

Abschattungen im Goms dämpfen die Thermik – die vorhergesagte Anzahl Flugkilometer wird stark davon beeinflusst, ob die Vorhersage auf einem pessimistischen oder optimistischen Ensemble-Member beruht.

Wie «wahrscheinlich» ist eine Wetterprognose?

Text und Fotos | Stephanie Westerhuis

Die Windkarten prognostizieren perfekte Windverhältnisse für eine abendliche Soaring-Session am Hausberg. Gemäss Textprognose sind «einige Schauer möglich». Der Blick auf die Prognose des COSMO-Modells stimmt allerdings optimistisch, dass die westliche Hälfte der Schweiz trocken bleibt (Abb. 1). Drei Stunden später, nach dem Hike & Fly an den Startplatz, sieht die Situation komplett anders aus als erwartet: Wolken sind aufgezogen, in der Ferne ist der herannahende Regen ersichtlich und am Startplatz dominiert Abwind. Der geplante Flug fällt ins Wasser und es folgt ein nasser Abstieg zu Fuss. Der Frust ist gross – sollten heutige Wettermodelle nicht im Stande sein, bessere Prognosen zu liefern?

Chaos mitberechnet

Doch, das tun sie! Seit 2016 betreibt Meteo Schweiz ein Ensemble-Vorhersagesystem, welches sogenannte probabilistische Vorhersagen liefert. Anstatt nur eines einzelnen, deterministischen Modell-Laufes werden gleichzeitig mehrere Modell-Läufe – sogenannte «Member» – gerechnet. Diese Member beruhen auf dem gleichen Modell und unterscheiden sich lediglich im Anfangszustand durch kleine Unterschiede. Damit wird die chaotische Natur des Wetters berücksichtigt: Ein chaotisches System zeichnet sich dadurch aus, dass minimale Unterschiede im Anfangszustand zu einem völlig anderen Szenario in der Zukunft führen können. Das Ergebnis eines Wettermodells ist also stark

Quel est le degré de «probabilité» d'une prévision météo?

Texte et photos | Stephanie Westerhuis

Dans les Conches, les zones d'ombre étouffent les thermiques. Le member – optimiste ou pessimiste – pris en compte au sein de l'ensemble a un impact important sur le nombre de kilomètres prévus pour un cross.

Les cartes de vent prévoient des conditions de vent idéales pour un petit soaring en soirée sur mon site local. Selon le bulletin météo rédigé, «des averses sont possibles». Un coup d'œil sur les prévisions du modèle COSMO laisse cependant espérer que la moitié ouest de la Suisse restera au sec (ill. 1). Trois heures d'ascension plus tard, une fois le déco atteint pour le hike & fly prévu, la situation s'avère bien différente: des nuages sont apparus, on voit au loin la pluie qui se rapproche, et un vent descendant domine sur le terrain de décollage. Le vol tant espéré tombe alors à l'eau, il est remplacé par une redescente à pied sous une grosse averse. Une certaine frustration envahit le pilote trempé: les modèles météo actuels ne devraient-ils pas être capables de livrer de meilleures prévisions?

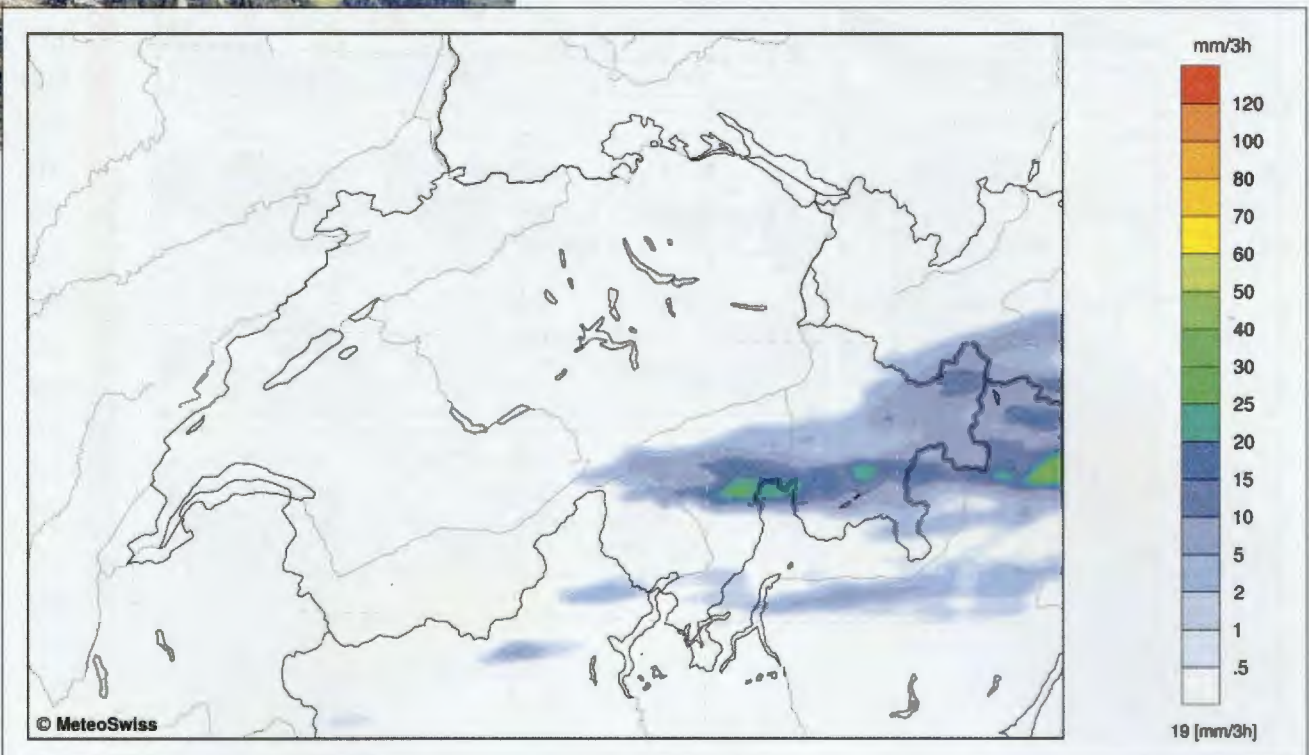


Abb. 1 («3h Sum of Total Precipitation»): Dreistündige Niederschlagssumme am 18. Juli zwischen 15–18 UTC. Dargestellt ist lediglich der Control-Lauf. Ill. 1 («3h Sum of Total Precipitation»): somme des précipitations sur 3 heures le 18 juillet entre 15-18 UTC. Seul le calcul de contrôle est représenté ici.

davon abhängig, von welchem «Start-Wetter» ein Modell-Lauf gestartet wird.

20 Member für ein Ensemble

Es besteht immer eine minimale Unsicherheit über die realen Werte – beispielsweise für die Temperatur. Ein Ensemble umfasst mehrere Member, eines davon startet also von einem Anfangszustand mit zum Beispiel in Interlaken 15,5 °C, ein anderes rechnet mit 16 °C etc. Jedes Member ist gleich wahrscheinlich und zeigt einen möglichen Verlauf des Wetters in der Zukunft auf. Wenn alle Member ähnlich verlaufen, ist das Szenario wahrscheinlich. Wenn sie eine grosse Streuung aufweisen, ist die Vorhersage für diesen Zeitpunkt noch sehr unsicher. In solchen Fällen ist auf eine einzelne, deterministische Prognose wenig Verlass. Dies war der Fall am 18. Juli, dargestellt in Abbildung 2: Die Niederschlagssummen von 15–18 UTC, prognostiziert von allen Mitgliedern des COSMO-2E, fallen sehr unterschiedlich aus. Die erste Grafik oben links stellt den «ungestörten» Control-Lauf dar, welcher auch in Abbildung 1 dargestellt ist. Schnell ist ersichtlich: Die 20 weiteren Member des Ensembles zeigen teilweise komplett andere Szenarien auf. Diese Ensemble-Member-Grafiken sind neu auf der SHV-Website verfügbar und helfen, auf einen Blick zu erkennen, wie gross die Streuung des Ensembles ist.

Wahrscheinlichkeiten

Ensembles umfassen sehr viele Informationen und es ist eine Herausforderung, in einer angemessenen Zeit die fürs Fliegen relevanten Fragestellungen zu beantworten. Wer sich nicht in erster Linie dafür interessiert, wann und wie viel, sondern ob es überhaupt regnen wird an einem bestimmten Tag, macht sich am besten eine weitere Darstellung zu Nutze. In Abbildung 3 wird die Niederschlags-Wahrscheinlichkeit für vier unterschiedliche Zeiträume (Nacht, Vormittag, Nachmittag, Abend) in einer einzelnen Grafik zusammengefasst. Die Datengrundlage ist dabei genau die gleiche wie bei Abbildung 2. Die «Wahrscheinlichkeit für 1 mm Niederschlag während 6 Stunden» wird bestimmt durch die Anzahl der Ensemble-Member, welche diesen (sehr tiefen) Schwellenwert erreichen. Als Beispiel: Prognostizieren während des Nachmittags für einen bestimmten Ort fünf Member zwischen 1 mm und 5 mm Niederschlag, und die restlichen 15 Member prognostizieren weniger als 1 mm oder gar keinen Niederschlag, leitet man daraus eine Niederschlags-Wahrscheinlichkeit von 25% ab.

Wie lange scheint die Sonne?

Zusätzlich zu den Ensemble-Member-Grafiken für dreistündigen Niederschlag sind neu auch die äquivalenten Grafiken für die 24-stündige Sonnenscheindauer verfügbar. Bei generell

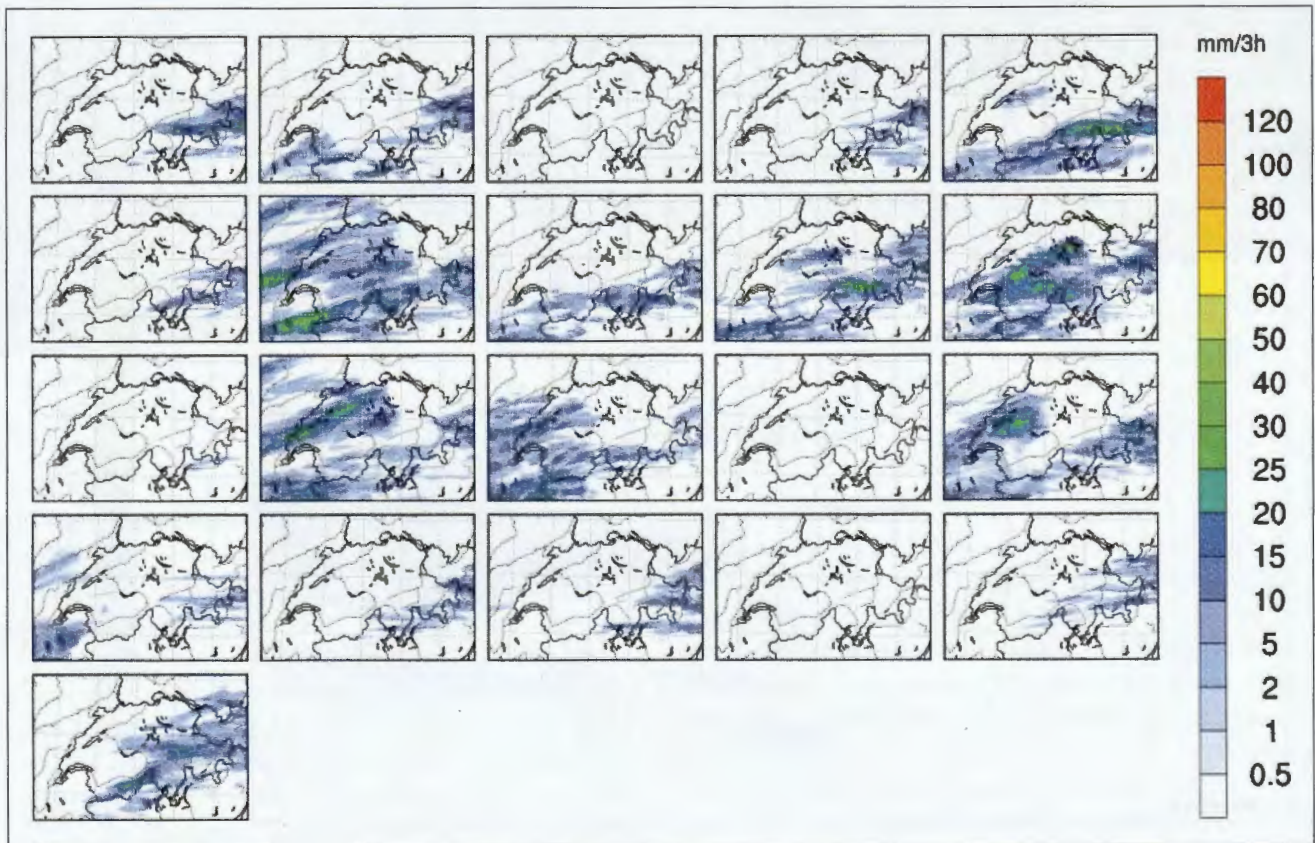


Abb. 2 («3h Sum of Total Precipitation»): Dreistündige Niederschlagssumme am 18. Juli zwischen 15 – 18 UTC. Dargestellt ist der Control-Lauf oben links und die restlichen 20 Ensemble-Member. Ill. 2 («3h Sum of Total Precipitation»): somme des précipitations sur 3 heures le 18 juillet entre 15-18 UTC. Le calcul de contrôle est représenté en haut à gauche, au-dessus des 20 autres member de l'ensemble.

Chaos inclus

C'est bel et bien ce qu'ils font! Depuis 2016, MétéoSuisse utilise un système de prévisions d'ensemble qui livre ce qu'on appelle des prévisions probabilistes. Au lieu d'un seul calcul de modèle déterministe, plusieurs calculs de modèle – appelés «member» – sont effectués. Ces member s'appuient sur le même modèle et se distinguent uniquement par des conditions initiales présentant de très faibles différences. La nature chaotique de la météo est ainsi prise en compte: un système chaotique se caractérise par le fait que des conditions initiales aux différences infimes peuvent entraîner un scénario totalement différent dans le futur. Les résultats livrés par un modèle météo dépendent ainsi grandement de la «météo de départ» à l'origine du calcul de ce modèle.

20 member pour un ensemble

Un doute minimal subsiste toujours quant aux valeurs réelles, comme la température. Un ensemble comprend donc plusieurs member: l'un d'eux part d'une température de 15,5 °C à Inter-laken, par exemple, un autre calcule à partir de 16 °C, etc. Chaque member est alors probable et révèle une évolution possible de la météo dans le futur. Lorsque tous les member indiquent une évolution similaire, le scénario s'avère probable. En cas de dispersion importante, les prévisions pour la période en question restent très incertaines, une seule

prévision déterministe s'avère donc peu fiable. Ce fut le cas le 18 juillet (ill. 2): les sommes des précipitations de 15-18 UTC prévues par tous les member du modèle COSMO-2E sont très différentes. Le premier graphique, en haut à gauche, indique le calcul de contrôle «non perturbé» représenté dans l'illustration 1. On s'aperçoit vite que les 20 autres member de l'ensemble proposent des scénarios en partie très différents. Ces graphiques représentant les member de l'ensemble sont désormais disponibles sur le site Web de la FSVL et permettent de visualiser l'importance de la dispersion de l'ensemble.

Probabilités

Les ensembles prennent en compte de très nombreuses informations, répondre à des questions relatives au vol libre dans un délai adapté reste donc un défi. Quiconque ne cherche pas d'abord à savoir quand et combien il va pleuvoir, mais s'il va effectivement pleuvoir un jour précis, peut se servir d'une autre représentation. L'illustration 3 regroupe la probabilité de précipitations pour quatre périodes différentes (nuit, matin, après-midi, soir) dans un seul graphique. En l'occurrence, les données de base sont exactement les mêmes que dans l'illustration 2. La «probabilité d'1 mm de précipitations sur 6 heures» est déterminée par le nombre de member de l'ensemble qui atteignent cette valeur-seuil (très basse). Exemple: lorsque cinq member prévoient 1 à 5 mm de précipitations à

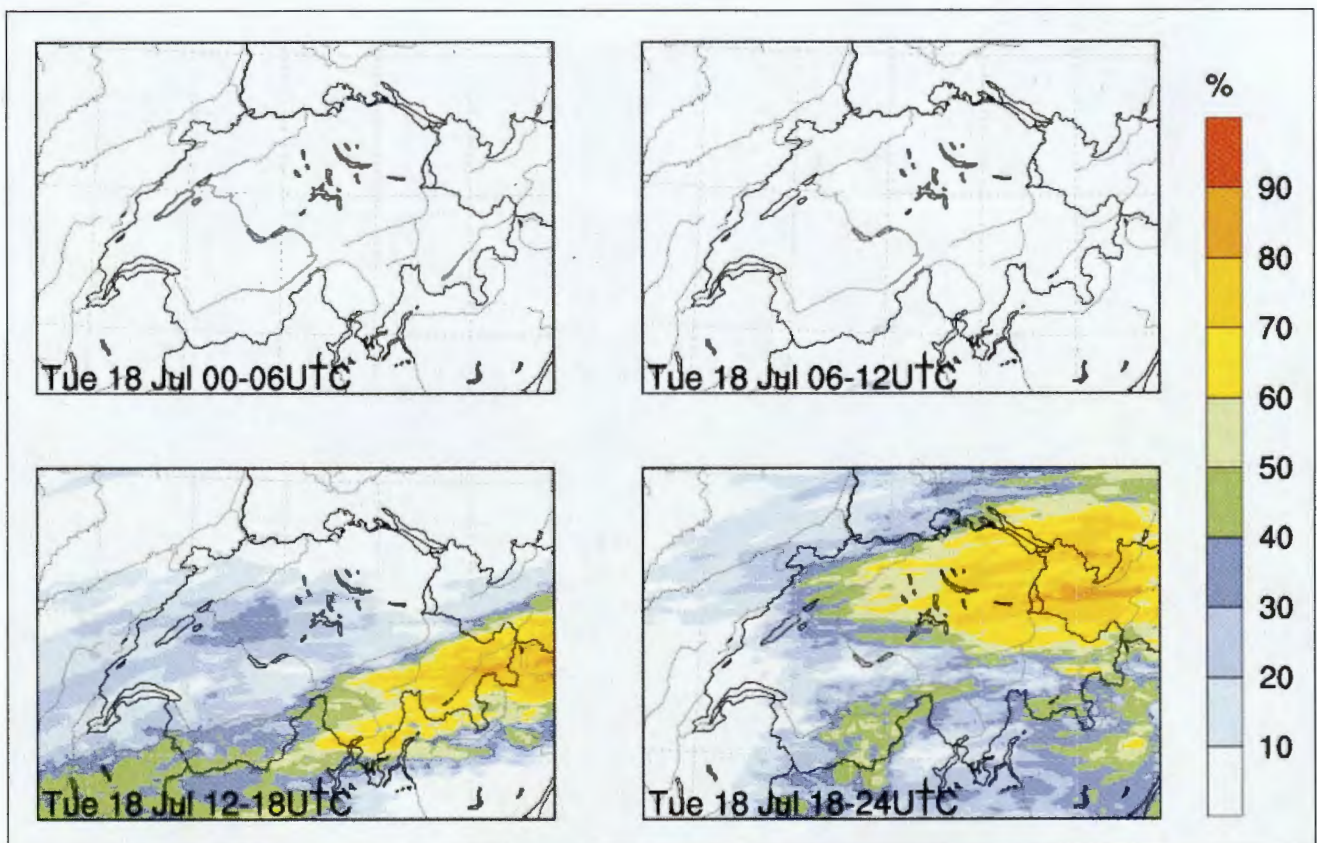


Abb. 3 («6h Sum of Total Precipitation > 1mm/6h»): Niederschlags-Wahrscheinlichkeit (> 1 mm) für den 18. Juli in der Nacht, am Vormittag, Nachmittag, und am Abend. Ill. 3 («6h Sum of Total Precipitation > 1mm/6h»): probabilité de précipitations (> 1 mm) pour le 18 juillet dans la nuit, le matin, l'après-midi et le soir.

trockenen Verhältnissen ist neben dem Wind die Sonneneinstrahlung der entscheidende Faktor, wie gut geflogen wird. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel, wo die prognostizierte Sonnenscheindauer für den darauffolgenden Tag stark variiert. In so einem Fall passiert es schnell, dass man einen guten Flugtag zu früh abschreibt, weil man sich lediglich auf die prognostizierte Anzahl Flugkilometer verlässt, welche eventuell auf einem pessimistischen Member beruht.

Bei der Interpretation von Ensemble-Vorhersagen sollte Folgendes beachtet werden: Ensembles werden so konstruiert, dass sie eine möglichst realistische Streuung aufweisen. Allerdings ist diese oft in den ersten Vorhersagestunden zu klein und es kann sein, dass es zum Beispiel regnen kann, obwohl alle Member trockene Verhältnisse prognostizieren.



Zur Website
SHV-Meteo

GLOSSAR

- **Deterministisch vs. probabilistisch:** Eine deterministische Vorhersage bildet ein einzelnes Szenario ab («es wird 3 mm regnen»). Eine probabilistische Vorhersage berücksichtigt Wahrscheinlichkeiten («mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 % wird es mehr als 2 mm regnen»).
- **Ensemble und Member:** Ein Ensemble umfasst mehrere Modell-Läufe (= Member), welche von leicht unterschiedlichen Anfangszuständen gestartet werden.
- **Control-Lauf:** Der Control-Lauf ist «ungestört», während die Anfangszustände der restlichen Ensemble-Member leicht verändert werden. Vor der Einführung von Ensembles war dies der einzige Modell-Lauf, heutzutage ist er sozusagen «Member 0».



Niederschlagszellen über dem Mittelland. Solche werden von deterministischen Vorhersagen besonders schlecht erfasst. Ein Blick auf die probabilistischen Modelle lohnt sich. Cellules de précipitations au-dessus du Plateau suisse, particulièrement mal représentées par les prévisions déterministes. Un coup d'œil aux modèles probabilistes vaut la peine.

un certain endroit dans l'après-midi tandis que les 15 autres prévoient moins d'1 mm ou pas de précipitations du tout, la probabilité de précipitations s'élève à 25 %.

Durée d'ensoleillement

En plus des graphiques des member de l'ensemble pour des précipitations sur trois heures, des graphiques équivalents sont disponibles pour la durée d'ensoleillement sur 24 heures. Dans des conditions globalement sèches et en plus du vent, la durée d'ensoleillement joue un rôle es-sentiel pour réaliser de bons vols. L'illustration 4, par exemple, montre une durée d'ensoleillement prévue très variable pour le lendemain. Dans un tel cas, un pilote pourrait renoncer trop tôt à une bonne journée de vol en se référant uniquement aux distances de vol prévues générées par un member pessimiste.

Lorsqu'il s'agit d'interpréter des prévisions d'ensemble, il faut garder à l'esprit que ces ensembles sont construits de manière à présenter une dispersion la plus réaliste possible.

Au cours des premières heures de prévision, celle-ci s'avère souvent trop faible, il se peut donc qu'il pleuve alors que tous les member prévoient un temps sec.

GLOSSAR

- **Déterministe vs probabiliste:** une prévision déterministe indique un scénario unique («Il pleuvra 3 mm»). Une prévision probabiliste prend en compte des probabilités («La probabilité que les précipitations atteignent plus de 2 mm est de 80 %»).
- **Ensemble et member:** un ensemble comprend plusieurs calculs de modèle (= member) effectués sur la base de conditions initiales légèrement différentes..
- **Calcul de contrôle:** ce calcul ne subit aucune perturbation tandis que les conditions initiales des autres member de l'ensemble sont légèrement modifiées. Avant l'introduction des ensembles, il s'agissait du seul calcul du modèle; il constitue aujourd'hui en quelque sorte le «member 0».



Lien vers le site
Météo de la FSVL

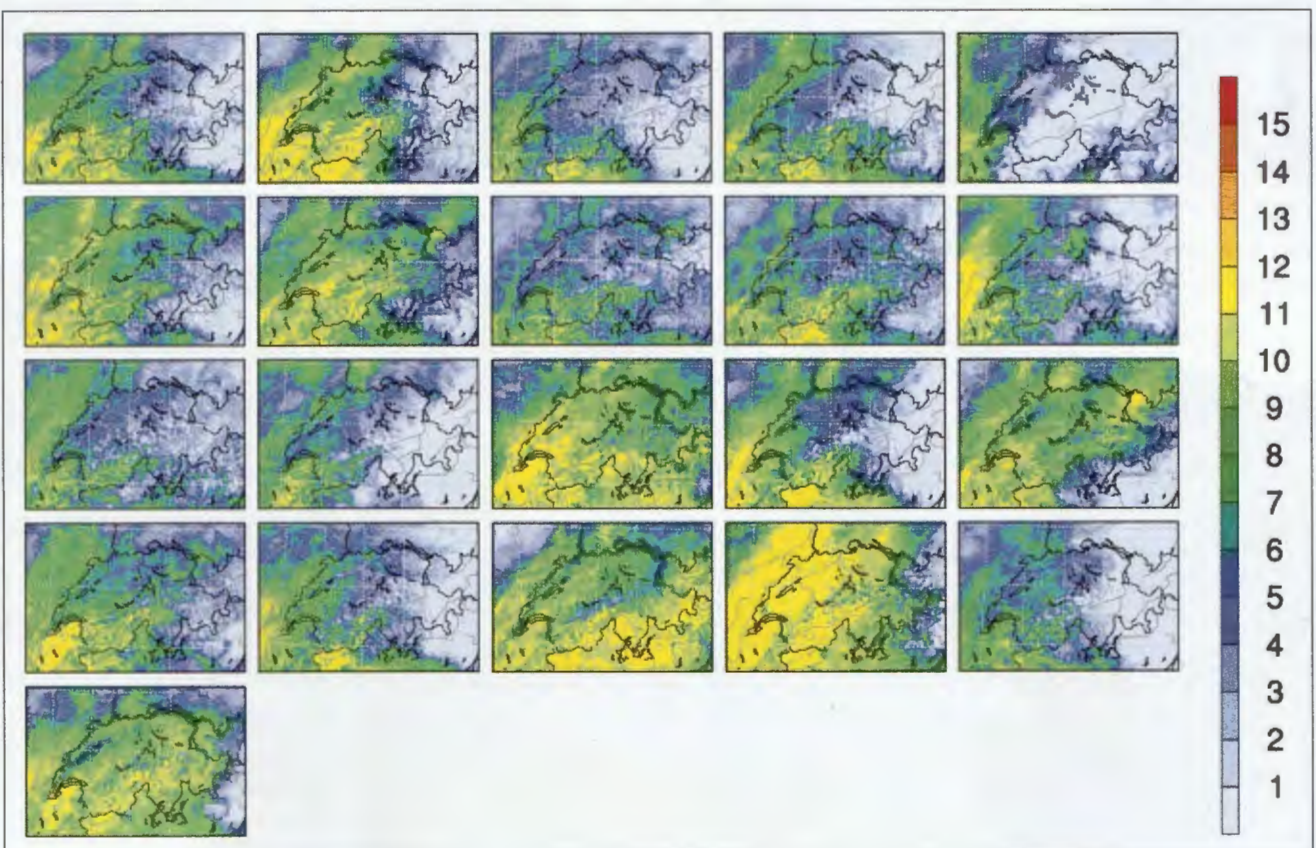


Abb. 4 («24h Cumulated Sunshine Duration»): 24-stündige Sonnenscheindauer am 30. August. Dargestellt ist das komplette Ensemble. III. 4 («24h Cumulated Sunshine Duration»): durée d'ensoleillement sur 24 heures le 30 août. L'ensemble complet est représenté ici.