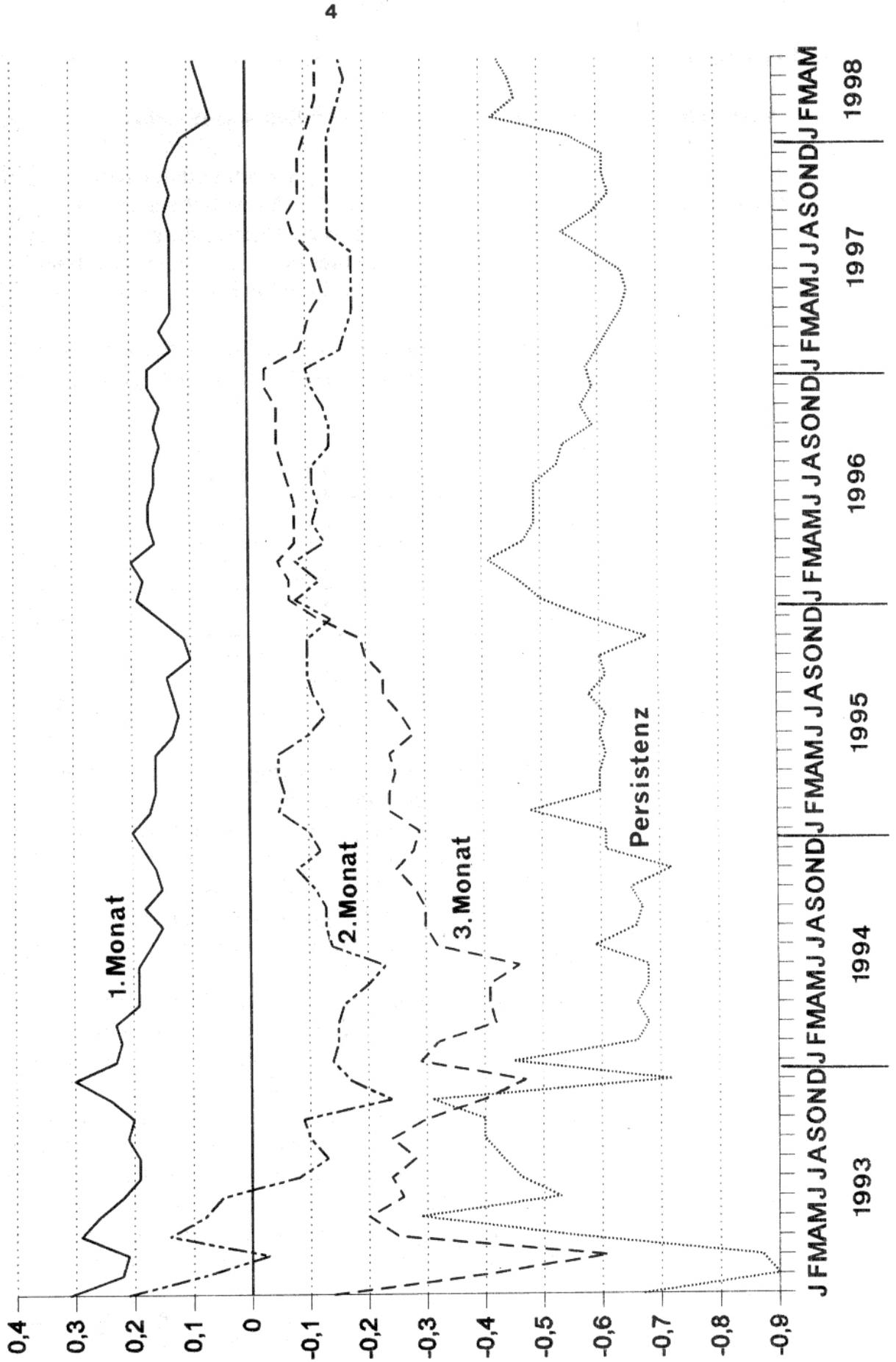
Tabelle 1 stellt den Bias und den rmse unserer Prognosen und der Klimaprognose dar. Der Bias unserer Vorhersagen liegt bei 0.5 K, d.h. im Mittel sagen wir 0.5 K zu kalt vorher. Ein Grund hierfür könnte sein, daß der betreffende Zeitraum im Mittel wärmer als normal ausgefallen ist. Der systematische Fehler der Klimaprognosen liegt bei 0.6 K, was bedeutet, daß die vergangenen sechs Jahre im Mittel 0.6 K wärmer waren als der vieljährige Durchschnitt.

Der rmse unserer Vorhersagen vergrößert sich von 2.1 K im ersten auf 2.3 bis 2.4 K im zweiten und dritten Prognosemonat. Der rmse der Klimavorhersage liegt in allen drei Prognosemonaten bei 2.2 K.

TABELLE 1	1. Monat	2. Monat	3. Monat
Anzahl der Prognosen	72	71	70
Bias	0.49 K	0.53 K	0.48 K
Bias (Klimaprognose)	0.63 K	0.59 K	0.57 K
rmse	2.12 K	2.36 K	2.33 K
rmse (Klimaprognose)	2.22 K	2.19 K	2.20 K

Abbildung 1 zeigt die akkumulative Reduktion der Varianz bei unseren Ein-, Zwei- und Drei-Monats-Vorhersagen der Monatsmitteltemperatur. Zum Vergleich ist auch die Vorhersageleistung der Persistenzprognose dargestellt. Sie ergibt sich dadurch, daß man für jeden Monat die Abweichung des Vormonats prognostiziert. Die ersten sieben Monate (Juni bis Dezember 1992) sind nicht aufgeführt, weil sie wegen des geringen Datenkollektivs die "Einschwingphase" der Prüfgröße darstellen. Erwartungsgemäß ist im Mittel die Ein-Monats-Prognose am genauesten. Im Gesamtzeitraum liegt RV bei 0.09, d. h. die Ein-Monats-Vorhersage ist 9% besser als die Klimaprognose. Zwei Monate im voraus liefert unsere Methode um 16% schlechtere Vorhersagen als die Klimaprognose. Die Drei-Monats-Prognosen sind um 12% schlechter als die Klimavorhersage, womit sie weiterhin besser als die Zwei-Monats-Prognosen sind. Die Persistenz liefert mit einem RV-Wert von -0.43 im Mittel um 43% schlechtere Vorhersagen als die Klimaprognose. – Abbildung 2 zeigt die Reduktion der Varianz bei unseren Ein-, Zwei- und Drei-Monats-Vorhersagen jeweils als gleitendes Mittel der vorangegangenen zwölf Monate. Hierbei sind Veränderungen der Prognoseleistung leichter zu erkennen als in der akkumulativen Darstellung, bei der durch die stetig wachsende Gesamtzahl der Vorhersagen geteilt wird. Durch Fehlprognosen vor allem für den Januar und Februar 1998 liegen die Ein-, Zwei- und Drei-Monats-Vorhersagen momentan unter der Klimaprognose.

Abb.1: 1-, 2-, 3-Monats- und Pers.-Prog.  
 Akkumulative Reduktion der Varianz (RV)





### 3.2. Auswertung der Jahreszeiten

Abbildung 3 zeigt die Reduktion der Varianz unserer Ein-, Zwei- und Drei-Monats-Prognosen in den einzelnen Jahreszeiten. Die Ein-Monats-Vorhersagen erreichen in allen Jahreszeiten (außer im Winter) RV-Werte über Null, wobei das Maximum im Sommer mit  $RV = 0.14$  liegt. Die Zwei- und Drei-Monats-Prognosen erreichen überwiegend negative RV-Werte, im Sommer aber wiederum Werte über Null. Wenn man die Prognosen für alle drei Monate zusammen betrachtet, liegen die Sommermonate eindeutig an der Spitze. Erst mit erheblichem Abstand folgen Winter, Herbst und Frühling. Auch die numerischen Kurz- und Mittelfristprognosen zeigen in den Übergangsjahreszeiten die geringste Vorhersageleistung.

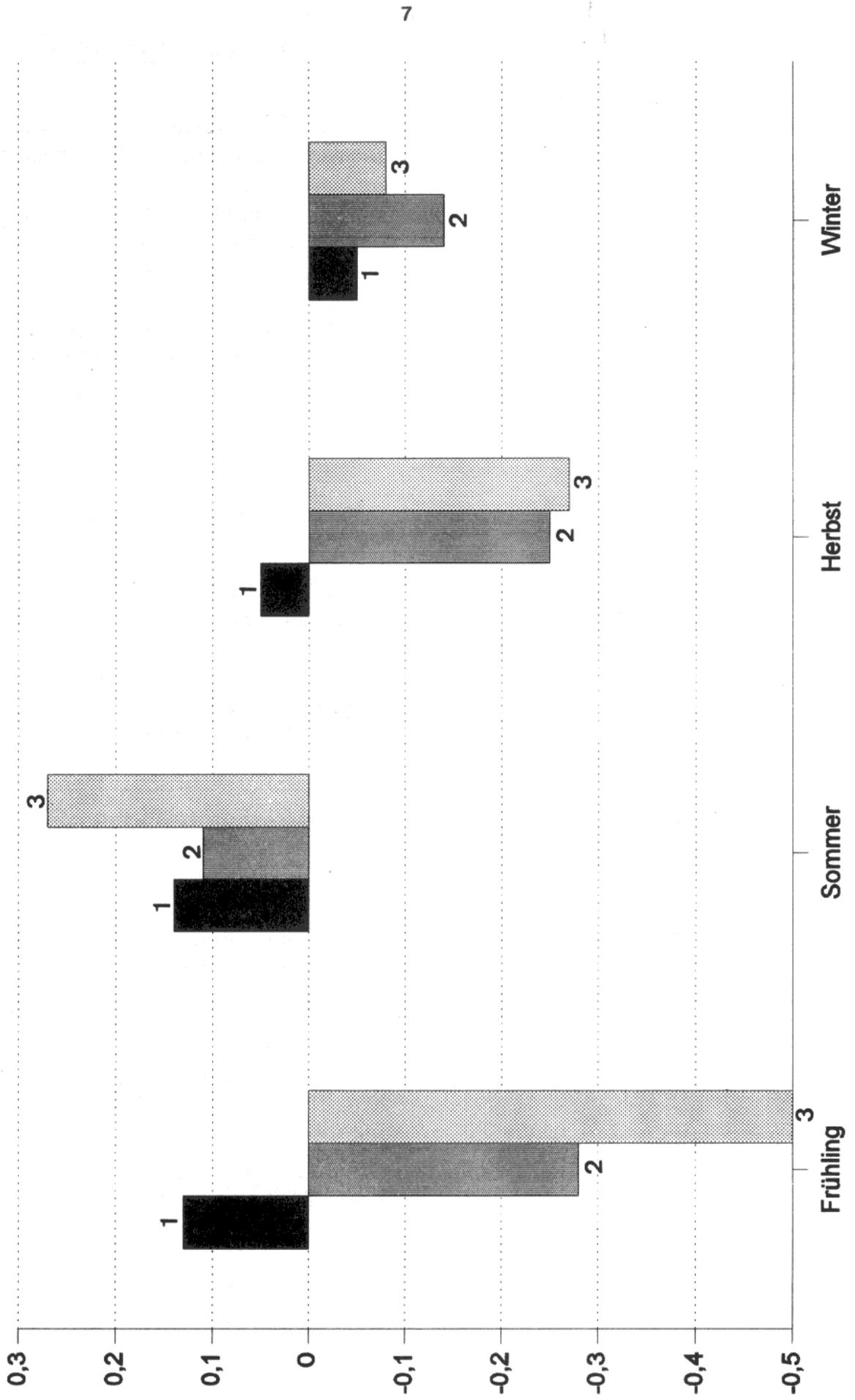
Erstaunlich ist, daß in bestimmten Jahreszeiten die Vorhersageleistung nicht immer mit zunehmendem Prognosezeitraum abnimmt. So sind im Sommer und Winter die Drei-Monats-Vorhersagen besser als die Zwei-Monats-Vorhersagen. Im Sommer sind die Drei-Monats-Prognosen sogar besser als die Ein-Monats-Prognosen.

Anmerkung zum Winter:

Die Leistungen unserer Langfristvorhersagen im Winter ist durch Fehlprognosen für Januar und Februar 1998 erheblich gesunken. Noch vor einem Jahr lagen die Leistungen der winterlichen Ein-Monats-Prognosen an der Spitze, nun bilden sie das Schlußlicht aller Jahreszeiten.

Abb.3: RV bei 1-, 2-, 3-Monats-Prog.

in den einzelnen Jahreszeiten



#### 4. Zusammenfassung

Bei Langfristprognosen sind die Vorhersageleistungen, je nach Jahreszeit, unterschiedlich gut. Mit einem RV-Wert von 0.09 liefern die Ein-Monats-Prognosen nicht nur im Gesamtjahr eine nachweisbare Vorhersageleistung, sondern auch in drei der vier Jahreszeiten liegt dieser Wert über Null. Zwei- und Drei-Monats-Prognosen bringen nur im Sommer akzeptable Prognoseleistungen. Diese Ergebnisse stimmen grundsätzlich mit den numerischen Wettervorhersagen überein, die ebenfalls im Frühling und Herbst die geringsten Prognoseleistungen aufweisen.

Das ab Juni 1998 verwendete, erweiterte Prognoseverfahren erreichte bei Testläufen RV-Werte von z.T. über 0.20, so daß wir zuversichtlich sind, die Prognoseleistungen weiter verbessern zu können.

#### 5. Literatur

- (1) Kuglin, R. und H. Malberg, 1992:  
Prognose der Monatsmitteltemperaturen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 22/92 vom 8.10.1992.
- (2) Dettmann, R. und H. Malberg, 1994:  
20 Monate langfristige Temperaturprognosen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 6/94 vom 8.2.1994.
- (3) Dettmann, R. und H. Malberg, 1994:  
30 Monate langfristige Temperaturprognosen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 34/94 vom 9.12.1994.
- (4) Dettmann, R. und H. Malberg, 1995:  
3 Jahre langfristige Temperaturprognosen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 17/95 vom 16.6.1995.
- (5) Dettmann, R. und H. Malberg, 1996:  
4 Jahre langfristige Temperaturprognosen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 18/96 vom 7.6.1996.
- (6) Dettmann, R. und H. Malberg, 1997:  
5 Jahre langfristige Temperaturprognosen für Berlin.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 16/97 vom 5.6.1997.
- (7) Dettmann, R., H. Malberg und T. Semmler, 1998:  
Temperaturprognose für Berlin: Juni bis Oktober 1998.  
Beilage zur Berliner Wetterkarte TR 6/98 vom 5.6.1998.