

# Flugwetterseminar

„Funktionen und Möglichkeiten der  
Flugwetter-App“

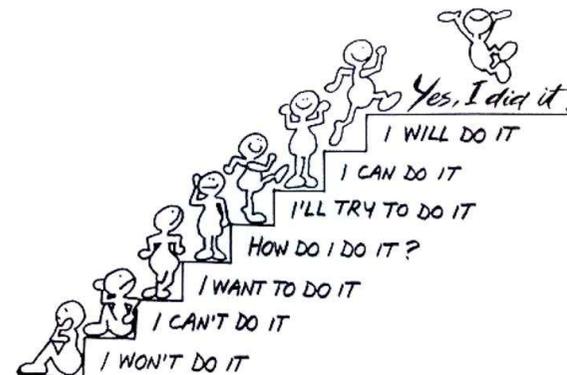
15.05.2025



## Funktionen und Möglichkeiten der Flugwetter-App

- Vorhersagemodelle
- Prognosekarten (Checkliste)
  - Bewölkung & Wetter, Temperatur, Wind Turbulenz, Vereisung, Konvektion...
  - Cross-Sections, Meteogramme
- Textvorhersagen / Karten / TAF
  - TAF
  - Low-Level-SWC
  - GAFOR
  - Flugwetterübersicht
- Beobachtungen
  - METAR / SYNOP
  - Radar
  - Satellit
  - Webcams

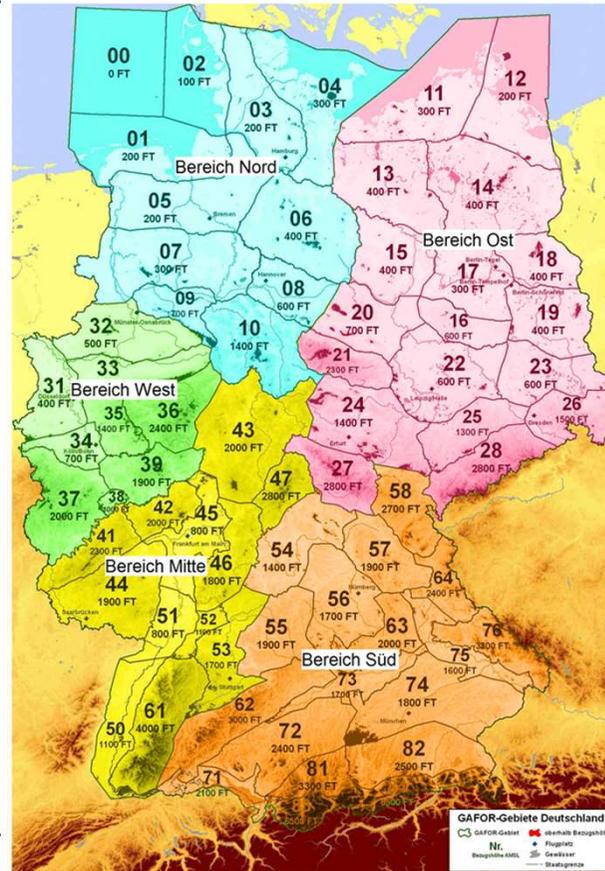
**Ziel:**  
Vor dem Abflug wissen, welche  
Wetterbedingungen mich  
erwarten



# Wer? Wo? Was? Wie?



- Wer bin ich?
- Wo arbeite ich?



- VFR / IFR?
- Freizeit- / Berufspilot?
- Region?

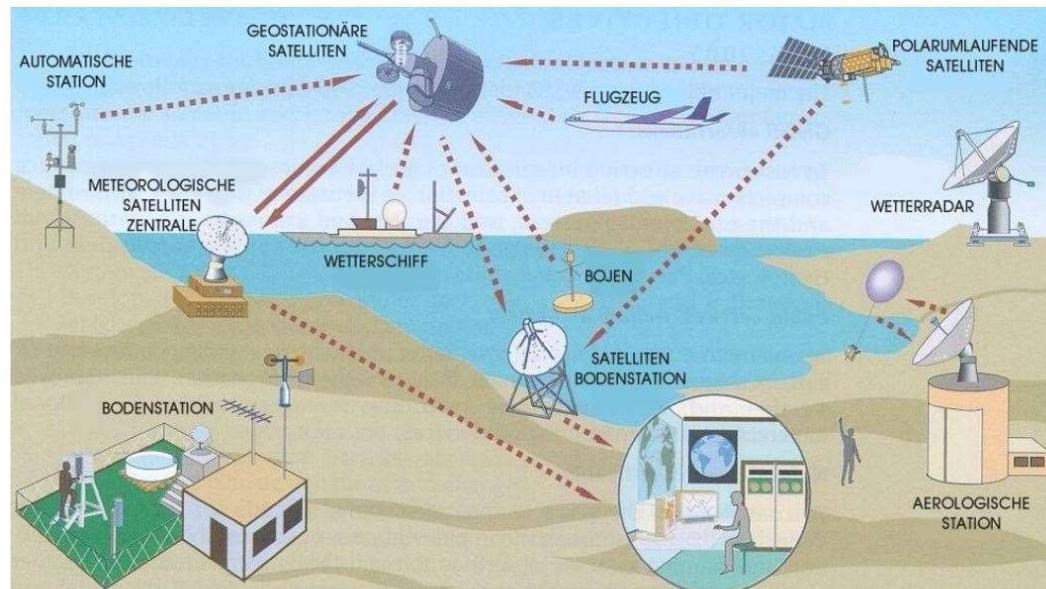


- 
- Während der Vorträge das Mikrofon ausschalten (Hintergrundgeräusche)
  - Fragen direkt stellen oder im Anschluss an das jeweilige Thema
  - Die Unterlagen werden per Download-Link Anfang kommender Woche bereitgestellt. Der Link ist für ein Woche aktiv.



## Vorhersagmodelle

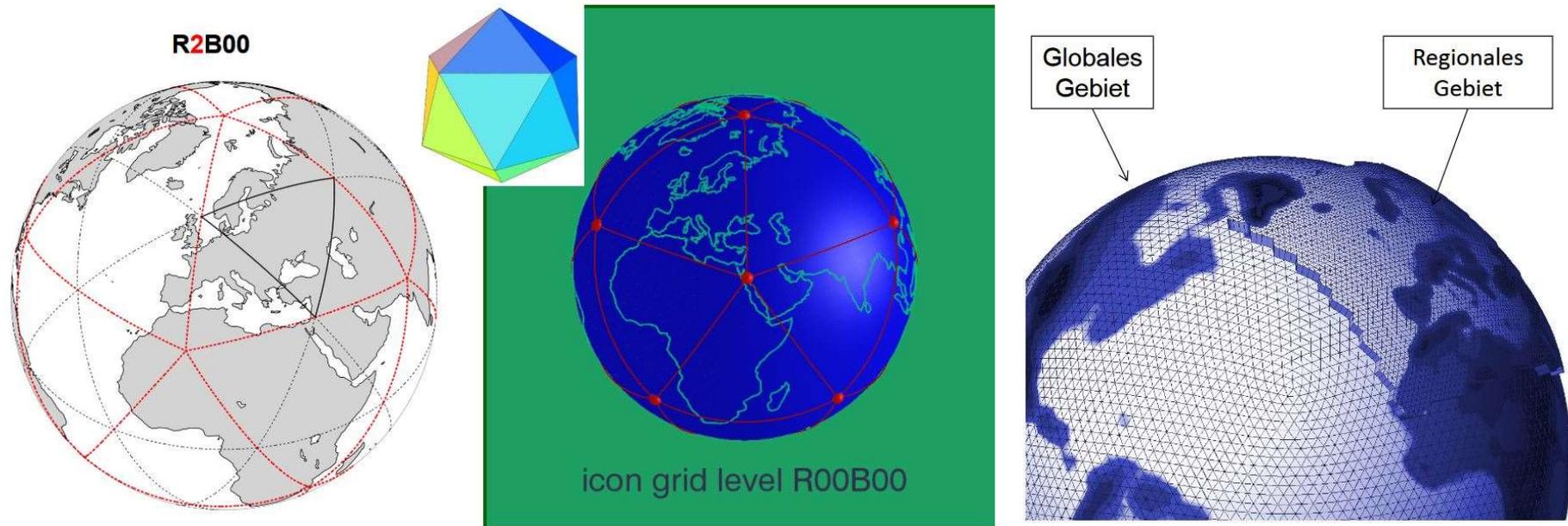
- Zu Beginn jeder Wettervorhersage steht die Wetterbeobachtung
- Der Istzustand der Atmosphäre muss möglichst genau erfasst werden



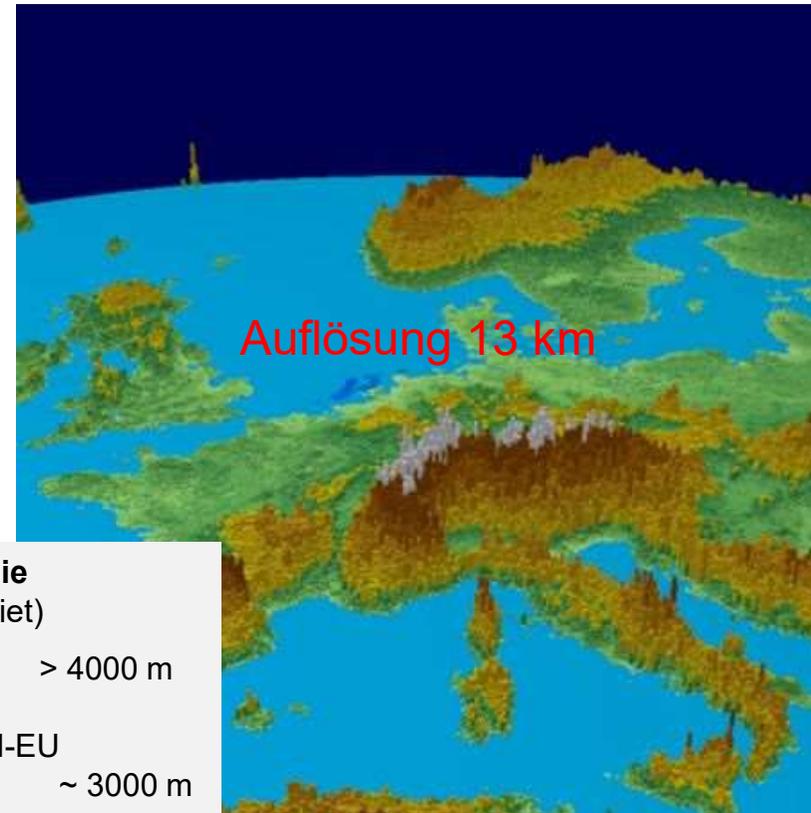
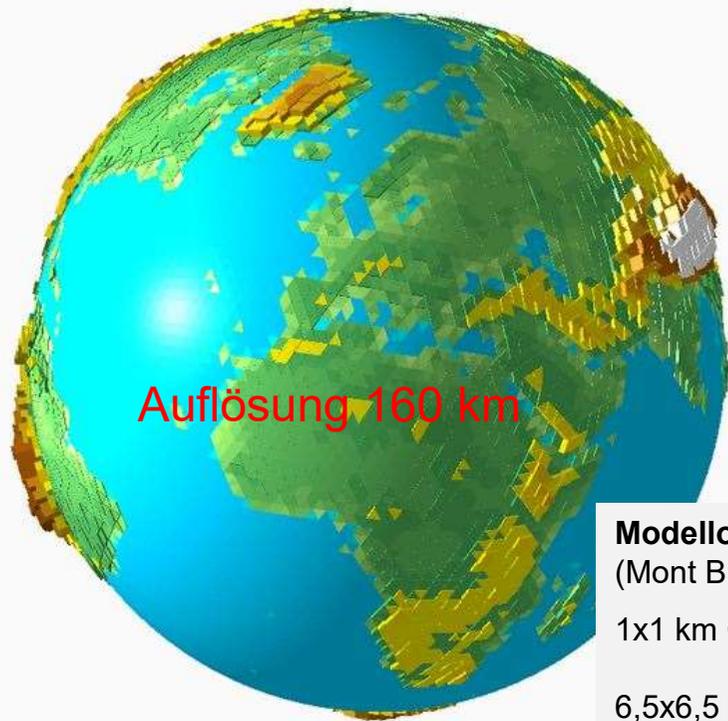
<http://www.wmo-sat.info/oscar/observingrequirements>



## Gittergenerierung basiert auf dem Ikosaeder



# Vorhersagmodelle



**Modellorographie**  
(Mont Blanc Gebiet)

1x1 km Gitter	> 4000 m
6,5x6,5 km ICON-EU (42 km <sup>2</sup> )	~ 3000 m



## ➤ Voll-kompressible nichthydrostatische Gleichungen (Navier-Stokes Gleichungen)

$$\partial_t v_n + (\zeta + f) v_t + \partial_n K + w \partial_z v_n = -c_{pd} \theta_v \partial_n \pi \quad \text{Normalgeschwindigkeit}$$

$$\partial_t w + \vec{v}_h \cdot \nabla w + w \partial_z w = -c_{pd} \theta_v \partial_z \pi - g \quad \text{Vertikalgeschwindigkeit}$$

$$\partial_t \rho + \nabla \cdot (\vec{v} \rho) = 0 \quad \text{Dichte der Luft}$$

$$\partial_t (\rho \theta_v) + \nabla \cdot (\vec{v} \rho \theta_v) = 0 \quad \text{Virtuelle potentielle Temperatur}$$

$(v_n, w, \rho, \theta_v : \text{ prognostische Variablen } )$

Sowie prognostische Gleichungen für Wasserdampf, Wolkenwasser und –eis, Regen, Schnee und TKE.



## Vorhersagmodelle



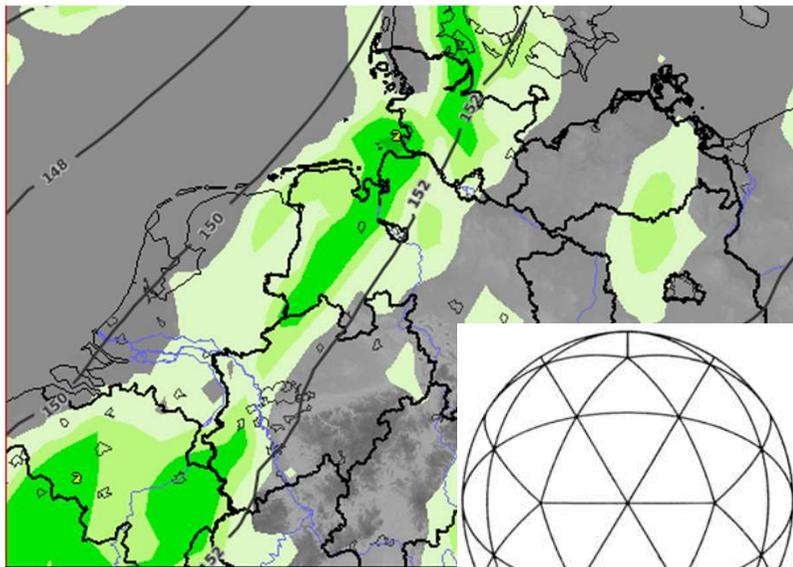
Großrechner  
des DWD in  
Offenbach

....und das  
Wetter wird in  
die Zukunft  
gerechnet....

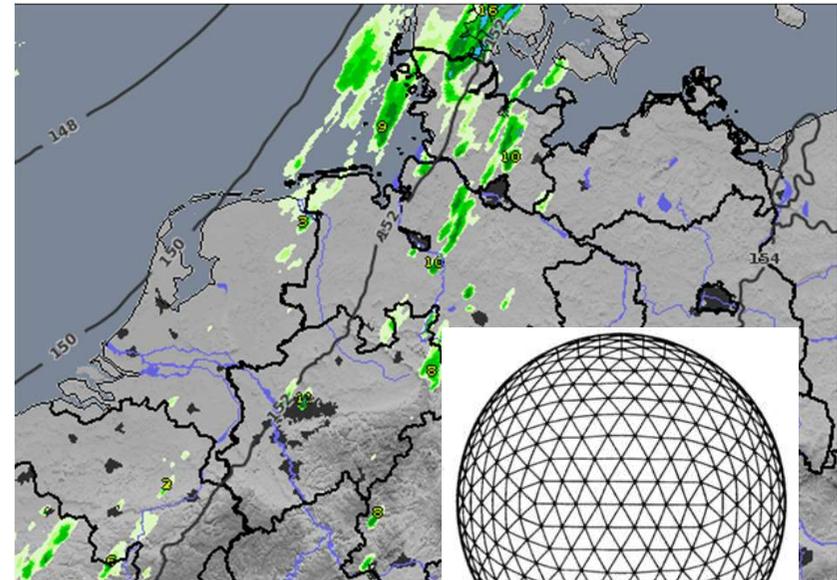


# Vorhersagmodelle

Je kleiner die Maschenweite, desto detaillierter kann das Wettervorhersagemodell den Erdboden und atmosphärische Strukturen erfassen.



Globalmodell



Lokalmodell



## Deutsche Modellkette

ICON: Maschenweite: 13 km (bis 168 h, alle 6h neu, 00z, 06z,12z,18z)

ICON-EU (NEST): Maschenweite 6,5 km (bis 120 h, alle 6h neu, 00z, 06z,12z,18z)

ICON-D2: Maschenweite 2,2 km (bis 48 h, alle 3h neu, 00z,03z,06z.....)

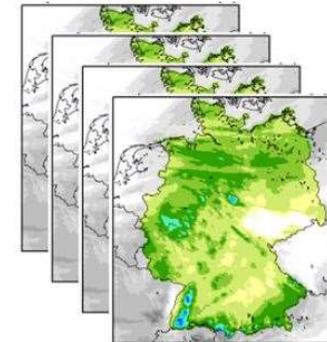
ICON-D2 RUC: Maschenweite ca. 2 km (bis 14 h, jede Stunde neu)

## Externe Modelle (Beispiele)

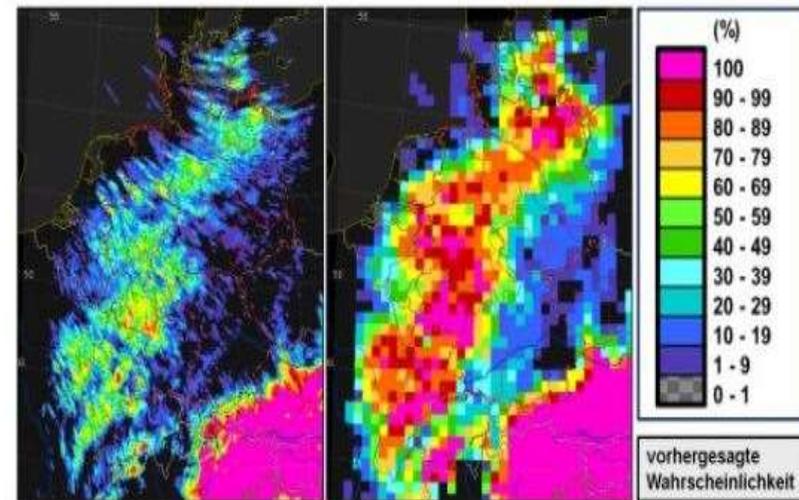
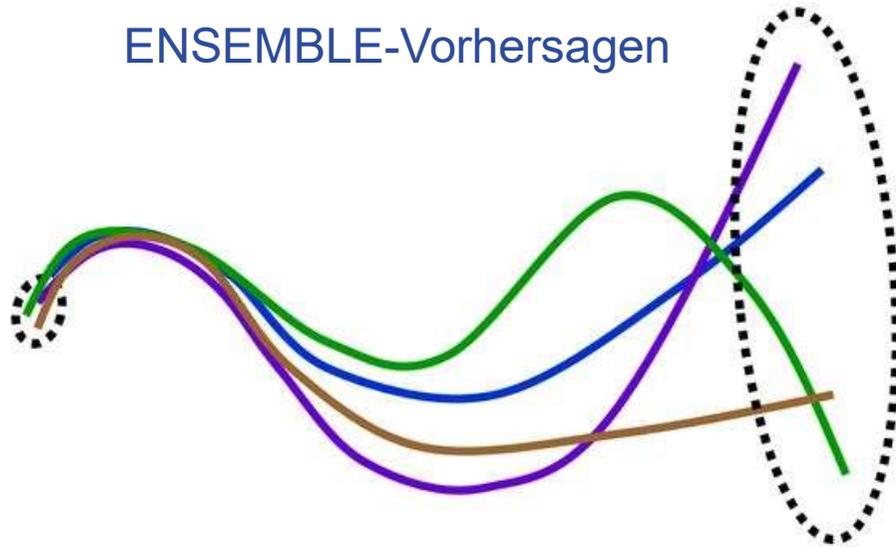
ECMWF: Maschenweite 9 km (bis 240 h, alle 12h neu, 00z und 12z)

GFS: Maschenweite 23 km (bis 384 h)

AROME-HD: Maschenweite 1 km (bis 42h)



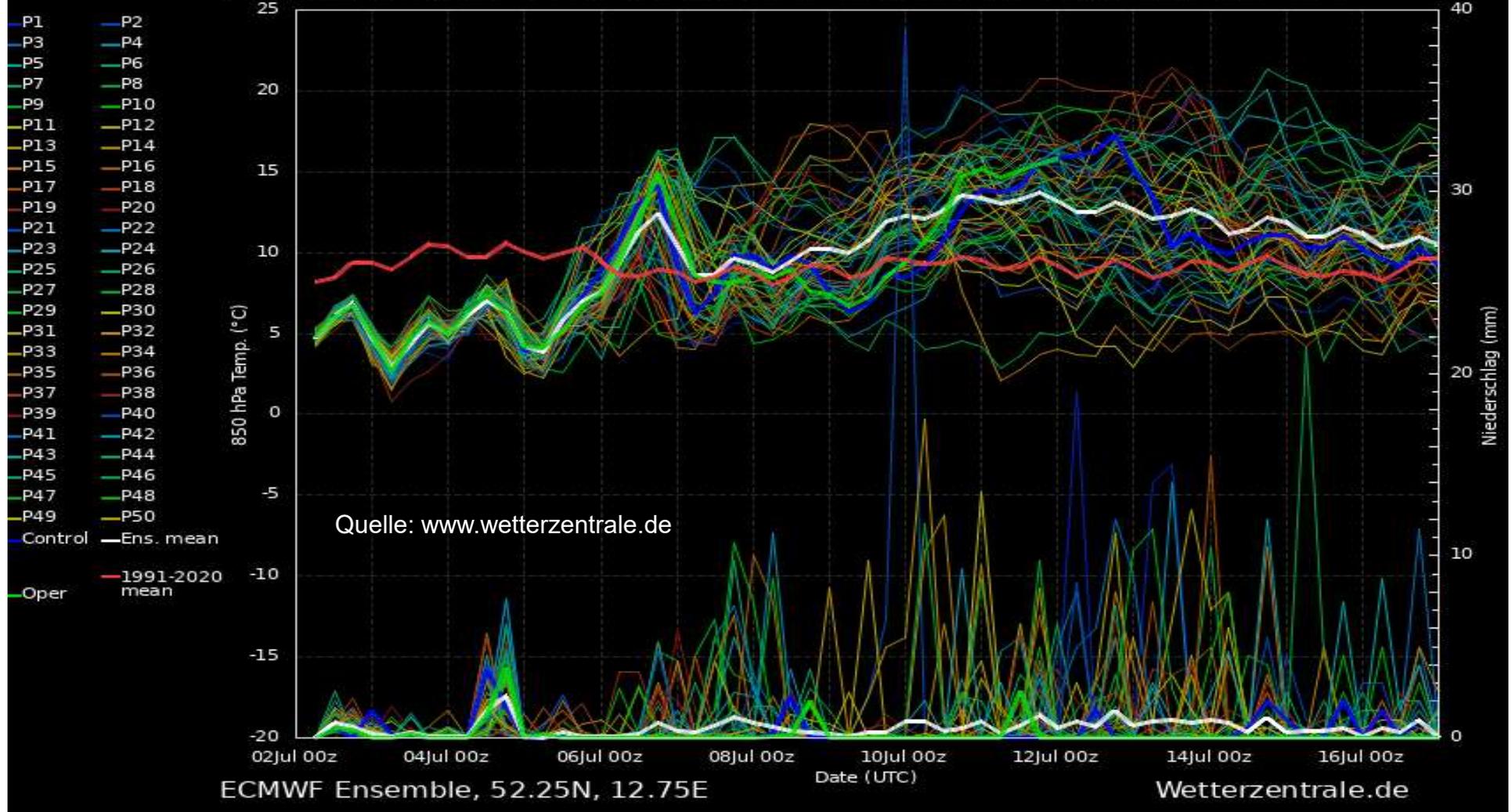
## ENSEMBLE-Vorhersagen



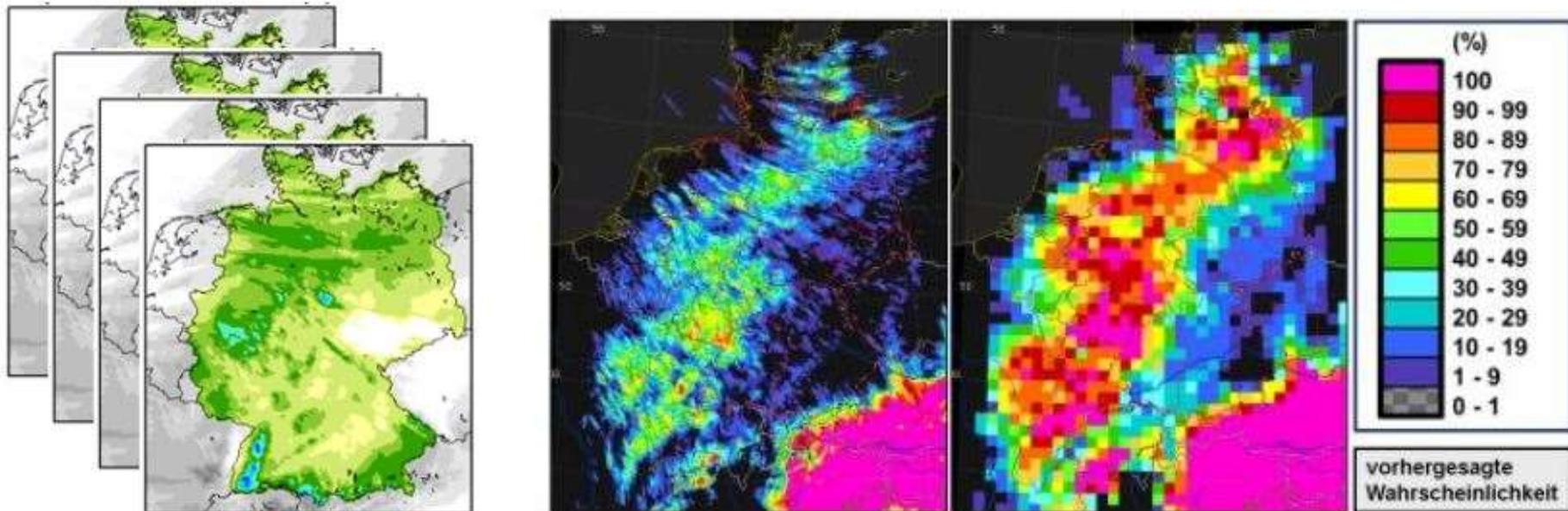
- Für die perfekte Wettersvorhersage müsste der Anfangszustand der Atmosphäre exakt erfasst und die nachfolgend ablaufenden Prozesse genauestens bekannt und berechnet werden können. In der Realität ist dies nur näherungsweise möglich
- Eine Verbesserung dieser Problematik ist die Ensemblevorhersage
- Diese Methode stützt sich nicht nur auf eine einzige Vorhersage, sondern auf ein ganzes Ensemble mit verschiedenen Vorhersageszenarien, den Ensemble-Membren
- Jedes Member basiert auf einen jeweils minimal veränderten Anfangszustand



# Linthe 14822 (DE) 850 hPa Temp. & Niederschlag | Tue, 02Jul2024 00Z



- Aus den Ensemble-Membren werden Wahrscheinlichkeiten errechnet



ICON-D2-EPS, ICON-EPS



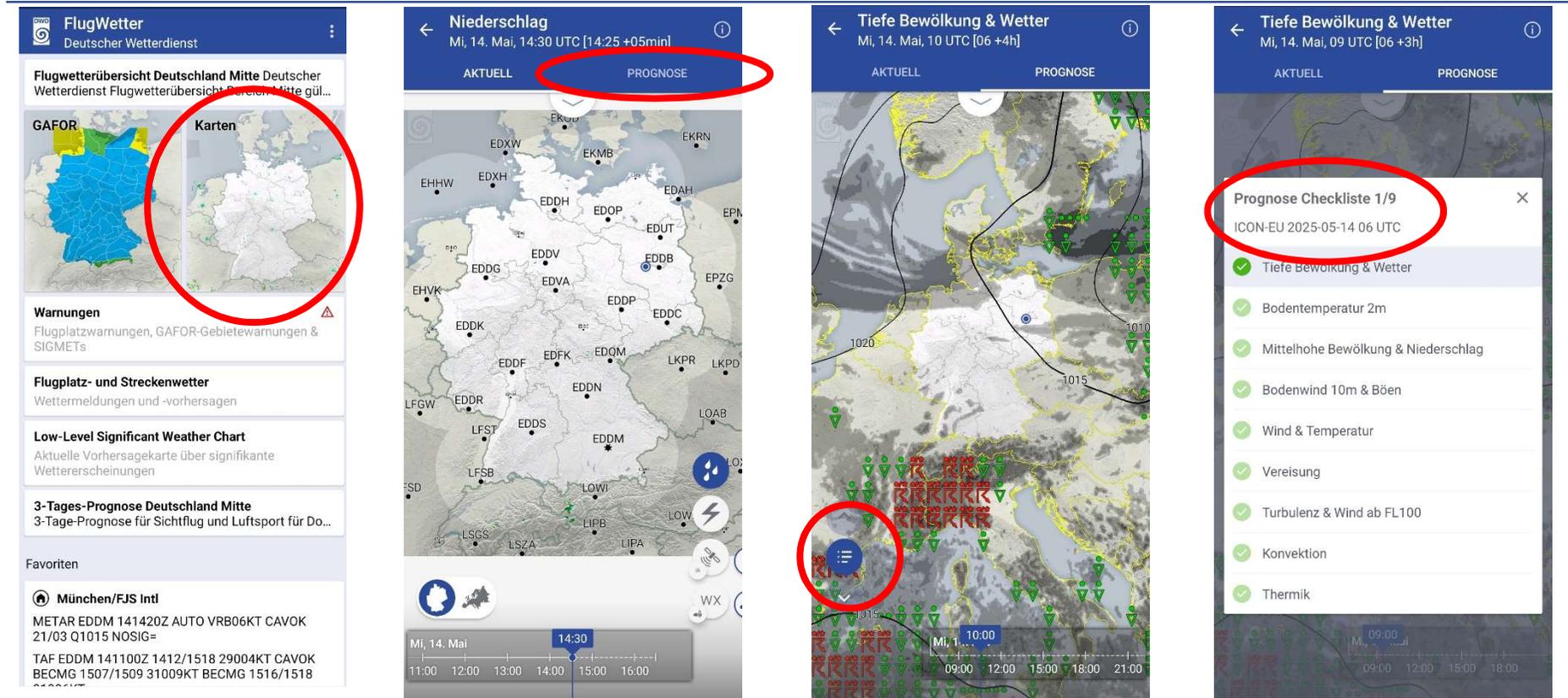
---

### Probleme der Wetterprognose

- Wetterprognosen lassen sich aufgrund der chaotischen Natur des Wetters nicht mit 100%iger Genauigkeit in die Zukunft berechnen!
- Verschiedene Wettermodelle lösen die Prognosegleichungen unterschiedlich!
- Daher: Vorhersagen **immer kritisch hinterfragen!**
- Zeitliche und räumliche Zuordnung der vorhergesagten Phänomene immer **mit Spielraum betrachten!**



# Prognosekarten

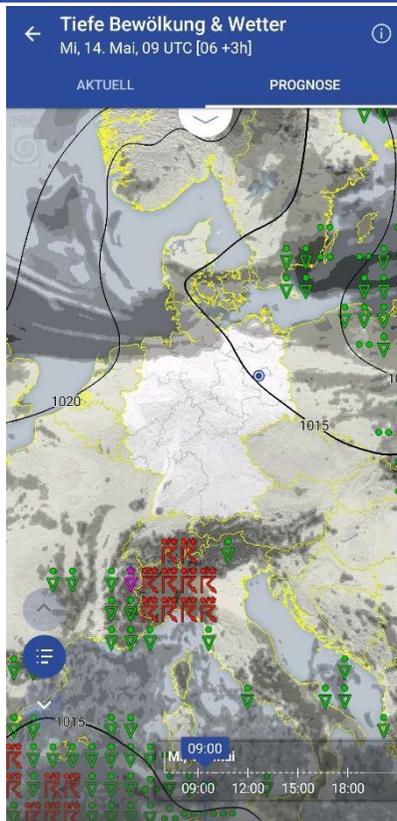


The image displays four screenshots from the DWD mobile application, illustrating various weather forecast features:

- FlugWetter (Flight Weather Overview):** Shows a map of Germany with a red circle highlighting the 'Karten' (Maps) section. Below the map, there are sections for 'Warnungen' (Warnings), 'Flugplatz- und Streckenwetter' (Airport and Route Weather), 'Low-Level Significant Weather Chart', and '3-Tages-Prognose Deutschland Mitte' (3-Day Forecast for Central Germany). A 'Favoriten' (Favorites) section lists 'München/FJS Intl' with associated METAR and TAF data.
- Niederschlag (Precipitation):** Shows a map of Europe with a red circle highlighting the 'PROGNOSE' (Forecast) tab. The map displays precipitation intensity over time, with a timeline at the bottom for 'Mi, 14. Mai' from 11:00 to 16:00.
- Tiefe Bewölkung & Wetter (Cloud Depth & Weather):** Shows a map of Europe with a red circle highlighting a menu icon. The map displays cloud depth and weather conditions over time, with a timeline at the bottom for 'Mi, 14. Mai' from 09:00 to 21:00.
- Prognose Checkliste 1/9 (Forecast Checklist 1/9):** Shows a checklist of forecast items, all marked with green checkmarks. The items are: 'Tiefe Bewölkung & Wetter', 'Bodentemperatur 2m', 'Mittelhohe Bewölkung & Niederschlag', 'Bodenwind 10m & Böen', 'Wind & Temperatur', 'Vereisung', 'Turbulenz & Wind ab FL100', 'Konvektion', and 'Thermik'. A red circle highlights the 'Prognose Checkliste 1/9' header.



# Prognosekarte 1/9 Tiefe Bewölkung & Wetter



Bodendruck hPa

1015 Isobaren

Niedrige Bewölkung (Erdboden - FL70)



Tiefe Bewölkung bezieht sich auf einen Höhenbereich zwischen Boden und 800 hPa (FL070, ca. 2 km)



# Exkurs: Bedeckungsgrad

## Gesamtbedeckungsgrad

- FEW = 1-2/8
- SCT = 3-4/8
- **BKN = 5-7/8**
- **OVC = 8/8**

Achtel	METAR
0 - <1	CLR
1 - <2	FEW
2 - <3	
3 - <4	SCT
4 - <5	
5 - <6	BKN
6 - <7	
7 - 8	BKN / OVC



# Prognosekarten 2/9 Bodentemperatur 2m

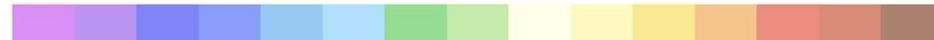


Bodendruck hPa

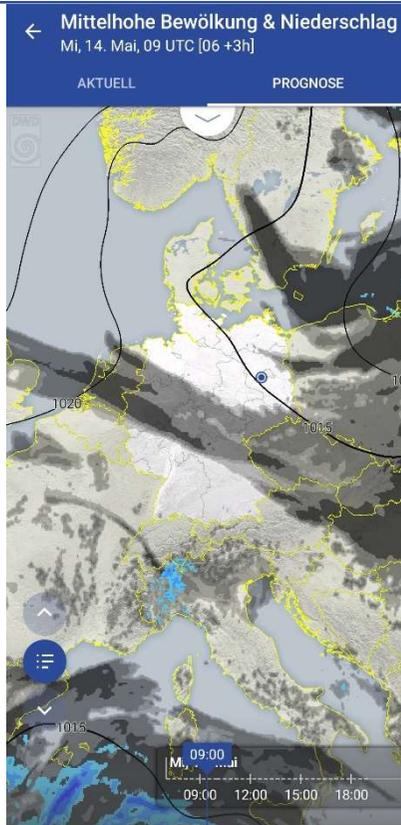
1015 Isobaren

Bodentemperatur 2m °C

≤-30 -20 -10 0 10 20 30 ≥40



# Prognosekarten 3/9 Mittelhohe Bewölkung & Niederschlag



Bodendruck hPa

1015 Isobaren

Mittelhohe Bewölkung (FL70 – FL240)



Niederschlag

☂ Schneereggen ☂ Schnee

0,5 1 2 5 10 25 ≥50 l/m<sup>2</sup>



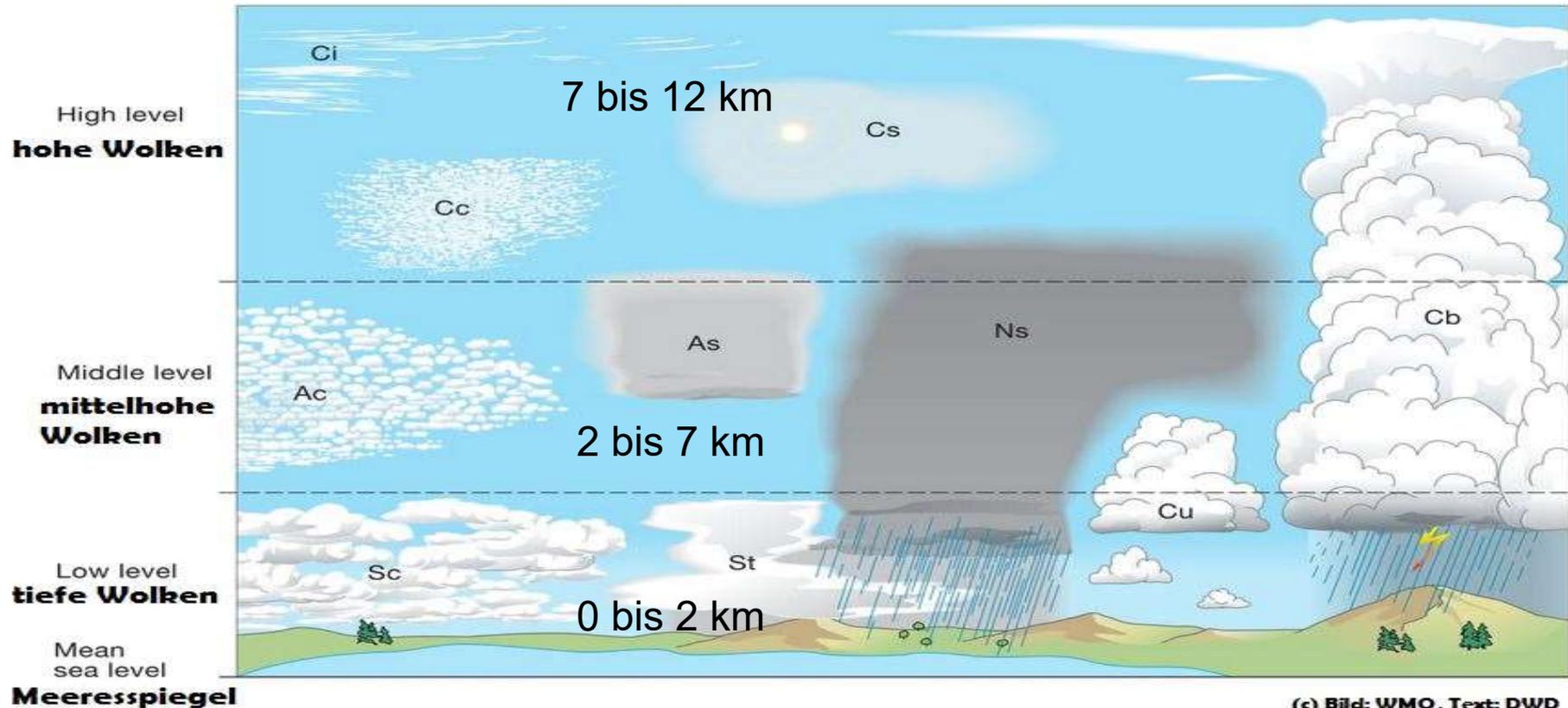
Mittelhohe Bewölkung bezieht sich auf einen Höhenbereich zwischen 800 hPa (FL070, ca. 2 km) und 400 hPa (FL240, ca. 7 km)





Exkurs: Wolkenkunde  
(Eiswolken, Wasserwolken, Mischwolken)

## Wolkenstockwerke (Familien) und Wolkengattungen



**Ci - Cirrus**

**Cc - Cirrocumulus**

**Cs - Cirrostratus**

**Ac - Altostratus**

**As - Altostratus**

**Ns - Nimbostratus**

**Sc - Stratocumulus**

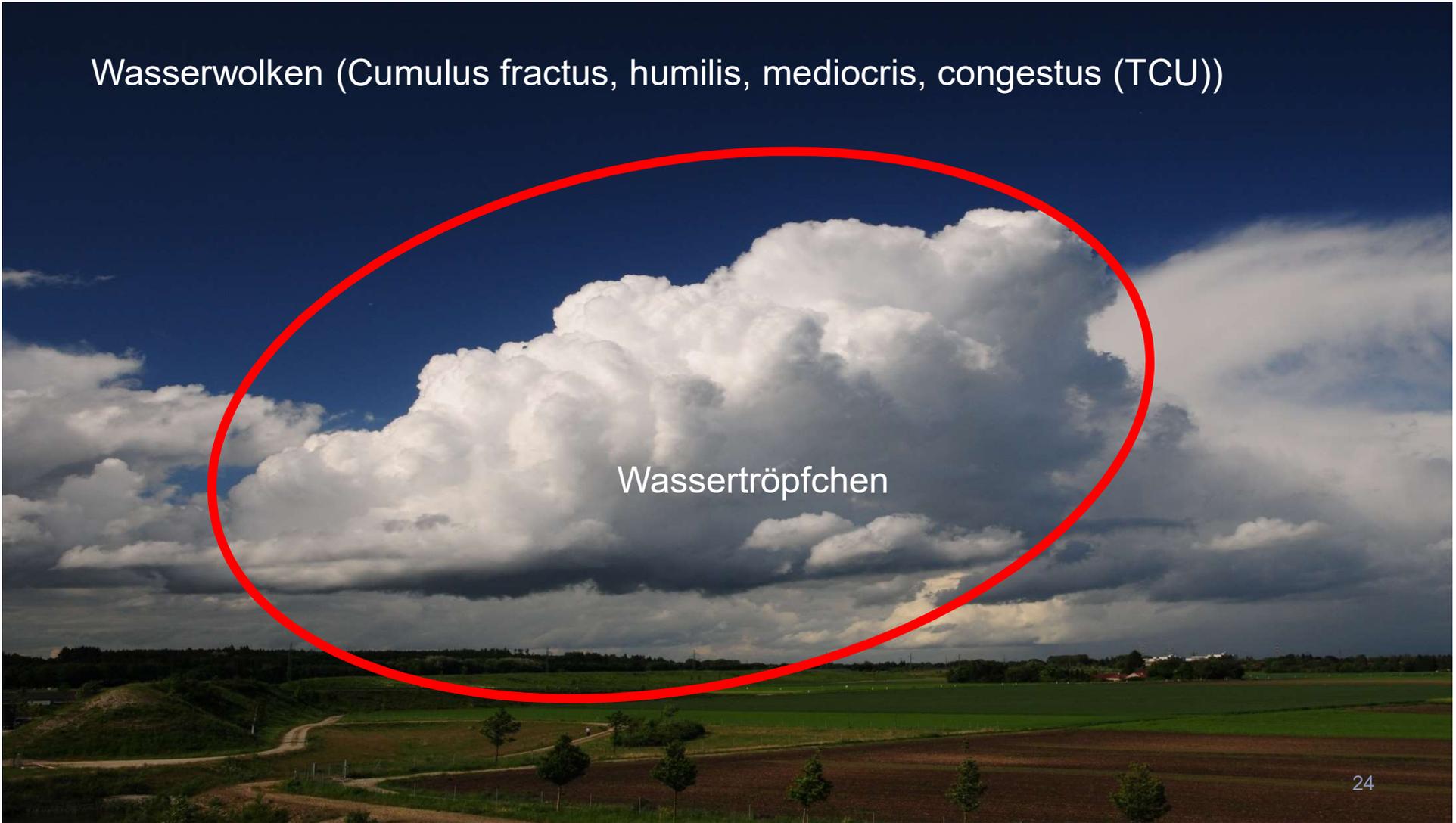
**St - Stratus**

**Cu - Cumulus**

**Cb - Cumulonimbus**

Wasserwolken (Cumulus fractus, humilis, mediocris, congestus (TCU))

Wassertröpfchen



Mischwolken (Cumulonimbus calvus, capilatus)

Wassertröpfchen

Eiskristalle





Eiskristalle

Wassertröpfchen

Eiswolken (Cirrus fibratus, spissatus)



# Prognosekarten 4/9 Bodenwind 10 m & Böen

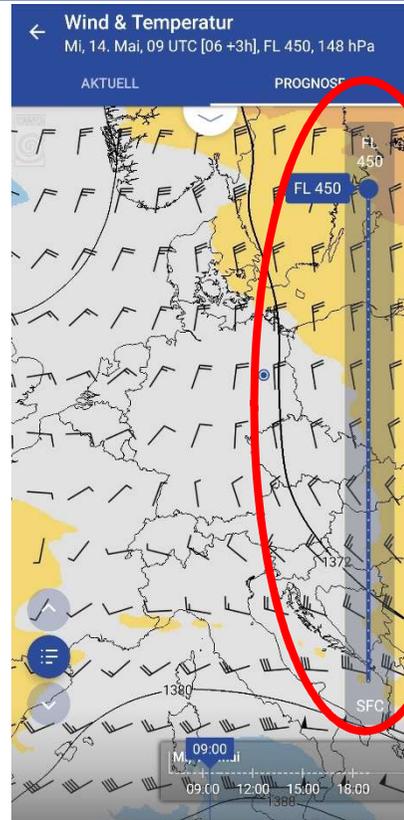


Bodenwind (10m)

4 7 11 17 22 27 35 46 54 62 73 KT



# Prognosekarten 5/9 Wind & Temperatur



Keine meteorologische Information

Wind

Windfieder

Geopotential gpm

552 Isohypsen

Temperatur °C

0 Isotherme

$\leq -79.5$  -77 -72 -67 -62 -57 -52 -47 -42 -37  $\geq -34.5$



## Exkurs: Windfieder

Wind speed [kt]	Symbol
<0.5	
0.5 - <2.5	
2.5 - <7.5	
7.5 - <12.5	
12.5 - <17.5	
17.5 - <22.5	
47.5 - <52.5	
62.5 - <67.5	



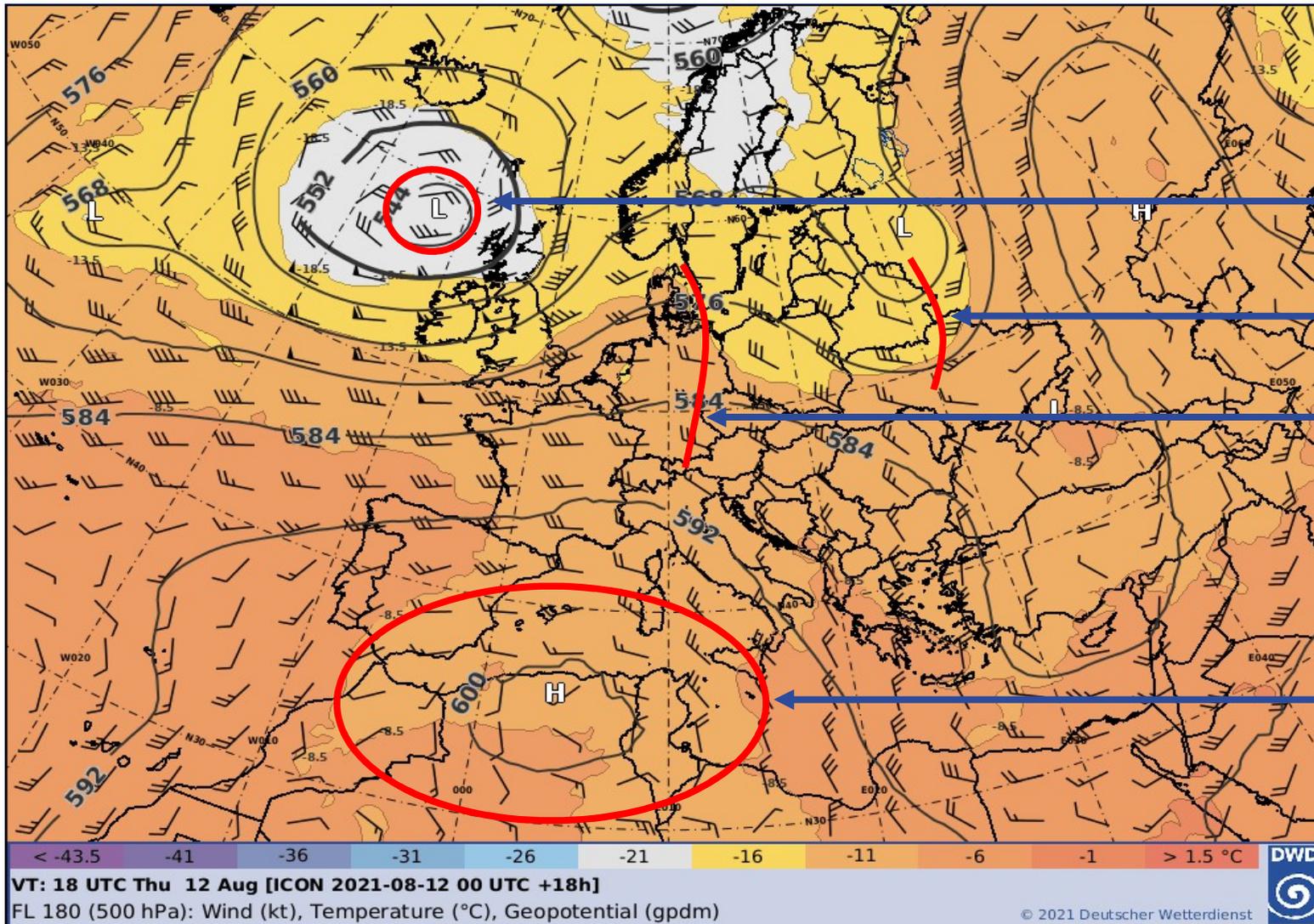
## Exkurs: Isohypsen

- Isohypsen = Linien gleichen Geopotentials  $\approx$  Höhe über NN (Standarddruckhöhen)
  - Die 0 der Tausenderstelle wird weggelassen ( 548 = 5480 geopotentielle Dekameter gpdm)
  - Kann im Prinzip so gelesen werden wie eine Isobarenkarte
    - Tiefes Geopotential = tiefer Druck = tendenziell schlechtes Wetter
    - Hohes Geopotential = hoher Druck = tendenziell gutes Wetter
  
- Was zeigen mir Isohypsen?
  - Höhentrog, Höhentief
  - Höhenrücken, Höhenhoch



- Höhentrog: zyklonale Ausbuchtung der Isohypsen, trogvorderseitig findet man häufig Hebungsgebiete und damit verbundene Wetteraktivität in Form von Wolken/Niederschlagsbildung
- Höhentief: abgeschlossene Isohypse mit tiefem Potential, Äquivalent zum Tiefdruckgebiet am Boden
- Höhenrücken: antizyklonale Aufwölbung der Isohypsen, rückenvorderseitig findet man häufig Absinkgebiete und damit verbundene Wetterberuhigung in Form von Wolken/Niederschlagsauflösung
- Höhenhoch: abgeschlossene Isohypse mit hohem Potential, Äquivalent zum Hochdruckgebiet am Boden





Höhentief

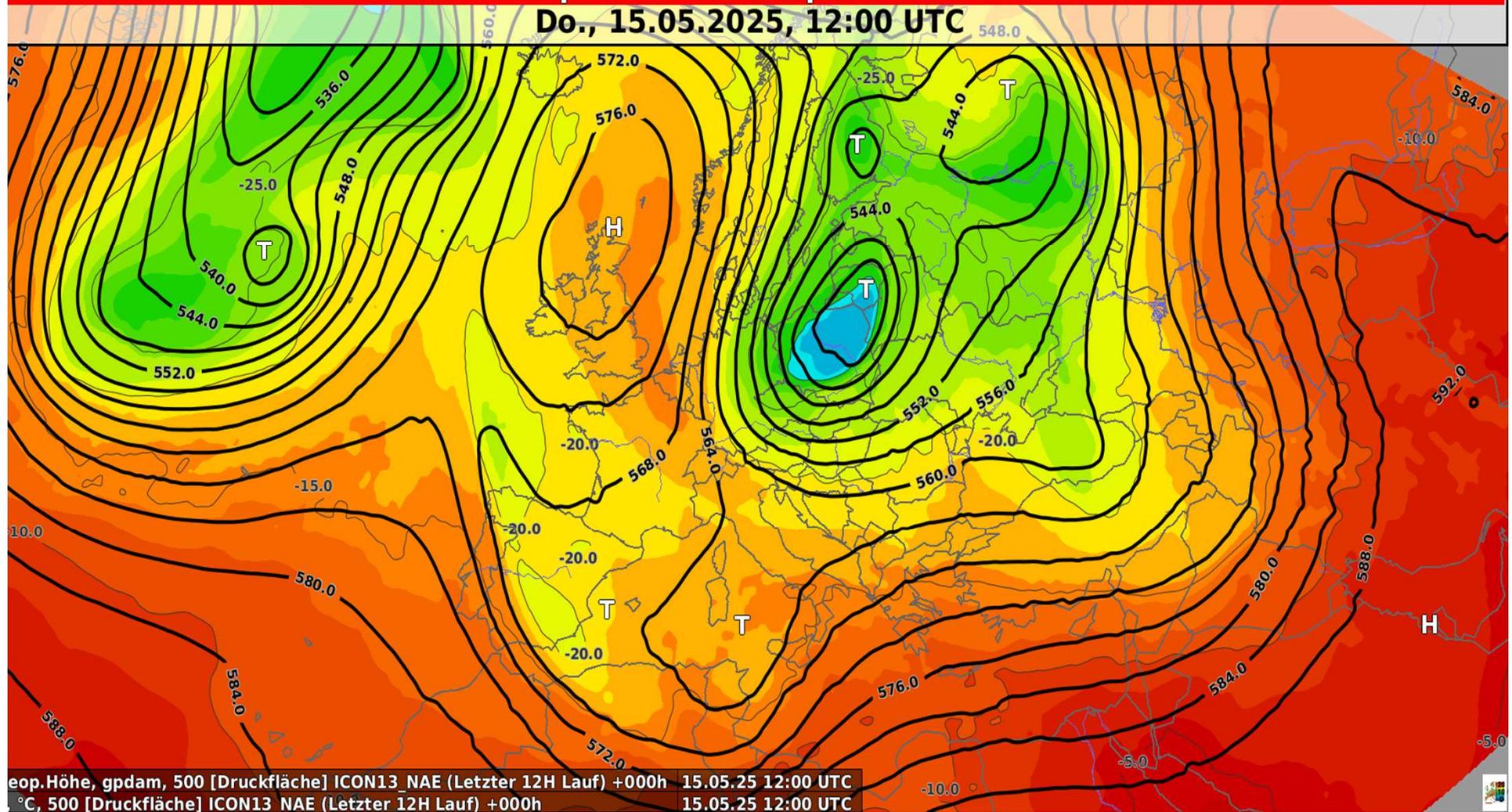
Höhentrog

Höhenrücken

Höhenhoch

# ICON - Temperatur und Geopotential in 500 hPa

Do., 15.05.2025, 12:00 UTC



## Prognosekarten 6/9 Vereisung



**180  
80  
65** Zwischen FL 065 und FL 180 liegt ununterbrochen Vereisungsgefahr vor (schwarzer Balken durchgängig), wobei zwischen FL 065 und FL 080 mit „SEV Icing“ (roter Punkt) und oberhalb zwischen FL 080 und FL 180 mit „MOD oder LGT Icing“ zu rechnen ist.

**160  
100  
80  
65** Es liegt durchgängig Vereisungsgefahr zwischen FL 065 und FL 160 vor. Zwischen FL 080 und FL 100 ist hier mit „MOD Icing“ zu rechnen, zwischen FL 065 und FL 080 sowie zwischen FL 100 und FL 160 ist mit „LGT Icing“ zu rechnen.

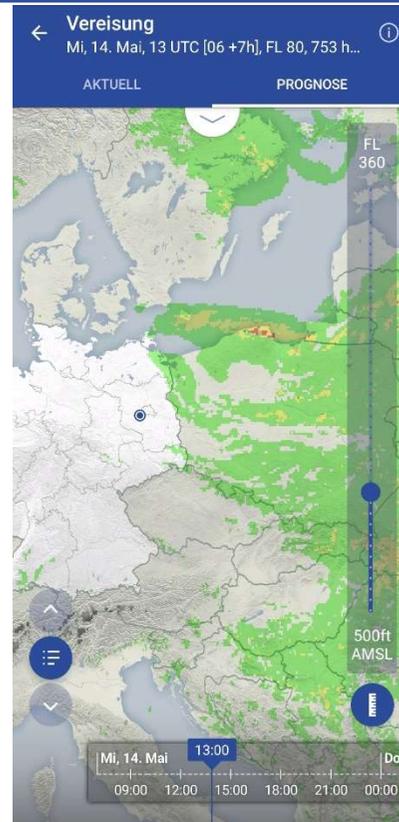
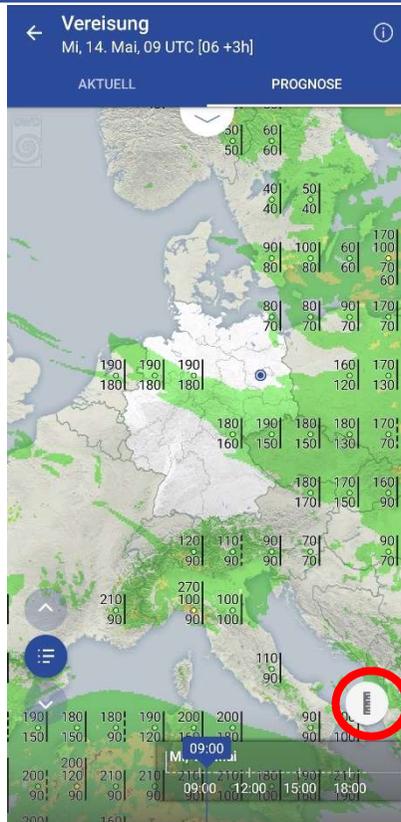
**140  
80  
40** Es liegt durchgängig Vereisung zwischen 4000 ft und FL 140 vor, wobei „MOD icing“ zwischen 4000 ft und FL 080 zu finden ist und „LGT icing“ zwischen FL 080 und FL 140.

**80  
65  
50** Es liegt durchgängig Vereisung zwischen FL 050 und FL 080 vor. Zwischen FL 065 und FL 080 „MOD Icing“, zwischen FL 050 und FL 065 „LGT Icing“.

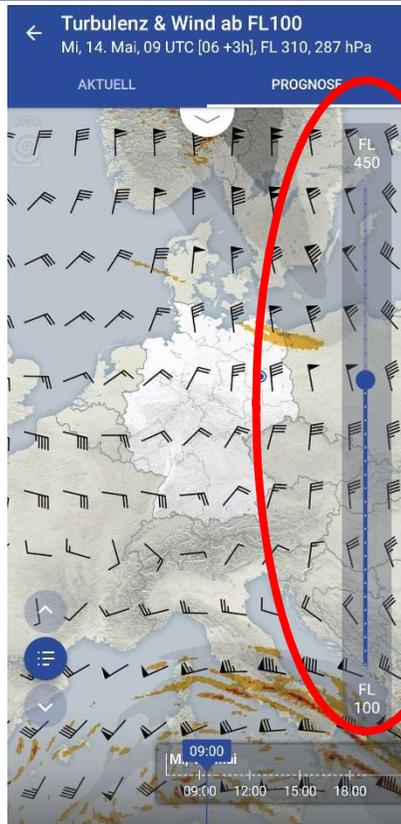
**180  
65** Hier ist mit leichter, unterbrochener (schwarzer Balken unterbrochen) Vereisungsgefahr zwischen FL 065 und FL 180 zu rechnen.



# Prognosekarten 6/9 Vereisung



# Prognosekarten 7/9 Turbulenz & Wind ab FL100



 Keine Turbulenz Information

Turbulenz EDP  $m^{(2/3)}/s$

mäßig  
( $>0.22$ )

stark  
( $>0.34$ )

extrem  
( $>0.45$ )



Wind



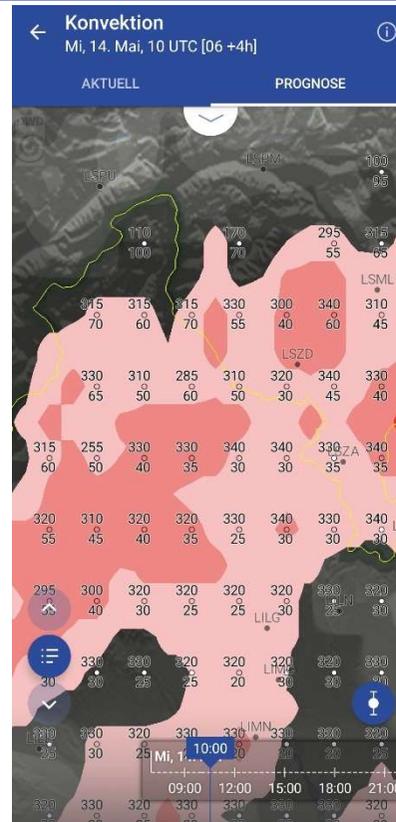
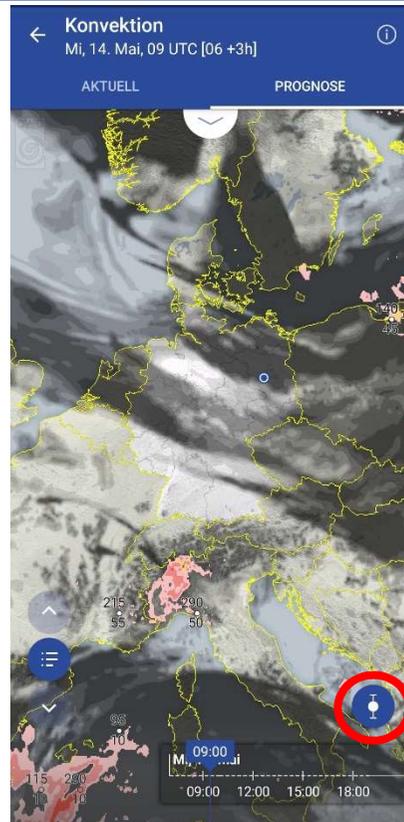
Windfieder

Starkwindfelder

60 80 100 120 140  $\geq 160$  KT



# Prognosekarten 8/9 Konvektion



Grenzen der konvektiven Bewölkung hft

295  
65 Flächenanteil, Ober- und Untergrenze

Flächenanteil der konvektiven Bewölkung (%)

ISOL (25-50)      OCNL (50-75)      FRQ (>75)

Gesamtbedeckung (%)

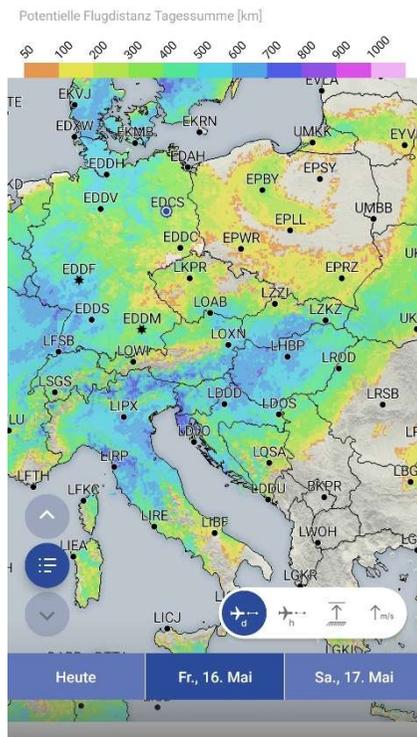
0    12    25    38    50    62    75    88    98



# Prognosekarten 9/9 Thermik

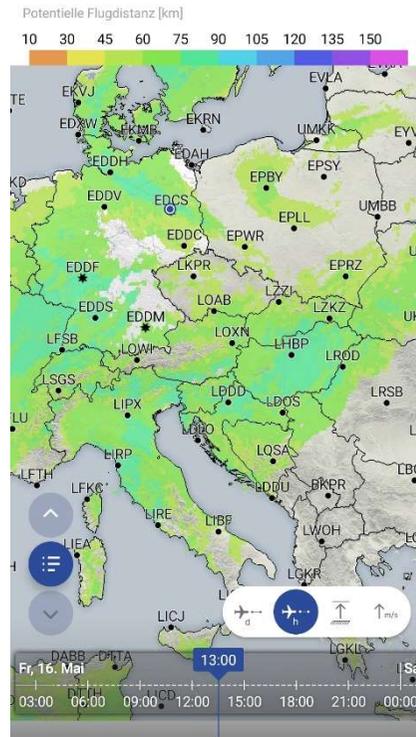
← Potentielle Flugdistanz Tagessumme...  
Fr., 16. Mai

AKTUELL PROGNOSE



← Potentielle Flugdistanz  
Fr, 16. Mai, 13 UTC [06 +31h]

AKTUELL PROGNOSE



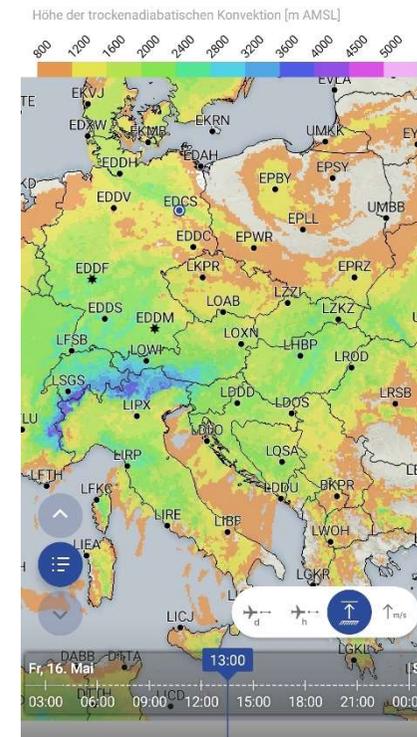
← Mittleres Steigen  
Fr, 16. Mai, 13 UTC [06 +31h]

AKTUELL PROGNOSE



← Thermikhöhe  
Fr, 16. Mai, 13 UTC [06 +31h]

AKTUELL PROGNOSE



# GAFOR

- Für den Piloten schnelle Information (first guess, grobe Abschätzung) von Flugwetterbedingungen
- Für die sichere Durchführung von VFR-Flügen unterhalb FL100
- In Deutschland 68 Gebiete, nach Orographie und Klimatologie eingeteilt und jeweils mit einer Bezugshöhe ( in FT AMSL) versehen
- Einstufung nach tiefster Ceiling ( $\geq 5/8$  Bewölkung), horizontaler Sichtweite am Boden und signifikantem Wetter



# GAFOR

Im Luftfahrthandbuch AIP VFR werden Piloten darauf hingewiesen, dass die vorhergesagten Einstufungen der Sichtflugmöglichkeiten im größten Teil der jeweiligen Gebiete vorherrschend sein sollen.



**FlugWetter**  
Deutscher Wetterdienst

**Flugwetterübersicht Deutschland Ost** Deutscher Wetterdienst Flugwetterübersicht Bereich Ost gültig...

**GAFOR** **Karten**

**Warnungen** ⚠  
Flugplatzwarnungen, GAFOR-Gebietewarnungen & SIGMETs

**METAR / TAF**  
Wettermeldungen und -vorhersagen

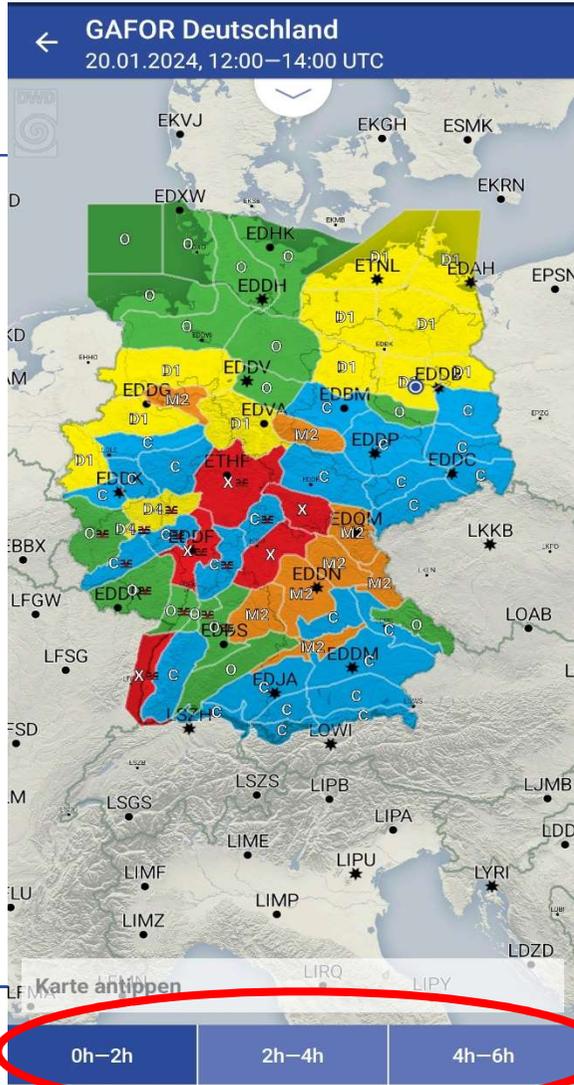
**Low-Level Significant Weather Chart (LL-SWC)**  
Aktuelle Vorhersagekarte über signifikante Wettererscheinungen

**3-Tages-Prognose Deutschland Süd**  
3-Tage-Prognose für Sichtflug und Luftsport für Sa...

**München/FJS Intl** ✕  
METAR EDDM 201120Z AUTO 10003KT 050V180  
CAVOK M02/M07 Q1031 NOSIG=  
TAF EDDM 201100Z 2012/2118 VRB03KT  
CAVOK=



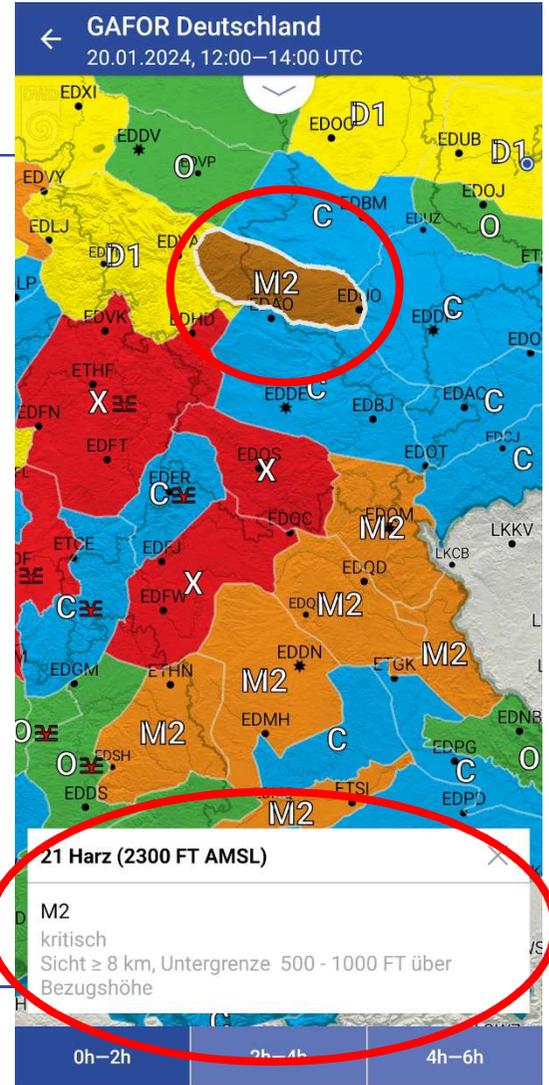
**GAFOR Deutschland**  
20.01.2024, 12:00–14:00 UTC



**Karte antippen**

0h–2h	2h–4h	4h–6h
-------	-------	-------

**GAFOR Deutschland**  
20.01.2024, 12:00–14:00 UTC



**21 Harz (2300 FT AMSL)**

M2  
kritisch  
Sicht ≥ 8 km, Untergrenze 500 - 1000 FT über Bezugshöhe

0h–2h	2h–4h	4h–6h
-------	-------	-------