

Beilage zur Berliner Wetterkarte

Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.

zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft

c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, C.-H.-Becker-Weg 6-10, D - 12165 Berlin

04/07

<http://www.Berliner-Wetterkarte.de>

ISSN 0177-3984

SO 02/07

9.1.2007

Die Schwankungen der Nordatlantischen Oszillation (NAO) und die alpinen Winter

Josef Goldberger, Söll in Tirol

Die NAO ist eine Druckschaukel zwischen dem Islandtief und dem Azorenhoch (Latif, 2004). Der NAO-Index gibt die Abweichung von der mittleren Druckdifferenz an (Malberg und Bökens, 1997). Die Wurzeln der NAO reichen von der Wechselwirkung Atmosphäre – Meeresoberfläche infolge der thermohalinen Zirkulation bis in die Tiefen des Ozeans.

Entsprechend zahlreich sind die Schwankungen der NAO. Am auffälligsten ist alle 3 bis 4 Jahre der Wechsel zwischen dem NAO-Positiv-Modus und dem NAO-Negativ-Modus, der Wechsel zwischen den schneereichen atlantischen und den schneearmen, wechselhaften Wintern. Er konnte eindeutig am Fallbeispiel der Winter von Mitterberg (1503 m, am Hochkönig) aufgezeigt werden. (Goldberger, 2006)

Im Diagramm des letzten schneereichen Winters 2005/06 (Bild 1) ist der Einfluss des NAO-Index auf den Winterablauf ersichtlich. Die geschlossene Schneedecke reichte in diesem Winter vom 16. November ohne Weihnachtstauwetter bis zum 12. Mai: Es war ein Winter europaweit. Schon im November 2005 Schneemassen am Vesuv, Wintereinbruch auch in Frankreich, Spanien und Portugal. Im Jänner 2006 hielten die Dächer den Schneemassen nicht mehr stand: Im Eisstadion in Reichenhall 11 Tote, in Kattowitz sogar 66. Ein Schneesturm anfangs März legte den Flughafen Frankfurt lahm, ebenso auch München (40 cm Neuschnee).

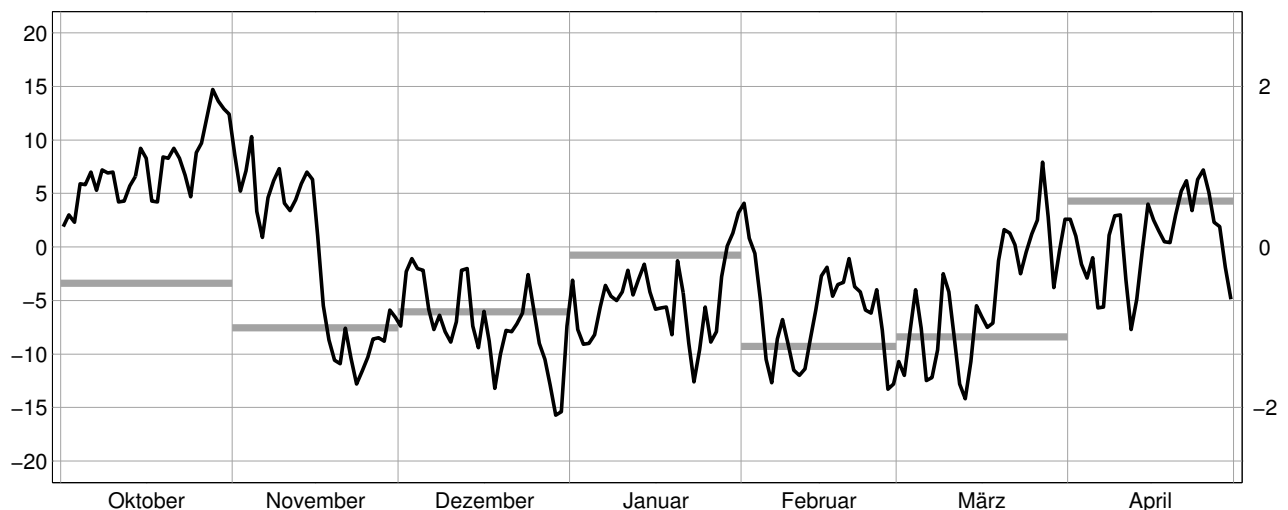


Bild 1: Winter 2005/2006, Tagesmitteltemperatur SCHMITTENHÖHE, 1964 m. Die linke Skala ist die Tagesmitteltemperatur in °C, die durch den schwarzen Kurvenzug dargestellt ist. Die rechte Skala ist der NAO-Index als Monatsdurchschnitt; die Indizes sind durch die waagrechten grauen Balken repräsentiert. **Oktober:** 3,5° zu warm; trocken. NAO = -0,45, fast ausgeglichen; 19 H-Lagen, "Altweibersommer". – **November:** 0,5° zu warm; feucht. NAO = -1,01, sinkt infolge von 14 meridionalen Wetterlagen. – **Dezember:** 2° zu kalt (außerordentlich). NAO = -0,81, steigt, mehr atlantisch, hohe Niederschläge. – **Januar:** T ≈ normal. NAO = -0,10, steigt weiter, 19 H-Lagen. – **Februar:** 1,5° zu kalt, extremer Verlauf. NAO = -1,24, sinkt. Abnahme der atlantischen WL; weniger als 75% der Niederschläge. – **März:** 4° zu kalt, noch extremer. NAO = -1,12. Erste Hälfte strenge Winterkälte. **April:** 1,3° zu warm. NAO = +0,57, steigt kräftig, atlantisch geprägt. 13 WL: TK, W, NW. Niederschläge normal.

Mit einer Überraschung endeten diese drei schneereichen Winter 2003/04 – 2005/06: Der NAO-Durchschnitt war mit -0,3 bereits ins Negative abgesunken.

Deshalb nun die entscheidende Frage: Wie geht es mit der NAO-Kurve weiter? Aus den Diagrammen in den Bildern 2 bis 4 kann man Hinweise entnehmen. Wichtig ist die Feststellung, dass die verschiedenen, im Laufe der Jahre verwendeten NAO-Indices (zunächst von Hurrell, dann corr. Hurrell 1995 – 2003 und schließlich von Phil Jones) trotz verschiedener Amplituden im Muster gut übereinstimmen.

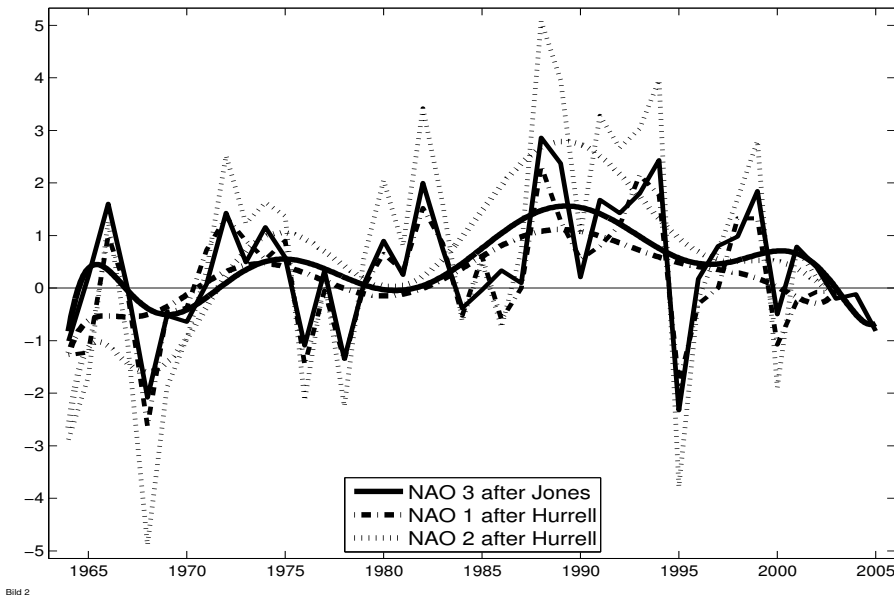
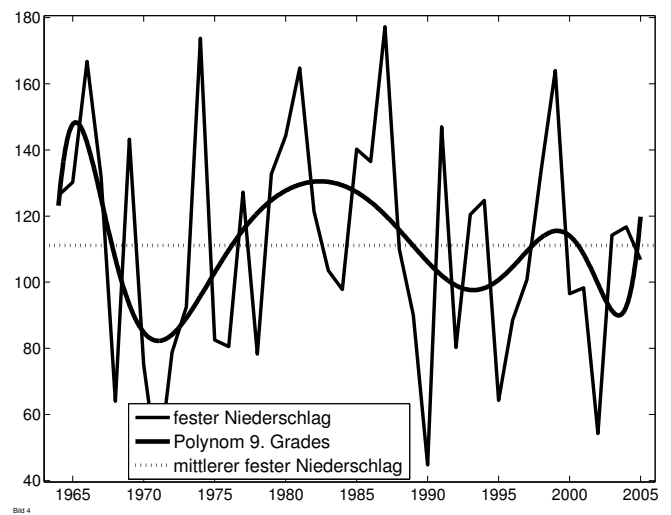
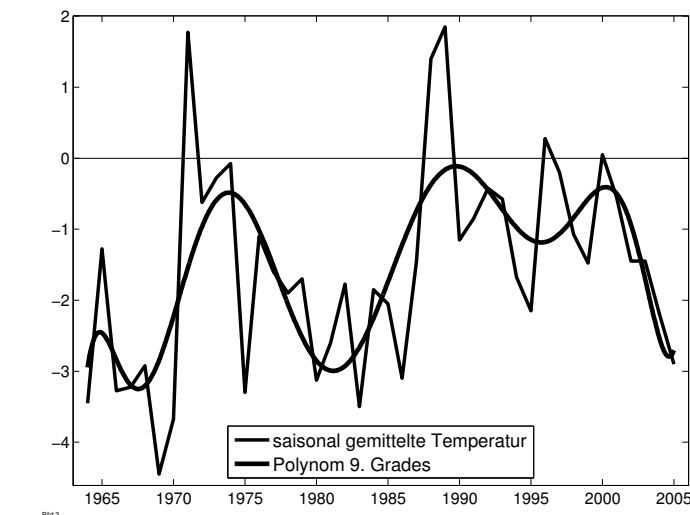


Bild 2 (links): Saisonmittelwerte der NAO-Indizes aus drei unterschiedlichen Quellen. Die glatten Kurven sind Polynome 9. Grades, die an die Daten angepasst wurden.

Bild 3 (links unterhalb): Saisonmittelwerte der Temperatur in Mitterberg mit angepasstem Polynom 9. Grades.

Bild 4 (unterhalb): Saisonmittelwerte des festen Niederschlags in Mitterberg mit angepasstem Polynom 9. Grades



Die Glättung der Kurven durch Polynome 9. Grades ist sehr vorteilhaft, sie ermöglicht eine gute Anpassung an die Schwankungen. Nach Latif (2004) handelt es sich um quasidekadische Schwankungen. (Bild 2). Sowohl für NAO wie für Temperatur und festen Niederschlag wurden immer die Mittelwerte Dezember bis März eingesetzt.

Es ist ebenso interessant wie aufschlussreich, die Lenkungs-kraft der NAO zu verfolgen. Schon geringe Schwankungen verändern den Typ der schneereichen Winter. Auch die Treffsicherheit der NAO-Werte überrascht. Den Ausgangspunkt bildet der gewaltige Winter 1964/65, da er ein Wendepunkt im Verlauf der NAO-Kurve ist, von der Tal-fahrt vorher zum steilen Anstieg der Neunziger Jahre. (Hurrell und Loon, 1997, Schönwiese, 1998).

Dieser Winter war aber auch der Beginn der eigenen Beobachtung im Zusammenhang mit der Internationalen Hydrologischen Dekade und der Gletschermessung am Hochkönig.

Die schneereiche Phase 1965 – 1968 weist noch einen negativen NAO-Durchschnitt von $-1,08$ auf. Entsprechend auch die extreme Kälte im Jänner und Feber, aber eine Schneehöhe von über 2 Meter. Beispiel der Feber 1965 mit $-7,9$ Grad Celsius, aber auch einen NAO-Index von $-5,1$ und $2,90$ m Schneehöhe. Im Winter 1968/69, der den NAO-Negativ-Modus einleitet, stürzt der NAO-Index (Dez. bis März) auf $-4,89$ ab und die Schneehöhe auf bescheidene 100 cm.

Phase 1973 – 1976: In diesen vier Wintern steigt der NAO-Durchschnitt bereits auf $+1,69$ (Bild 2). Alle Monate haben positive Werte, extrem atlantisch daher auch die größte durchschnittliche Schneehöhe von 272 cm und die längste Dauer im Jahrhundert, z.B. 1975 mit 243 Tagen.

Phase 1980 – 1982: Eine besonders dynamische Phase. Durch einen leichten Abstieg der NAO (Bild 2) ein Temperaturrückgang (Bild 3), aber ein gewaltiger Berg festen Niederschlags (Bild 4). Am Gletscher wurde jeweils Ende April über 6 m Winterschneedecke gegraben. Die Folge war der letzte Gletschervorstoß auch in den Ostalpen.

Im Winter 1980/81 gab es nur positive NAO-Werte, der Jänner 1981 hatte bei $+1,0$ NAO 16 Tage NW-Lage und 304 mm Niederschlag.

Phase 1986 – 1988: Die am besten begründete Phase dank der Forschungsergebnisse von G. Spreitzhofer (1999), dass gerade bei Low-NAO-Lagen die stärksten Schneefälle und Stürme auftreten, bedingt durch Wirbelbildung, ausgedehnte Fronten, Staulagen und polare Jetstreams. Auch in Mitterberg bestätigten sich seine Beispiele. Gemeinsam ist dieser Phase: Warme Frühwinter, extrem kalter März sowie große Sprünge der NAO-Indices. So 1987: Jänner +2,7, Feber –3,9, März +5,08.

Phase 1992 – 1995: Die NAO-Kurve hat bereits den höchsten Scheitel überschritten (Bild 2). Es war der Winter 1988/89 mit NAO +5,08, durch Einfluss des Azorenhochs warm und trocken! In dieser schneearmen Phase entstanden die Kassandrarufe vom Ende der alpinen Winter. Desto erstaunlicher dann der Winter 1991/92 mit 2,40 m Schneehöhe. Der NAO-Durchschnitt von +3,94 zeigt wiederum den atlantischen Typ. Im Jänner 1992 aber –1,4 NAO-Index, und auch nur 8 mm Niederschlag. Weiters im Feber 1994 mit –0,4 NAO-Index, sehr kalt und trocken.

Phase 1999 – 2000: Diese letzten Winter des Millenniums waren wilde Winter! Die geglättete Kurve Bild 2 sinkt beinahe auf den Nullpunkt. Im Winter 1998/99 bringt bereits der November eine Kältewelle über Europa bei NAO –0,7. Im Feber 1999 bei NAO-Index +1,8 wütet NW-Sturm vom 17. – 24.2. In Tirol gehen in dieser Woche 225 Lawinen ab, darunter vor allem in Galtür und Valzur. Im Dezember des nächsten Winters 19 Tage Schneefall bei NW und W. Vom 25. – 27.12. verwüstete der Orkan *Lothar* die Wälder in Frankreich und Mitteleuropa. Der März 2000 brachte bei NAO-Index +0,1 251 mm Niederschlag und vom 17. – 20. Lawinenstufe V.

Phase 2004 – 2006: Wie bereits erwähnt war der Durchschnitt der NAO auf –0,3 abgesunken. Gemeinsam ist diesen drei schneereichen Wintern die Schneehöhe von 209 cm, sowie der kühle März. Mit dem kommenden Winter 2006/07 hat bereits der NAO-Negativ-Modus eingesetzt: Zittern um den Schnee, ständig SW-Lagen und Föhn, sehr wechselhaft.

Abschließend vermittelt die Synopsis in den Bildern 5 und 6 den augenfälligen Zusammenhang in Ursache und Wirkung von NAO, Temperatur und festem Niederschlag.

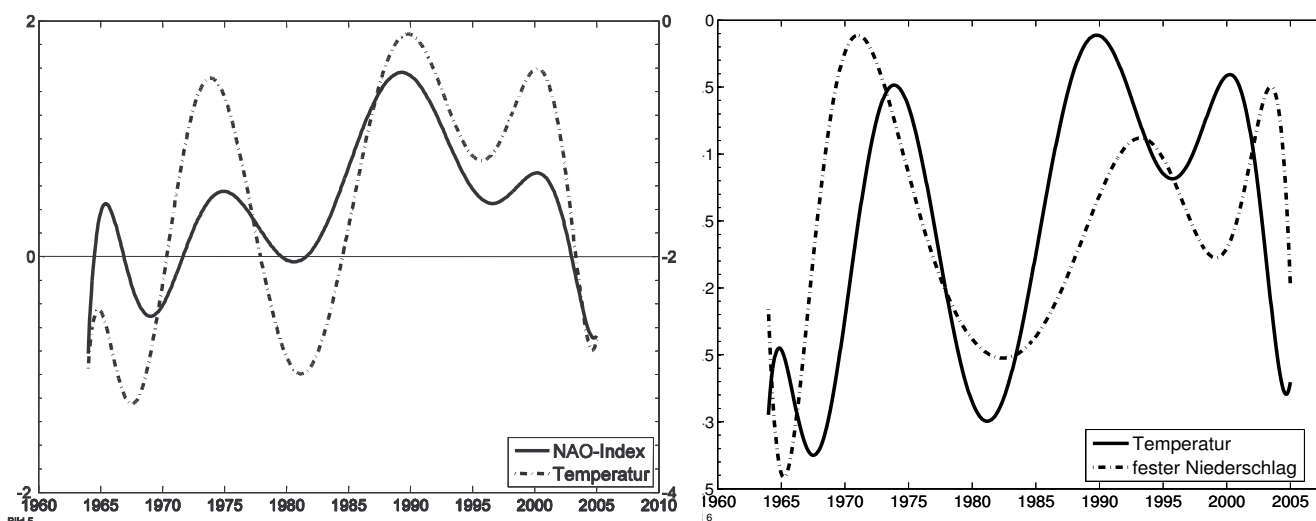


Bild 5: Geglättete Saisonmittelwerte des NAO-Index (linke Skala) und der Temperatur (rechte Skala). Infolge des alpinen Klimas (besonders Föhn) ist die Temperaturkurve höher. Nach Latif (2004) ist kein Zusammenhang zwischen Genuatief und NAO festzustellen.

Bild 6 (rechts): Geglättete Saisonmittelwerte der Temperatur (linke Skala) und des festen Niederschlags (rechte Skala). Der feste Niederschlag ist von oben nach unten aufgetragen, wodurch die Ähnlichkeit der beiden Kurven augenfälliger wird.

Aus den zusammengestellten Daten von über 100 Wintern sind auch Tendenzen der zukünftigen Entwicklung der NAO-Indizes ablesbar.

Zunächst ergaben die errechneten Trends (Tabelle 1) sowohl in der Dauer der Winterschneedecke, ihrer maximalen Höhe und dem Winterende nur positive Werte, „sprechende Zahlen“. Die Erklärung liegt in der nachweisbaren Zunahme des Niederschlags in fester Form trotz steigender Wintertemperaturen. Die relativ hohe Standardabweichung ist allerdings ein Hinweis auf den Wechsel zwischen NAO-Positiv- und NAO-Negativ-Wintern.

Tabelle 1 (folgende Seite): Mittelwerte und Standardabweichungen einiger Kenngrößen aus Mitterberg. Anmerkung: Mittelwert wurde berechnet durch Mittelwertbildung aller Monatsdurchschnittswerte einer Saison (Oktober bis April); Standardabweichung ist die Standardabweichung der saisonalen Mittelwerte, die über die Monate Oktober bis April gebildet wurden.

Kenngröße	Zeitraum	Mittelwert	Standard- abweichung
Dauer der Schneedecke; Tage	1903 – 1964	169,2	31,49
	1965 – 2005	172,6	28,17
Maximale Schneehöhe; cm	1903 – 1964	189,8	57,7
	1965 – 2005	197,0	50,2
Winterende; Tage seit Jahresbeginn	1903 – 1964	123,2	17,14
	1965 – 2005	129,0	15,69
Fester Niederschlag; liter/m ² (siehe Anmerkung)	1903 – 1964	92,86	28,78
	1965 – 2005	95,75	24,72
Temperatur; °C, (siehe Anmerkung)	1903 – 1964	-0,25	0,90
	1965 – 2005	+0,72	0,84

Aus der Datenbank bietet sich nun folgender *Analogieschluss bezüglich der NAO-Kurve* an:

In den vergangenen 100 Wintern erfolgte alle 15 bis 20 Jahre eine Klimaschwankung; bruchartig (Sprünge in den NAO-Werten) und meist folgte das Gegenteil von vorher.

So kündigt sich auch in der NAO-Kurve nach 2000 wiederum eine Talfahrt und Abkühlungsperiode an. Wie weit und bis zu welchen NAO-Indizes sie führt, ist offen.

Eine Meldung des Alfred Wegener-Institutes vom Februar 2006 ließ aufhorchen: Prof. Klaus Dethloff weist darauf hin, dass eine Tendenz zur negativen NAO-Phase eingesetzt hat, kalte und trockene Winter seien die Folge.

Prof. Kuhn (2006) warnt auch vor einer Hysterie bezüglich des Gletscherschwunds in Hinblick auf einen wieder möglichen Gletschervorstoß. Am Hochkönig erfolgten in den letzten 40 Jahren zwei Gletschervorstöße, sowohl 1965 als auch 1980. Am interessantesten ist aber der Vorstoß von 1920, gerade in der schneeärmsten Periode des Jahrhunderts (1918 – 34). Noch auffälliger ist, dass H. Kinzl (1958) auch in den Anden diesen Vorstoß von 1920 registrierte. Merkwürdige Zusammenhänge! In ähnlicher Weise erwähnt Latif (2004), dass die Oberflächentemperatur des Indischen Ozeans einen signifikanten Einfluss auf die NAO haben kann.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die mathematische Auslotung der Datenbank von Mitterberg auch notwendig war, um gegenüber den vielen negativen Meldungen am Boden der Wirklichkeit zu bleiben.

Herzlich zu danken habe ich meinem Freund, Dr. Peter Navé, für die Zusammenstellung der Daten und ihre mathematische und grafische Auswertung. Weiters danke ich Frau Inge Kreuzwirth von der Landesregierung Salzburg für die laufende Versorgung mit Klimadaten vom Mitterberg am Hochkönig, sowie den Herren Dr. Michael Staudinger und Mag. Alexander Ohms von der Zentralanstalt für Meteorologie, Wetterdienst Salzburg.

Literaturverzeichnis

Goldberger, J., 1992: Die Winter in diesem Jahrhundert: Auswertung der Messergebnisse von Mitterberg am Hochkönig. Mitt.d. Hydrogr. Dienstes in Österreich **67**, 1 – 61.

Goldberger, J., P. Navé, 2004: Am Wendepunkt – ein Signal der Nordatlantischen Oszillation. Mitt. Österr. Geogr. Ges. **146**, 193 – 202.

Goldberger, J., 2006: Der Einfluss der Nordatlantischen Oszillation auf die Nordalpinen Winter 1901 bis 2005, Beilage zur Berliner Wetterkarte, 28. Feber 2006.

Hurrell, J.W., H. van Loon, 1997: Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. Climate Change **36**, 69 - 82.

Hurrell, J.W., 2003: www.cgd.ucar.edu/~hurrell/indices.html

Kinzl, H., 1958: Die Gletscher als Klimazeugen. Verh. Deutscher Geographentag 31,222 – 231, Wiesbaden 1958

Kuhn, M., 2006: Tiroler Tageszeitung, Die fetten Reserven der Gletscher, 30. Oktober 2006.

Latif, M. et al., 1996: A mechanism for decadal climate variability - NATO ASI Series 1: Global Environmental Change **44**, 263 – 292.

Latif, M, 2004: Klima, 127. S, Fischer Verlag, Frankfurt.

Malberg H., G. Bökens, 1997: Die Winter- und Sommertemperaturen in Berlin seit 1929 bis 1996 und ihr Zusammenhang mit der Nordatlantikoszillation. Meteorol. Z. **6**, 230 – 234.

Spreitzhofer, G., 1999: Synoptic classification of severe snowstorms over Austria. - Meteorol. Z., N.F. **8**, 3 – 15.

Walter, A., C.D. Schönwiese, 1998: Ursachen der Lufttemperaturvariationen in Deutschland 1865 – 1997, Klimastatus-Bericht, DWD

Anschrift des Autors: Univ.-Doz.Dr. Josef Goldberger, Dorf 130, A - 6306 Söll in Tirol