

So stellt sich eine Künstliche Intelligenz eine rotierende Flachlandthermik vor. Die bodennah aus allen Richtungen zufließende Luft windet sich schraubenartig in die Höhe.



# Die Sache mit dem Dreh

Thermiken rotieren in sich selbst. Das hat nichts mit dem Coriolis-Effekt zu tun. Die Richtung wird durch andere Einflüsse bestimmt.

TEXT UND GRAFIKEN: LUCIAN HAAS

**W**er viel Thermik fliegt und dabei häufiger mal die Richtung wechselt, kennt das Phänomen: In die eine Drehrichtung lässt sich das Steigen manchmal irgendwie besser und enger zentrieren als in die andere.

In vielen Fällen hat das mit den eigenen Vorlieben zu tun. Die intuitive Feinsteuerung des aktiven Fliegens geht einem in die eine Richtung einfach besser von der Hand als in die andere. Zuweilen aber wird man feststellen, dass man in manchen Bärten sogar besser steigt, wenn man entgegen der bevorzugten Richtung kreist.

Der Grund dafür: In Thermiken steigt die Luft nie schnurgerade auf. Man kann sich die interne Struktur von Aufwindsäulen vorstellen wie einen verzwirbelten Faden oder ein zusammengedrehtes Seil. Die Luftmassen schrauben sich gewissermaßen in die Höhe.

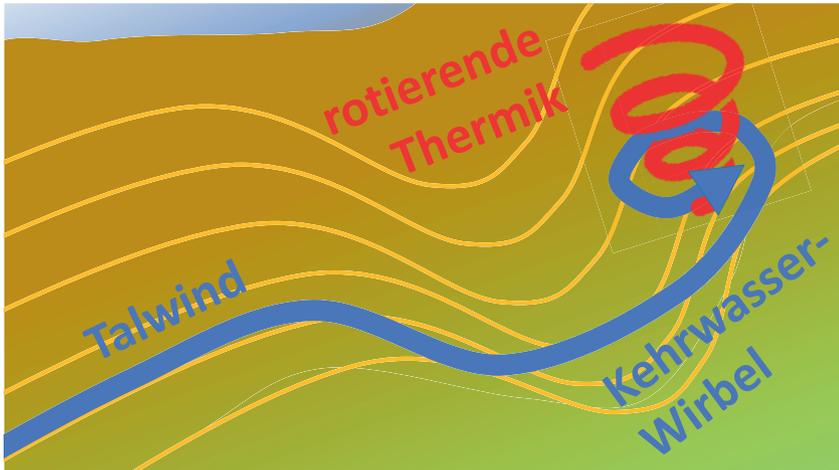
Kreist man als Pilot gegen die Richtung der Eigenrotation der Thermik, hat man auf seiner Kreisbahn gewissermaßen immer etwas Gegenwind und fliegt langsamer. Kreist man in die gleiche Richtung wie die Thermik rotiert, wird man vom Aufwind von hinten angeschoben und fliegt etwas schneller (relativ zum Boden).

Diese Unterschiede wirken sich zwangsläufig auf den Radius der geflogenen Thermikkreise aus. Gegen die Drehrichtung der Thermik lässt es sich etwas enger kreisen als mit der Drehrichtung. Bei Thermiken mit einem starken, aber engen Kern kann es deshalb Vorteile bringen, entgegen der Thermik im Bart zu rotieren. Ob und wann sich das lohnt? Dazu später mehr.

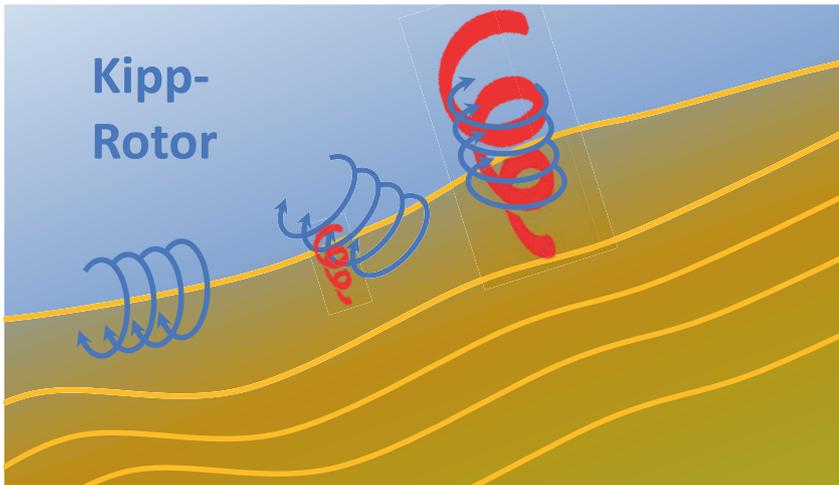
## Warum nicht Coriolis?

Erst einmal soll es um die Frage gehen, was überhaupt die Drehrichtung von Thermiken bestimmt. In Diskussionen unter Fliegern und in Foren wird dafür gerne der Coriolis-Effekt ins Spiel gebracht. Das ist diese Scheinkraft in Zusammenhang mit der Erddrehung, die Windströmungen auf der Nordhalbkugel nach rechts und auf der Südhalbkugel nach links ablenkt (bezogen auf einen Beobachter, der am Erdboden steht).

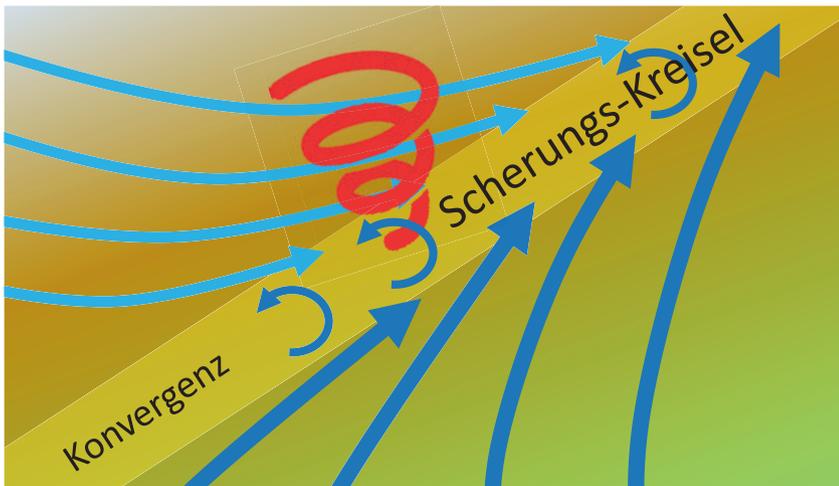
Der Coriolis-Effekt führt dazu, dass Tiefdruckgebiete auf der Nordhalbkugel links herum drehen. Und da Thermiken auch so etwas wie Tiefdruckgebiete im Miniaturformat sind, könnte man aus dieser Analogie heraus schließen, dass auch Thermiken



Grafik 1: Hinter Geländevorsprüngen bilden sich bei Talwind stehende Rotoren. Die im Kehrwasser-Wirbel entstehenden Thermiken nehmen den Drehimpuls mit.



Grafik 2: Die Rotoren im Lee von langgezogenen Graten können von aufsteigenden Thermiken erfasst und in die Höhe gerissen werden. Dabei wird die Drehachse gekippt.



Grafik 3: Wenn sich zwei Talwinde treffen, bilden sich an der Grenzfläche durch Scherung regelrechte Kreisele aus. Sie steigen in der Konvergenz rotierend nach oben.

bei uns grundsätzlich einen Linksdrall haben müssten. Dem ist allerdings nichts so.

Denn der Coriolis-Effekt wird erst auf große Distanzen wirksam bzw. sichtbar. Es geht um Dutzende, wenn nicht gar Hunderte Kilometer. Nur sehr große Gewitterzellen, sogenannte Superzellen, folgen diesem Muster. Die von uns üblicherweise erfolgten Thermiken spielen sich hingegen auf einer viel kleineren Skala ab. Hier herrschen lokal geprägte, chaotischere Strömungsmuster vor. Diese können dennoch eine gewisse Ordnung in Form einer Drehrichtung hervorbringen.

### Rotation durch Prägung

Die Eigenrotation von Thermiken entsteht auf unterschiedliche Weisen. Im Folgenden sind vier Möglichkeiten beschrieben – mit phantasievollen Namen fürs bildlich bessere Verständnis: Zustrom-Schraube, Kehrwasser-Wirbel, Kipprotor und Scherungs-Kreisel. Denkbare sind noch weitere Fälle, wobei man in der Praxis auch alle möglichen Mischformen erwarten kann. Allen ist aber eine Grundregel gemein: Thermiken rotieren nicht aus eigenem Antrieb heraus. Die Rotation und die Drehrichtung wird ihnen von außen aufgeprägt.

#### 1. Zustrom-Schraube

Diese Form ist vor allem an windschwachen Tagen im Flachland anzutreffen. Wenn eine überhitzte Thermikblase ablöst und aufsteigt, hinterlässt sie am Boden natürlich kein Vakuum. Von ringsum wird Luft nachgesaugt. Alle Zuströme treffen sich in der Mitte, wo sie sich im Fuß und dann Stamm der Thermik gegenseitig zwangsläufig nach oben drücken. Dies geschieht allerdings nicht einfach parallel. Feine Unterschiede in der Stärke oder dem Impuls der Zustrom-Bänder sorgen dafür, dass sie sich gegenseitig etwas aus der Bahn schieben. Im Aufstieg entwickelt sich daraus eine schraubenartige Bewegung (vgl. Titelbild). Diese wird durch den Pirouetteneffekt verstärkt (je enger der Radius, desto schneller die Drehung). Die Drehrichtung solcher Zustrom-Schrauben lässt sich nicht vorhersehen. Sie wird von chaotischen Anfangszuständen bestimmt. Bei pulsierenden

Thermiken kann es sogar passieren, dass die eine Blase links, die nächste dann rechts herum rotiert.

## 2. Kehrwasser-Wirbel

Diese Form kommt eher im Gebirge vor und hängt typischerweise mit Talwind zusammen. Wenn der Wind an den Bergflanken entlang streicht, bilden sich hinter vorspringenden Kanten, Rippen oder Nasen häufig stehende Wirbel aus. Dabei strömt die Luft geländenah im Lee der umströmten Hindernisse gegen die Windrichtung zurück. In Flüssen nennt man so etwas Kehrwasser. Wenn in solchen Bereichen Thermiken entstehen, nimmt die aufsteigende Luft den Drehimpuls bzw. die Rotation des Kehrwassers einfach mit in die Höhe (s. Grafik 1). Die Drehrichtung von Kehrwasser-Bereichen und damit auch der daraus aufsteigenden Thermiken lässt sich aus der vorherrschenden Grundwindrichtung ableiten. Hinter einem Hindernis drehen die Lee-Wirbel zum Hang hin. Wer mit dem Wind im Rücken in solche Kehrwasserthermiken fliegt, sollte den ersten Kreis also eher vom Hang weg einleiten. Bei Gegenwind könnte es ratsam sein, zum Hang hin einzukreisen (einen ausreichenden Abstand vorausgesetzt).

## 3. Kipprotor

Bei dieser Variante ist auch ein Lee-Effekt im Spiel. Allerdings ist es hier kein stehender Wirbel wie beim Kehrwasser, sondern ein langgezogener, liegender Rotor, der der Thermik die Rotation vererbt. So ein Rotor kann sich z.B. hinter Gebirgsgraten oder langen Waldkanten ausbilden. Löst eine Thermik in diesem Bereich ab, nehmen die aufsteigenden Luftmassen den Drehimpuls des Rotors mit. Durch den plötzlichen Aufstieg wird die Drehachse von horizontal zu vertikal gekippt (s. Grafik 2). Die Drehrichtung der Thermik ist dabei nicht vorhersehbar. Entscheidend ist, in welche Kipprichtung der liegende Rotor aufgerichtet wird.

Diese Art von rotierenden Thermiken wird man am ehesten in stark pulsierenden Thermik-Hotspots im Lee antreffen. In Thermikpausen kann sich der horizontale Lee-Rotor hinter dem Grat oder Hindernis gut ausbilden. Wenn die Blase auslöst, zieht sie dessen Rotation einfach mit in die Höhe.

## 4. Scherungs-Kreisel

Luftmassen werden häufig nicht nur durch einen Temperaturvorsprung zum Aufsteigen gebracht. Wenn Luft aus verschiedenen Richtungen aufeinander zuströmt, nimmt sie sich gewissermaßen selbst den Raum und weicht dann nach oben aus. Wir sprechen von einer Konvergenz. In den seltensten Fällen treffen allerdings verschiedene Luftmassen, zum Beispiel zwei Talwinde, frontal aufeinander. Viel häufiger fließen sie in einem spitzen Winkel ( $<90^\circ$ ) aufeinander zu und dann aneinander entlang. Da sie typischerweise unterschiedliche Geschwindigkeiten haben, kommt es zu Scherungen. An der Konvergenzlinie entlang bilden sich abgegrenzte stehende Wirbel, die mit nach oben gedrückt werden. Solche Scherungs-Kreisel kann man als Pilot wie eingelagerte Thermiken empfinden (s. Grafik 3). Deren Drehrichtung ließe sich theoretisch vorher sagen, wenn man wüsste, welche der konvergierenden Luftmassen die schnellere bzw. dominantere ist. Denn der erste Drehimpuls geht immer von der schnelleren zu langsameren Strömung hin. In der Praxis lassen sich die vorherrschenden Strömungsverhältnisse aber nur selten direkt erkennen, dass man sie auch gezielt nutzen könnte.

## Gegen die Thermik kreisen?

In der Praxis kann man davon ausgehen, dass im Grunde jede Thermik mehr oder weniger stark in sich selbst rotiert. Das heißt aber nicht, dass man sich immer darum bemühen sollte, die eigenen Thermikkreise in die Gegenrichtung zu legen.

Zum einen stehen dem einfach die geltenden Thermikflugregeln entgegen. Man passt seine Drehrichtung an die Vorflieger in einem Bart an, ist also gar nicht immer frei in der Richtungswahl.

Zum anderen muss man auch wissen, dass die Vorteile, gegen die Thermik zu kreisen, in den meisten Fällen vernachlässigbar sind. Die Rotationsgeschwindigkeit der meisten Thermiken ist so gering, dass es schwerfällt, beim Kreisen überhaupt nennenswerte Unterschiede zu erspüren.

Hierzu trägt eine weitere Eigenschaft von Thermiken bei: Je höher sie aufsteigen, desto mehr dehnen sie sich in der dünner werdenden Umgebungsluft aus – wie ein Luftballon. Dabei nimmt auch die Eigenrotationsgeschwindigkeit ab. Es ist der umgekehrte Pirouetteneffekt. Als Pilot kann man dann seine Thermikreise weiten und ist gar nicht mehr auf den „Gegenwind“ der Thermik fürs engere Kurbeln angewiesen.

Letztendlich gibt es nur wenige Fälle, bei denen es sich überhaupt lohnt, die Drehrichtung einer Thermik in seiner Kurbeltaktik zu berücksichtigen. Das ist immer dann der Fall, wenn Thermiken sehr eng und im Kern stark sind. Solche Verhältnisse wird man vor allem an echten Hotspots nah am Gelände vorfinden.

Wenn dort kleine „Thermikböller“ starten, die wie ein Pilz geformt nach oben wachsen, wird die schnell aufsteigende Luft im Stamm dieses Thermikpilzes auf einen engen Raum zusammengezogen. Jede Rotation darin wird durch den Pirouetteneffekt verstärkt. Um so eine Thermik überhaupt eng zentrieren zu können, lohnt sich der Gegenkreis.

Wenn Du also das nächste Mal tief kommst und das Gefühl hast, einen Bart nicht richtig packen zu können – weil er zu eng ist und dich immer wieder rausdrängt – dann probiere einfach mal den Richtungswechsel beim Kreisen. Manchmal wirkt das Wunder. ▢



### DER AUTOR

Lucian Haas ist freier Wissenschaftsjournalist. In der Gleitschirm-Szene hat er sich mit seinem Blog Lu-Glidz und dem zugehörigen Podcast Podz-Glidz einen Namen gemacht. Sein Meteo-Wissen gibt er auch in Seminaren weiter.