

Modellierung, Vorhersage und Warnmanagement von Niederschlagsereignissen

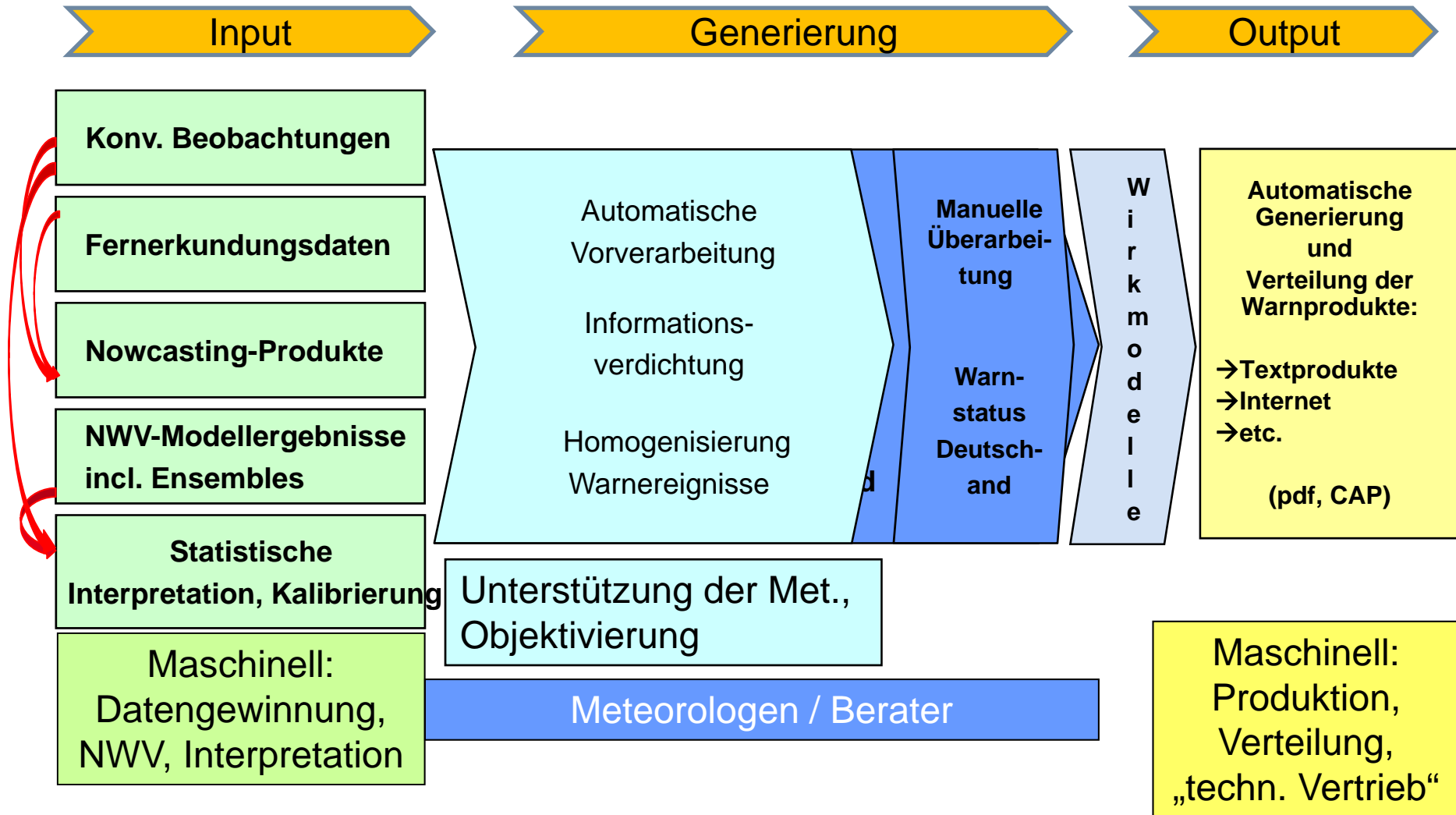
Thomas Kratzsch
Leiter Abteilung Basisvorhersagen
GB Wettervorhersage
Deutscher Wetterdienst, Offenbach

Herbststimmung am
Rhein bei Bingen

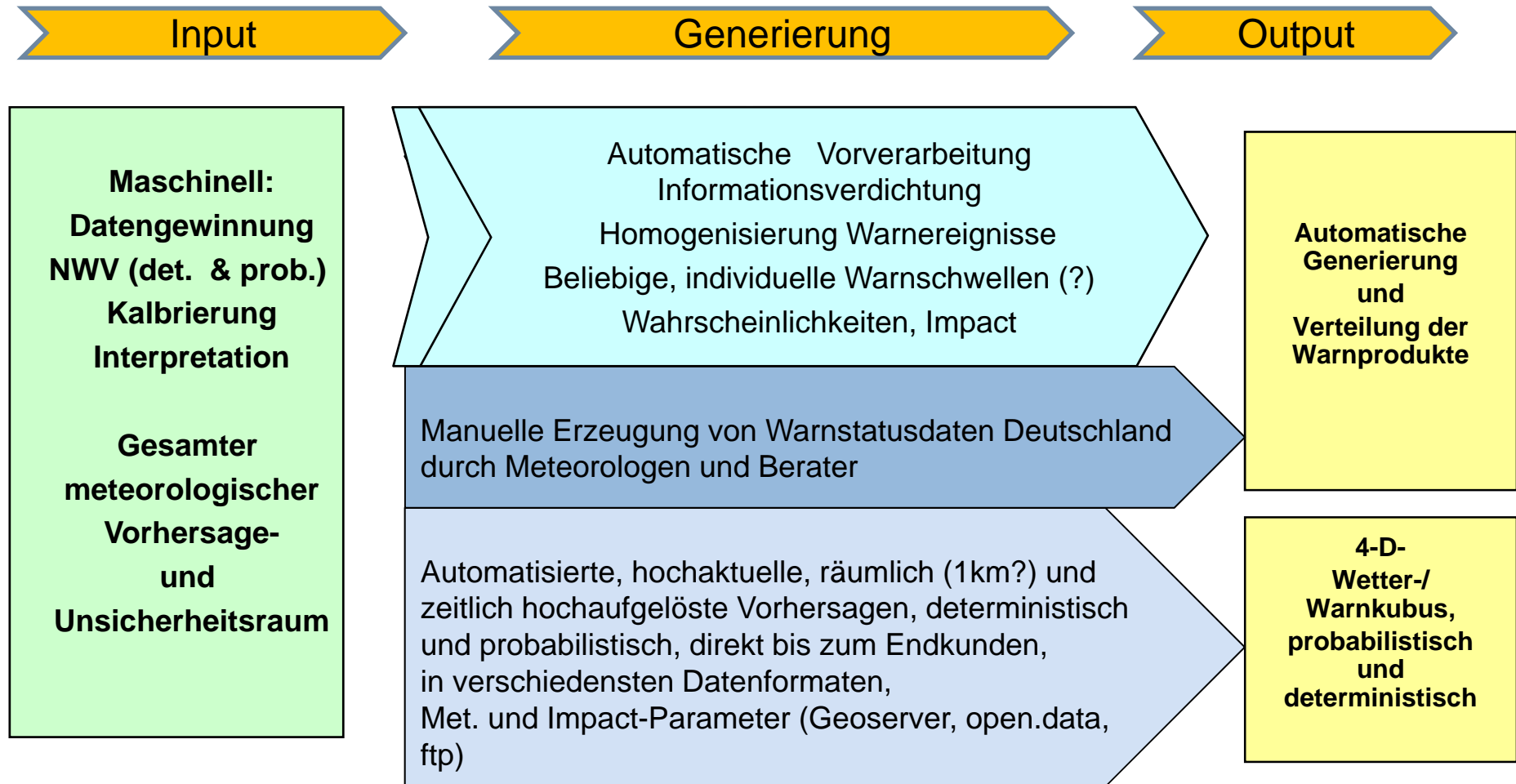




Warnungsproduktion im DWD, heute



Warnungsproduktion im DWD, Zukunft

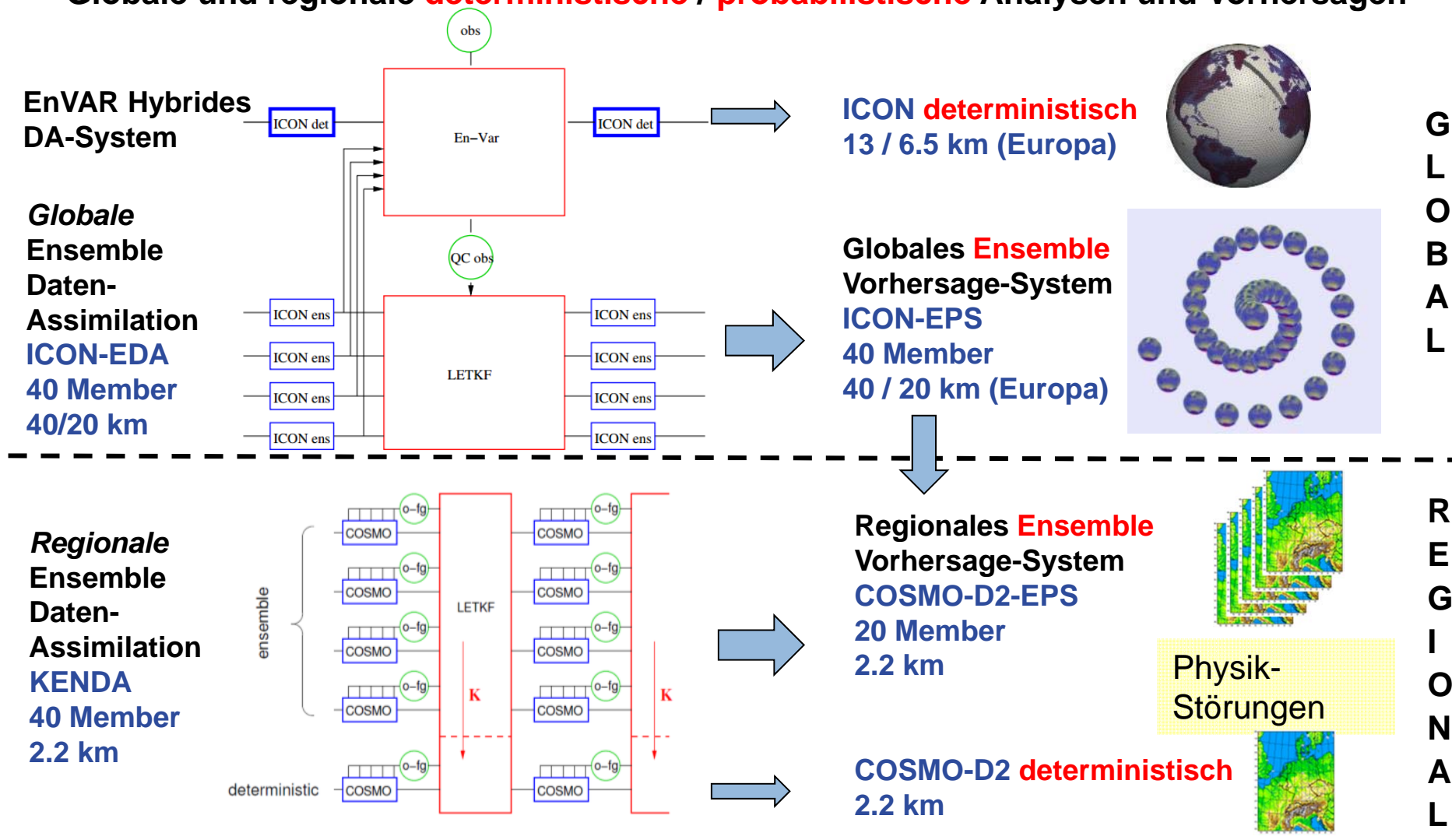


Inhalt

- Modellsystem des DWD
- Fernerkundungs- und NowCasting-Methoden
- Vorhersage und Beratung
- Warndienst
- Ausblick

Das aktuelle operationelle NWV-System des DWD

Globale und regionale **deterministische** / **probabilistische** Analysen und Vorhersagen



COSMO-D2 und COSMO-D2-EPS operationell seit dem 15. Mai 2018

COSMO-DE

Maschenweite: **2.8** km

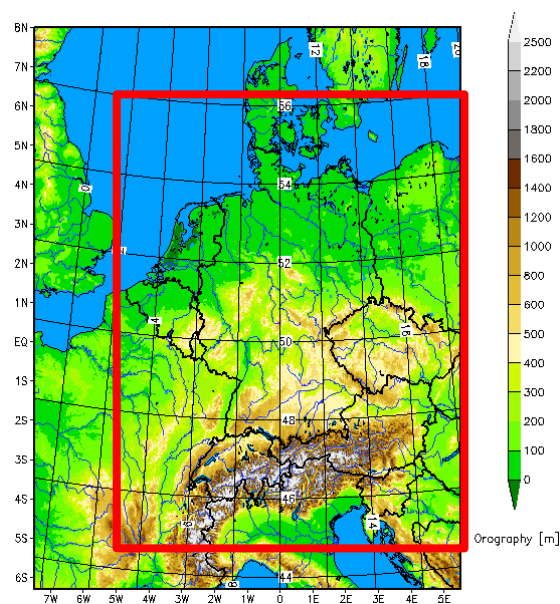
Schichtenanzahl: **50**

Vorhersagefristen:

27/45 h at 00, 03, 06, 09,
12, 15, 18, 21 UTC

421 x 461 Anzahl der Gitterpunkte

Fläche eines Gitterelements: **8** km²



COSMO-D2

Maschenweite: **2.2** km

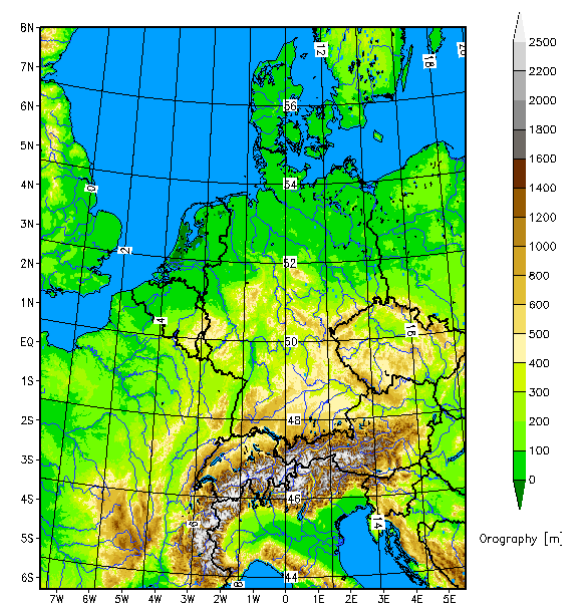
Schichtenanzahl: **65**

Vorhersagefristen:

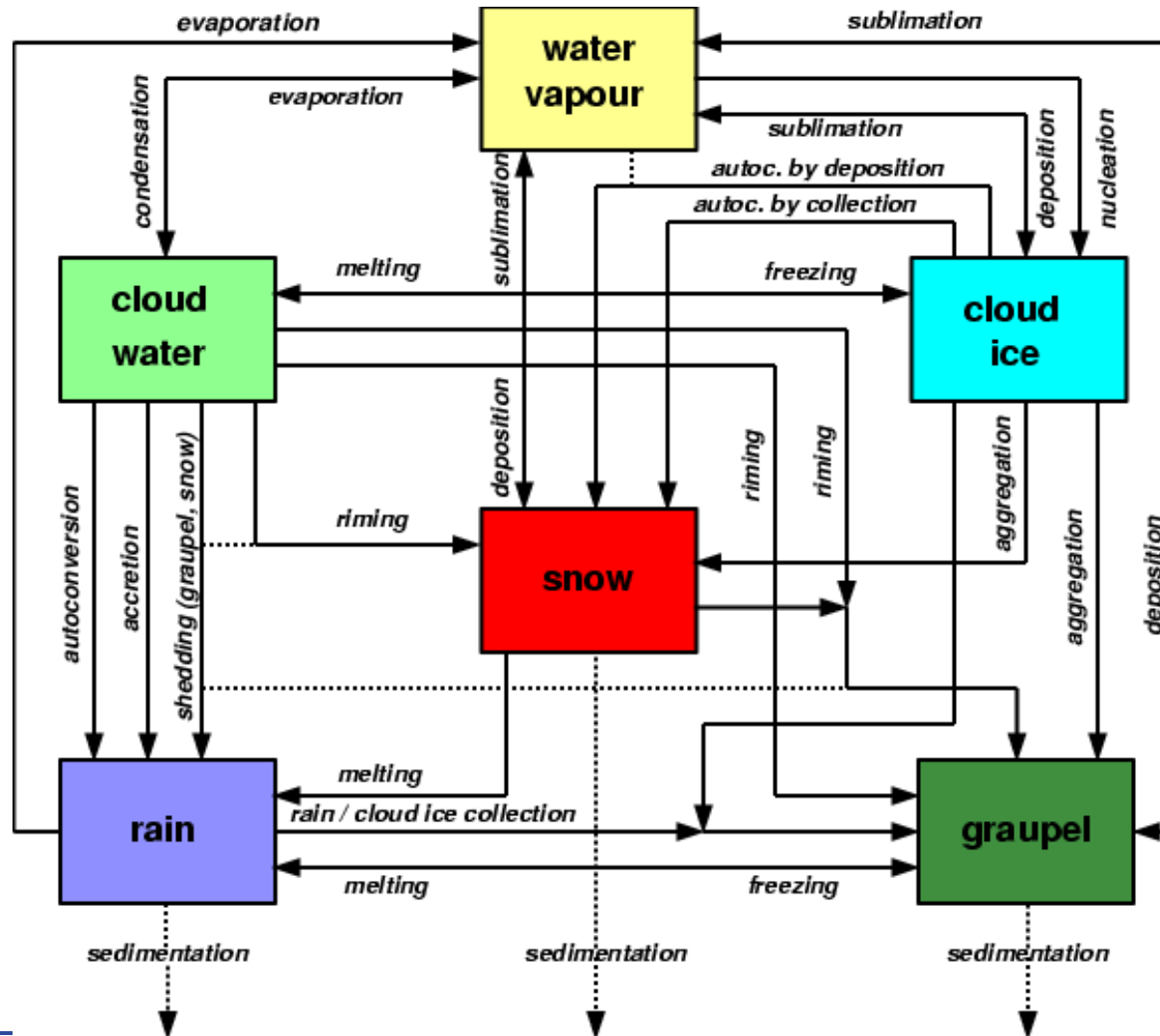
27/45 h at 00, 03, 06, 09,
12, 15, 18, 21 UTC

651 x 716 Anzahl der Gitterpunkte

Fläche eines Gitterelements: **5** km²



mikrophysikalische Prozesse der Wolken- und Niederschlagsbildung im COSMO-D2



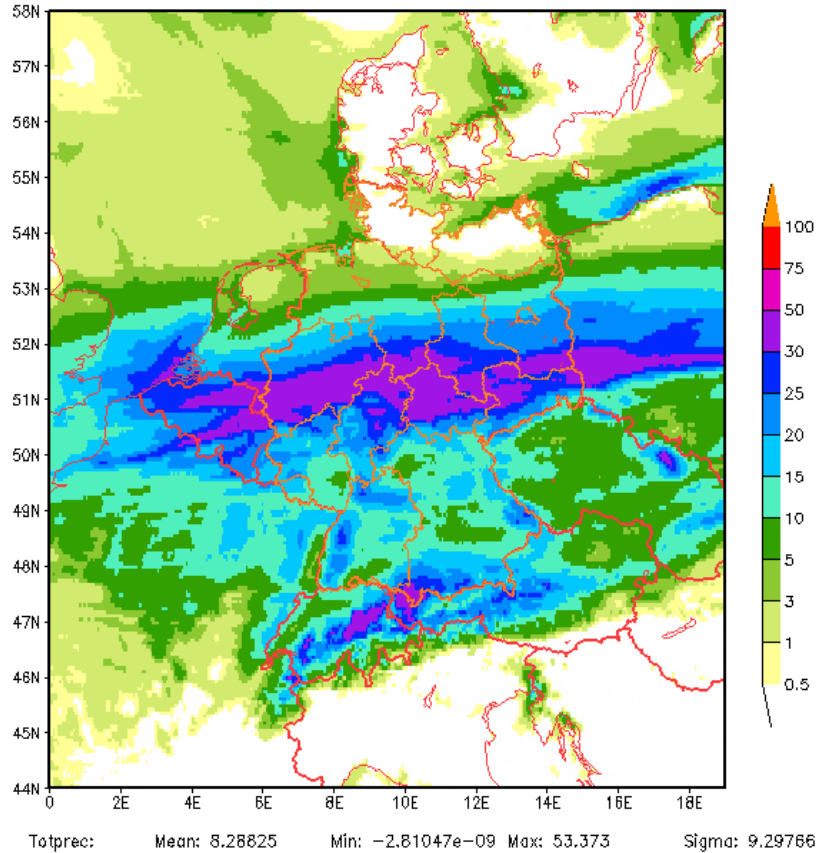
24h-Niederschlagssummen für den 23.09.18

Sturmtief Fabienne



Start time: 23.09.2018 00:00 UTC
Forecast time: 24.09.2018 00:00 UTC
Total precipitation [mm/24h] (shaded)

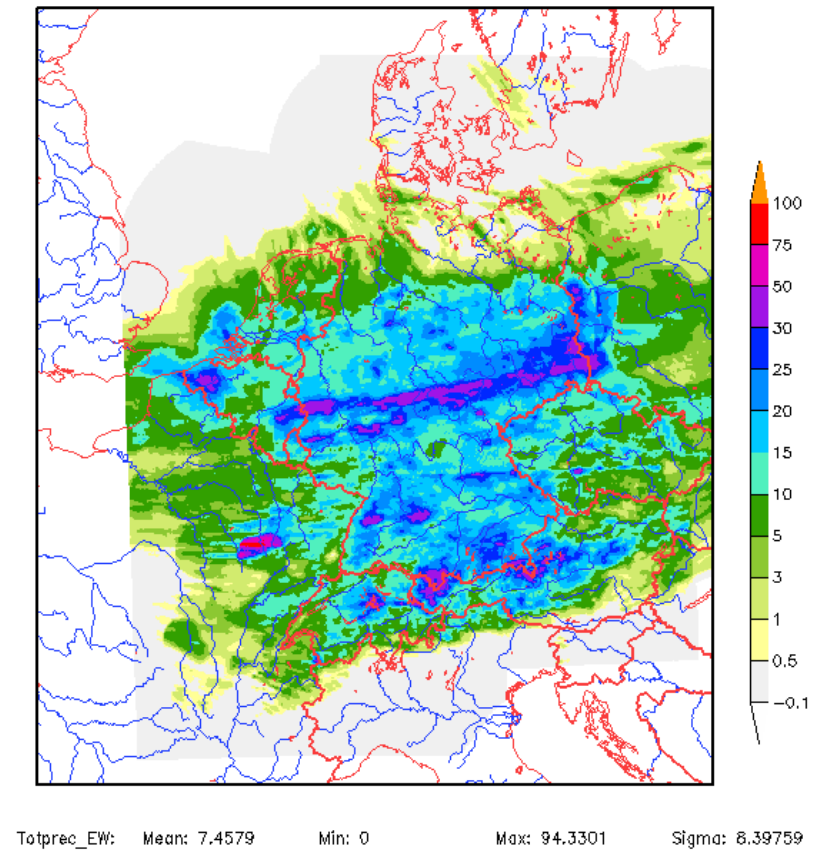
ICON-EU Routine



ICON-EU Nest (6,5km)
Vorhersage

Valid time: 24.09.2018 00:00 UTC
Total precipitation [mm/24h] (shaded)

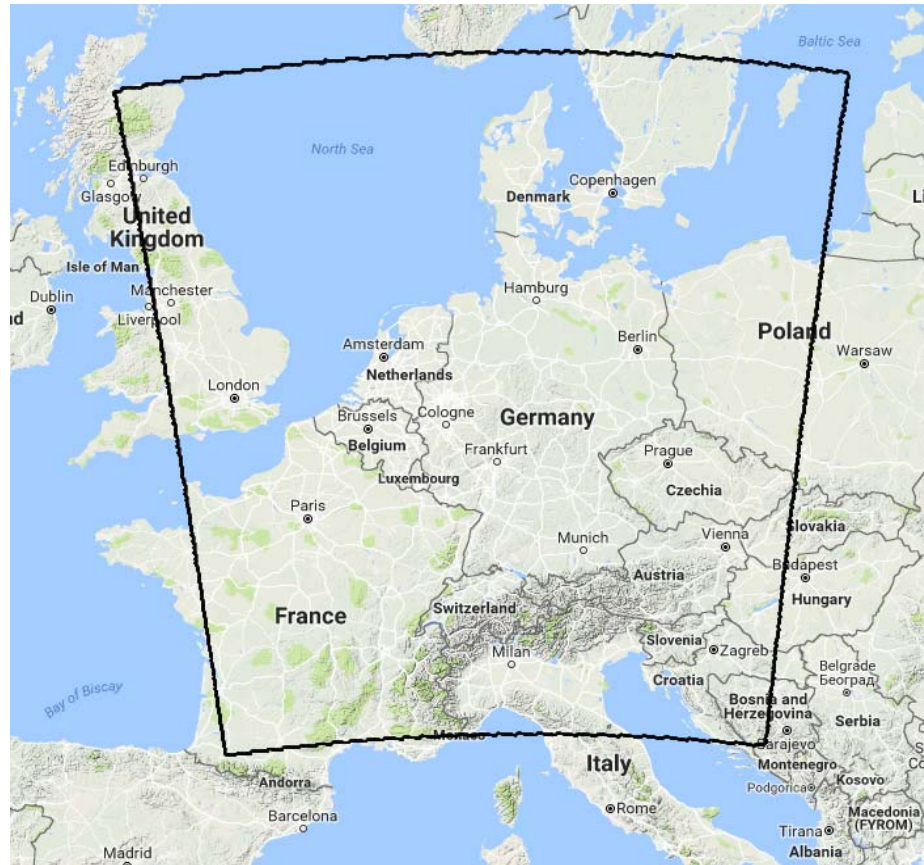
Radar EW



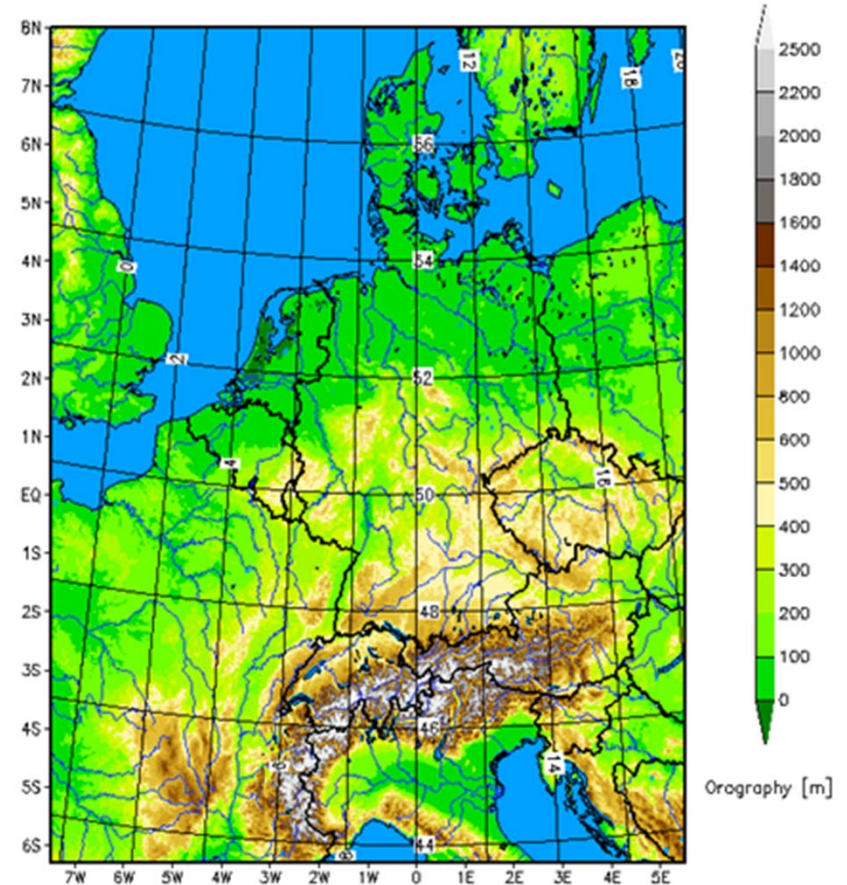
Radar-Komposit (angeeicht)



Migration von COSMO-D2 auf ICON-LAM (Limited Area Mode)



ICON-D2
Maschenweite ~ 2.08 km
538.000 Gitterpunkte



COSMO-D2
Maschenweite ~ 2.2 km
466.116 Gitterpunkte

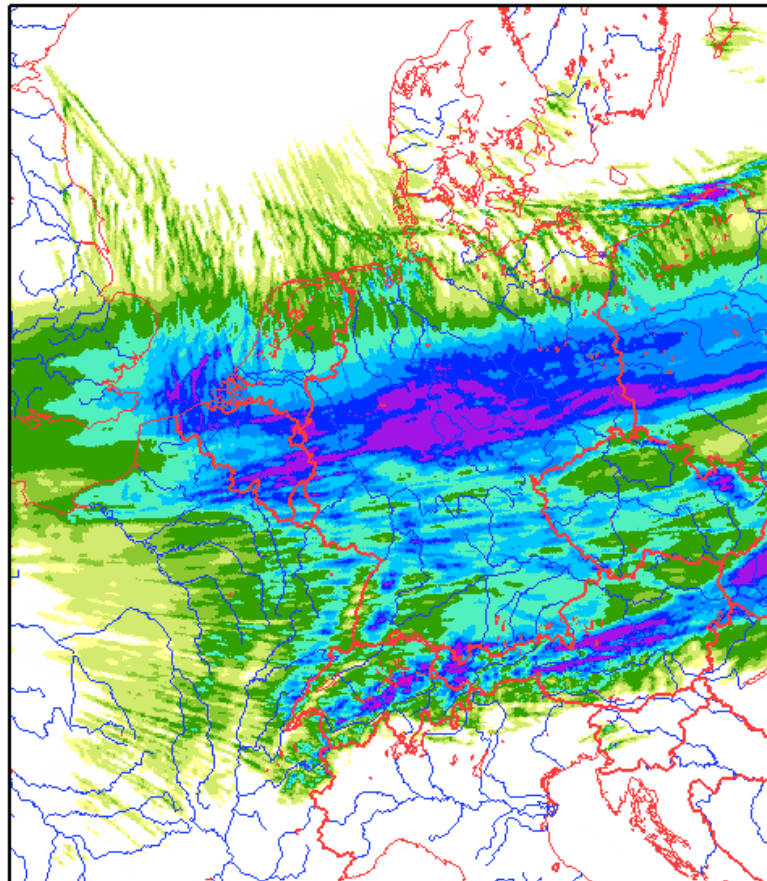


ICON-D2 vs. COSMO-D2 für Sturmtief Fabienne am 23.09.2018



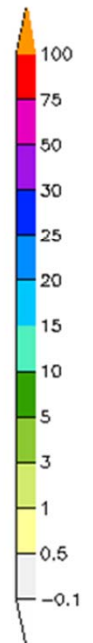
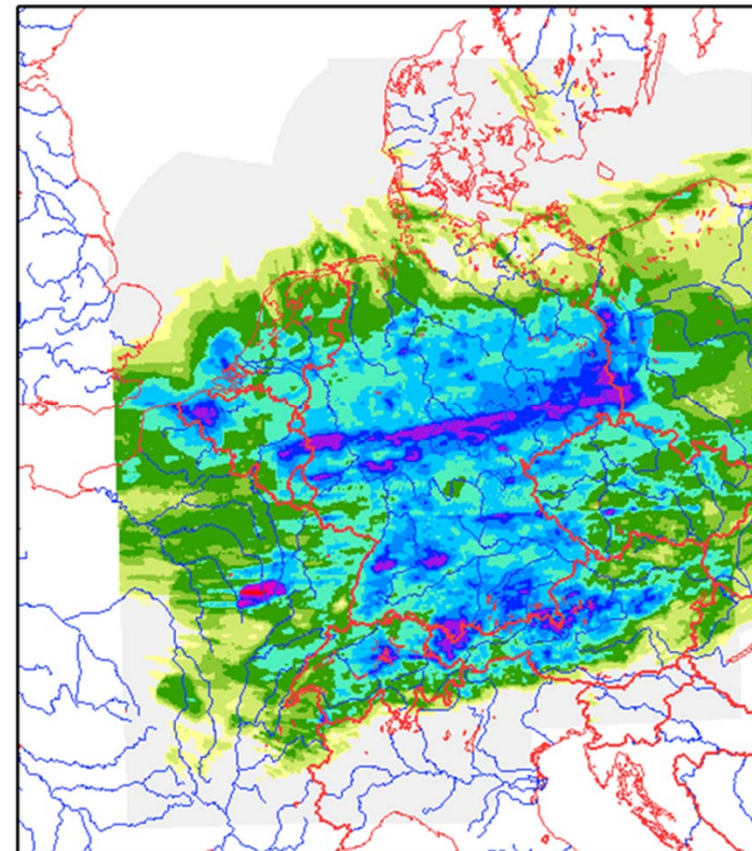
Start time: 23.09.2018 00:00 UTC
Forecast time: 24.09.2018 00:00 UTC
Total precipitation [mm/24h] (shaded)

ICON-D2



Valid time: 24.09.2018 00:00 UTC
Total precipitation [mm/24h] (shaded)

Radar EW



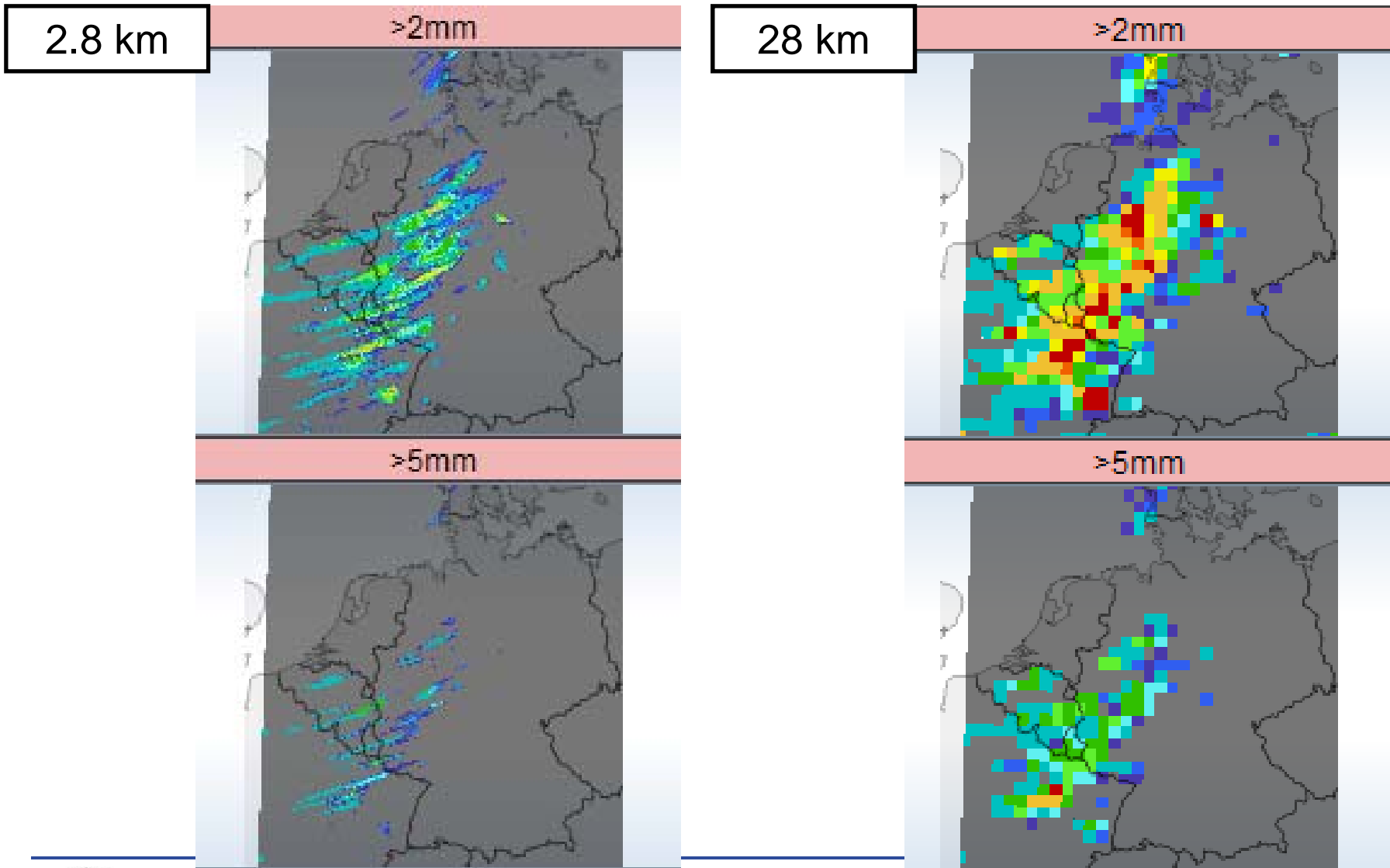
Totprec: Mean: 7.03376 Min: 0 Max: 66.582 Sigma: 9.19241

Totprec_EW: Mean: 7.4579 Min: 0 Max: 94.3301 Sigma: 8.39759

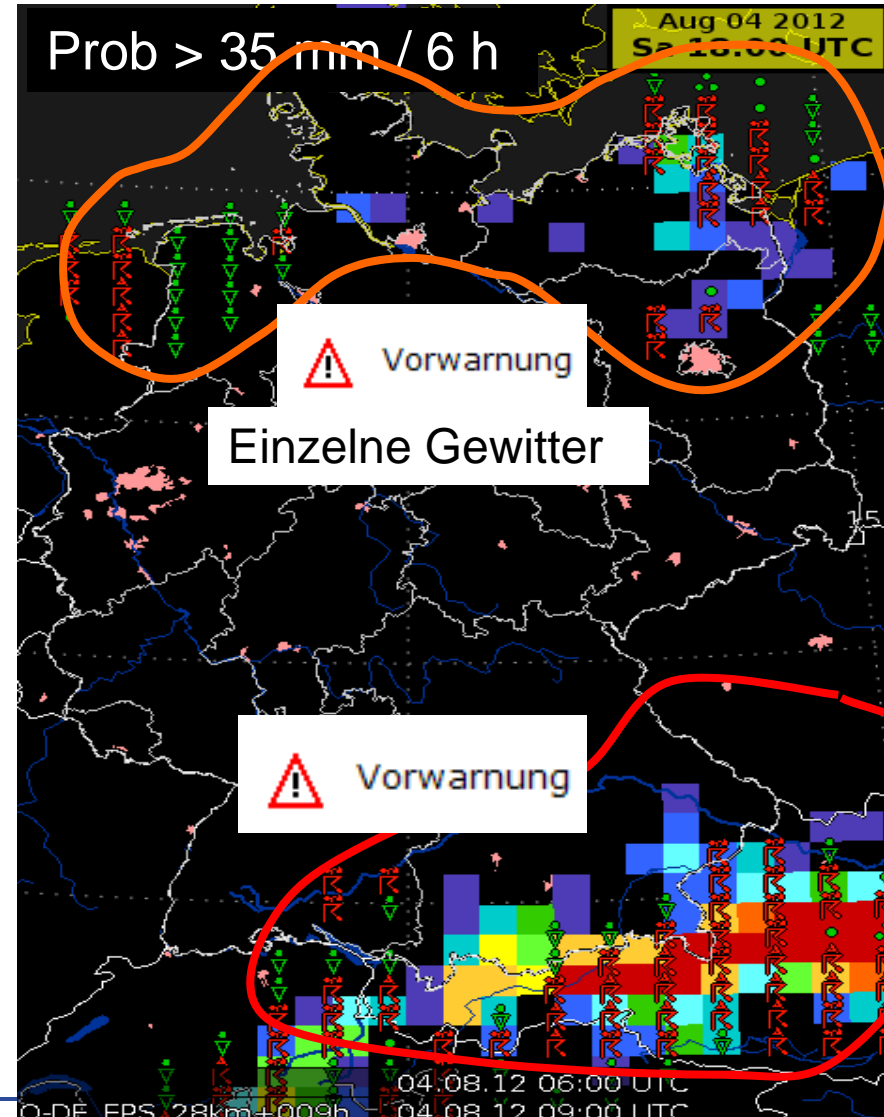
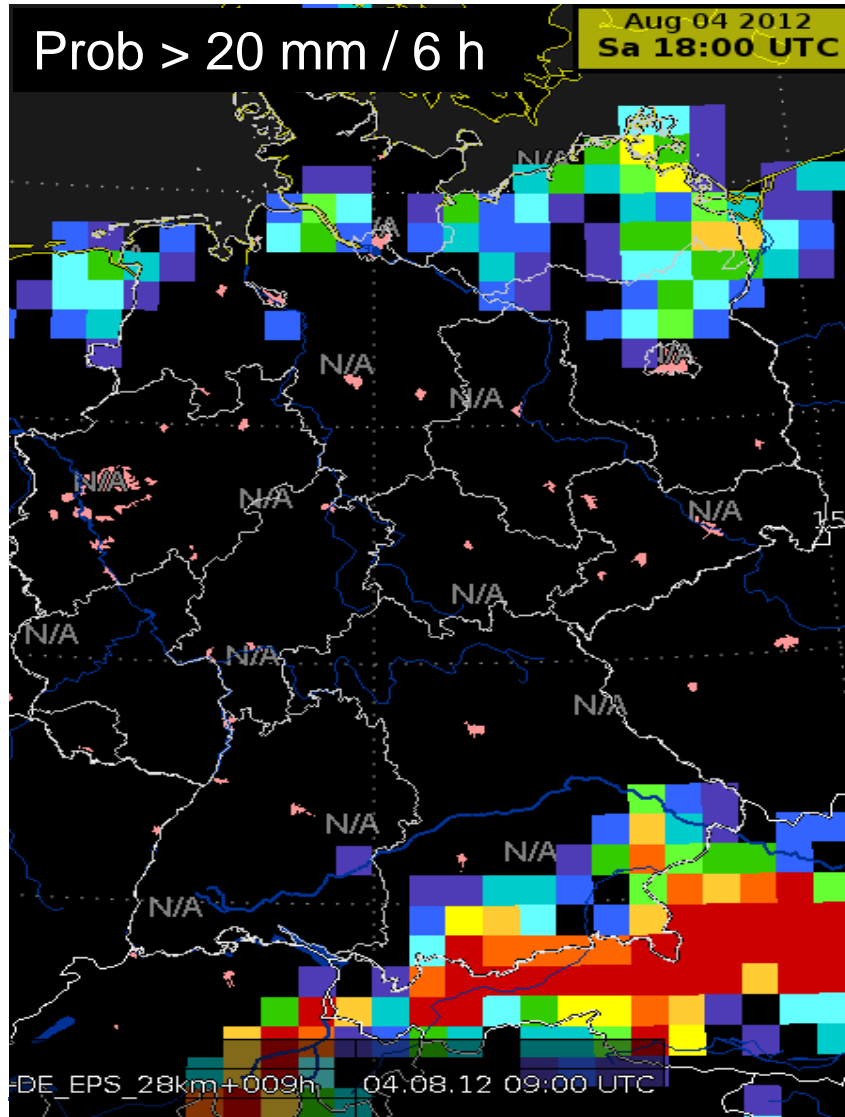


- Seit September 2018: Regelmäßige deterministische ICON-D2-Vorhersagen (OHNE Datenassimilation; basierend auf ICON-EU Nest Analysen für 00, 06, 12 und 18 UTC) im NUMEX.
- Sommer/Herbst 2019: Start der ICON-D2-Parallelroutine einschließlich EPS
- **Q4/2020: Ablösung des COSMO-D2 durch ICON-D2 und des COSMO-D2-EPS durch ICON-D2-EPS.**

COSMO-DE-EPS



Typische Nutzung Warndienst



Radar-Fernerkundung und NowCasting

Radarverbund des DWD

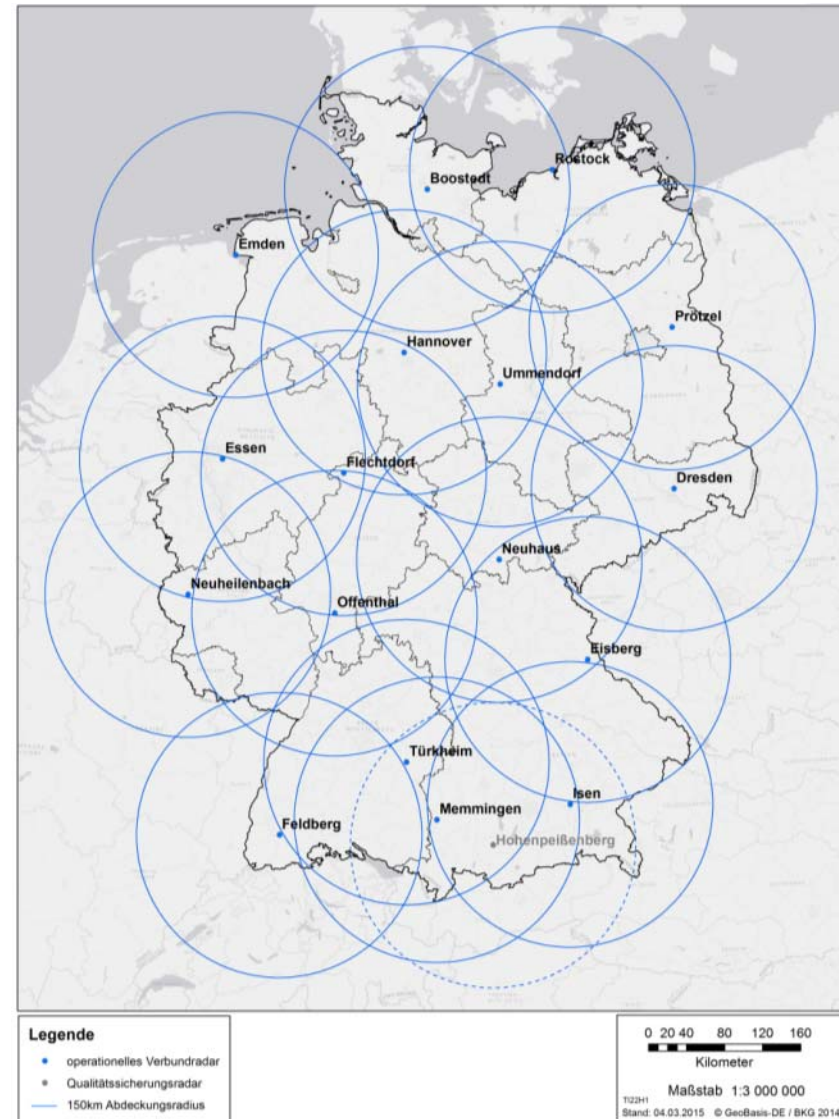
System RADOLAN (KU4)

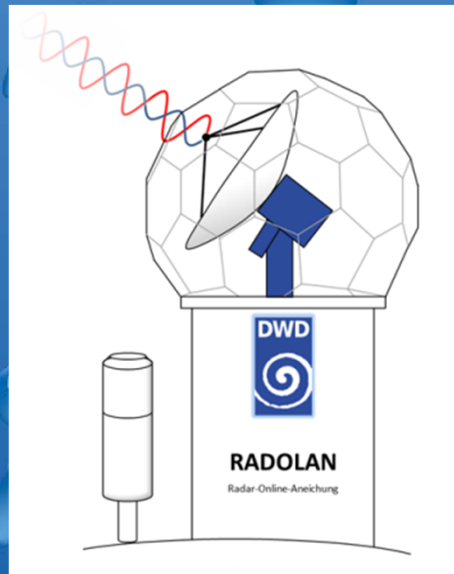
System KonRAD und
Informationsverdichtung mit NowCast-Mix (Paul James, FE2)



Der Radarverbund des DWD

- 17 operationelle Radarstandorte + 1 QS-Radar
- Modernisierung und Umrüstung für Dualpolarisationsradare für ca. 30 Mio. € bis 2015
- Einziger Wetterradarverbund in Deutschland
- **Wetterradare sind die einzige verfügbare Technik zur flächendeckenden dreidimensionalen Erfassung von Niederschlag und Wind**
- Datennutzung interner und externer Kunden für:
 - Vorhersage (u. a. für Warnungen, Unwettervorhersage)
 - Flugwetterberatung (zivil und militärisch)
 - Katastrophenschutz (z. B. Feuerwehr Informations-System FEWIS)
 - Hydrologie (Hochwasserwarnung)
 - Numerische Wettervorhersage (Datenassimilation - Eingangsgrößen für Vorhersagemodelle)





Radarniederschlag für hydrologische Anwendungen

Radarniederschlag für hydrologische Anwendungen

Elmar Weigl, Dr. Tanja Winterrath und das KU42A-Team

1 RADOLAN

2 RADVOR

3 RADKLIM (Radarklimatologie)

4 HoWa-innovativ

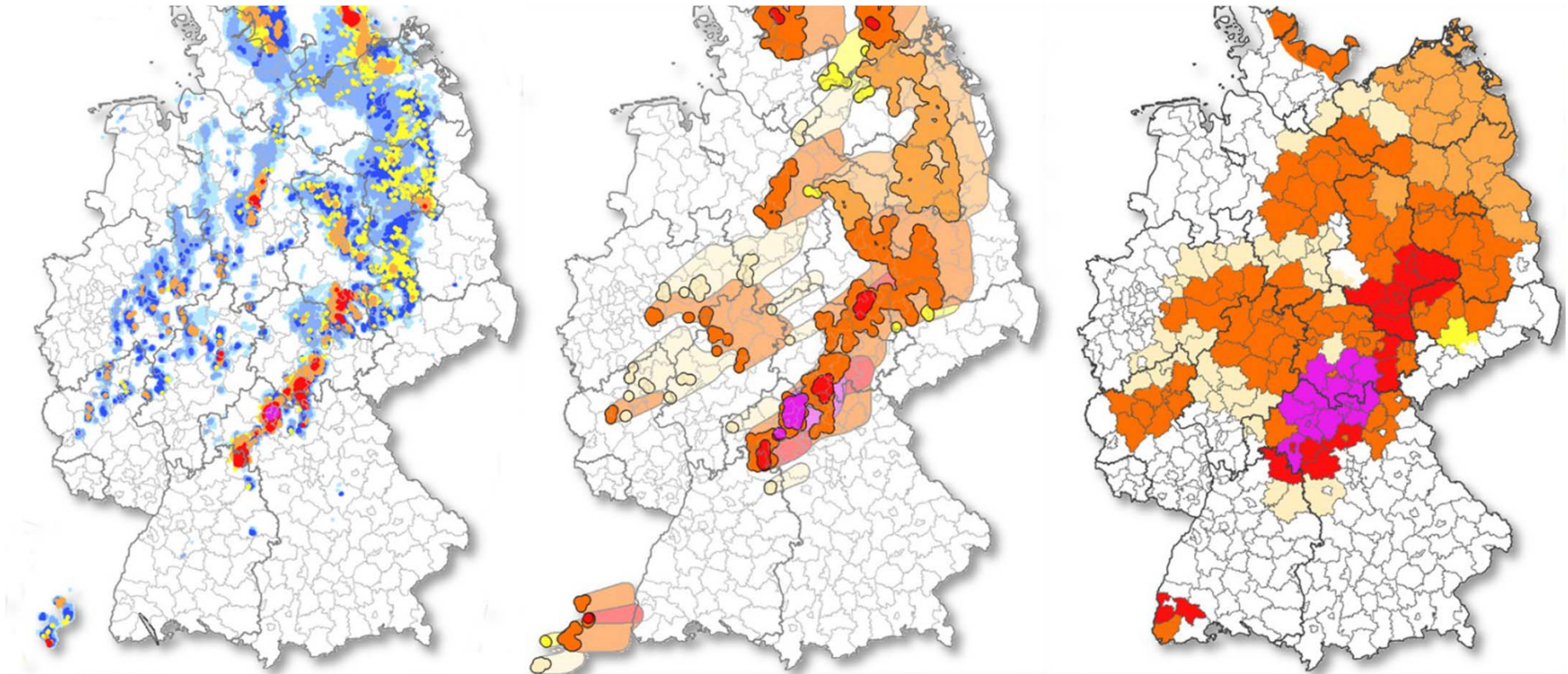


Nutzung im operationellen Vorhersage- und Warnbetrieb:

Umrechnung Radar-dBZ-Werte in Niederschlagsintensitäten (z.B. mm/h)	RH
Kalibrierung mit Messungen, stündlich	RW
Vorhersage für 2h, ggf. Akkumulationen	RQ
Kalibrierung im 10-/5min-Takt	
Hydrometeorerkennung/-klassifikation	FE, FQ
Schneeprodukte	FS, FQ

Und in weiteren automatisierten Verfahren.....





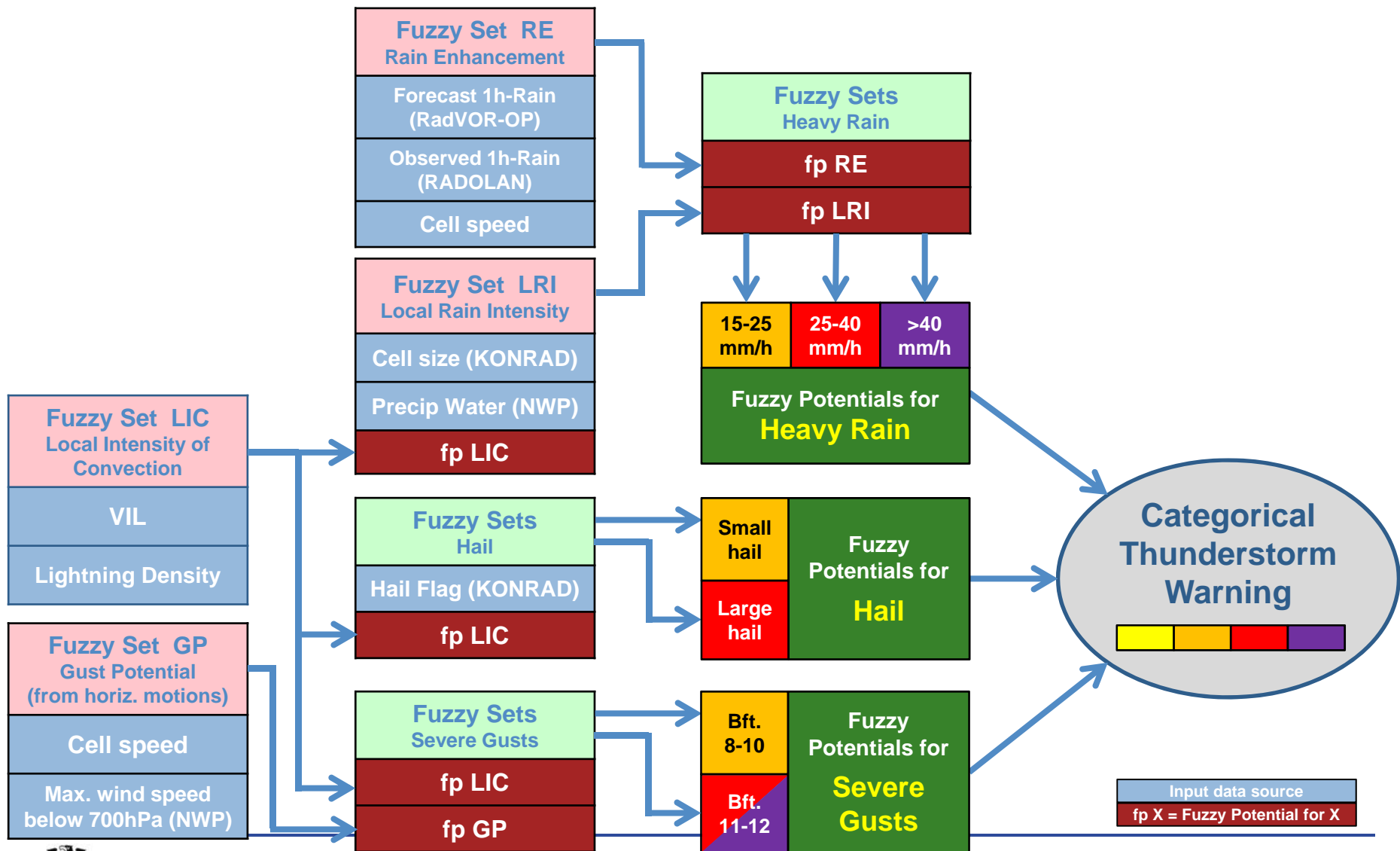
NowCastMIX

Automatic integration of nowcasting data for generating warning proposals

Dr. Paul James (Meteorological Application Development, DWD)

NowCastMIX

Fuzzy Logic



NowCastMIX

Warngebiete,
Tracks, Centroids

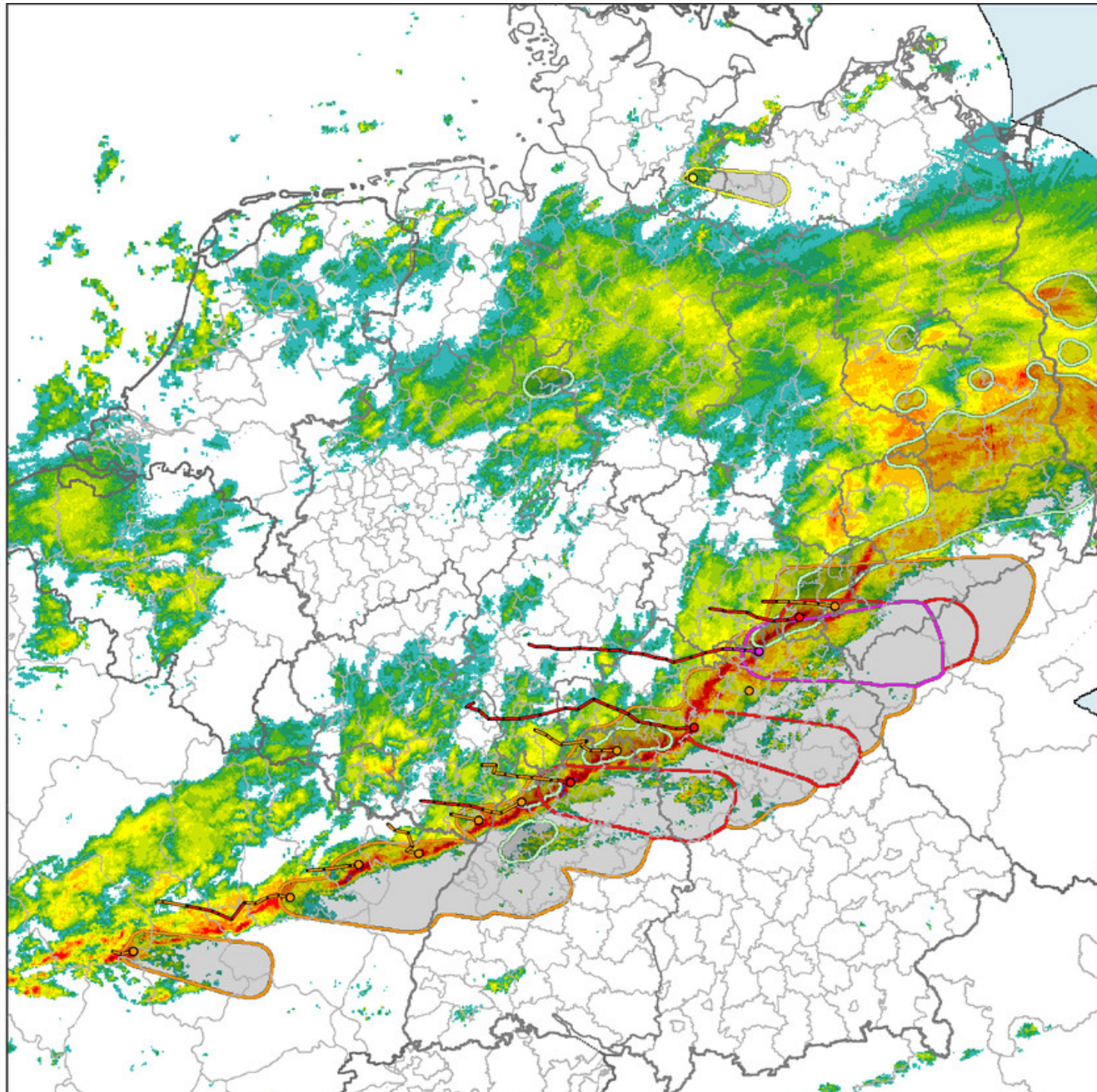
23 Sep 2018
15:50 UTC

Radar - WX / ERC

NoData
RadBnd
<18 dBZ
18-20 dBZ
21-23 dBZ
23-26 dBZ
26-29 dBZ
29-33 dBZ
33-37 dBZ
37-41 dBZ
42-46 dBZ
46-50 dBZ
51-55 dBZ
55-60 dBZ
60-65 dBZ
65-75 dBZ
>75 dBZ

Gewitter
Starkregen
Schneefall FZRA

Produktionszeit
23/09/18 15:56:41



Fläche (km²)

NoD	9811
Bnd	303
<18	529417
18-23	90490
23-29	83733
29-37	67935
37-46	24999
46-55	3241
55-65	71
>65	0

Verfügbarkeit eingehender Daten

KONRAD	✓
CellMOS	✓
Blitze	✓
VIL	✓
Radar WX / ERC	✓
Radolan RH	✓
AutoRadSatW	✓
UV700 CD2 / ICEU	✓
C-D2 Vmax	✓
ICON-EU PWat	✓
RadVOR RV	✓
RadVOR ZX / ZZ	✓
RadVOR FS	✓
C-D2 SFG/RASN	✓
NWCSAF CTH	✓
C-D2/RV FZRA	✓

Zuständig für Hydrologische Beratung im Bereich Basisvorhersagen

Guidanceprodukte
durch VBZ

Referat WV12

Vorhersage- und
Beratungszentrale



Referat WV1HA

Regional- und Seewetterzentrale Hamburg

Referat WV1PD

Reg. Wetterberatung
Potsdam

Referat WV1EM

Reg. Wetterberatung
Essen

Referat WV1LZ

Reg. Wetterberatung
Leipzig

Referat WV1SU

Reg. Wetterberatung
Stuttgart

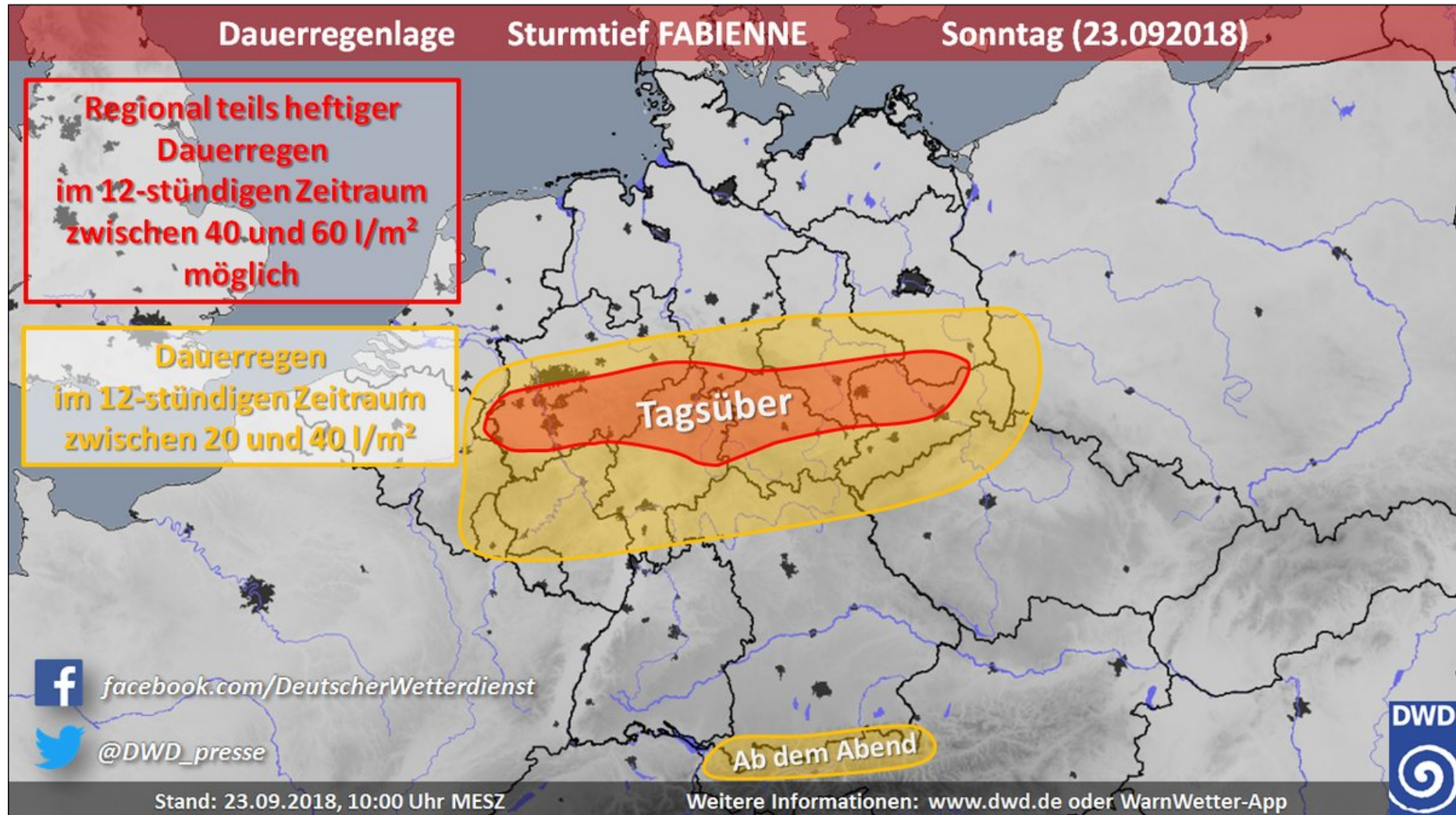
Referat WV1MS

Reg. Wetterberatung
München

Leistungen von allgemein bis individuell

- Selfbriefing-Systeme (WaWis, KU4; FeWIS, WV1)
- zentrale Guidance-Produkte Kurzfrist und Mittelfrist (VBZ Offenbach)
Bewertung von determ. Modellen und Ensembles
- Spezielle Berichte und Tabellen regional (RWBn, RSZ)
Teils mit den HVZn abgesprochene Inhalte und Layouts, teils
standardisierte, frei verfügbare Produkte der regionalen Dienststellen
- Beratung durch Berater und Meteorologen vom Dienst

Guidance-Produkt der VBZ, 23.09.18



Berichte, Tabellen und Beratung - REGIONAL

Standardprodukte

- Datenbulletins: Messwerte und Modellprognosen in Textform
- Wetter- / Niederschlagsvorhersage in Textform
- Regionale Einschätzungen von Modellen und Ensembles

Im Hochwasserfall

- Zusatzinformationen zur Modelleinschätzung in den Berichten sowie in mündlichen Beratungen

TEXT HVZN

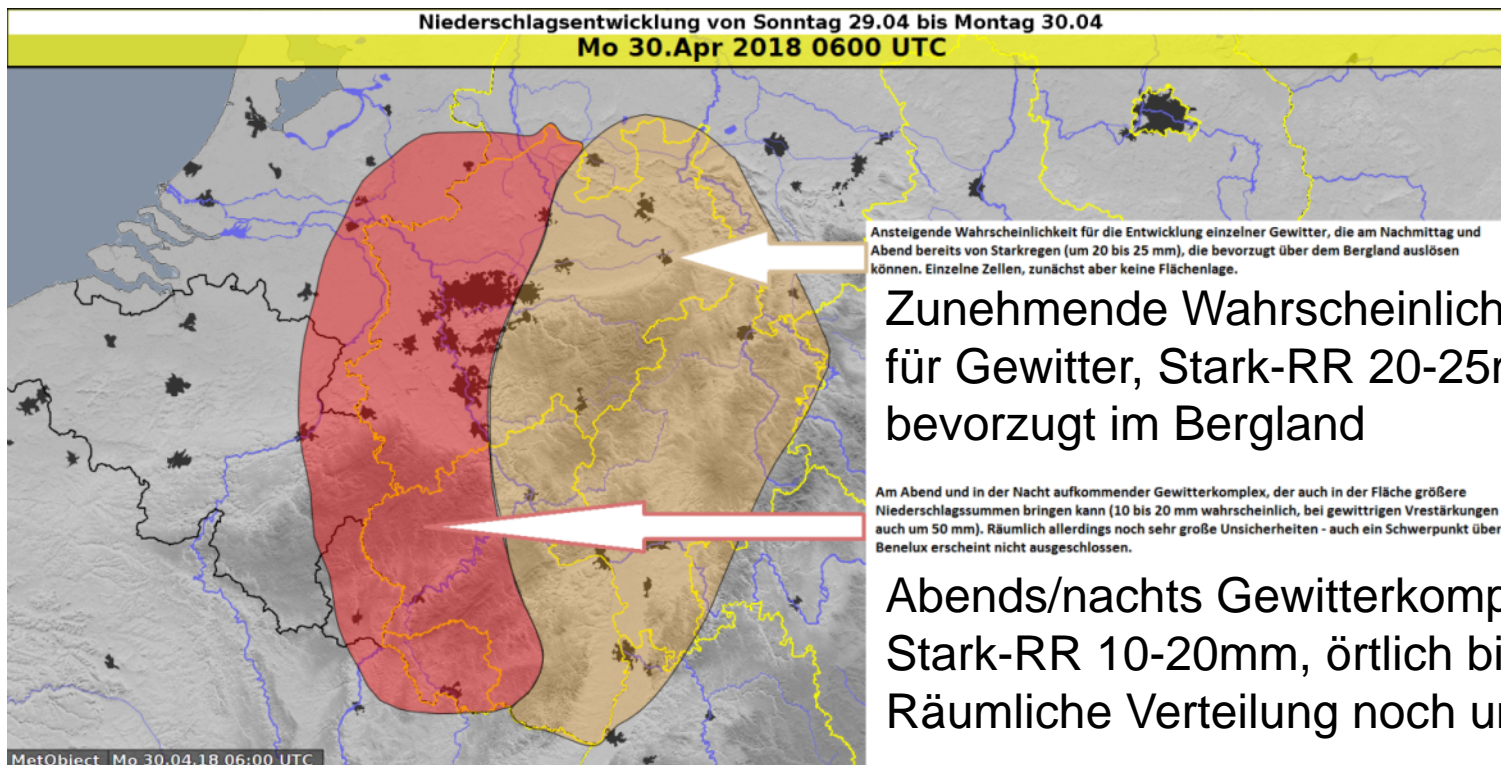
Einzugsgebiet des Mains bis zum Donaugebiet:

- **Detaillierte Beschreibung des Wetterablaufs im oben aufgeführten Zeitraum hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Verteilung von Niederschlagsprozessen, Phase und Intensität.**
- **Relevante Niederschlagsmengen** (/Abflüsse im Winter --- > 5 mm, im Sommer --- > 10 mm (je nach Vorsituation)).
- Auf Überschreitung von 30 mm/12h, 40 mm/24 und 60 mm/48h näher eingehend
- Wichtung der Basis-Modelle ICON_6(EU), ECMWF und EURO4 hinsichtlich Konsistenz und Vertrauenswürdigkeit. Ensemblevorhersagen einbeziehend.
- **Sollten oben aufgeführte relevante Werte oder Schwellenwerte nicht überschritten werden, reicht nachfolgender Absatz:**
- "Relevante Niederschläge oder Abflüsse werden in den nächsten 48(bis 96) Stunden nicht erwartet. Daher erfolgt keine detaillierte Ausführung zu den Modellgebieten."

Leistungen der RWB München



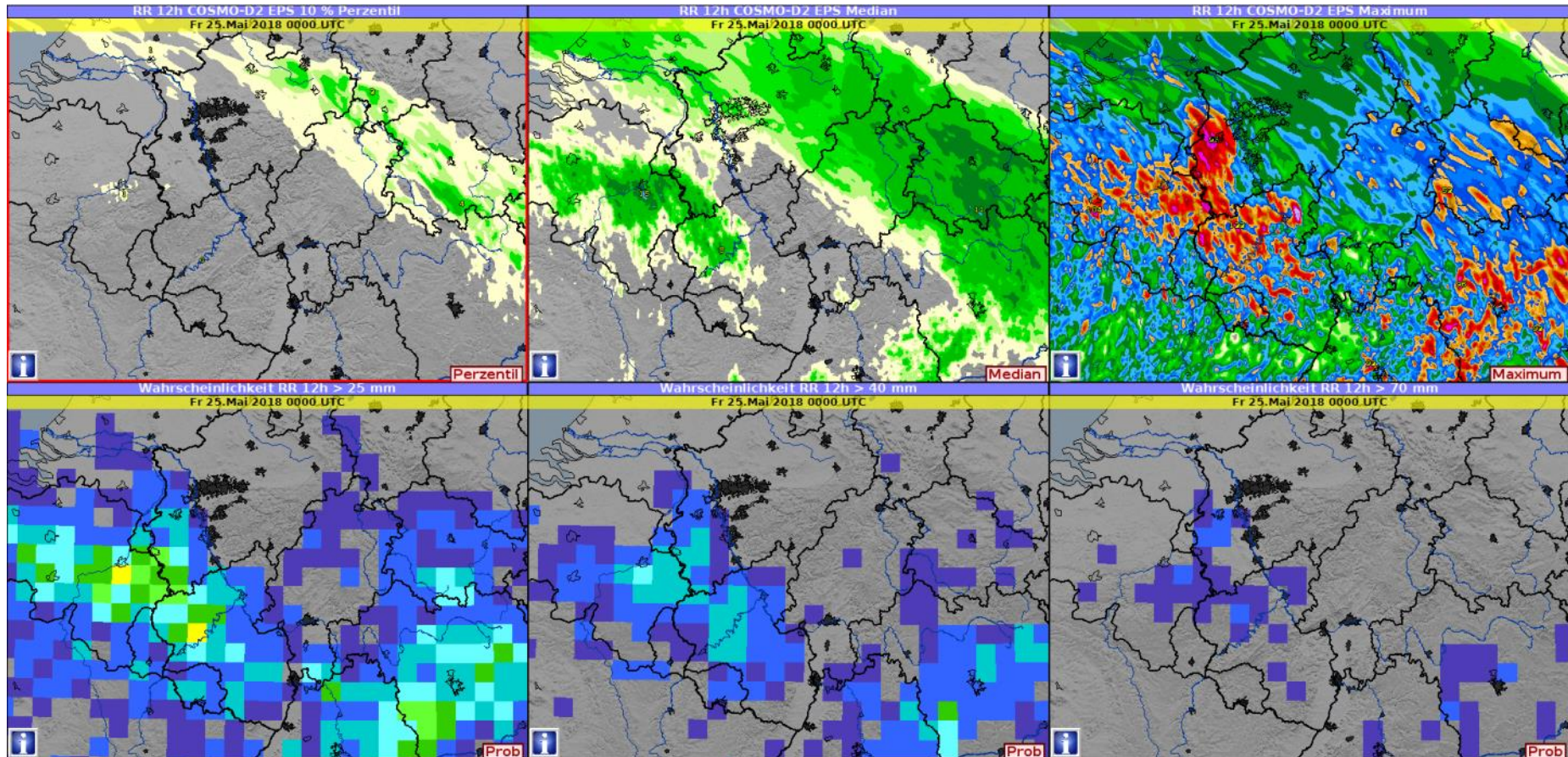
Zusammenarbeit mit den Hochwasserzentralen von Hessen, RLP, Saarland und NRW sowie 10 Wasserverbänden NRWs



- **Zusammenarbeit mit den Hochwasserzentralen von Hessen, RLP, Saarland und NRW**
 - „Neue hydrologische Produkte“ für die Hochwasserzentralen
 - Operationelle Einführung Januar 2018
 - Halbjährliche Nutzerworkshops zuletzt 12.04.18, HWZ Wiesbaden
 - Neue Produkte erfolgreich
 - Bereits auf internen Systemen der HWZn integriert
 - Spezielle Berichte der Beraterinnen vom Dienst wie erwartet besonders hilfreich zur Einschätzung der Lageentwicklung

Allgemein: Bereitstellung von Daten, Graphiken, Berichten und Warnungen

Weiteres Beispiel Mai 2018



Warndienst

Unterscheidung zwischen Stark- und Dauerniederschlägen aufgrund der unterschiedlichen Beeinträchtigungen verschiedener Kundengruppen:

Versiegeltes Gelände, Bäche, kleine Flüsse,
kommunaler Hochwasserschutz - Tiefgaragen, Unterführungen

Starkregen

Großflächige Dauerereignisse, Tauwetter, große Flüsse, Talsperren -

Dauerregen

Entsprechend der „Skaligkeit des Ereignisses“ unterscheiden sich auch Vorhersagbarkeit und Vorhersagenmethoden

Stark- und Dauerregen (Warnkriterien)

Wetterwarnungen			Unwetterwarnungen		
Meteorolog. Erscheinung	Schwellenwerte	Bezeichnung	Schwellenwerte	Bezeichnung	Extremes Unwetter mit Zusatztext
Starkregen	15 - 25 l/m ² in 1 Std. 20 - 35 l/m ² in 6 Std.	Starkregen	25 - 40 l/m ² in 1 Std. 35 - 60 l/m ² in 6 Std.	heftiger Starkregen	> 40 l/m ² in 1 Std. > 60 l/m ² in 6 Std.
Dauerregen	25 - 40 l/m ² in 12 Std. 30 - 50 l/m ² in 24 Std. 40 - 60 l/m ² in 48 Std. 60 - 90 l/m ² in 72 Std.	Dauerregen	40 - 70 l/m ² in 12 Std. 50 - 80 l/m ² in 24 Std. 60 - 90 l/m ² in 48 Std. 90 - 120 l/m ² in 72 Std.	ergiebiger Dauerregen	verbreitet >70 l/m ² in 12 Std. >80 l/m ² in 24 Std. >90 l/m ² in 48 Std. > 120 l/m ² in 72 Std.

Schnee in Lagen bis 800 m (Warnkriterien)

Wetterwarnungen			Unwetterwarnungen			
Meteorolog. Erscheinung	Schwellenwerte	Bezeichnung	Meteorolog. Erscheinung	Schwellenwerte	Bezeichnung	Extremes Unwetter mit Zusatztext
Leichter Schneefall	bis 5 cm in 6 Std. bis 10 cm in 12 Std. bis 15 cm in 24 Std. bis 20 cm in 48/72 Std.	Schneefall	Schneefall	10 - 20cm in 6 Std. 15 - 25 cm in 12 Std. 30 - 40 cm in 24 Std. 40 - 50 cm in 48/72 Std.	Starker Schneefall	verbreitet > 20 cm in 6 Std. > 25 cm in 12 Std. > 40 cm in 24 Std. > 50 cm in 48/72 Std.
Schneefall	5 - 10 cm in 6 Std. 10 - 15 cm in 12 Std. 15 - 30 cm in 24 Std. 20 - 40 cm in 48/72 Std.	Schneefall	Schnee- verwehung	Neuschnee oder lockere Schneedecke > 10 cm und wiederholt Böen ab Sturmstärke bft 8 (ab 65 km/h)	Starke Schnee- verwehungen	Neuschnee oder lockere Schneedecke > 25 cm und wiederholt Böen ab Sturmstärke bft 8 (ab 65 km/h)
Schnee- verwehung	Neuschnee oder lockere Schneedecke 5-10 cm und wiederholt Windböen bft 6 oder 7 (von 39 bis 64 km/h)	Schnee- verwehung				



Tauwetter (Warnkriterien)

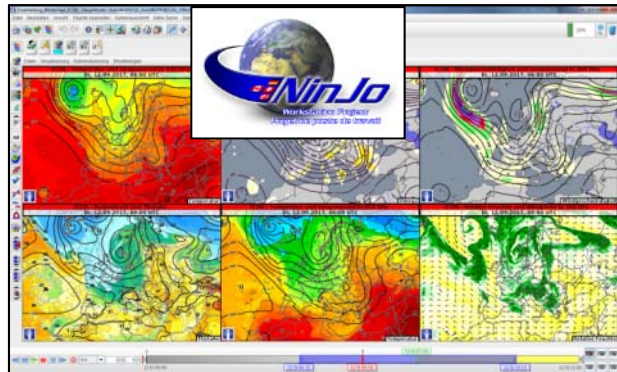
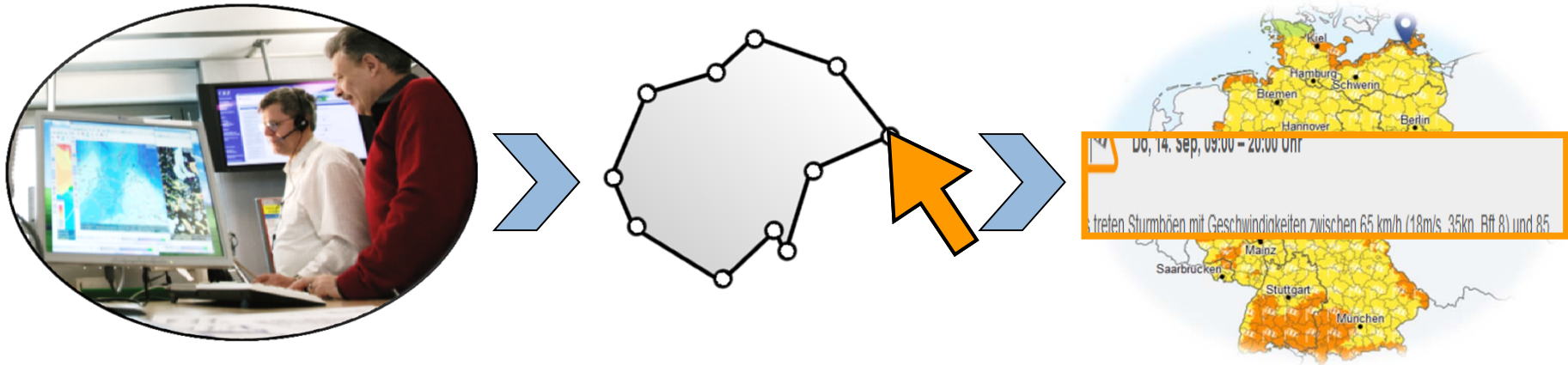
Wetterwarnungen			Unwetterwarnungen	
Meteorolog. Erscheinung	Schwellenwerte	Bezeichnung	Schwellenwerte	Bezeichnung
Tauwetter bei steigenden Temperaturen Abflussmenge durch flüssigen Niederschlag und Wasserabgabe aus der Schneedecke	25 - 40 l/m ² in 12 Stunden	Tauwetter	> 40 l/m ² in 12 Stunden	starkes Tauwetter
	30 - 50 l/m ² in 24 Stunden		> 50 l/m ² in 24 Stunden	
	40 - 60 l/m ² in 48 Stunden		> 60 l/m ² in 48 Stunden	
	60 - 90 l/m ² in 72 Stunden		> 90 l/m ² in 72 Stunden	

Erläuterung zur Unterscheidung zwischen Dauerregen- und Tauwettersituationen:

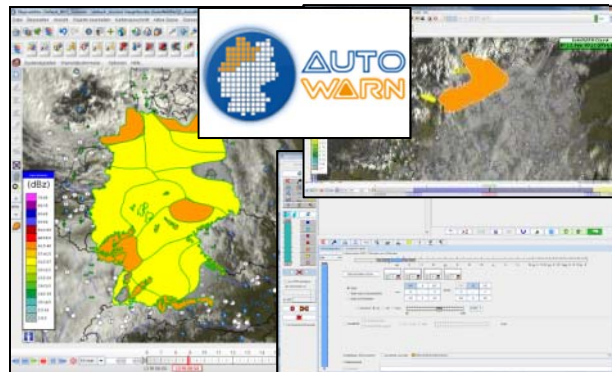
Die Tauwetterwarnung ist auszugeben, wenn eine signifikante Erhöhung der Abflussmenge durch das Abtauen einer (i.a. zum Ausgabezeitpunkt vorhandenen) Schneedecke von mindestens 10cm erwartet wird. In diesen Fällen entfällt ggf. die Dauerregenwarnung.



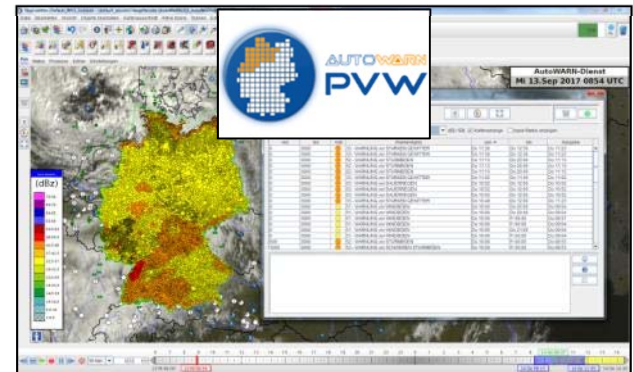
Das (manuelle) Warnsystem des DWD



NinJo
Forecaster Workstation



AutoWARN ASG/ASE



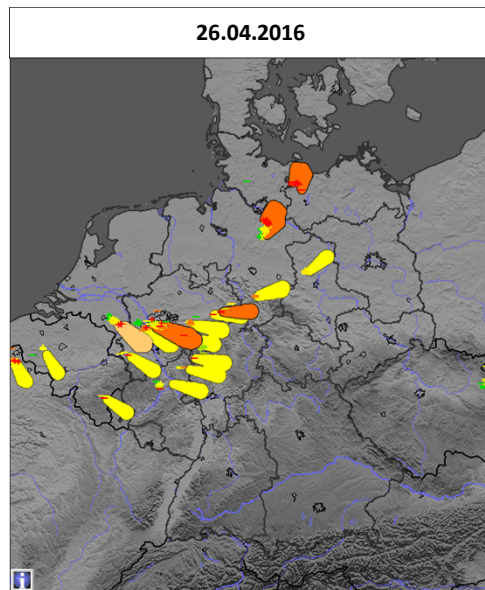
AutoWARN PVW



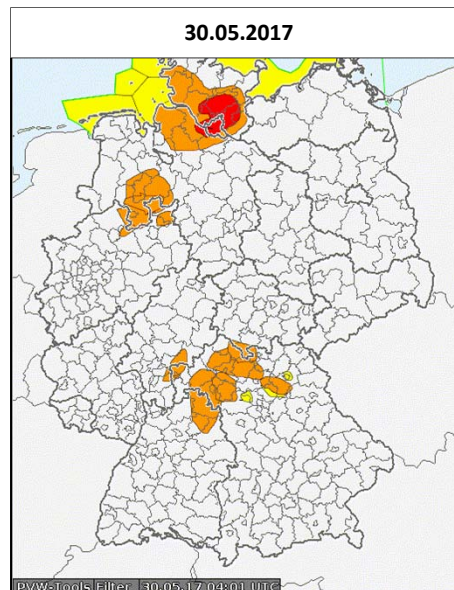
- **Warning Status:** structured information/data about potential hazards
- **Warning Product:** the representation of a warning for a specific audience/purpose (e.g. an image on a website, CAP Alert)

DWD forecasters create and update the Warning Status

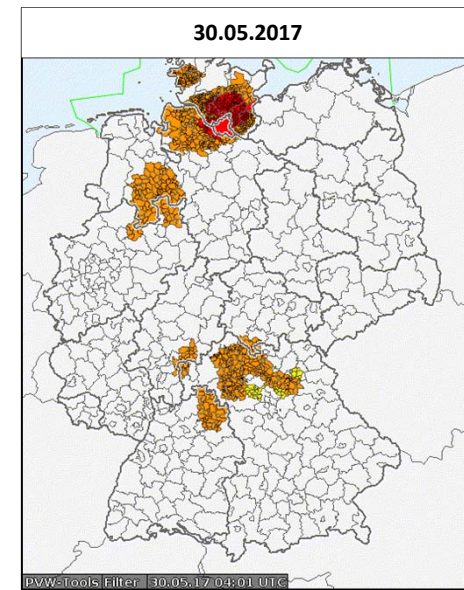
PVW (production and distribution of warnings) creates warnings



automatic proposals



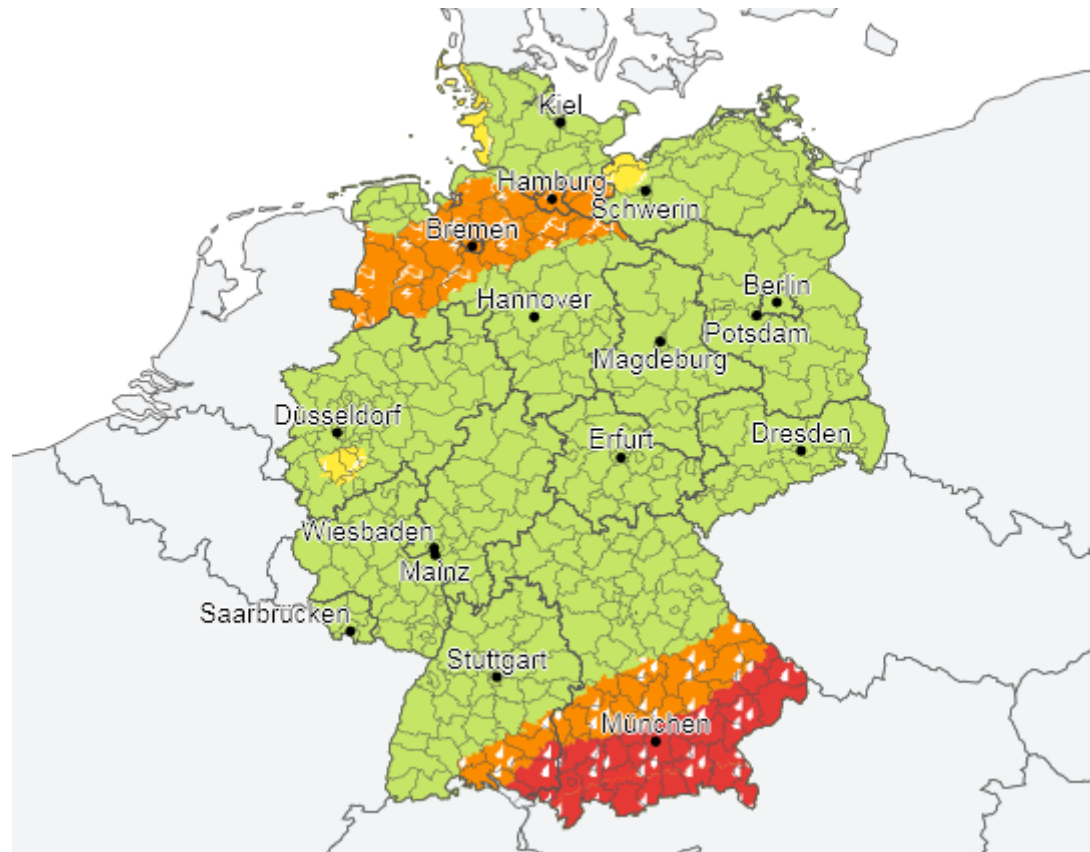
semi-automatic warning status



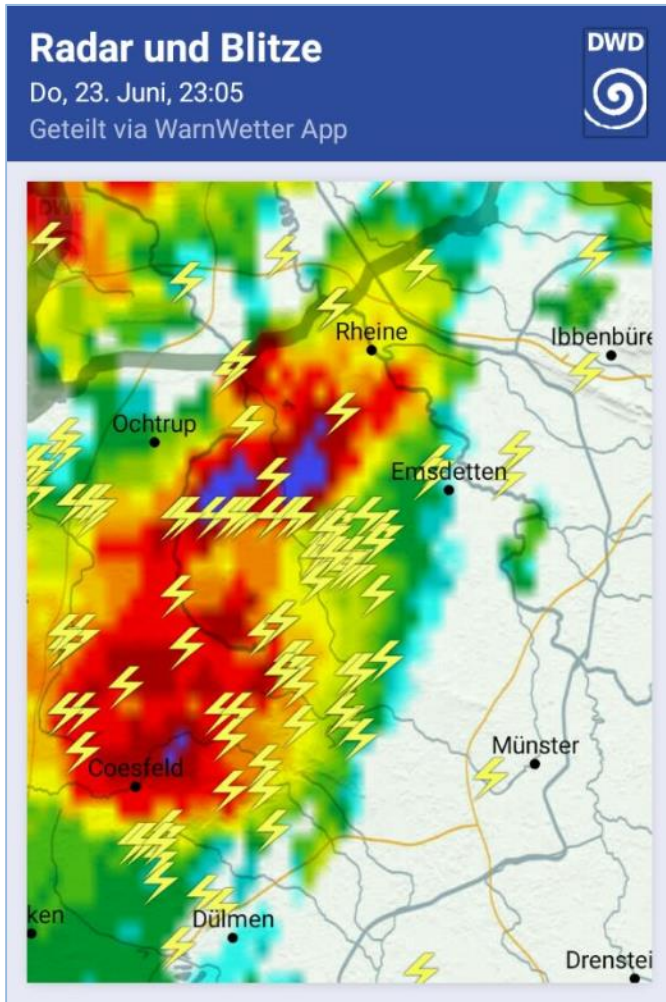
Automatic generated warning products

Darstellung der Warnungen im Internet

www.dwd.de oder www.wettergefahren.de



Darstellung in der WarnWetter-App

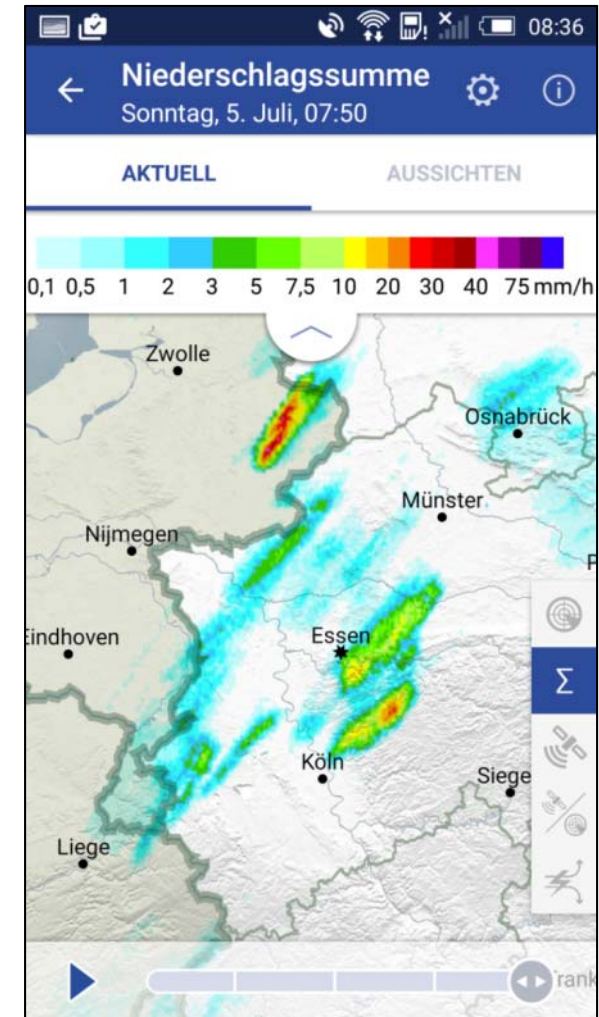


Radar-/Blitzkarte

- Anzeige der Radar- und Blitzdaten alle 5min
- Vorhersage der Radarechos (nur in Radaransicht)

Regensumme

- Anzeige der stündlichen Summe des Niederschlags, angeeicht mit Regenmessern



Die App enthält auch Informationen zu Naturgefahren (Hochwasser, Sturmflut, Lawinen):

➔ Hochwasserinformationen der Länder (Berichte, Pegelstände etc.)



➔ Aktualisierung der WarnWetter-App noch im November 2018 geplant

Ziel

- Pilotprojekt zur Entwicklung eines integrierten Vorhersagesystems (Seamless INtegrated FOrecastiNg sYstem SINFONY)
- Entwicklung eines Systems für ensemble-basierte hoch-aufgelöste Vorhersagen von der Beobachtung bis +6 h / +12 h
- Kombination von Nowcasting-Verfahren und numerischer Wettervorhersage
- Fokus auf sommerliche konvektive Niederschlagsereignisse

Nowcasting



KONRAD3D

Numerische Wettervorhersage



Intelligente Kombination

Nowcasting

SINFONY-Produkte

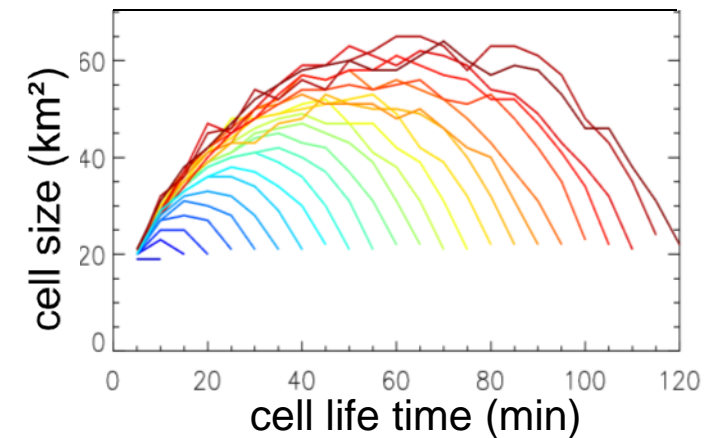
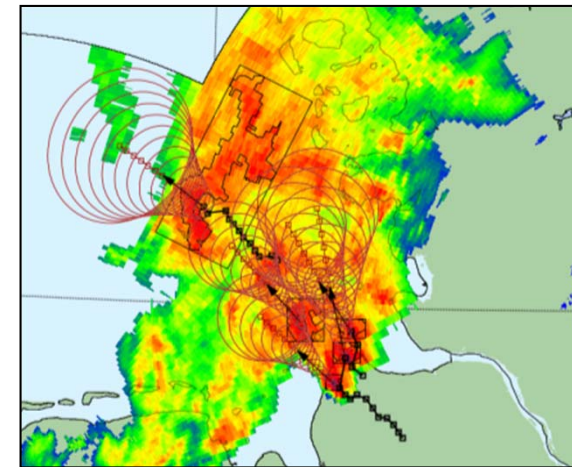
NWP

t_0

Beobachtungs-basiertes Nowcasting

Verbesserungen des Objekt-basierten Nowcastings

- Objektverfolgung mit Unsicherheitsabschätzung mittels eines Kalman-Filters
- Vorhersage der Zellentwicklung und Lebensdauer basierend auf lang-jährigen Zellstatistiken und aktuellen Zelleigenschaften



Numerische Wettervorhersage

Methoden

- COSMO-EPS; ICON-EPS
- Datenassimilation mittels local ensemble transform Kalman filter (LETKF; KENDA)
- Lösung hydro-dynamischer Gleichungen auf 3D-Gitter



Stärken

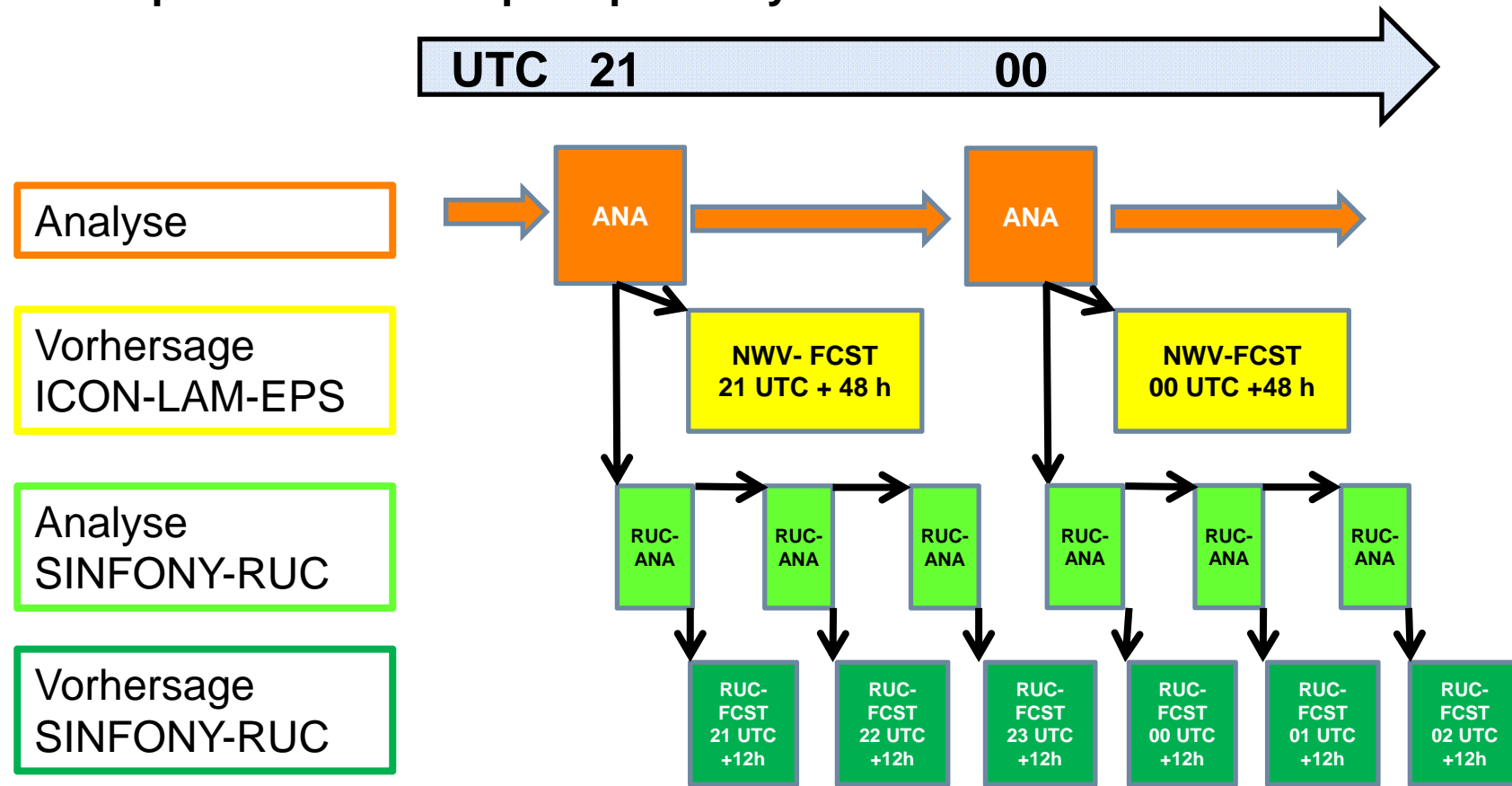
- ✚ Simulation dynamischer Prozesse
- ✚ Langer Vorhersagehorizont

Bisherige Schwächen

- Vorhersagen verfügbar ~1-1.5h nach Initialisierung
- Updateintervall 3h
- Basierend auf Modellanalyse

Numerische Wettervorhersage

Konzeptentwurf des Rapid Update Cycle



- Mehr, weiterentwickelte Nowcasting-Verfahren
- Häufigere hochaufgelöste Modellrechnungen und Ensembles
- Intelligente Verschneidungen beider Ansätze

- Zeitlich und räumlich hochaufgelöste
deterministische und probabilistische Produkte

- als Grundlage für den Vorhersage-, Beratungs- und Warndienst
- als Basis für die Kunden und für Anschlussproduktionen (z.B. Abflussmodelle)

- **Es besteht die berechtigte Hoffnung, dass es gelingt, die Vorhersagbarkeit der extrem schwer vorherzusagenden Größe Niederschlag auf allen Vorhersageskalen kontinuierlich zu verbessern!**

Dank an die Kollegen für bereitgestellte Folien:

M. Paulat, F. Mole, G. Wolz, T. Schumann,

D. Majewski, A. Seifert, E. Weigl, P. James, K. Wappler, u.a.



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

Haben Sie Fragen?

**Oder noch Lust auf
einen „Bonustrack“?**