

# Anhang E

## Ein Anwendungsbeispiel für die neuentwickelte Methode der Wetterlagenentwicklung

Seit vielen Jahren werden die Großwetterlagen nach Hess & Brezowsky in der meteorologischen Gemeinschaft genutzt. Fast genau so alt ist der Wunsch, diese zu objektivieren. Mit der im Kapitel 7 beschriebenen Methode ist dies möglich. Obwohl der folgende Abschnitt nicht zum Thema der Arbeit passt, ist er, nach Meinung des Autors, aus meteorologischer Sicht sinnvoll. Ein Beispiel zeigt die Möglichkeiten der neuen Methode.

Für die Objektivierung der Großwetterlagen sind zwei Datengruppen notwendig. Dies ist einerseits die Reihe der **täglichen Großwetterlagen** selbst und andererseits ein Archiv von numerischen Analysen meteorologischer Felder über einen entsprechend langen Zeitraum (**z.B. NCAR<sup>1</sup>-Reanalysen**). Für die Entwicklung standen Daten des Zeitraumes 1951 bis 2000 zur Verfügung.

Die Klassifikation der Großwetterlagen berücksichtigt die Struktur der synoptischen Muster in Mitteleuropa. Dass sich aber zum Beispiel die Schichtdicke der relativen Topografien der einzelnen Klassen von Jahreszeit zu Jahreszeit unterscheiden, wird hierbei vernachlässigt. Diese jahreszeitliche Abhängigkeit ist die Grundlage dafür, dass bei anderen objektiven Wetterlagenklassifikationen eine Unterteilung in Jahreszeiten durchgeführt wurde. Aus diesen Erfahrungen heraus wurde auch zur Objektivierung der Hess & Brezowskischen Wetterlagen eine Unterteilung in Jahreszeiten eingeführt.

Abbildung E.1 zeigt die mittleren Druckmuster für die vier Jahreszeiten des Druckniveaus 500 hPa der Wetterlage NEA<sup>2</sup> (Nordostlage, antizyklonal). Alle sind als synoptisches Muster sehr ähnlich, wenn man eine Mittelung aller 500 hPa-Analysen des Zeitraumes 1951-2000 für die Wetterlage NEA durchführt. Das

---

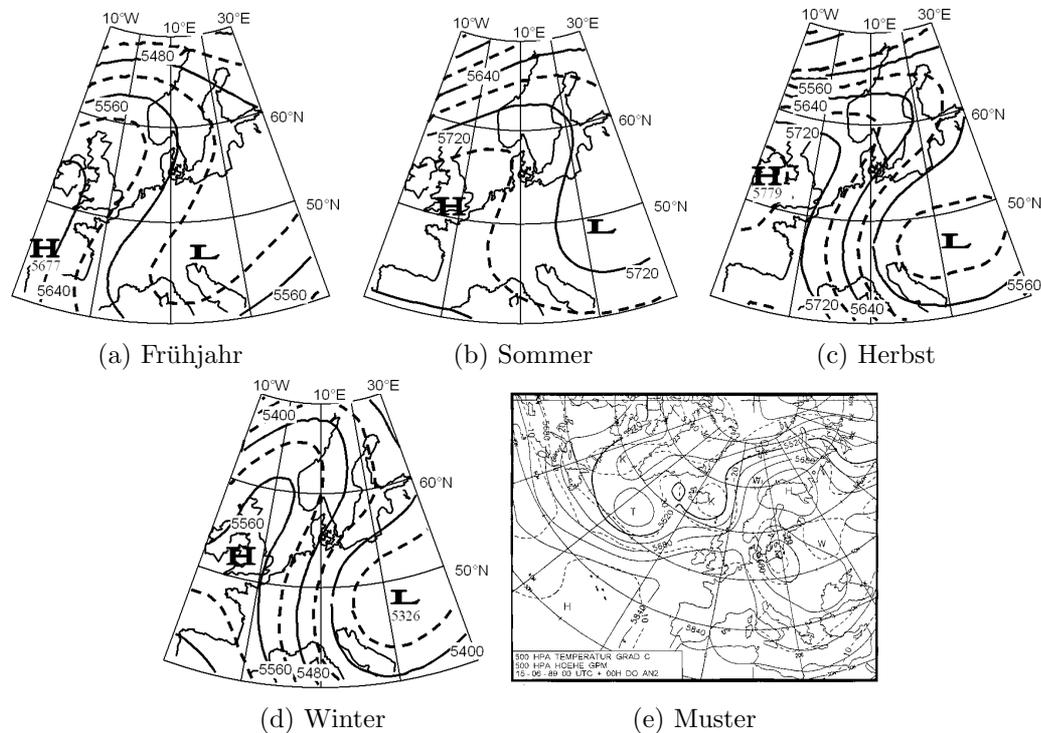
<sup>1</sup>National Center for Atmospheric Research in Boulder (USA)

<sup>2</sup>für die Langform der Kürzel siehe Tabelle F.4

## Anhang E Ein Anwendungsbeispiel für die neuentwickelte Methode der Wetterlagenentwicklung

mittlere Geopotentialniveau und die geopotentiellen Gradienten variieren jedoch zwischen den Jahreszeiten erheblich.

Der Vergleich mit der Musterwetterlage (Abb. E.1e) zeigt, dass diese die prinzipielle Struktur der Druckmuster in Mitteleuropa widerspiegelt, im Detail jedoch erhebliche Abweichungen sowohl im Gradienten als auch bei der Geopotentialhöhe, auftreten.



**Abbildung E.1.** mittlere Druckfelder der Wetterlage NEA in den vier Jahreszeiten, sowie die Muster Wetterlage NEA aus [Gerstengarbe u. a. 1999], alle in 500 hPa

### E.1 Übersicht zu den gewählten Feldern

Mit Hilfe der oben beschriebenen Screening-Diskriminanz-Analyse wurde aus dem Pool potentieller Prediktoren (Tabelle 7.1) diejenige Kombination selektiert, die eine möglichst gute Anpassung an die originalen Hess & Brezowskischen Wetterlagen bringt. Neben der Auswahl des potentiell zu nutzenden Feldes wurden zwei weitere Variationsmöglichkeiten in der Screening-Analyse getestet. Dies war zum einem der Einfluss einer unterschiedlichen Wichtung der einzelnen Felder untereinander sowie zum anderen die unterschiedliche Wichtung der inneren und äußeren Bereiche der einzelnen Felder.

Die Tabelle E.1 zeigt neben den gewählten Feldern auch die Wichtung der einzelnen Felder. Auffällig ist die häufige Nutzung des Geopotentials, der horizontalen Geopotentialdifferenzen und der Relativen Feuchte. Dies ist einfach zu

## E.2 Zeitreihen der Wetterlagenklassifikation

---

erklären. Das Kriterium der subjektiven Auswahl der Großwetterlagen ist durch die Struktur des synoptischen Feldes gegeben. Eben diese wird durch das Geopotential und die horizontalen Geopotentialdifferenzen gut beschrieben. Auch die Felder der relativen Feuchte zeigen, ebenso wie die Felder der horizontalen Geopotentialdifferenzen, die Strukturen der Atmosphäre (Frontalzonen sind Gebiete mit höherer Feuchte usw.).

**Tabelle E.1.** Übersichtsliste zu den gewählten Feldern (für die Langform der Feld Kürzel siehe Tabelle 7.1); Im unteren Teil der Tabelle sind die Wichtungsfaktoren der einzelnen Felder aufgelistet. Das Distanzmaß  $D$  (Gl. 7.6) wird mit dem jeweiligen Wichtungsfaktor multipliziert. Der Wichtungsfaktor kann zwischen 5 (hohe Wichtung) und 1 (geringe Wichtung) liegen.

Jahreszeit	Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4
Frühjahr	GP 1000	GP 700	HD2 850	GP 700
Sommer	HD1 500	RH 500	HD1 500	RH 850
Herbst	RH 850	RH 850	RH 500	RT 1000/850
Winter	HD2 500	VOR 700	RH 850	RH 500
Jahreszeit	Feldwichtung 1	Feldwichtung 2	Feldwichtung 3	Feldwichtung 4
Frühjahr	5	5	5	5
Sommer	3	5	3	4
Herbst	5	4	3	4
Winter	5	4	2	2

## E.2 Zeitreihen der Wetterlagenklassifikation

Laut Baur ist eine Großwetterlage eine synoptische Struktur, die über einen mehrtägigen Zeitraum<sup>3</sup> auftritt. Beim Betrachten der Häufigkeiten der Andauern von 1 und 2 Tagen in Tabelle E.2 fällt auf, dass diese Vorgabe mit den objektivierten Wetterlagen nicht nachvollzogen werden kann.

Die maximale Andauer einer Wetterlage bei der objektivierten Klassifikation beträgt 14 Tage [aufgetreten vom 18.5.-31.5.1992, bei der Wetterlage HNFA (Hoch Nordmeer Fennoskandien, antizyklonal)]. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Auswertungen von [Gerstengarbe u. a. 1999]. Dort ist die maximale Andauer einer Wetterlage mit 33 Tagen [24.7. - 25.8.1903 WZ (Westlage, zyklonal)] angegeben. Im Zeitraum 1951 - 2000 sind es 23 Tage. Diese Andauer tritt zweimal bei der Wetterlage WZ auf (21.12.1990 - 12.1.1991 und 9.10. - 31.10.1998)

---

<sup>3</sup>mindestens drei Tage

**Anhang E      Ein Anwendungsbeispiel für die neuentwickelte  
Methode der Wetterlagenentwicklung**

**Tabelle E.2.** Häufigkeiten der Andauer in Tagen für die objektiven Wetterlagen; für die Langform der Kürzel siehe Tabelle F.4

Nr.	WL	Andauer in Tagen													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	WA	405	165	76	40	16	11	5	4	3	0	0	0	0	0
2	WZ	405	207	94	48	30	15	5	3	0	4	1	0	0	0
3	WS	275	104	44	29	18	6	7	1	1	0	1	0	0	0
4	WW	278	100	58	16	4	5	0	0	3	0	0	0	0	0
5	SWA	303	115	36	21	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0
6	SWZ	282	77	50	8	6	4	0	2	0	0	0	0	0	0
7	NWA	269	104	30	12	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0
8	NWZ	332	112	39	15	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	HM	254	125	49	25	11	8	3	1	1	0	1	0	1	0
10	BM	431	161	45	20	5	2	2	2	0	0	0	0	0	0
11	TM	193	62	13	10	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0
12	NA	160	37	14	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
13	NZ	197	91	37	15	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0
14	HNA	179	74	22	9	6	2	2	0	0	1	0	0	0	0
15	HNZ	178	63	28	5	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	HB	216	84	44	16	8	2	0	1	0	1	0	0	0	0
17	TRM	292	90	19	12	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
18	NEA	178	61	27	5	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0
19	NEZ	206	56	19	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20	HFA	134	58	38	13	9	7	1	1	2	0	0	0	0	0
21	HFZ	127	50	20	11	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
22	HNFA	108	63	24	20	5	5	2	1	1	1	0	1	0	1
23	HNFZ	103	49	26	12	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0
24	SEA	150	59	19	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	SEZ	102	32	11	5	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
26	SA	176	64	25	11	8	5	0	0	0	0	1	0	0	0
27	SZ	82	36	22	6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
28	TB	172	101	24	23	4	6	3	1	0	0	0	0	0	0
29	TRW	221	57	15	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Einen guten Einblick ermöglichen die Ergebnisse der Fuzzifizierung. Beispiellhaft soll das an dem Zeitraum 3. - 21. August 1997 aufgezeigt werden.

In der Zeitreihe der Großwetterlagen (nach Hess & Brezowsky) herrscht an allen Tagen die Wetterlage HFA (Hoch Fennoskandien, antizyklonal). Bei den vorliegenden objektivierten Wetterlagen sind es nur noch 9 der ursprünglich 19 Tage. Die aufgelisteten Wetterlagen stellen jene dar, die die höchsten Wahrscheinlichkeiten entsprechend der Fuzzy-Klassifikation haben.

### E.3 Statistische Untersuchungen

**Tabelle E.3.** Ergebnisse der eindeutigen Wetterlagenzuordnung sowie die prozentuale Zuordnung der Fuzzy-Klassifikation für den Zeitraum 3.-21.8.1997; fett markiert wurden die höchsten prozentualen Wahrscheinlichkeiten (für die Langform der Kürzel siehe Tabelle F.4)

Datum	WL	WL								
		HM	BM	HNA	NEA	HFA	HFZ	HNFA	SEA	SA
03.08.1997	HFA	11.3	4.5	2.6	14.1	<b>15.4</b>	9.9	9.2	3.5	5.1
04.08.1997	HNFA	2.7	0.6	11.6	10.4	13.7	5.3	<b>16.5</b>	16.1	1.7
05.08.1997	HNFA	1.7	0.3	8.7	10.7	14.6	6.3	<b>18.1</b>	13.5	1.8
06.08.1997	HFA	1.1	0.2	3.8	12.8	<b>16.8</b>	9.2	14.9	10.4	2.0
07.08.1997	HFA	1.6	0.4	2.5	16.1	<b>19.3</b>	9.8	13.5	6.8	2.6
08.08.1997	HFA	8.9	6.9	0.3	17.7	<b>20.0</b>	11.1	4.4	3.1	8.7
09.08.1997	NEA	11.8	11.2	1.2	<b>16.3</b>	12.5	6.4	5.9	5.2	6.0
10.08.1997	HNFA	5.7	1.6	5.8	8.8	13.7	5.2	<b>18.2</b>	15.5	5.8
11.08.1997	HNFA	2.9	0.4	3.9	7.3	17.1	8.4	<b>21.9</b>	12.7	5.5
12.08.1997	HNFA	7.1	1.5	6.6	6.5	12.7	4.9	<b>21.5</b>	16.1	4.9
13.08.1997	HNFA	7.3	1.6	15.1	2.9	5.7	2.7	<b>22.4</b>	20.1	1.1
14.08.1997	HNA	12.4	2.8	<b>29.9</b>	1.8	3.3	1.9	12.4	16.0	0.8
15.08.1997	HM	<b>12.4</b>	4.1	11.7	7.9	10.6	8.1	10.0	10.0	1.7
16.08.1997	HFA	10.9	3.2	3.2	11.4	<b>19.0</b>	13.4	10.5	8.0	5.2
17.08.1997	HFA	11.2	5.8	2.1	13.6	<b>16.4</b>	12.9	7.3	7.6	4.5
18.08.1997	HFA	4.1	1.5	3.4	12.2	<b>17.9</b>	11.0	14.2	12.5	3.1
19.08.1997	HFA	5.1	1.7	3.2	8.6	<b>17.8</b>	9.8	16.4	14.4	4.5
20.08.1997	HFA	8.4	3.4	1.1	8.4	<b>20.2</b>	12.4	11.3	9.0	7.7
21.08.1997	BM	15.4	<b>17.3</b>	0.1	5.9	12.2	9.1	2.3	2.9	14.0

### E.3 Statistische Untersuchungen

Insgesamt wurden an ca. 38 % aller Tage genau die Wetterlagen ermittelt, die in der Ursprungsreihe nach Hess & Brezowsky vorhanden sind. Ein anderer merklicher Effekt der Objektivierung ist die Änderung der Häufigkeiten der Wetterlagen. So hat sich, wie aus Tabelle E.4 ersichtlich, die Häufigkeit der Wetterlage WZ halbiert (von 2885 Tagen auf 1643 Tage). Sie ist daher nicht mehr so dominant wie bisher, hat aber weiterhin die höchste Eintreffwahrscheinlichkeit. Auch bei anderen Wetterlagen (BM und TRW) trat eine Halbierung der Häufigkeit auf. Andererseits haben sich die Häufigkeiten der Wetterlagen WS, WW, SWA, NWA, NA, NEA, HNFA, SA, und SZ deutlich erhöht.

**Anhang E      Ein Anwendungsbeispiel für die neuentwickelte  
Methode der Wetterlagenentwicklung**

**Tabelle E.4.** Vergleich der Häufigkeiten der Wetterlagen zwischen den ursprünglichen Großwetterlagen (GWL) nach Hess & Brezowsky und den objektivierten Großwetterlagen (oGWL) (für die Langform der Kürzel siehe Tabelle F.4).

WL	GWL		oGWL	
	n	%	n	%
WA	1064	5.8	1363	7.5
WZ	2855	15.6	1643	9.0
WS	518	2.8	934	5.1
WW	472	2.6	794	4.3
SWA	566	3.1	785	4.3
SWZ	720	3.9	688	3.8
NWA	393	2.2	678	3.7
NWZ	929	5.1	784	4.3
HM	1154	6.3	916	5.0
BM	1714	9.4	1035	5.7
TM	390	2.1	433	2.4
NA	137	0.8	310	1.7
NZ	469	2.6	605	3.3
HNA	408	2.2	495	2.7
HNZ	356	1.9	454	2.5
HB	600	3.3	650	3.6
TRM	818	4.5	606	3.3
NEA	288	1.6	429	2.3
NEZ	316	1.7	419	2.3
HFA	583	3.2	536	2.9
HFZ	287	1.6	370	2.0
HNFA	288	1.6	508	2.8
HNFZ	363	2.0	382	2.1
SEA	374	2.0	377	2.1
SEZ	230	1.3	248	1.4
SA	331	1.8	504	2.8
SZ	156	0.9	269	1.5
TB	433	2.4	623	3.4
TRW	844	4.6	425	2.3
U	207	1.1	0	0.0

### E.3 Statistische Untersuchungen

Welche sekundären Auswirkungen haben diese Änderungen auf die Trennschärfe der Klassen in Bezug auf einige ausgewählte Klimagrößen? Untersucht wurde dies an den Klimagrößen Temperatur (Tagesmittel und Tagesmaximum) und der 24 std. Niederschlagssumme. Als Prüfgrößen wurden zwei Maße herangezogen. Einerseits die Höhe der Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Klassenmittel (Spread) und andererseits die gewichtete mittlere Streuung über alle Klassen. Eine bessere Trennschärfe wird dadurch angezeigt, dass ein höherer Spread vorliegt und/oder die gewichtete mittlere Streuung gegenüber der Vergleichswetterlagenklassifikation geringer ist.

Beim Vergleich beider Klassifikationen ergibt sich, dass die objektive Klassifikation bei der Tagesmitteltemperatur im Frühjahr und Herbst eine bessere Auftrennung ergibt, im Sommer und Winter hingegen ist sie ähnlich gut wie jene alten Klassifikation. Bei der Maximum Temperatur ist eine deutlich bessere Trennung bei den objektiven Wetterlagen vorhanden. Beim Niederschlag trennt die objektive Klassifikation nur im Winter besser, während sie in den anderen Jahreszeiten schlechtere Ergebnisse liefert. (Vergleiche Tabelle E.5)

**Tabelle E.5.** Vergleich der Trennschärfe der Wetterlagen zwischen den ursprünglichen Großwetterlagen (GWL) nach Hess & Brezowsky und den objektivierten Großwetterlagen (oGWL); basierend auf den Daten von 51 Klimastationen im Elbeinzugsgebiet

Tagesmitteltemperatur in °C		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
GWL	Spread	7,9	8,6	9,0	11,3
	gew. mit. Streuung	5,3	3,5	5,1	3,9
oGWL	Spread	11,8	8,6	10,8	11,3
	gew. mit. Streuung	4,7	3,3	4,7	3,9
Temperatur Tagesmaximum in °C		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
GWL	Spread	10,0	10,8	10,7	10,9
	gew. mit. Streuung	6,2	4,4	6,2	4,0
oGWL	Spread	13,8	11,2	13,9	11,3
	gew. mit. Streuung	5,5	4,2	5,6	4,0
Niederschlag in mm		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
GWL	Spread	3,6	9,4	3,7	4,0
	gew. mit. Streuung	3,7	5,5	3,7	3,2
oGWL	Spread	3,1	5,6	3,6	4,5
	gew. mit. Streuung	3,9	5,5	3,8	3,3

## **Anhang E      Ein Anwendungsbeispiel für die neuentwickelte Methode der Wetterlagenentwicklung**

---

Eine Untersuchung auf die Trennschärfe bei Ozon (wie in [Spichtinger u. a. 1996]) wurde nicht durchgeführt, da hierfür die am Anfang des Kapitels beschriebene Klassifikation deutlich besser geeignet ist. [Enke 2003] hat im Rahmen der Bearbeitung einer regionalen Klimaprognose für den Freistaat Sachsen die Methode für eine Feuchteregime- und Temperaturregimeklassifikation getestet und damit bessere Ergebnisse erzielt, als in der vorhergehenden regionalen Klimastudie [Enke 2001c].