

Die Entwicklung der Niederschlagsprognose

(in den letzten 25 / 75 Jahren)

Robert Scholz,
Deutscher Wetterdienst

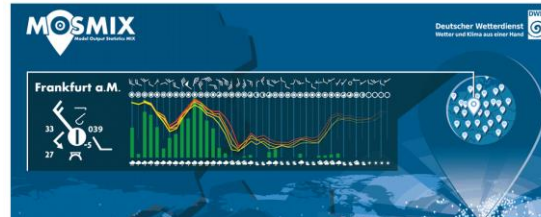


Was ist eine Niederschlagsprognose?

Räumliche Verteilung
Zeitliche Verteilung
Intensität
Niederschlagstyp



Numerische Prognosen
(direkter Modell Output)



Statistische Prognosen
(MOS)



Multi-Model-Ensemble
(poor men's)

Anwendungen der Niederschlagsprognosen



Hydrologie
Landwirtschaft
Katastrophenschutz
Infrastruktur
Bevölkerung



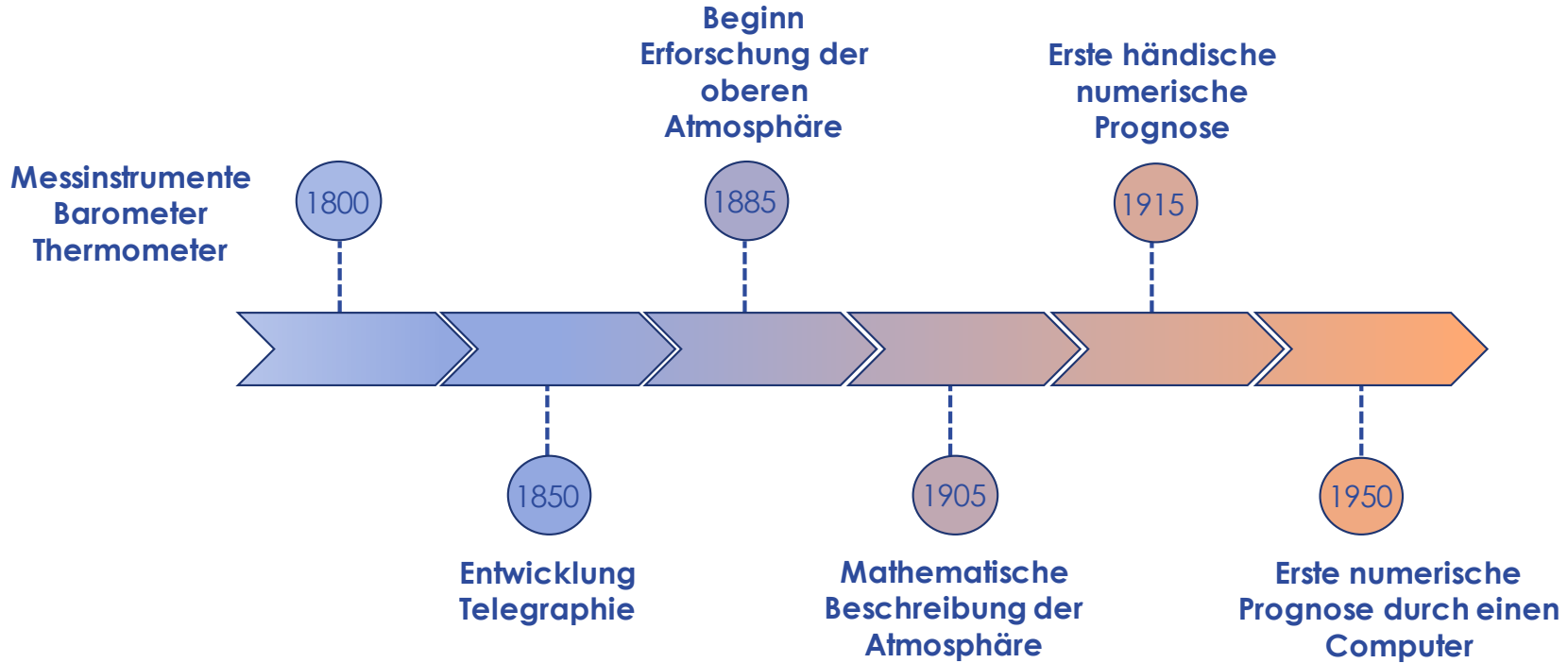
Aus Beobachtungen erfolgt eine Vorhersage

Ertragsprognose

„Ist der Mai kühl und nass,
füllt's dem Bauern Scheun und Fass.“

Basis: menschliche Erfahrung

Meilensteine der Meteorologie





DWD Supercomputer (Offenbach)

Gittermodell des deutschen ICON Modells



- der zukünftige Zustand der Atmosphäre wird mit Hilfe von mathematischen Modellen der Atmosphäre und des Ozeans berechnet, basierend auf den aktuellen Bedingungen,
- als Produkt erhält man Variablen wie Temperatur, Druck, Niederschlag u.v.m.
- „Revolution“ – “disruptive” Veränderung in der Meteorologie (und in der Arbeitsweise der Meteorologen) – seit ca. 1970

Electronic Numerical Integrator and Computer

THE ENIAC FORECASTS

A Re-creation

BY PETER LYNCH



NCEP-NCAR reanalyses help show that four historic forecasts made in 1950 with a pioneering electronic computer all had some predictive skill and with a minor modification, might have been still better.

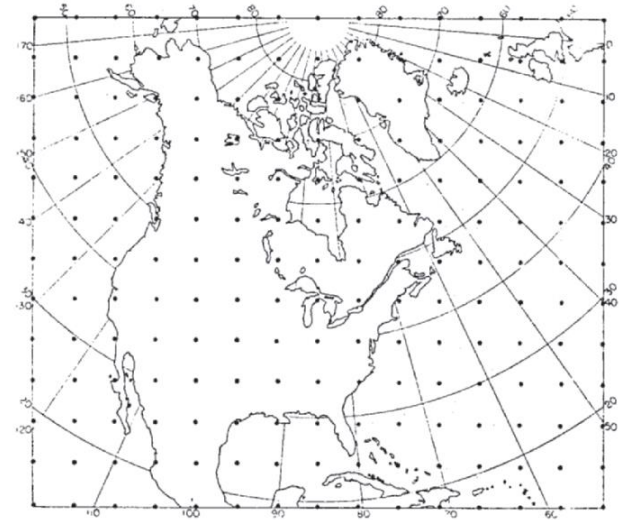


FIG. 2. Computation grid used for the ENIAC forecasts. One line is omitted from the southern edge and two lines from the remaining edges (from CFvN).

1950 erste numerische Wetterprognose,
Modell mit 270 Gitterpunkte und 700 km
Abstand zwischen den Gitterpunkten

Schneller, länger, genauer

- 1950 die Berechnung für 24 Stunden Vorhersage dauerte etwa 24 Stunden, das Ergebnis war “ernüchternd schlecht”
- 2 Jahr später wurde die gleiche Berechnung in 5 Minuten durchgeführt
- Seitdem unglaubliche Verbesserung der Computerleistung (Mooresches Gesetz), Speicher, Parallelberechnung
- Damals 700 km Abstand, heute zwischen 9 und 13 km
- Lokalmodelle mit Auflösung von 1 km, viele atmosphärische Prozesse nun explizit berechnet

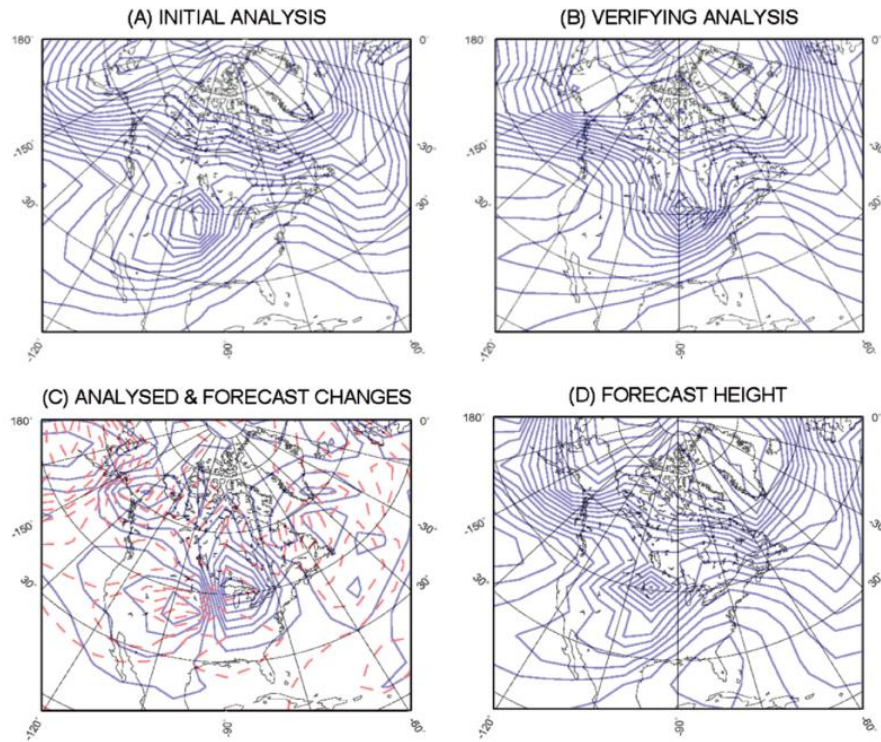


Fig. 4. Reconstructed forecast for 5 Jan 1949: (a) analysis of 500-hPa geopotential height (thick lines) for 0300 UTC 5 Jan, (b) analysis for 0300 UTC 6 Jan, (c) observed change (solid) and forecast change (dashed), and (d) forecast height valid at 0300 UTC 6 Jan. Height contour interval is 50 m.

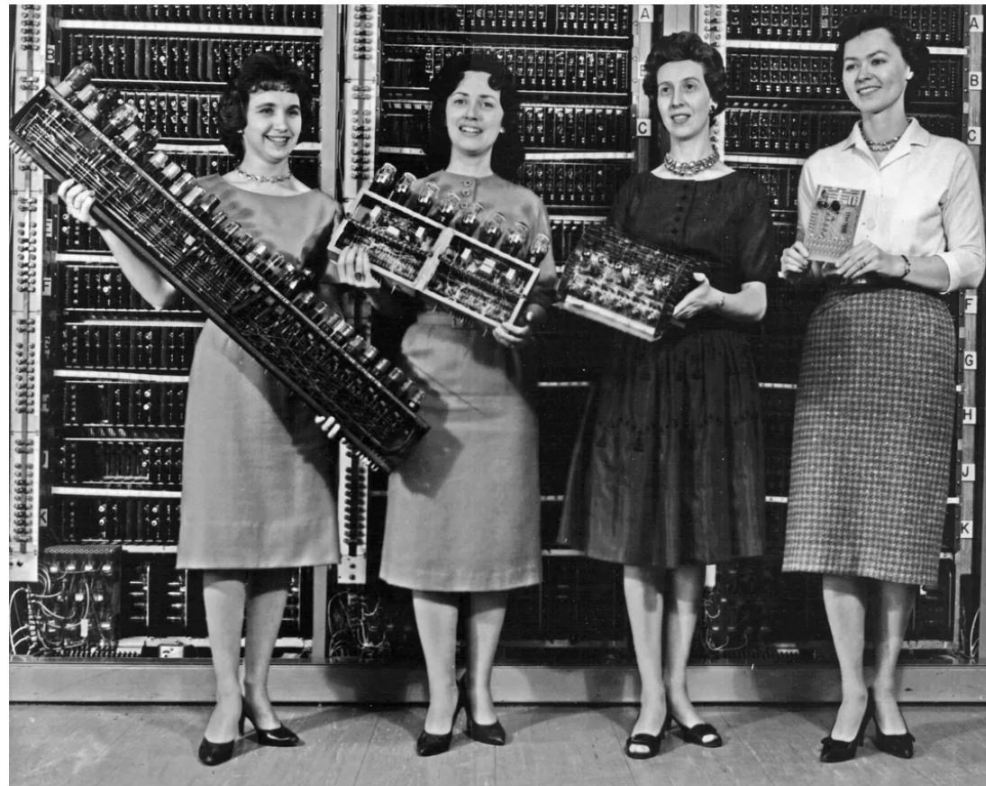
Mal nebenbei Meteorologie...

ENIAC

Electronic
Numerical
Integrator
and
Computer

In Betrieb ab 1945

umgebaut 1949/50
mit Speicherfunktion

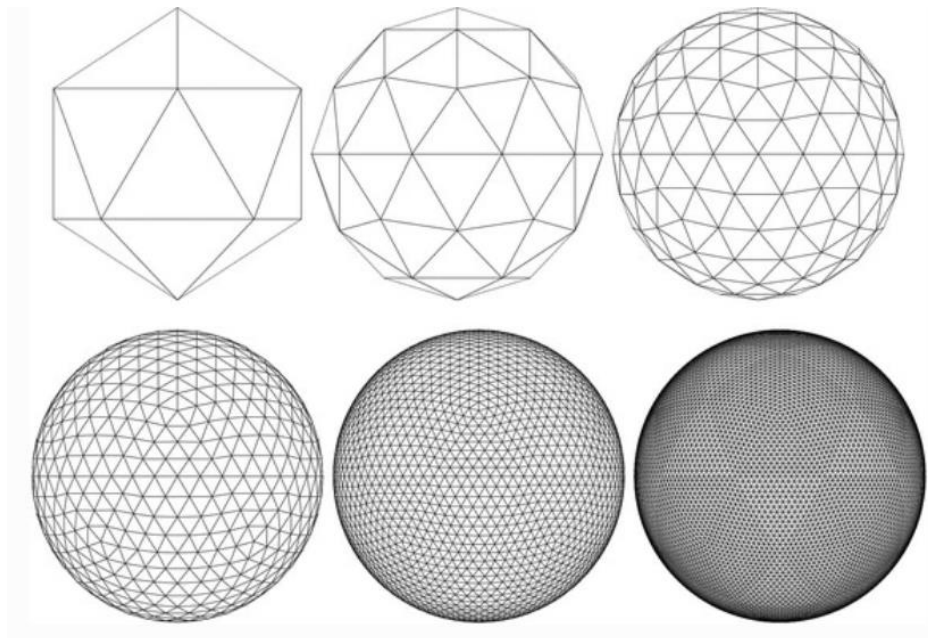


BRLESC I

Ballistic
Research
Laboratories
Electronic
Scientific
Computer

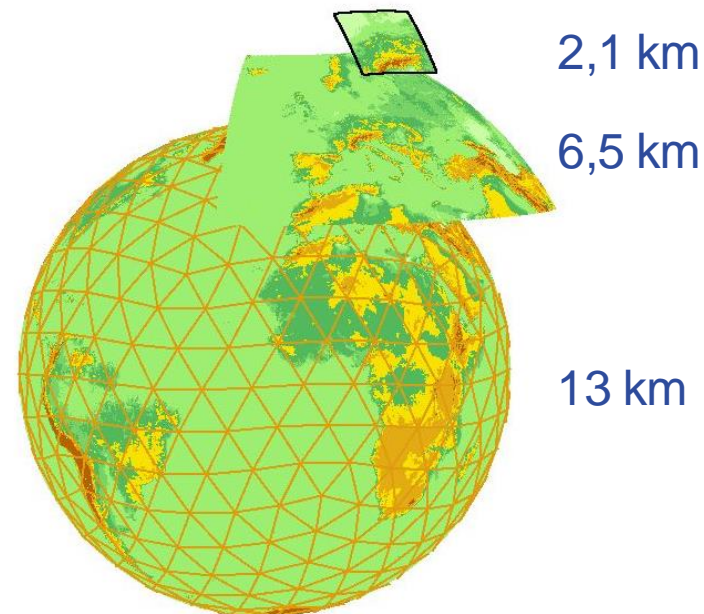
In Betrieb ab 1962

Women computer scientists holding different parts of an early computer. From left to right: Patsy Simmers, holding ENIAC board; Gail Taylor, holding EDVAC board; Milly Beck, holding ORDVAC board; Norma Stec, holding BRLESC-I board. US Army Photo, via Historic Computers Images of the ARL Technical Library

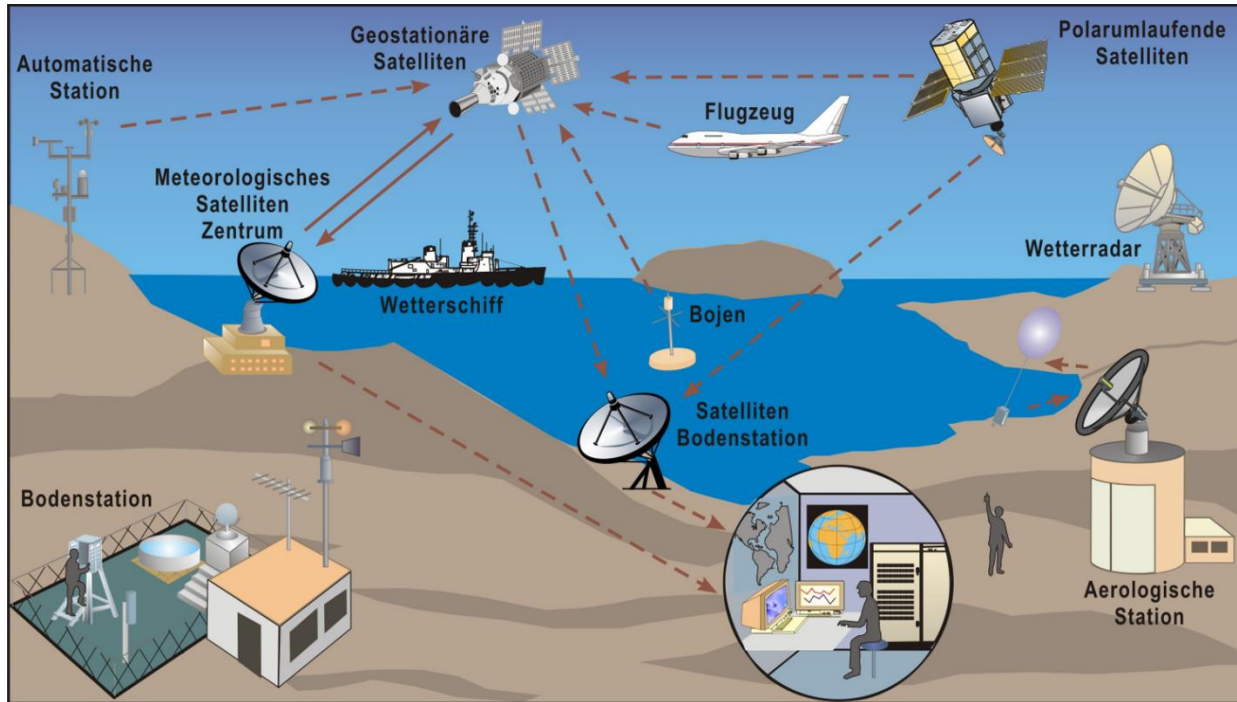


ICON (Icosahedral Nonhydrostatic) Model

Abstand der Gitterpunkte



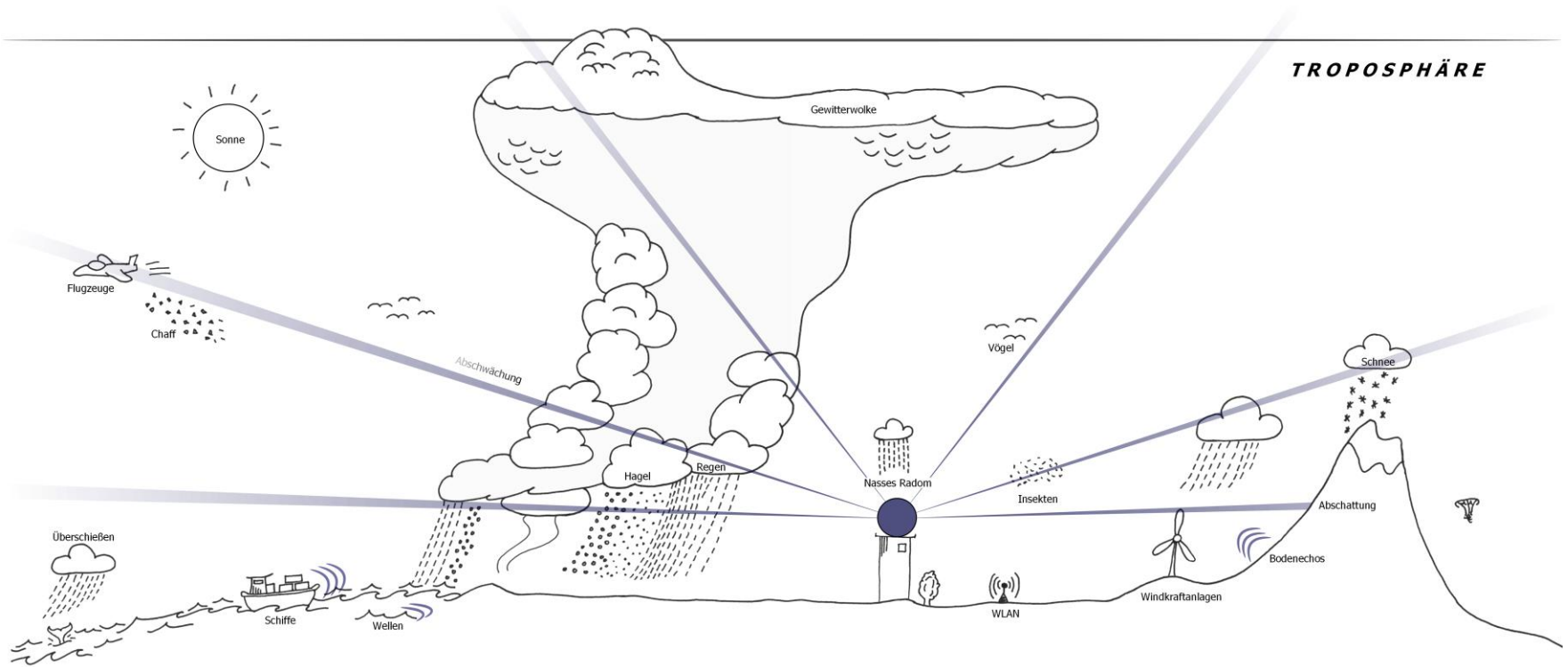
Gitter des globalen ICON Modells
mit ICON-EU und ID2 Gebieten



2 Schritte:

Sammeln von
meteorologischen Daten

Einpassen der Daten in
das Wettermodell
(in Zeit und Raum)

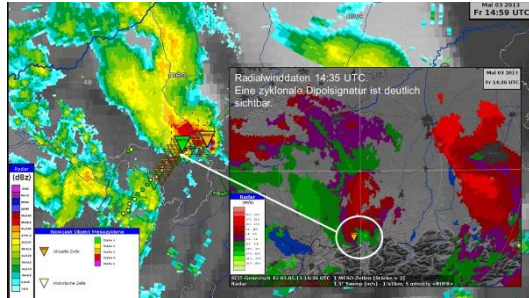




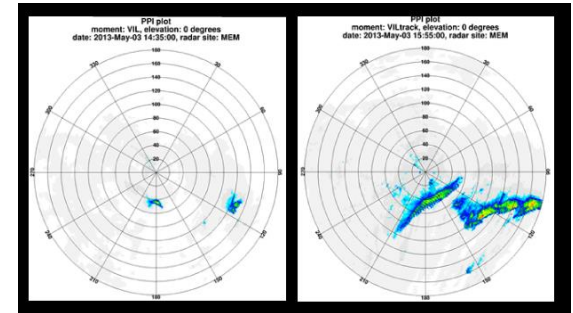
Hydrometeorklassifikation



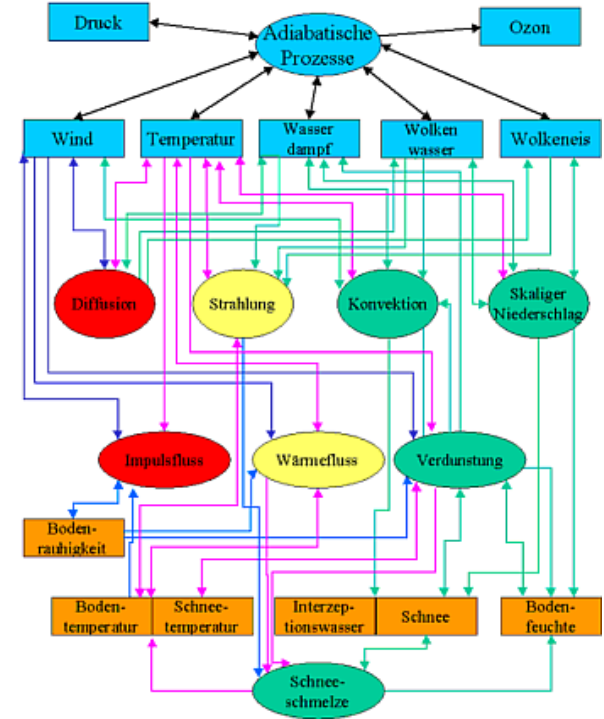
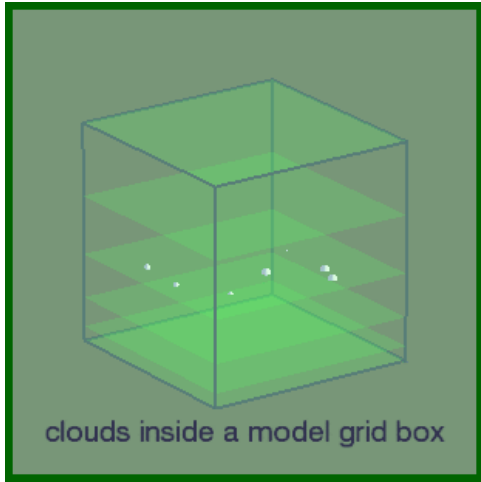
Quantitative Abschätzung



Vertikale Aufrisse, Rotationen



DWD-VIL-Track („VIL-Spur“)



Schematische Darstellung der im ICON simulierten physikalischen Prozesse

Alt



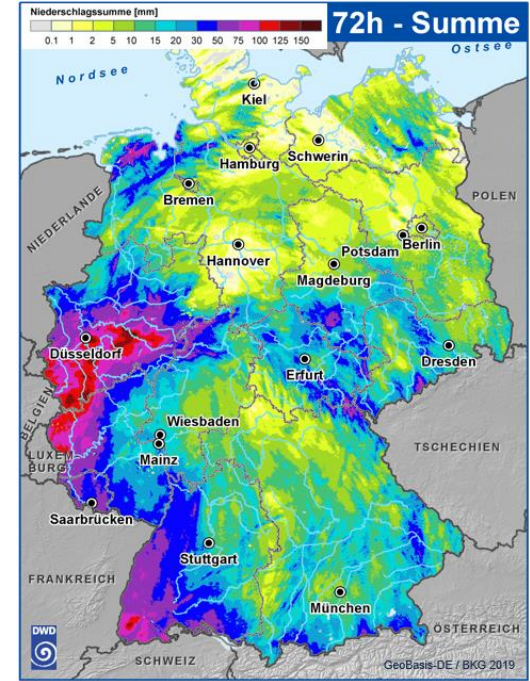
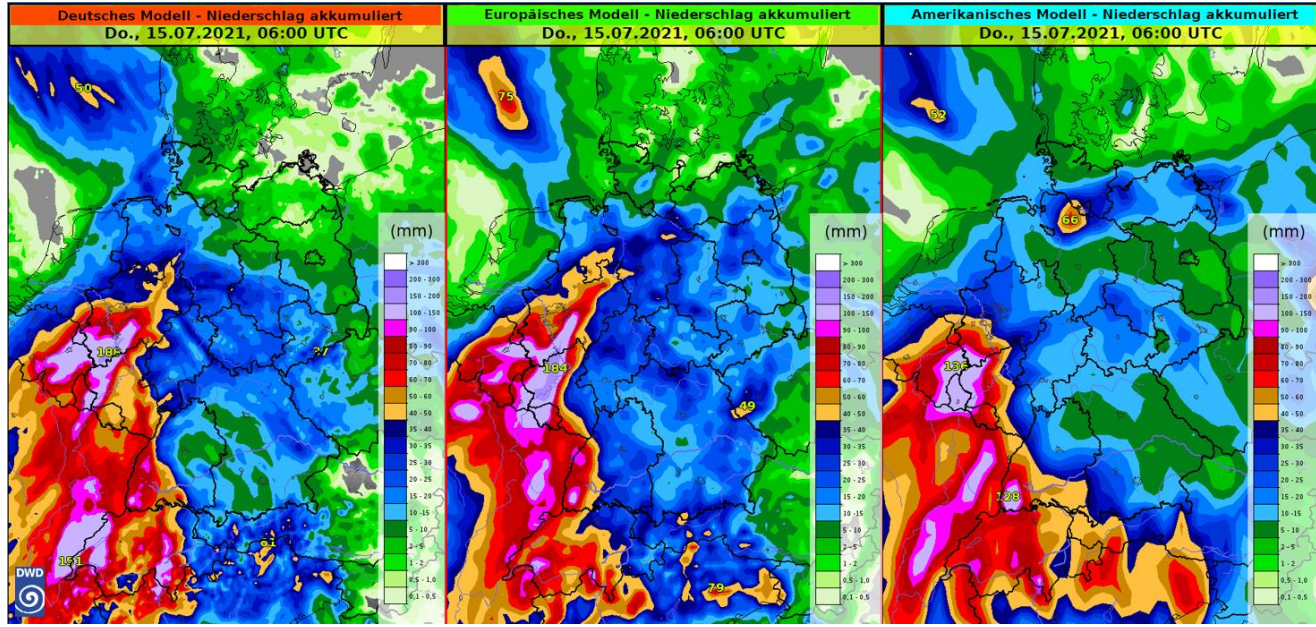
Neu

- der räumlichen Auflösung, **Gitterabstand**
- der vertikalen Auflösung, den **Schichten**
- der zeitlichen Auflösung, den **Zeitschritten**

- in der **Berechnung von Prozessen**
- in der **Daten - Assimilation**

- der **Berechnungszeit** für eine Vorhersage

Numerische Vorhersagen



Niederschlag aus verschiedenen Modellsimulationen
Akkumuliert für 72h bis 15.07.2021 - Ahrtalhochwasser

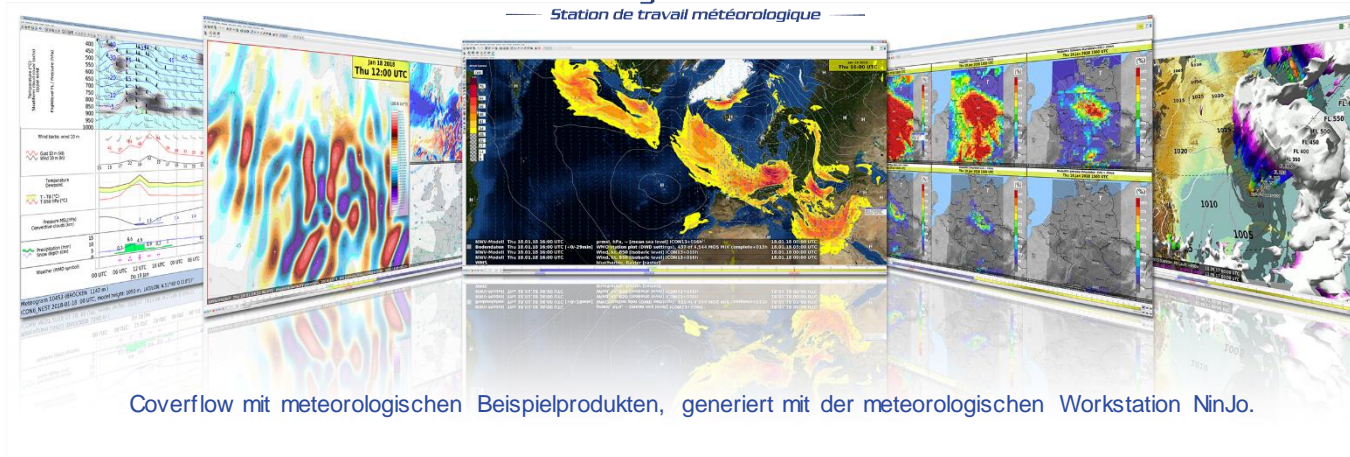
Niederschlag
eingetroffen



Beobachtungen



Computermodelle

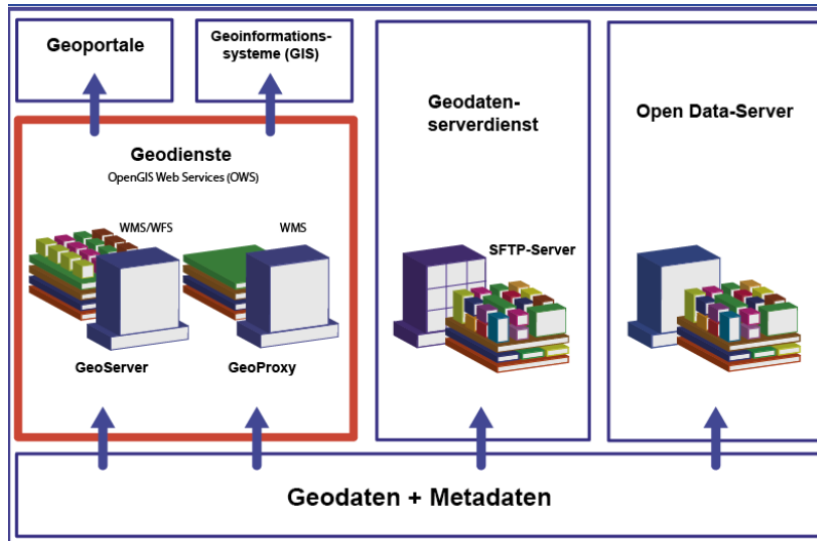


Coverflow mit meteorologischen Beispielprodukten, generiert mit der meteorologischen Workstation NinJo.

Fernerkundung

Automatische Verfahren

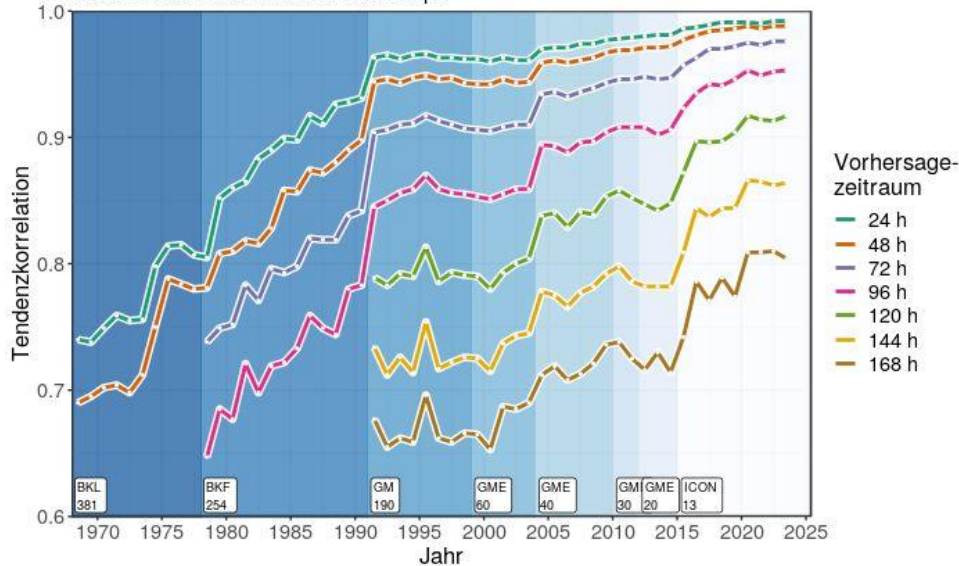
Schnittstelle zwischen Maschine - Maschine



Verbesserungen in der Vorhersage

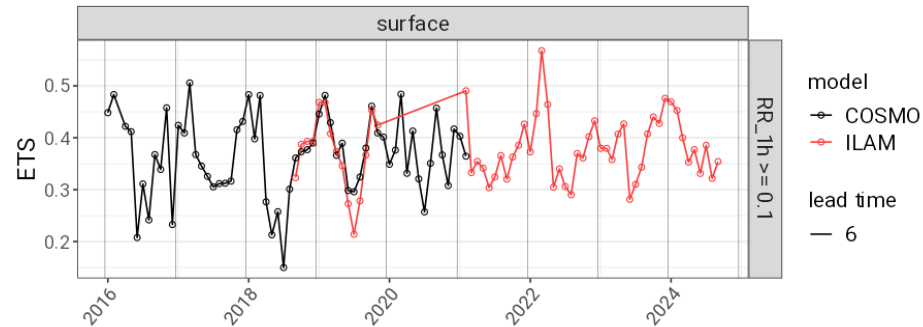


Verifikationsergebnisse der Luftdruckvorhersage [N.N.]
Gebiet Nordatlantik und Mitteleuropa



Entwicklung der Vorhersagequalität der operationellen Modelle des DWD für den Zeitraum ab 1968

2016-01 to 2024-09
INI: 12 UTC
domain: ALL
ETS

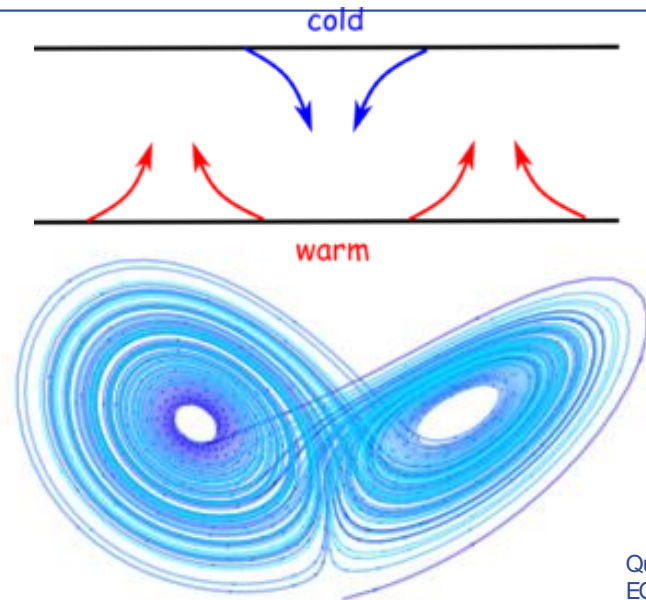


ICON-D2 und COSMO Niederschlagsverifikation
(equitable threat score) gegen SYNOP Stationen



Die perfekte Vorhersage **existiert nicht!**

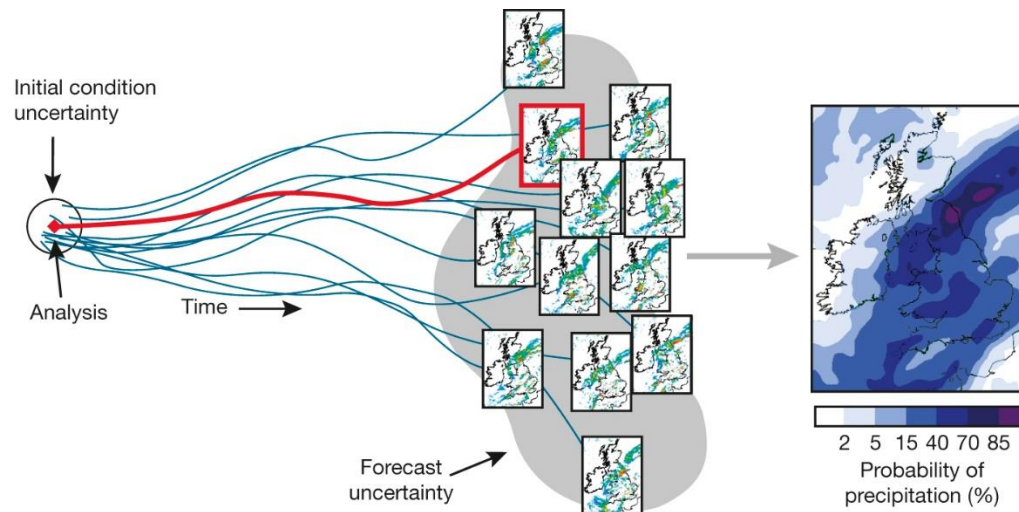
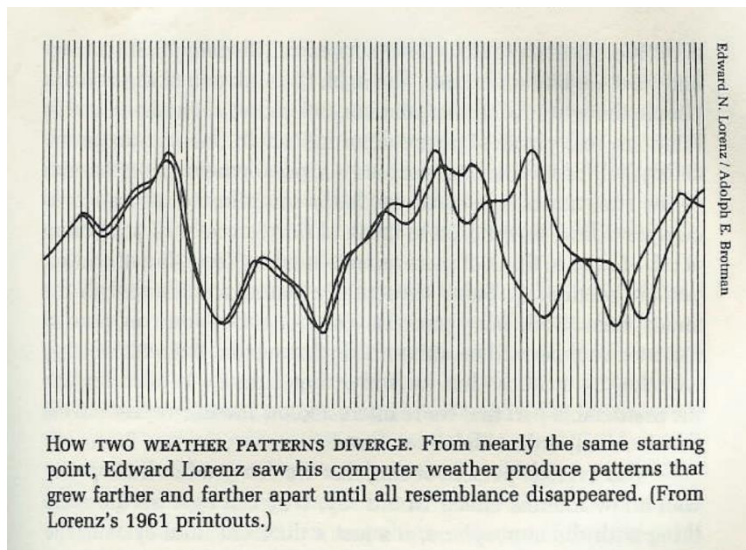
- Keine vollständigen Beobachtungen
- Keine vollständige Simulation von allen physikalischen Prozessen (nur mit Hilfe von Parametrisierungen)
- Fehler beim Berechnen (Runden)



Quelle:
EGU BLOG

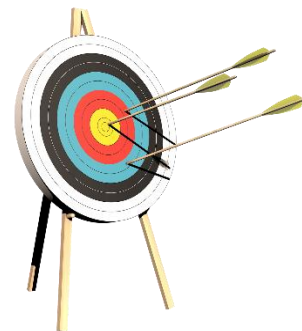
"Kann ein Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen?"

Eine Lösung: Ensemble Vorhersagen



P Bauer et al. *Nature* **525**, 47-55 (2015) doi:10.1038/nature14956

- Großräumige Wetterlagen lassen sich über einen längeren Zeitraum vorhersagen
- Die Vorhersagbarkeit auf dieser Skala ist trotzdem auf maximal 10 bis 14 Tage begrenzt (oft sogar noch kürzer)
- Desto kleiner das Vorhersagegebiet, desto schwieriger die Vorhersage (Hit Ratio - Trefferrate)
- Desto länger die Vorhersagezeit in Zukunft liegt, desto unsicherer die Prognose



Was bedeutet dies für die Vorhersage von kleinräumigen Starkregen-Ereignissen?

Extrem ungleich verteilt



- Unglaublicher Fortschritt numerischer Wettermodelle, und damit auch in der Niederschlagsprognose
- Bestimmung der Unsicherheit einer Vorhersage durch Ensemble Modellierung
- Die Zukunft sieht gut aus:

weitere Steigerung bei Supercomputern,
Einsatz KI Methoden für nahezu alle Bereiche
– mehr im nächsten Vortrag



- Aber die Vorhersagbarkeitsgrenze ist weiter vorhanden!

Auskünfte / Wetterberatung

Meteorologe vom Dienst (24/7)

für Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen

069 – 8062 9898

Robert Scholz

Leiter der Regionalen Wetterberatung Leipzig

robert.scholz@dwd.de

069 – 8062 9800

»Geschichte im Fluss: TSB und HND in Sachsen«