

# EUROPÄISCHES SEGEL-INFORMATIONSSYSTEM

## Wettererscheinungen: Das Azorenhoch

Das Azorenhoch gehört zum subtropischen Hochdruckgürtel des Nordatlantiks und entsteht am Rande eines Wirbels des Polarfront-Jetstreams bei den [Azoren](#). Kalte Luft sinkt dort ab und wird durch den [Golfstrom](#) aufgewärmt. In Verbindung mit dem Islandtief wandert dieser Luftstrom nach Osten. Die Drehung ist im Uhrzeigersinn, der mittlere Luftdruck beträgt 1025 hPa.

Mitunter weitet sich dieses Hoch mit einem Keil bis nach Mitteleuropa aus oder es lösen sich separate Hoch-Zellen ab, die bis nach Nordeuropa ziehen und auch hier für schönes Wetter sorgen können. Im Sommer ist dies meist mit angenehm warmen Temperaturen verbunden, im Winter lenkt ein solches Skandinavienhoch dagegen meist kalte Festlandsluft von Osten nach Mitteleuropa, - es hat dann quasi 'kalte Füße'. Das Azorenhoch wird für uns immer dann wetterwirksam, wenn zwischen Neufundland und Island polare Luftmassen nach Süden vordringen und sein gewaltiges Warmluftreservoir bedrängen, sodaß es nach Nordosten ausweicht - über die Iberische Halbinsel bis nach Mitteleuropa oder auch Skandinavien.

Der große Gegenspieler des Azorenhochs ist dabei das [Islandtief](#). Von der Lage und den Druckunterschieden zwischen diesen beiden mächtigen Systemen - der so genannten Nordatlantischen Oszillation, kurz NAO - hängt es ab, ob es in Mitteleuropa regnet, stürmt, schneit oder vielleicht sogar die Sonne scheint.

Islandtief und Azorenhoch bestimmten das Wetter in unseren Breiten schon vor über 120.000 Jahren. Dies hat ein internationales Team um Dr. Thomas Felis und Dr. Gerrit Lohmann vom DFG-Forschungszentrum Ozeanränder der Universität Bremen jetzt nachgewiesen.

Soweit das normale Wettergeschehen. Dass auch diese beiden Köche manchmal jedoch den "Brei" entsetzlich verderben können, zeigte sich 2002. Damals hatte sich das Azorenhoch extrem weit nach Süden verlagert und die Luftmassen des [Islandtiefs](#) konnten bis über das Mittelmeer vordringen. Dort erwärmten sie sich und wurden mit viel Flüssigkeit beladen. Auf ihrem späteren Weg zurück über die Alpen kühlte sich diese extrem feuchte und warme Luft ab und es kam zu den sintflutartigen Regenfällen, die letztlich zum Elbehochwasser führten.

In vielen meteorologischen Lexika wird das Azorenhoch als mehr oder weniger beständiges Hochdruckgebiet im Bereich der Azoren beschrieben. Als wichtiger Bestandteil der großräumigen atmosphärischen Zirkulation unterliegt es jedoch der gleichen jahreszeitlichen Variabilität wie diese und steuert - in Wechselwirkung mit dem Islandtief - ganz wesentlich die atlantische Westdrift. Trägt man die mittleren monatlichen Positionen des Zentrums des Azorenhochs

über einen längeren Zeitraum in eine Karte des Nordatlantiks ein, erhält man das Bild rechts: Weiße Kreuze markieren die Lage des Azorenhochs im Winterhalbjahr, schwarze im Sommerhalbjahr. Ausgehend von den Azoren erstreckt sich das Gebiet der Zentren des Azorenhochs knapp 1400 Seemeilen nach Nordosten und etwa 1500 Seemeilen nach Südwesten.

Die Positionen der Azorenhoch-Zentren zeigen den Verlauf des vergangenen Jahrhunderts (1881 bis 1995) auf der Grundlage von Monatsmittelwerten des Luftdruckes im Meeresniveau. Im langjährigen Mittel liegt das Azorenhoch im Winter bei 33 °N, im Sommer bei 34,5 °N. Obige Abbildung soll die große Streuung um diese Mittelwerte deutlich machen. Die höchsten Druckwerte schwankten zwischen 1034 und 1016 hPa (ebenfalls Monatsmittel). Auffallend ist die deutliche größere Streuung der geografischen Breite des Azorenhochs im Winter gegenüber dem Sommer. Gleiches gilt für den Kerndruck. Von ganz besonderer Bedeutung für die atlantische Zirkulation ist die schon seit mehr als 100 Jahren bekannte Beobachtung, dass eine nördlichere Position des Azorenhochs mit einem Druckanstieg, eine südlichere Position mit einer Abschwächung des Kerndruckes verbunden ist. Das gilt unabhängig von der Jahreszeit.

**Weblinks:**

[Das Azorenhoch in Wikipedia](#)

[Azorenhoch und Islandtief im Duell](#)

## Wettererscheinungen: Das Islandtief

Das Islandtief ist ein über dem Nordatlantik im Bereich von Island nahezu ständig ausgebildetes Tiefdruckgebiet innerhalb der planetarischen Frontalzone. Es ist ein für Europa wetterwirksames Aktionszentrum, durch das vor allem der west- und nordwesteuropäische Raum den überwiegenden Teil seiner Niederschläge erhält. In den Wintermonaten führt seine besondere Ausprägung zu orkanartigen Luftbewegungen im Bereich der [Nordsee](#).

Das Islandtief ist aber nicht stationär, sondern wandert, wie jedes andere Tiefdruckgebiet, mit der Höhenströmung. Den Status eines Aktionszentrums verdankt es vor allem dem fast immergleichen Entstehungsort (Island) und den ähnlichen Entstehungsbedingungen. So ist das Aufeinandertreffen von kontinentaler Kaltluft (Neufundland, Grönland) und der warmen Strömung (Golfstrom) von entscheidender Bedeutung. Aufgrund der Tatsache, dass nun die Warmluft auf die Kaltluft aufgleitet, verwirbelt sich die Mischluft und bildet so ein Tief. Ein vergleichbares Tief entsteht regelmäßig über dem Nordpazifik im Bereich der Aleuten - das Aleutentief.

Der große Gegenspieler des Islandtiefs ist dabei das [Azorenhoch](#). Von der Lage und den Druckunterschieden zwischen diesen beiden mächtigen Systemen - der so genannten Nordatlantischen Oszillation, kurz NAO - hängt es ab, ob es in

Mitteleuropa regnet, stürmt, schneit oder vielleicht sogar die Sonne scheint.

Islandtief und [Azorenhoch](#) bestimmen das Wetter in unseren Breiten - und das auch schon vor über 120.000 Jahren. Dies hat ein internationales Team um Dr. Thomas Felis und Dr. Gerrit Lohmann vom DFG-Forschungszentrum Ozeanränder der Universität Bremen jetzt nachgewiesen.

Soweit das normale Wettergeschehen. Dass auch diese beiden Köche manchmal jedoch den "Brei" entsetzlich verderben können, zeigte sich 2002. Damals hatte sich das Azorenhoch extrem weit nach Süden verlagert und die Luftmassen des Islandtiefs konnten bis über das Mittelmeer vordringen. Dort erwärmten sie sich und wurden mit viel Flüssigkeit beladen. Auf ihrem späteren Weg zurück über die Alpen kühlte sich diese extrem feuchte und warme Luft ab und es kam zu den sintflutartigen Regenfällen, die letztlich zum Elbehochwasser führten.

Im langjährigen Mittel - etwa über 100 Jahre - liegt das Islandtief im Winter bei 59° N und im Sommer bei 62° N. Trägt man jedoch mittlere monatliche Positionen des Islandtiefs über einen langen Zeitraum (hier: 1881 - 1995) in eine Karte des Nordatlantiks ein, erkennt man sofort die großen Streuungen um diese Mittelwerte. Weiße Positionen markieren das Winter- Halbjahr, schwarze das Sommer-Halbjahr. Die Werte der Druckzentren - ebenfalls Monatsmittel - schwanken zwischen 975 hPa und 1015 hPa.

Sowohl Islandtief als auch Azorenhoch verlagern sich in unregelmäßigen Abständen nach Norden oder Süden und verändern dadurch Lage und Intensität der atlantischen Westdrift. Diese als Nordatlantische Oszillation (NAO) bezeichnete Variabilität wurde bereits in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts beschrieben. Die mit langjährigen Mittelwerten normierte Druckdifferenz zwischen den beiden Aktionszentren wird als NAO-Index bezeichnet und ist zur Zeit ebenfalls Gegenstand verbreiteter meteorologischer Forschungsaktivitäten.

Es wird vermutet, dass sich das Islandtief abschwächt, was direkte Auswirkungen auf Europa hat. In den Wintermonaten kann dies unter anderem zum Vordringen des Sibirienhochs in den europäischen Raum führen.

#### **Weblinks:**

[Das Islandtief in Wikipedia](#)

[Azorenhoch und Islandtief im Duell](#)

[Das Aleutentief](#)

### **Azorenhoch und Islandtief im Duell**

Dass das Azorenhoch für gutes Wetter in Mitteleuropa sorgen kann, weiß nahezu jeder, der regelmäßig die Tagesschau verfolgt. Aber dass in der Wetterküche Europas (mindestens) zwei rivalisierende "Köche" arbeiten, ist nur wenigen bekannt.



Azorenhoch  
© MMCD

Der große Gegenspieler des Azorenhochs ist dabei das Islandtief. Von der Lage und den Druckunterschieden zwischen diesen beiden mächtigen Systemen - der so genannten Nordatlantischen Oszillation, kurz NAO - hängt es ab, ob es in Mitteleuropa regnet, stürmt, schneit oder vielleicht sogar die Sonne scheint.

Azorenhoch und Islandtief sind sehr beständige Druckgebilde, die von Kalt- und Warmluftmassen "gefüttert" werden, die aus dem Polargebiet oder dem Äquatorbereich stammen und dann in die Mittleren Breiten strömen. Unser wechselhaftes Wetter entsteht durch die ständige Neubildung von Tief- und Hochdruckausläufern von Island und den Azoren aus, die von den bei uns vorherrschenden westlichen Winden über Deutschland und Mitteleuropa hinweg geschickt werden.

Wann aber halten die beiden Köche Sonne und angenehme Temperaturen für uns bereit, wann müssen wir uns "warm" anziehen? Erstreckt sich ein starkes Azorenhoch weit nach Nordosten, verschiebt sich auch die "Einflugschneise" der Tiefdruckgebiete, die von Island oder dem Nordpolarmeer kommen, weiter Richtung Pol. In Mitteleuropa ist das Wetter gut, während Nordeuropa meist unter den Einfluss der Tiefs gerät und viele Niederschläge abbekommt.



Wetter in Europa  
© MMCD

Wird dagegen das Azorenhoch nach Süden abgedrängt, gelangen mit den Westwinden Tiefausläufer nach Mitteleuropa und werden dort wetterbestimmend.

Soweit das normale Wettergeschehen. Dass auch diese beiden Köche manchmal jedoch den "Brei" entsetzlich verderben können, zeigte sich 2002. Damals hatte sich das Azorenhoch extrem weit nach Süden verlagert und die Luftmassen des Islandtiefs konnten bis über das Mittelmeer vordringen. Dort erwärmten sie sich und wurden mit viel Flüssigkeit beladen. Auf ihrem späteren Weg zurück über die Alpen kühlte sich diese extrem feuchte und warme Luft ab und es kam zu den sintflutartigen Regenfällen, die letztlich zum Elbehochwasser führten.

Warum jedoch sind manche Winter in Europa warm und feucht, andere dagegen kalt und mit heftigen Schneefällen versehen? Auch dafür haben die Forscher mittlerweile eine Erklärung parat...

## Ein Klimaschaukel macht Karriere: Die Nordatlantische Oszillation

Der erste, der das Prinzip entdeckte, das hinter der Nordatlantischen Oszillation steckt, war der Däne Hans Egede Saabye. Fast die gesamten 1770er Jahre hatte er als Missionar auf Grönland verbracht. Dabei war ihm aufgefallen, dass die Winter in Dänemark immer dann besonders kalt waren, wenn sie in Grönland viel wärmer waren als sonst. Die Erklärung für diese Beziehung hatte er damals allerdings noch nicht. Heute jedoch weiß man mehr.

NAO-Index immer positiver

Meteorologen haben festgestellt, dass die NAO, die Klimaschaukel im Nordatlantik, in den letzten 30 Jahren in Unordnung geraten ist. Der NAO-Index, der den Luftdruckunterschied zwischen dem Azorenhoch und dem Islandtief beschreibt, hat sich seitdem fast ständig erhöht.

Dieser Wetter- und Klimafühler ist immer dann positiv, wenn sowohl Islandtief als auch Azorenhoch besonders stark ausgeprägt sind. Schwächen sich die Systeme dagegen ab, wird der NAO-Index negativ.

Warme oder kalte Winter?

Wie die Wissenschaftler ermittelt haben, sorgt ein großer Luftdruckunterschied zwischen Azorenhoch und Islandtief, ein positiver NAO-Index, dafür, dass kräftige Westwinde entstehen, die über dem Golfstrom viel Wärme und Flüssigkeit aufnehmen und nach Mitteleuropa transportieren. Milde, feuchte zum Teil sehr stürmische Winter wie in den meisten letzten Jahren sind dann die Folge.



Islandtief  
© NASA

Bei einem niedrigen NAO-Index, wenn demnach das Tief über Island und das Hoch über den Azoren schwächer sind als sonst, werden auch die Westwinde eher zu einem lauen Lüftchen. Aus dem Norden und Osten können dann polare Luftmassen weit nach Mitteleuropa vordringen. Dies war beispielsweise in den 1950er und 1960er Jahren der Fall, als frostige Temperaturen und zum Teil massive Schneefälle die Winter in Deutschland bestimmten.

Wissenschaftler von der US-amerikanischen Woods Hole Oceanographic Institution in den USA, die sich ebenfalls bereits seit langer Zeit mit der Druckschaukel im Nordatlantik befassen, glauben einen Grund für die schwankenden NAO-Indices gefunden zu haben. Bringt der Golfstrom oder einer seiner Ausläufer - so die Forscher um Michael Mc Cartney - außergewöhnlich warmes Wasser bis nach Labrador, schwächt sich das Islandtief zusehends ab, der NAO-Index wird negativ. Extrem kaltes Wasser in dieser gewaltigen Meeresströmung sorgt dagegen für ein starkes Tiefdruckgebiet über Island und einen positiven Messwert.

Klimawandel sorgt für positive NAO-Ereignisse

Eine Forschergruppe der Pennsylvania State University hat 2002 bei der Analyse der täglichen Wetterdaten aus 40 Jahren, darunter Luftdruck, Temperaturen und Windgeschwindigkeit darüberhinaus einen Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und der Abfolge der NAOs entdeckt.

"Der momentane Trend zur globalen Klimaerwärmung scheint positive NAO-Ereignisse zu fördern", erklärt der Meteorologe Christian Franzke. "Es gibt mehr positive als negative Ereignisse während eines Winters." Dies könnte dazu führen, dass mildere Winter in Europa in Zukunft häufiger auftreten könnten.

Auch pazifische Stürme beeinflussen NAO-Index

Die Wissenschaftler stellten ebenfalls fest, dass auch pazifische Stürme den NAO-Index beeinflussen können. Je nachdem, wo im Pazifik ein Sturm eintritt, erzeugt er ein bestimmtes Strömungsmuster, das wiederum beeinflusst, ob ein positiver oder negativer NAO folgt. Nordpazifische Stürme fördern auf diese Weise negative NAOs, südpazifische eher positive. Folgt eine Serie von Stürmen aufeinander, dauern die NAO-Episoden insgesamt länger.

"Aufgrund dieser Verbindung zu pazifischen Stürmen könnte es in Zukunft möglich sein, Wetterveränderungen über Europa schon vier bis fünf Tage im voraus zu prognostizieren", so Franzke. Allerdings, so räumen die Forscher ein, müssen die Mechanismen der Nordatlantik-Oszillation erst vollends verstanden sein, bevor Prognosen solcher Art gemacht werden können.

## **Vier Jahreszeiten an einem Tag? Wetterkapriolen auf den Azoren**

10.00 morgens wolkenverhangener Himmel und Windböen, 12 Uhr mittags strahlend blauer Himmel, 14 Uhr sintflutartige Regenfälle: Dies ist kein Szenario aus einer Werbung für Hairstyling-Produkte, sondern ein ganz normaler Tages-Wetterbericht von den Azoren. Dabei direkt von vier Jahreszeiten an einem Tag zu besprechen, wie es

angeblich die Azoreaner selber tun, ist dennoch ein bisschen übertrieben. Denn auf den Inseln gibt es weder Eis noch Schnee und deshalb auch keinen Winter. Trotzdem ist man als Tourist gut beraten, die Bettwäsche nur unter Aufsicht zum Lüften nach draußen zu hängen und Regenkleidung parat zu haben.

Denn feucht ist es auf den Azoren allemal. Schuld daran sind die mit viel Wasser beladenen ozeanischen Luftmassen, die sich an den häufig mehr als 500 oder 1.000 Meter hohen Gebirgen vulkanischen Ursprungs abregnen. Dabei nehmen die Niederschläge von Osten nach Westen stark zu. In Santa Cruz auf Flores regnet es mit 1.500 Millimeter im Jahr immerhin doppelt so viel wie in Ponta Delgado auf Sao Miguel. Zum Vergleich: in Düsseldorf gibt innerhalb von zwölf Monaten 816 Millimeter Niederschlag.

Dieser Regenreichtum stört jedoch mehr die Touristen als die Einheimischen selbst, denen die regelmäßigen Schauer jede Menge fruchtbaren Acker- und Weidelandes garantieren. Urlauber hingegen erwarten von den Inseln des Azorenhochs dauerhaft strahlenden Sonnenschein und sind deshalb vor Ort oftmals enttäuscht.

Trotz der häufig vorkommenden Wetterkapriolen - manchmal sind die Berge im Inselinneren wolkenverhangen während an den Küsten bestes Badewetter herrscht - ist das Klima auf den Azoren subtropisch mild und zeigt keine große Schwankungen im Jahresverlauf.

Durchschnittlich zeigt das Thermometer im Januar etwa 17° C an und die Quecksilbersäule steigt selbst im Sommer nicht auf Werte über 25 oder 26° C. Dass man sich trotzdem auf den Azoren gelegentlich wie in einem römischen Dampfbad fühlt, liegt daran, dass die Luftfeuchtigkeit Werte von 75 bis 90 Prozent erreichen kann.



Pico  
© [Carsten Mundt](#)

Entscheidend für das ausgeglichene Klima ist neben der Lage in den Subtropen der Golfstrom, der warmes Wasser aus dem tropischen Westatlantik über die Azoren bis vor die Küsten Großbritanniens und Skandinaviens bringt. Er dient nicht nur als Fernwärmeheizung für das europäische Festland, sondern beschert auch den Azoren ganzjährig angenehme Temperaturen.

Der Golfstrom ist ebenfalls der Grund dafür, dass die Wassertemperaturen vor den Eilanden lediglich zwischen 17 und 24° C schwanken und damit um bis zu fünf Grad über denen liegen die an der portugiesischen Algarve gemessen werden.