

# Die Grenzen der

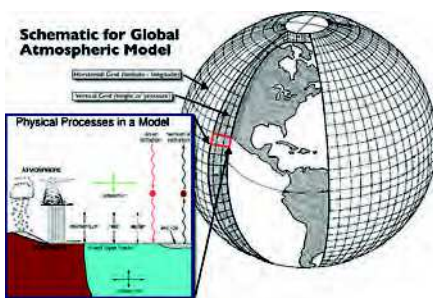
Selten wurde so viel über das Wetter gewettert und über die Prognosen geflucht wie in der 2014er Flugsaison. Woran lag das, welche Faktoren beeinflussen die Prognosegüte und welche Ansprüche sind realistisch?

Text und Fotos Volker Schwanitz

**V**orweg muss gesagt werden, dass durch unsere Fokussierung auf schönes Flugwetter das Wohl und Wehe in einem sehr engen Bereich liegen. Zudem sind die Zeiten, in denen die Flieger mit einem verlängertem Schönwetter-Abgleiter oder einem Einstünder zufrieden zu stellen waren, längst vorbei. Die heile Wetterwelt ist schon sehr eng, wenn mindestens 100 Kilometer Strecke gehen sollen, ohne störenden Windeinfluss, Schleierwolken, ein bisschen zu viel/zu wenig Feuchte oder Labilität oder die Zufuhr thermikbremsender Höhenwarmluft. Daher darf bei diesen sehr zugespitzten Bedingungen nie vergessen werden, dass auch die besten Wettermodelle nur eine Annäherung an den realen Wetterablauf liefern können.

## Problemzone Gitternetz

Wettermodelle bedienen sich bei ihren Berechnungen einem Gitternetz an Prognosepunkten, für die jeweils Wetterberechnungen durchgeführt werden. Dieses Gitternetz besitzt eine Maschenweite zwischen 3 bis 10 km für Regionalmodelle, 20-50 km für Globalmodelle und hat dabei 40-60 Höhenschichten. Das bedeutet, dass auch das beste Gitternetz der fließenden



Änderung vieler Wetterparameter (horizontal wie vertikal) nur grob folgen kann und speziell auch die Übertragung der bodennahen Parameter (Geländehöhe, Bodenfeuchte, Tageserwärmung) nur als gemittelter/geglätteter Wert innerhalb der vorgegebenen Gitterweite verarbeitet wird. Die damit in jedem Gitterpunkt entstehenden Ungenauigkeiten werden auch in die umliegenden Gitterpunkte hineingetragen und summieren sich zunehmend.

## Problemzone Eingangsdaten (Messwerte)

Auch die Eingangsdaten für die Modellrechnungen sind ein kritischer Punkt. Hier wirken sich die unvermeidlichen Messungenauigkeiten, Übermittlungsfehler und besonders die Lücken im Beobachtungsnetz (vor allem über den Ozeanen und Polen) sehr negativ auf die Güte der Prognoserechnung aus.

## Problemzone Mathematik

Ebenso sind die Berechnungsformeln für die Abbildung der atmosphärischen Prozesse nicht exakt. Sie bedienen sich in einigen Bereichen groben mathematischen Näherungen (Parameterisierung) und zusätzlich treten Rundungsfehler auf.

## Problemzone Modell-Topografie

Und nicht zu vergessen die Modell-Topografie, also die Nachbildung der Erdoberfläche im Wettermodell. Sie ist nur eine grobe Annäherung an die Realität, da je nach Maschenweite des Modells Bereiche von etlichen Quadratkilometern mit einer einheitlichen, mittleren Geländehöhe berechnet werden. So hat das sehr verbreitete GFS-Wettermodell beispielsweise die Alpen nur extrem grob gerastert abgebildet, ohne die Täler und Pässeinschnitte. Aber auch Modelle mit deutlich feinerer Modelltopografie kommen nicht annähernd an eine örtlich realitätsnahe Nachbildung der Erdoberfläche heran, so dass sich auch bei diesen hochaufgelösten Regionalmodellen nur tendenzielle bzw. nur bei einzelnen Parametern Verbesserungen ergeben.

## Problemzone Chaos

Zudem wirkt beim Wetter auch immer eine Prise Chaos mit. Das bedeutet, dass im Einzelfall schon kleinste Ungenauigkeiten/Veränderungen eine völlig abweichende Wetterentwicklung hervorrufen können. Dieser Effekt ist als Schmetterlings-Effekt aus der Chaostheorie bekannt und besagt, dass der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen kann.

# Vorhersage



## Problemzone Erwartungshaltung

Die von vielen unbewusst vom Computer (bzw. von den Supercomputern der Wetterdienste) erwartete Perfektion ist leider Utopie und wir müssen mit Ungenauigkeiten in den Prognosen leben. Dazu zählen vor allem die sich mit zunehmendem Vorhersagezeitraum aufsummierenden Ungenauigkeiten und ebenso die steigende Ungenauigkeit, wenn man zu weit in die Details hineinzoomen will. Besonders letzteres ist auch bei großräumig treffender Prognose dafür verantwortlich, dass viele für uns Thermikflieger wichtige Größen nur grob oder verschwommen im Wettermodell abgebildet werden. So sind einzelne Schauer, Gewitter, Talwinde, kleinräumige Turbulenzen, Windscherungen, örtlich genaue Föhnwindwirkung, Thermikturbulenz, örtliche Thermikgüte und die genaue Lage/Stärke von Inversionen nie ganz exakt vorhersagbar.

## Die Grenze des Möglichen

Auch in Zukunft werden die angeführten Probleme die Güte der Wetterprognosen entscheidend bestimmen, das Erhöhen der Rechenleistung und die Verfeinerung der Modelle kann die negativen Einflussgrößen nur teilweise kompensieren. Weitere Verbesserungen sind nur in kleinen Schritten zu erwarten. Das theoretisch maximal Mögliche wird, laut dem Mathematiker und Chaosforscher Wladimir Igorewitsch Arnold, irgendwann eine Prognose bis zu 14 Tagen darstellen.

## Was kann man glauben?

Die Einschätzung, wie weit man sich auf eine Prognose verlassen kann, ist ebenfalls von vielen Faktoren abhängig. Dabei sind leider keine genauen Grenzen zu ziehen, bis zu denen die einzelnen Wettermodelle exakte Prognosen liefern. Die Zuverlässigkeit schwankt je nach dargestelltem Wetterelement teils deutlich und jedes Modell hat seine speziellen Stärken und Schwächen. Zudem überlagern die Einflüsse von schwer berechenbaren Wetterlagen die Modellunterschiede deutlich, zum Beispiel:

### ► Nähe zu Wettergrenzen

Liegt die Prognoseregion nahe an einer Wettergrenze, wirken sich kleine Ungenauigkeiten in der Prognose oft gravierend aus. Besonders langsam ziehende und teils rückläufige Fronten, ebenso sich auflösende Fronten sowie die Nähe zu Höhentiefs mindern die Treffsicherheit in diesen Bereichen schon ab +24 h teilweise massiv.

### ► Dynamik der Wetterlage

Sehr schnell ziehende Wettersysteme wirbeln die Prognosen oft schon ab einem Vorhersagezeitraum von +36 h deutlich durcheinander.

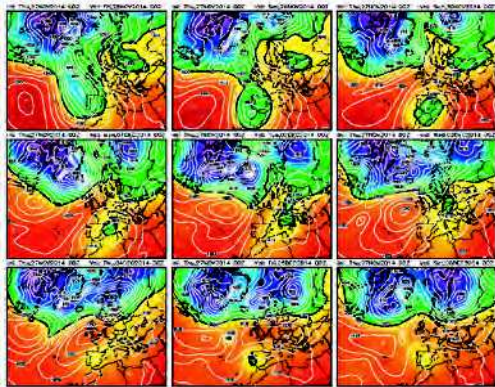
### ► Labilität

Auch die vertikale Luftschichtung (Labilität) ist selbst im Kurzfristbereich ein deutlicher Unsicherheitsfaktor, wenn die Schichtung nur knapp stabil ist und sich eine schleichende Labilisierung einstellt (z.B. durch leicht fallenden Druck, einfließende Höhenkaltluft, leichte Feuchtezufuhr oder einen unerwartet abklingende föhnlige Abtrocknung). Oft sind dann schon kleine, örtliche Einflüsse ausreichend, um den Wettercharakter regional komplett kippen zu lassen.

### Als groben Maßstab für die Prognosegüte kann man festhalten:

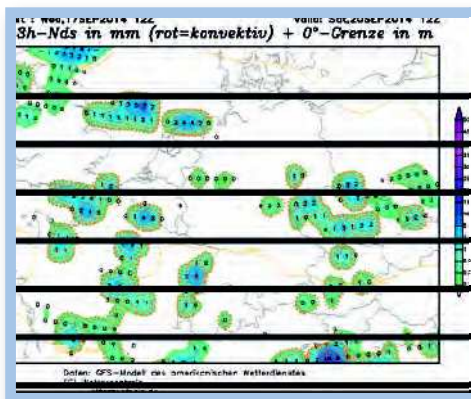
- Bis +24 h sind die Prognosen auch im Detail meist sehr sicher. Verschiebungen im Bereich von +/- 3 Stunden sind eher selten und dann meist im Umfeld von den oben angesprochenen schwer berechenbaren Lagen zu finden.
- Bis 3 Tage sind Frontdurchgänge tageszeitlich gut einschätzbar (z.B. Kaltfront wird in der ersten Tageshälfte erwartet und wird am Abend wieder abziehen ...).
- Bis 5 Tage ist Verlass auf das Eintreffen von markanten Fronten, Hoch- oder Tiefdruckgebieten. Die zeitliche Einordnung des Eintreffens und die Intensität unterliegen aber noch größeren Schwankungen.





- ▶ Bis 7 Tage ist die wahrscheinliche Lage der wetterlenkenden und großräumigen Hochs/Tiefs vorhersagbar, deutliche Verlagerungen oder Sprünge bei der zeitlichen Einordnung und auch bei der Intensität sind noch die Regel. In der Wetterzentrale findet man die gut übersichtlichen 9er-Panels der zwei führenden Wettermodelle (EZMWF und GFS), die sich zusammen mit den jeweils vorhergehenden Modell-Läufen gut eignen, um solche Tendenzen zu erkennen.
- ▶ Im Bereich von 7-10 Tagen sind nur selten verwertbare Aussagen zu treffen. Manchmal lassen sich Trends erkennen, wenn über mehrere Läufe die verschiedenen Wettermodelle (EZMWF und GFS) ähnliche Strukturen der Großwetterlagen errechnen. Somit sind ab und zu mögliche und gravierende Umstellungen der Großwetterlage zu erahnen.

Siehe Artikel Mittelfristwetter, Seite 42 Info 191



## Tipps

- ▶ Sich beim Auswerten der Vorhersagen die Unsicherheiten je nach Wetterlage verdeutlichen (Wettergrenzen, Dynamik, Höhentiefs etc.) und die schwindende Genauigkeit ab 3-4 Tagen nie aus den Augen verlieren.
- ▶ Stärker Textwetterberichte von seriösen Quellen nutzen, denn hier geht deutlich mehr in die Prognose ein, als der rohe Modelloutput. Empfehlungen

**Österreich:** [www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetter-oesterreich](http://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetter-oesterreich)

**Italien (Südtirol):** [www.provinz.bz.it/wetter/suedtirol.asp](http://www.provinz.bz.it/wetter/suedtirol.asp)

**Schweiz:** [www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/detailprognose.html](http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/detailprognose.html)



Österreich



Italien



Schweiz

- ▶ Immer mehrere Wetterquellen/-berichte parallel auswerten. Bei den Modellkarten darauf achten, sich nicht zu verzetteln und sich nur auf Karten stützen, bei denen man sich ihrer Aussagekraft sicher ist. Auch bei den einfachen Ortsprognosen unterschiedliche Wetterportale nutzen, um die Prognosen der führenden Wettermodelle vergleichen zu können.

### Empfehlung Ortsprognosen

Für das GFS-Modell [www.Wetteronline.de](http://www.Wetteronline.de) und für das DWD-Modell [www.wetter.com](http://www.wetter.com) Empfehlung Windprognosen

Speziell bei den im Mittelgebirge und Flachland wichtigen Windprognosen ist ein Vergleich zwischen Windfinder (GFS), der Meteomedia-Meteogramme (ECMWF) und der Prognosen des DWD-Segelflugwetters (COSMO EU-Modell) sinnvoll.

- ▶ Sich die Probleme der Punktprognosen/Ortsprognosen vor Augen halten. Nicht ohne Grund sind die handgemachten Textwetterberichte von Meteorologen mit einem weitaus kürzeren Vorhersagehorizont ausgestattet als die automatisierten Ortsprognosen/Symbolwetterberichte. Bei den automatisierten Vorhersagen wird ohne Rücksicht auf die aktuelle Sinnhaftigkeit der vollständige Vorhersagezeitraum rausgehauen und Unsicherheiten nicht aufgezeigt. Zudem wird von vielen Piloten immer wieder vergessen, dass für das Flugwetter elementare Wetterfaktoren, wie Föhn, Höhenwind und nahe Fronten, in den Ortsprognosen nicht klar abgebildet werden.

- ▶ Als weiteres Beispiel links eine Niederschlagsprognose (Modellrechnung, also keine Radar-Messdaten), die großräumig einzelne Schauer erwartet. Wo diese Schauer/Gewitter aber letztendlich genau fallen, ist selbst von den besten Wettermodellen nicht genau zu sagen. Die errechneten Gebiete mit Schauerneigung sind nur großräumig und tendenziell absteckbar. Automatisierte Vorhersagen nehmen die Schauervorhersage aber eins zu eins auf und geben vermeintlich punktgenau heraus, wo die Sonne dominiert, sowie wann genau wo ein Schauer-/Gewitterregen fallen soll. An solchen Tagen ist die Trefferquote dieser Berichte gering, im Gegensatz zu großräumigen (meist an Fronten gebundenen) Regengebieten.