

Der Klimawandel schlägt Wellen

Ob es hierzulande in Zukunft wärmer, regnerischer oder windiger wird, lässt sich noch kaum abschätzen. Manche Folgen des Klimawandels prägen allerdings schon heute das Fliegerwetter stärker als vielen bewusst ist

TEXT UND BILDER LUCIAN HAAS (LU-GLIDZ)

Verändert der Klimawandel das Wetter und damit auch die Fliegerei? Darüber lässt sich trefflich an Stammtischen streiten. Anekdotisch erzählen manche Piloten, ihrer Meinung nach hätten sich die Talwinde verstärkt. Andere sagen, der Sommerregen sei heftiger geworden, die Frühjahrsthermik in den Alpen kräftiger. Ob etwas und wie viel davon stimmt, ist schwer zu beweisen. Selten treffen Statistiken zu, die allein auf menschlichen Erfahrungswerten beruhen. Denn das menschliche Gedächtnis lässt sich gerne trügen. Zum Beispiel, wenn sich über Wochen eine stabile, also über längere Zeit unveränderliche Großwetterlage einstellt. Dann heißt es schnell: So viel Nordwind, so häufige Gewitter, so viel Regen gab es früher nicht. Dass es im vergangenen Jahr ganz anders war, ist schnell vergessen.

Was das Flugwetter betrifft, gibt es allerdings durchaus einen Trend, der sich mit dem Klimawandel in Verbindung bringen lässt. Neueren Forschungen nach nimmt die Stabilität von Großwetterlagen zu. Langanhaltende

Hitze- oder Kälteperioden in Mitteleuropa, die mit einer nahezu stationären Verteilung von Hoch- und Tiefdruckgebieten und den entsprechenden Winden zusammenhängen, treten heute häufiger auf als noch vor 20 Jahren. Und das hängt mit dem Jetstream zusammen.

Der Jetstream ist ein Starkwindband in mehr als sieben Kilometern Höhe, das sich einmal im Kreis um die Polarregionen windet. In etwas abgeschwächter Form reißt es auch die tieferen Luftschichten mit. Der Jetstream entsteht, weil die Luftmassen zwischen den warmen Tropen und den kalten Polen bestrebt sind, ihre Temperaturunterschiede auszugleichen. Im Zuge dieses Prozesses fließt warme Luft in der Höhe von den Tropen Richtung Pol, wird dann aber auf der Nordhalbkugel durch die Erdrotation nach rechts Richtung Osten abgelenkt. Dabei wird die Strömung in einem schmalen Band düsenartig beschleunigt. So entsteht schließlich der sogenannte Strahlstrom (Jetstream). Bekannt ist er hauptsächlich aus der Luftfahrt, weil er zum Beispiel Transatlantik-Flüge von New York nach Europa beschleunigt.

Meteorologen interessieren sich für ihn freilich wegen einer anderen Rolle: Er wirkt als Grenzwächter der Frontalzone zwischen Kalt und Warm.

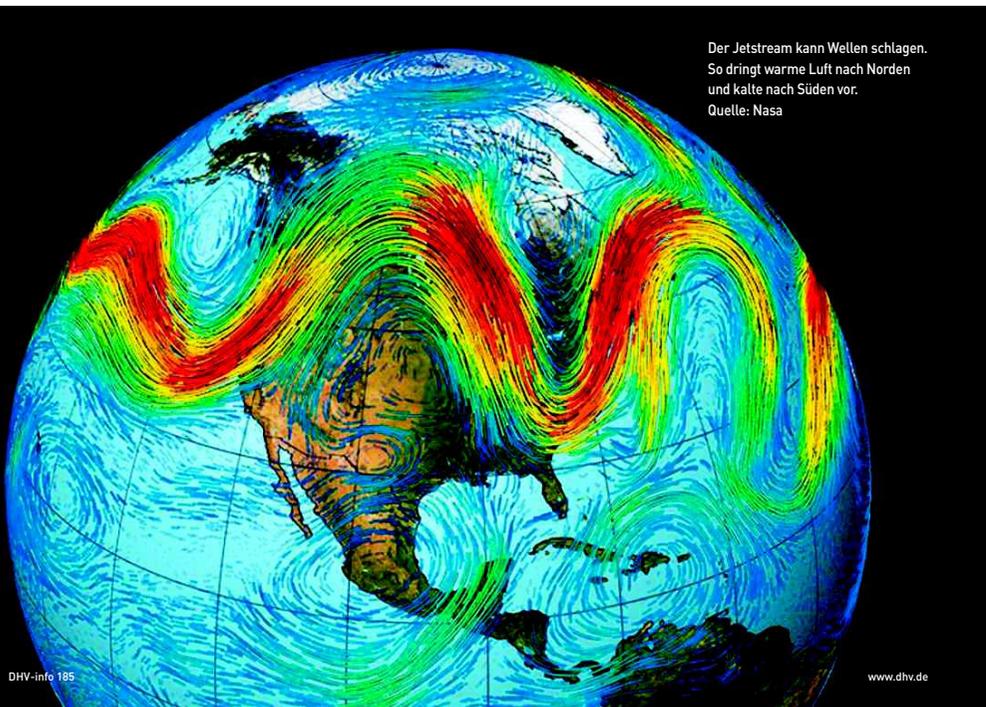
Je größer der Temperaturunterschied zwischen den Tropen und den Polarregionen ist, desto stärker wird der Jetstream. Und je kräftiger der Jetstream ist, desto vehementer wird er kalte und warme Luftmassen davon abhalten, gelegentlich in Form von Tiefdrucktrögen (kalt) und Hochdruckkeilen (warm) weit in die jeweils anderen „Stammesgebiete“ vorzudringen. Denn ein schneller Jetstream bügelt solche Vorstöße bildlich gesprochen einfach aus.

Jetstream wird schwächer

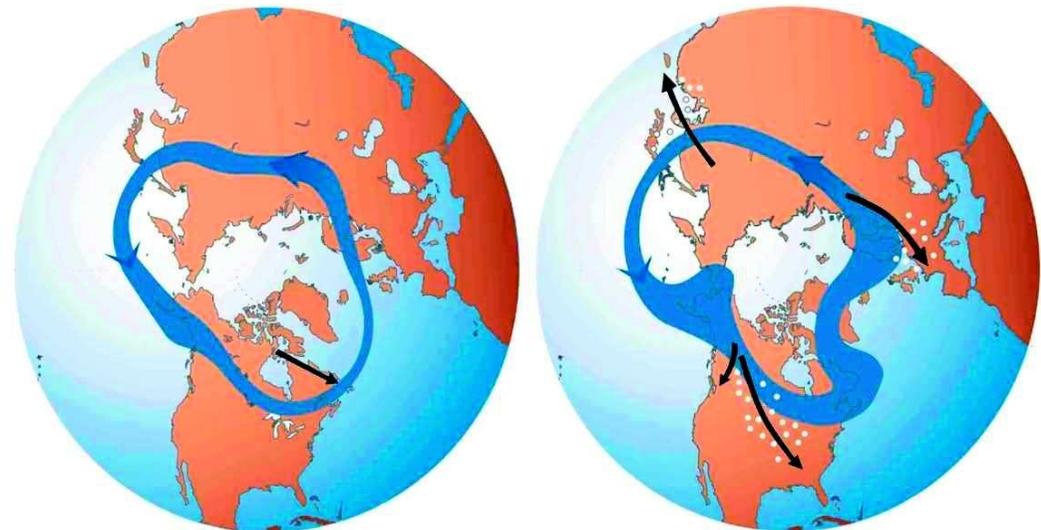
Jetzt kommt allerdings der Klimawandel ins Spiel. Und der verändert die Ausgangsverhältnisse. Denn die sogenannte Erderwärmung findet in den polaren Regionen überdurchschnittlich stark statt. Wenn dort das Meer-Eis schmilzt, nimmt das eisfreie dunkle Meer im Jahresverlauf mehr Wärme auf,

speichert sie und gibt sie später wieder ab. So sind die polaren Luftmassen etwas weniger kalt als früher. Während die globale Mitteltemperatur seit Beginn des 20. Jahrhunderts bis heute um 0,85 Grad Celsius gestiegen ist, betrug die Erwärmung in der Arktis im gleichen Zeitraum etwa das Doppelte – manche Regionen wie Teile Alaskas oder im westlichen Kanada heizten sich sogar um drei bis vier Grad Celsius auf. Die Tropen wiederum sind nur wenige Zehntel Grad wärmer geworden. Im Endeffekt verringern sich also die Temperaturgegensätze zwischen den Tropen und den Polen. Die Folge: Der Jetstream schwächt sich ein wenig ab. Und das hat Einfluss auf unser Wetter.

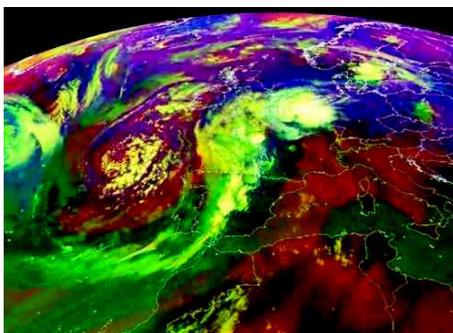
Denn wenn der Jetstream schwächelt, verliert er etwas von der blockierenden Wirkung. Kalte Luftmassen können dann regional weiter nach Süden vordringen, während dafür als Ausgleich an anderer Stelle warme Luftmassen weiter nach Norden strömen. Meteorologen nennen diese Schwingungen Rossby-Wellen (siehe Kasten). Je größer die Amplitude dieser Wellen



Der Jetstream kann Wellen schlagen. So dringt warme Luft nach Norden und kalte nach Süden vor. Quelle: Nasa



Ein starker Jetstream (links) tendiert weniger zur Wellenbildung. Schwächt sich der Jetstream ab, können sich große, ortsfeste Schwingungen nach Norden und Süden einstellen. Weit nach Süden ausgreifende Kaltluft kann für länger anhaltendes Schlechtwetter und im Winter für starke Schneefälle sorgen. Quelle: University of Washington



Auf diesem Falschfarben-Satellitenbild ist der Jetstream als blaues Band erkennbar. Der weit in den Süden bis nach Spanien ausgreifende Kaltlufttrog blieb im Sommer 2013 längere Zeit stabil. Entlang der Frontalzone zwischen warmen und kalten Luftmassen war das Wetter sehr wechselhaft. Der Wolkenringel über den Benelux-Staaten sind mehrere Gewitterzellen. Dem Ostalpenraum brachte diese Großwetterlage gute Streckenflugbedingungen. Quelle: Eumetsat



Der Jetstream trennt kalte (blaue) und warme (rötliche) Luftmassen entlang der Frontalzone voneinander. Schlägt der Jetstream Wellen, dringt kalte Luft im sogenannten Trog nach Süden und warme Luft im Keil nach Norden vor. Quelle: NCEP/u-glüz

ausfällt, desto stabiler und ortsfester können die davon geprägten regionalen Wettermuster werden. Große Hoch- und Tiefdruckgebiete verharren dann manchmal wochenlang fast auf der Stelle.

Genauso lange herrscht in den jeweiligen Gebieten entsprechend gutes Flug- oder Schietwetter. Die gleichbleibende Verteilung von Hochs und Tiefs sorgt zudem dafür, dass der regionale Wind weitgehend aus einer unveränderten Richtung weht. Der kurzfristig denkende und nur in seinen Himmel blickende Mensch wird dann behaupten: Soviel Wind, Regen, Schnee, Sonne, heftige Thermik, stabile Luft usw. gab es früher nicht.

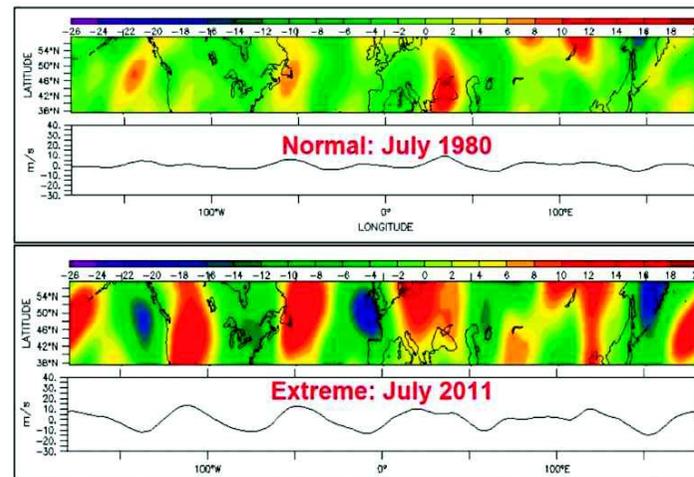
Richtig ist diese Einschätzung nicht, freilich auch nicht ganz falsch. Sta-

bile Großwetterlagen mit den beschriebenen Folgen gab es auch schon in vergangenen Jahrzehnten. Doch es trifft durchaus zu, dass derlei eindrückliche Wetterlagen heute häufiger und in Zukunft wahrscheinlich noch häufiger auftreten. Willkommen bei Fliegern sind dann die Hochdrucklagen, die Mitteleuropa wochenlanges Streckenflugwetter beschieren. Doch wer sich darüber freut, muss auch akzeptieren, dass nach dem gleichen, nur etwas verschobenen Wellenmuster genauso gut auch längere Zeit kalte, labilisierende Höhenluft über den Alpen festhängen kann, die einem die Flugsaison im wahrsten Sinne des Wortes verhängt. ▽

Rosby-Wellen

Der Jetstream ist kein gleichmäßiges Windband, sondern in sich turbulent. Kleine Störungen führen dazu, dass die bewegten Luftmassen zu schwingen beginnen. Es bilden sich horizontale Wellenbewegungen nach Norden und Süden, die der US-Meteorologe Carl-Gustav Rossby erstmals Ende der 1930er Jahre genauer beschrieb. Diese Rossby-Wellen, auch planetare Wellen genannt, wandern normalerweise durch die Erdrotation von West nach Ost – manche schneller, manche langsamer.

Unter bestimmten Bedingungen können sich mehrere solcher Wellen überlagern und dabei verstärken. Wenn Wellenberg auf Wellenberg und Wellental auf Wellental trifft, vergrößert sich die Amplitude, d.h. die Auslenkung. Es bilden sich sehr hohe Wellen aus, bei der die Hauptbewegungsrichtung der Luftmassen entlang der Flanken eher nach Norden und Süden als von West nach Ost ausgerichtet ist. In dieser Form bleiben Wellen und die zugehörigen Hochdruckkeile und Tiefdruckröge (siehe Grafik links) nahezu ortsfest stehen. Mangels Ausgleich können dann lokale Extremwetterlagen mit Hitzewellen und Starkniederschlägen entstehen. Nach den Erkenntnissen von Klimaforschern verdichten sich Hinweise, dass der Klimawandel die Ausbildung von solchen Strömungsmustern begünstigt.



Vergleich der Strömungsmuster eines Durchschnittssommers 1980 und 2011. Rote Färbung zeigt stark nordwärts, blaue Färbung südwärts gerichtete Strömungen an. Im Sommer 2011 war die Verteilung der vom Jetstream bestimmten Trögen und Keilen weitgehend stationär. Regional ergaben sich stabile Nord-Süd-Strömungsmuster. Quelle: PIK-Potsdam

Anzeigen

PARAGLIDING ADVENTURE
Alles rund um's Fliegen!!

Im Soča-Tal
FLY ZONE

Zimmervermietung
Parataxi im Hause
org. von Ausflügen
und viel mehr
ideal auch
für Gruppen

SLOVENIA

S.Triebel / W.Reinelt
Tel.: +386-(0)41-810-999
5220 Tolmin-Slowenien

Mehr Infos!
<http://www.paragliding-adventure.com>
e-mail: paragliding-adventure@amis.net

Mit uns kommst du immer nach oben!

Gleitschirmreisen
Südafrika/Namibia – Südafrika – Kanada – La Reunion – Brasilien – Peru und 25 mal Europa!

Aus- & Weiterbildung - Top Service - Inzahlungnahme - Bestpreis für alle!

BLUESKY
www.bluesky.at - Tel. +43 4842 5176

FLIEGEN
MIT FREUNDEN

SKYTRAXX
High Performance VARIO 2.0

Das neue SKYTRAXX 2.0 ist die konsequente Weiterentwicklung des bewährten SKYTRAXX. Es bietet viele neue Funktionen wie Kartenanzeige mit allen Startplätzen Weltweit, grafische Luftraumüberwachung, Trackspur und vieles mehr.

Tel.: +49(0)7651-3732 Fax: +49(0)7651-2542
www.flugvario.de info@flugvario.de

FLIEGFIX
WIRTSCHAFTS-OUTDOOR

IHR PARTNER FÜR BOOTE, ZELTE, OUTDOOR UND KLETTERN

Rucksäcke, Zelte, Kocher, Trekking- und Expeditionsausrüstung und -bekleidung, Falt-, Luft- und Hartschalenboote, Kletterausrüstung; Versanddauer: 2 bis 3 Tage*

Genz Sportgeräte GmbH
Salzburgerstr. 34D, A-8950 Stainach
Tel. +43.3682.26112

www.FLIEGFIX.com