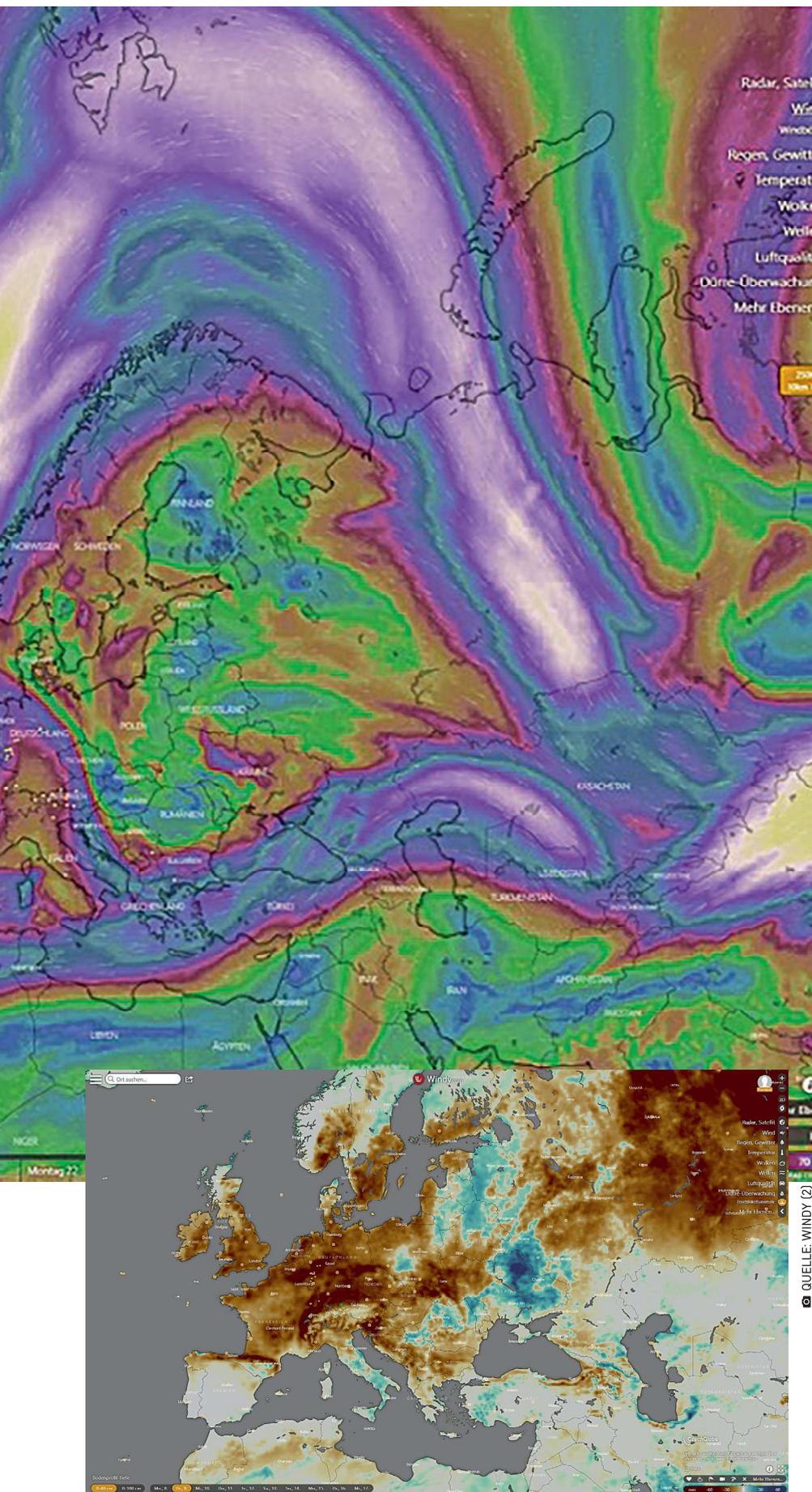


Wenn der Jetstream schwächer wird, kann er stärkere Wellen schlagen. Solche Strömungsmuster und die daran gekoppelten Wetterlagen tendieren dazu, sehr beständig zu sein.

Fliegen im (Klima-)Wandel

Der Sommer 2022 war ein Sommer der Extreme. Sieht so die Zukunft im Klimawandel aus? Und was heißt das fürs Gleitschirmfliegen?

TEXT UND GRAFIKEN: LUCIAN HAAS



↑ Eine Darstellung der Bodenfeuchteanomalie im Sommer 2022. Sie zeigt, wo die Böden in Europa trockener oder auch feuchter waren als im langjährigen Mittel. In trockenen Bereichen ist mit heftigeren Thermikablösungen zu rechnen.

Der Sommer 2022 war in Westeuropa einer der heißesten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Vor allem aber war er auch einer der trockensten. Selbst größere Flüsse und Seen erreichten Rekord-Niedrigstände oder trockneten in manchen Abschnitten komplett aus. Hunderttausende Hektar Wald wurden durch Brände zerstört. Wer die Nachrichten schaute, bekam allabendlich neue Hiobsbotschaften über katastrophale Auswirkungen der ausdauernden Wetterlage auf die Natur. Selbst Leugnern des menschengemachten Klimawandels gingen die Argumente aus. Ihnen blieb nurmehr der Hinweis: Das Klima sei doch seit Jahrtausenden immer im Wandel und wir erlebten jetzt halt den natürlichen Aufschwung einer Warmzeit.

Wie groß der Einfluss des Menschen und seines fossilen Energiehungers auf das Klima tatsächlich ist, soll hier nicht diskutiert werden. Dass sich das Klima so oder so ändert, ist aber ein zunehmend offensichtlicher Fakt. Wir Menschen werden uns daran anpassen müssen. Das gilt auch für unser liebtes Hobby: das Gleitschirm- und Drachenfiegen. Denn das ist nun mal komplett wetter- und klimaabhängig.

Wie sich der Wandel des Klimas auf das Gleitschirmfliegen auswirkt, lässt sich nicht allgemeingültig und in stringenter Weise darstellen. Zu viele globale bis lokale Variablen mit gegenseitigen Abhängigkeiten spielen hier hinein. Im Flachland zum Beispiel gibt es teils andere Effekte als im Gebirge.

Nicht alles wird schlechter

Klimawandel heißt übrigens nicht, dass per se alles schwieriger und schlechter wird. Eines sollte aber klar sein: Es wird Verschiebungen geben, wie, wann und wo wir in halbwegs sicherer Weise in die Luft gehen können. Vielleicht werden wir in manchen Zeiten Verzicht üben müssen, dafür aber in anderen Perioden von neuen Möglichkeiten profitieren. Beispiele hierzu folgen im weiteren Verlauf des Textes.

Schauen wir erst einmal auf die für uns Flieger wichtigsten Faktoren, die sich im Zuge des Klimawandels bereits ändern und noch weiter ändern werden. Besonders prominent wird in der Regel die Temperatur diskutiert. Da geht es in der Klimapolitik um ein



© LUCIAN HAAS (2)

↑ Ein Flug über dem Sauerland im Frühsommer 2022. In den Wäldern zeigen sich große Freiflächen, eine Folge der Trockenheit von 2018 und 2019. Solche Hotspots liefern besonders kräftige, aber auch turbulente Thermiken.



↑ Eine wärmere Atmosphäre kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Vor allem in Gebirgsregionen fördert das die Bildung von Gewittern.

1,5- oder ein 2-Grad-Ziel. Das bezieht sich auf den maximalen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur bis zum Ende des Jahrhunderts.

Solche Zahlen sind, lokal betrachtet, allerdings nur Augenscherelei. Denn ein globaler Durchschnitt spiegelt nicht die regionalen Unterschiede und Extreme wider, die sich darin verbergen können.

Schon heute ist beispielsweise der Alpenraum im Durchschnitt rund 2 °C wärmer geworden. Regionen im hohen Norden (nördlich des Polarkreises) verzeichnen bereits ein Plus von über 3 °C. Diese Werte werden sich

im Laufe dieses Jahrhunderts sicher verdoppeln oder gar verdreifachen!

Dieser Trend, dass sich kühlere Regionen im Verhältnis stärker erwärmen als der Rest der Welt, wird auch in Zukunft anhalten. Und damit ändern sich nicht nur lokale Temperaturen, sondern auch globale Steuermechanismen des Wettergeschehens. Dieses wird vom Ausgleich der Temperatur-, Druck- und Feuchtedifferenzen angetrieben. Wenn es hier zu dauerhaften Verschiebungen kommt, bilden sich neue typische Muster des Wetters aus – und im Durchschnitt über die Zeit gesehen eben auch ein anderes Klima.

Der Jetstream ist entscheidend

Für das Wettergeschehen in Europa ist vor allem der Jetstream entscheidend. Das ist ein Starkwindband hoch oben in der Troposphäre. Es bläst gegen den Uhrzeigersinn von West nach Ost rund um die Arktis. Antrieber des Jetstream sind die Temperaturdifferenzen zwischen den kalten polaren und den warmen subtropischen Regionen. Je größer der Unterschied, desto stärker der Jetstream. Und je stärker der Jetstream, desto besser trennt er die verschiedenen temperierten Luftmassen voneinander. Kalte Luft

Was sich ändert und was bleibt

Auch wenn das Klima sich in Mitteleuropa wandelt, bedeutet das nicht automatisch eine Änderung bei allen Faktoren, die unser Flugwetter prägen. Hier ein kurzer Überblick.

Sonne: Sie scheint wie eh und je. Sonnenstand, Einstrahlwinkel und Tageslängen bleiben auch in Zukunft wie sie heute sind.

Wind: In einer wärmeren Welt werden die Luftdruck-Differenzen zwischen Hochs und Tiefs nicht größer. Deshalb nimmt die Stärke des überregionalen Windes im Durchschnitt auch nicht zu. Thermische Ausgleichswinde (Talwinde) sowie bei trockenen Bedingungen die Böen werden aber tendenziell stärker, die Windverhältnisse damit weniger berechenbar.

Regen: Den Klimamodellen nach wird Westeuropa in Zukunft eher etwas trockener. Vor allem aber fallen die Niederschläge infolge festgefahrener Großwetterlagen ungleichmäßiger.

Wolken: Ein trockeneres Klima bedingt tendenziell weniger Wolken, d.h. mehr Sonneneinstrahlung. In feuchteren Wetterphasen und Regionen verstärkt sich die hochreichende Konvektion. Es gibt häufiger kräftige Gewitter.

Thermik: Bei Trockenheit fällt die Thermikentwicklung heftiger aus. Gute Thermik gibt es dann auch schon früher und auch später im Jahr. Dust Devils treten häufiger auf.



bleibt im Norden, warme Luft im Süden.

Wenn nun die arktischen Regionen sich im Verhältnis deutlich schneller erwärmen, schwächt das den Jetstream allerdings ab. Statt einen stabilen Kreisel zu bilden, beginnt er häufiger zu torkeln, auszubeulen und Wellen zu schlagen. In solchen Wellen dringen dann kühlere Luftmassen weiter nach Süden vor und daneben wärmere weiter nach Norden.

In der Folge herrschen nicht mehr nur starke Temperaturunterschiede zwischen Nord und Süd, sondern im Wellenmuster alternierend auch in west-östlicher Richtung. Und auch da entfaltet der Jetstream seine stabilisierende Wirkung. Die Folge: feuchtkühle sowie trocken-heiße Zonen in der Großwetterlage werden gewissermaßen regional zementiert. Einmal aufgebaute Strömungsmuster können dann über Tage und sogar Wochen anhalten. Das Wetter behält in dieser Zeit seinen Grundcharakter samt typischer überregionaler Windrichtungen weitgehend bei.

Leider sorgen zusätzliche Faktoren wie die räumliche Verteilung der Kontinente und Gebirge auf der Nordhalbkugel dafür, dass der Jetstream sich in bestimmten Wellenmustern häufiger verfängt. Gerade für Mitteleuropa rechnen Klimaforscher damit, dass sich in Zukunft öfter Konstellationen etablieren, die trockene Wetterlagen begünstigen. Sommer wie in 2022 werden dann nicht zwangsläufig zur Regel, doch die Wahr-

scheinlichkeit dafür steigt. Das gilt auch für länger anhaltende Trockenphasen in allen anderen Jahreszeiten.

Wasser als Kühl- und Heizmittel

Für unsere Fliegerei stellen Veränderungen im Feuchtigkeitsregime die größte Herausforderung dar. Wenn Temperaturen um ein paar Grad steigen, macht uns das erst einmal wenig aus. Wir sind es gewohnt, in einem weiten Bereich zwischen Minus- und Plusgraden in die Luft zu gehen. Wir fliegen im Sommer und im Winter. Die Ansprüche an den Piloten bleiben dabei weitgehend gleich. Unsere Anpassungsleistung liegt hier vor allem in der Wahl der Bekleidung.

Ob mehr oder weniger Feuchtigkeit im „System“ steckt, prägt allerdings viel stärker den Charakter von dem, was in der Luft abgeht.

Feuchtigkeit spielt im Wettersystem gleich mehrere Rollen. Die zwei wichtigsten: Zum einen ist Wasser ein Moderator, indem es als eine Art Kühlmittel wirkt. Steckt Wasser im Boden, wird ein Teil der eingestrahnten Sonnenenergie in die Erwärmung des Bodenwassers abgeleitet, anstatt die Luft aufzuheizen. Diese Energie steht dann nicht bzw. nur zeitlich verzögert für die Erwärmung der Luftmassen über dem Boden zur Verfügung. Thermik entwickelt sich dann weniger heftig.

Zum anderen ist Wasser auch genau das Gegenteil, d.h. ein Heizmittel: Im verdunsteten Zustand in der Luft speichert es latent Wärmeenergie, die beim Kondensieren, also dem Phasenübergang von gasförmig zu flüssig, wieder frei wird und Thermiken verstärkt.

Wichtig ist hierbei, dass Wasser diese beiden Rollen in der Regel räumlich getrennt voneinander ausspielt. Am Boden dämpft Feuchtigkeit die Konvektion, in höheren Luftbereichen treibt sie diese an.

Wenn nun im Zuge des Klimawandels sich häufiger über Wochen andauernde, sehr trockene Großwetterlagen über Europa einstellen, führt der Mangel an Wasser zu den genau gegenteiligen Effekten. Die Thermikentwicklung am Boden wird verstärkt, während die Konvektion in der Höhe gebremst wird. Letzteres bedeutet, dass sich weniger oder gar keine Wolken am Himmel bilden. Dadurch kann die Sonne noch ungehemmter den Boden erwärmen. Die Thermikheizplatte ist ständig auf volle Power gestellt.



Ausbildung zum FLUGLEHRER



Von Profi zu Profi

Ausbildung zum Fluglehrer

1. Performancetraining
2. Praxis Kurs
3. Theorie Kurs
4. Prüfungskurs (Refresher)



Flugschule
Sky Club Austria
www.skyclub-austria.at



☑ LUCIAN HAAS (2)



↑ Eine Landung im Ahrtal im August 2022. Bei diesem Flug traten durch die anhaltende Trockenheit schon um 11 Uhr morgens starke Ablösungen und Böen aus dem wüstenartigen Gelände auf.

Trockenheit größte Herausforderung

Der Wandel hin zu einem trockeneren Klima in Europa bekommen wir bei der Fliegerei deshalb vor allem in Bodennähe zu spüren. Die gesteigerte Heizwirkung sorgt dafür, dass die Luft gewissermaßen kocht, und das auch schon früher am Tag als bisher gewohnt. Thermikblasen lösen sich in rascher Folge explosiv vom Boden. Die Luft wird durch kräftige Ausgleichsströmungen aus allen Richtungen ersetzt. Das sorgt für eine starke und unangenehme Böigkeit und Turbulen-

zen, die bis in den Abend hinein anhalten können.

In diesem Sinn steigt für das Gleitschirm- und Drachensfliegen im Zuge des Klimawandels das Risiko von Unfällen, zumindest während der sehr trockenen Phasen. Fliegen in Bodennähe, das gilt vor allem fürs Starten und Landen, erfordert dann ein besonders hohes Können der Piloten, um mit den Turbulenzen zurecht zu kommen. Für Anfänger und wenig Geübte kann das bedeuten: Die vertretbar „fliegbaren“ Zeiten schrumpfen auf die Randstunden der Tage zusammen.

Und an manchen Tagen werden auch erfahrene Piloten erleben, dass sie möglichst nicht Absaufen sollten, da der Boden auch für sie ein mit Knallerthermiken vermintes Gelände ist.

Flugsaison verschiebt sich

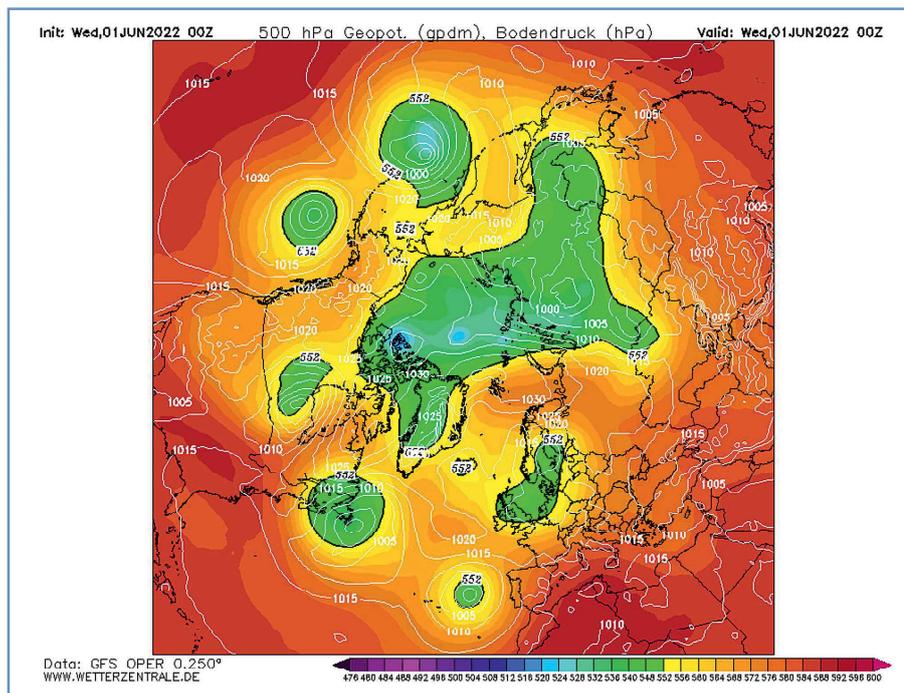
All das gilt vor allem im Sommer, wenn die Tage lang sind, die Sonne hoch am Himmel steht und abgeerntete Böden nochmals stärker austrocknen.

In anderen Jahreszeiten treten diese Effekte moderater auf. Frühjahr und Herbst sind

ANZEIGE

SKYTRAXX





↑ Wenn der Jetstream schwächelt, können kältere Luftmassen weiter nach Süden und wärmere Luftmassen weiter nach Norden vordringen. Das kann dazu führen, dass der Polarwirbel als Einheit zerfällt, wie hier am Beispiel der 500 hPa-Karte der Nordhemisphäre Anfang Juni 2022. Die abgetrennten Kaltluft-Tropfen sorgten für sprunghafte Wetterwechsel und Unsicherheit in der Wetterprognose.

in der Regel noch etwas feuchter und die Tage sind kürzer. Das Potenzial für Extremthermiken ist geringer. Zugleich kann allerdings auch dann, als Folge stärkerer Trockenheit, die Thermik früher wie später im Jahr als bisher gewohnt für Streckenflüge nutzbar sein.

Dieser Trend zeigt sich schon heute und wird sich in Zukunft noch verstärken. Möglicherweise soweit, dass wir in einigen Jahren nicht mehr den Sommer, sondern Frühling und Herbst als beste Jahreszeiten fürs Fliegen einstufen werden.

Effekte im Gebirge

Hier muss man allerdings noch ein wenig differenzieren: Die Entwicklung in Regionen mit hohen Bergen, v.a. den Alpen, verläuft ein wenig anders als im Flachland und den Mittelgebirgen. An den hohen Bergen fällt typischerweise immer noch mehr Niederschlag, u.a. durch Steigungsregen. Schneeaufgaben bilden länger einen Wasserspei-

cher. Die beschriebenen Effekte von Dürre auf die Thermikentwicklung treten darum dort weniger deutlich zutage.

Dafür zeigen sich andere Trends. Die überdurchschnittliche Erwärmung des Alpenraums im Zuge des Klimawandels verstärkt die Ausbildung des typischen Hitzetiefs mit Kern über dem Alpenhauptkamm. In der Folge werden Talwinde im Durchschnitt kräftiger und hochreichender, wodurch sich Turbulenz- und Leerisiken erhöhen. In einem trockenen, schneearmen Frühjahr setzen die Talwinde auch früher in der Saison ein als bisher gewohnt.

Die stärkere Erwärmung treibt noch eine weitere Entwicklung an, gerade in Gebirgsregionen. Da wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann, wird sie damit auch energiereicher. Die verstärkte Konvektion führt dazu, dass sich schneller und häufiger kräftige Gewitter bilden. Auch das ist Teil unserer Klimazukunft. ▽

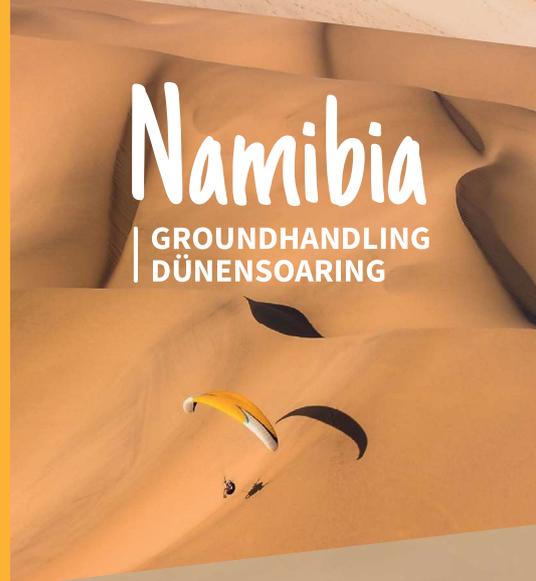


DER AUTOR

Lucian Haas ist freier Wissenschaftsjournalist. In der Gleitschirm-Szene hat er sich mit seinen

Meteo-Kenntnissen, seinem Blog Lu-Glitz und dem zugehörigen Podcast Podz-Glitz einen Namen gemacht. Er bietet auch Online-Seminare zum Thema Meteo an.

FLUGSCHULE SKY CLUB AUSTRIA



Namibia

GROUNDHANDLING
DÜNENSOARING

Walter Schrempf
Gründer & Ausbildungsleiter



FLUGSAFARI NAMIBIA

Groundhandling & Dünensoching

2 Wochen Training & Flugspaß
Professionelle Fluglehrer
Organisierte Ausflüge durchs Land
Traumhafte Unterkunft in Strandnähe

NOVEMBER - MÄRZ



Flugschule
Sky Club Austria
www.skyclub-austria.at

First Paragliding School Namibia