

Möglichkeiten und Grenzen von Wettervorhersagen

Integration von Wetterdaten in das Düngeberatungsprogramm BEFU

Falk Böttcher

mit Beiträgen von

Frank Förster und Dr. Michael Grunert (LfULG)

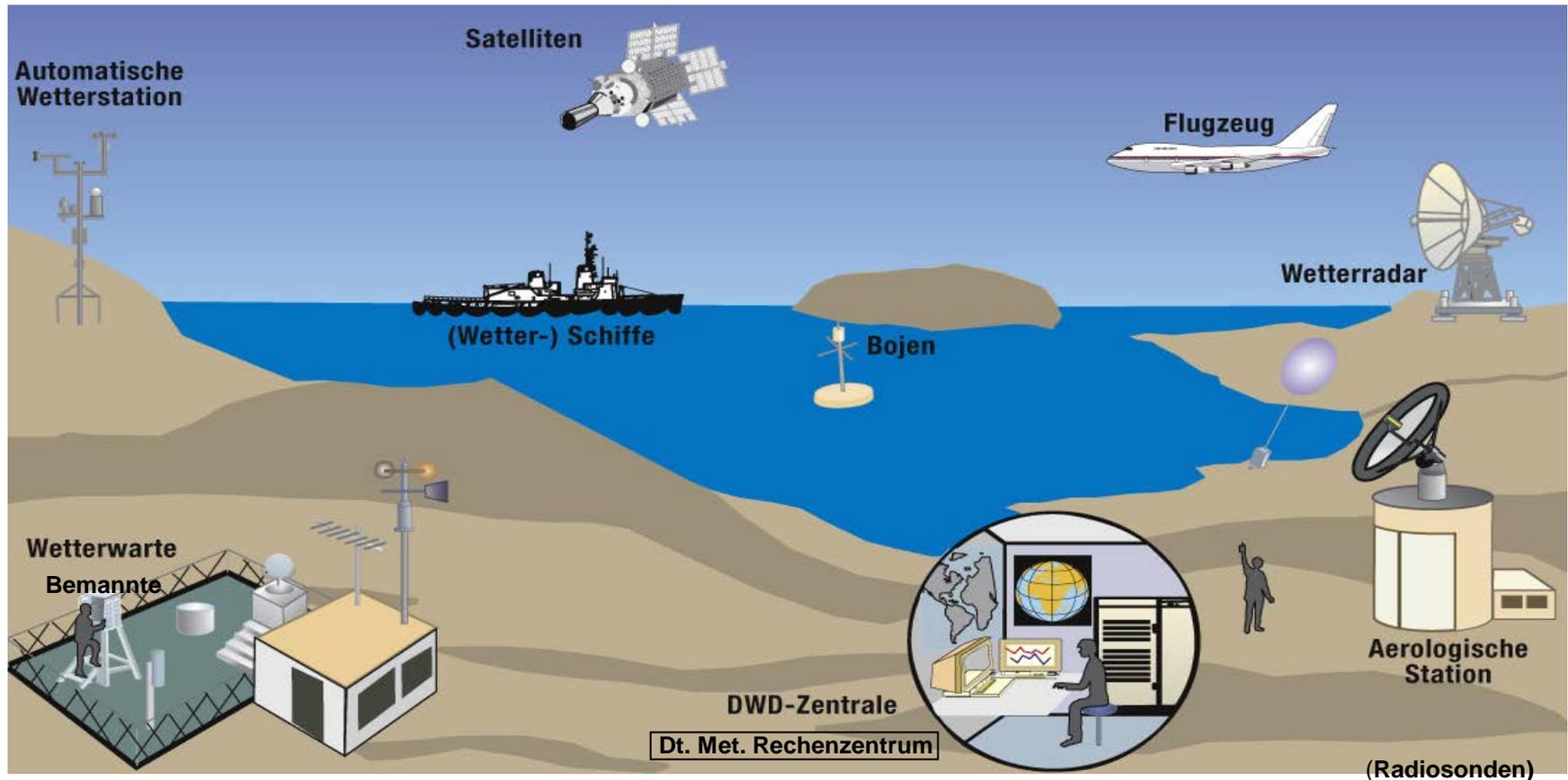
sowie

Dr. Kristina Fröhlich und Martin Schmidt (DWD)



Ohne **Beobachtung und Messung** von Wetterdaten keine Wettervorhersage:

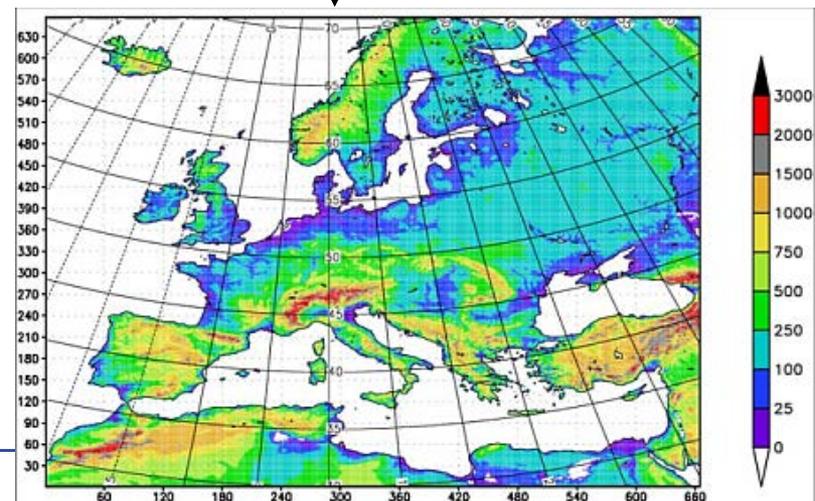
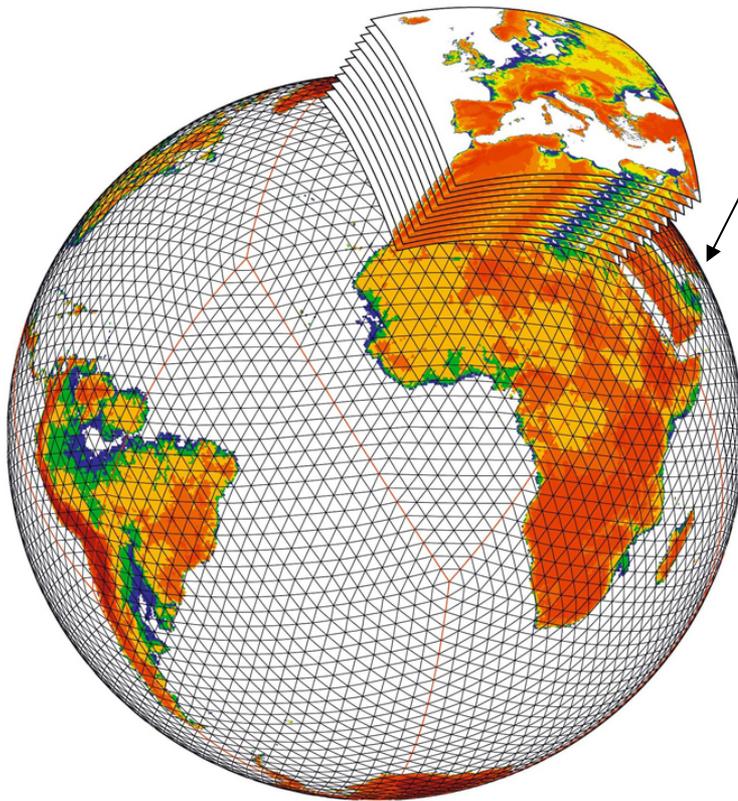
Global werden die Daten folgendermaßen erfasst:



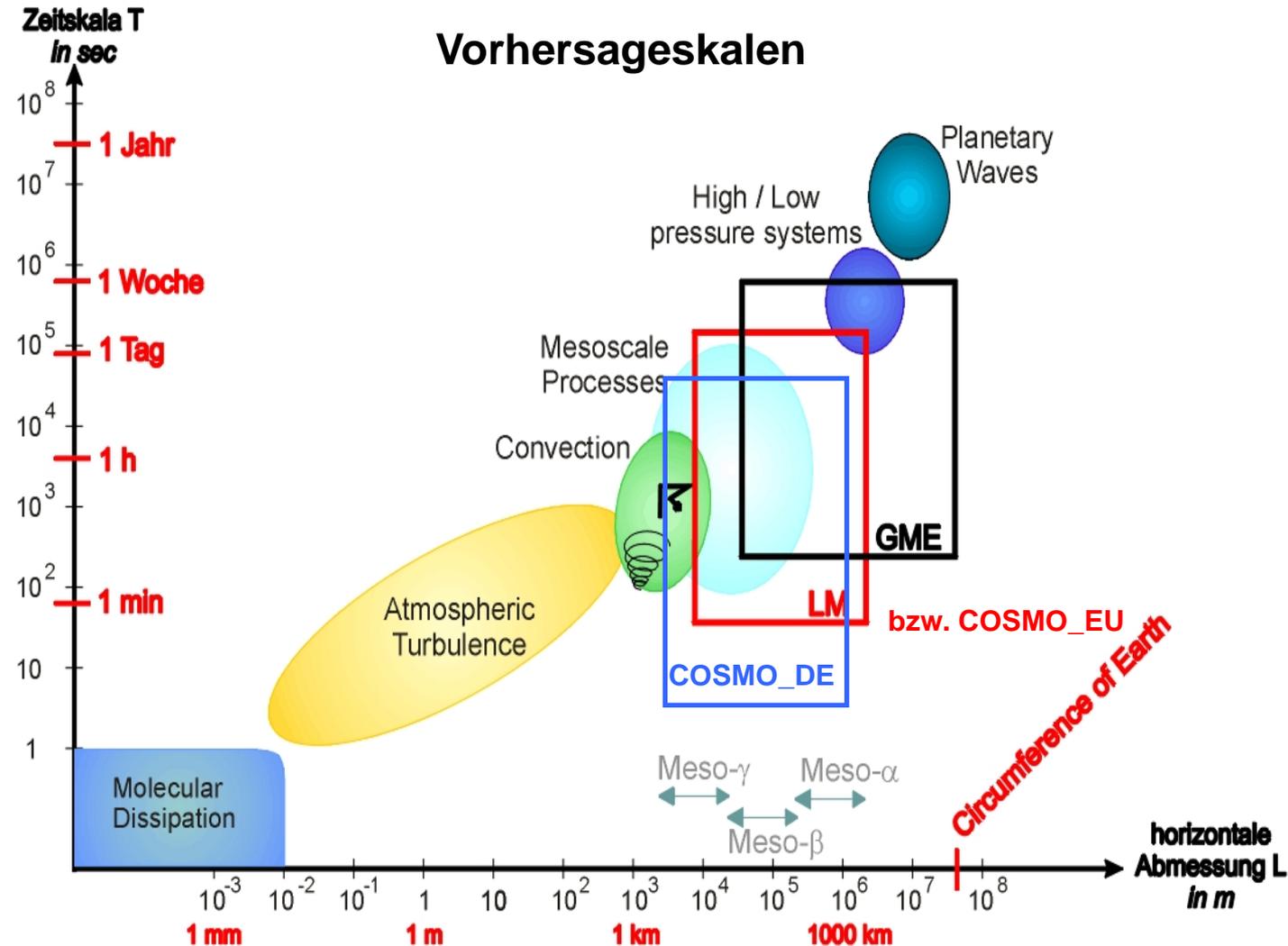
Die Vorhersagemodelle des DWD

Für jeweils **60 Stockwerke**:
Beim **Globalen Modell (GME (extended))**
wird in Dreiecken (Schenkellänge **30 km**)
mit weltweit **39 Mill.** Gitterpunktwerten
gerechnet (2x am Tag und 10 Tage in voraus).

Für jeweils **40 Stockwerke**:
Beim **Lokalen Modell (COSMO-EU)** wird
in Rechtecken (Maschenweite **7 km**) mit
europaweit **17,5 Mill.** Gitterpunktwerten
gerechnet (4x am Tag und 3 Tage in voraus).



Vorhersageskalen

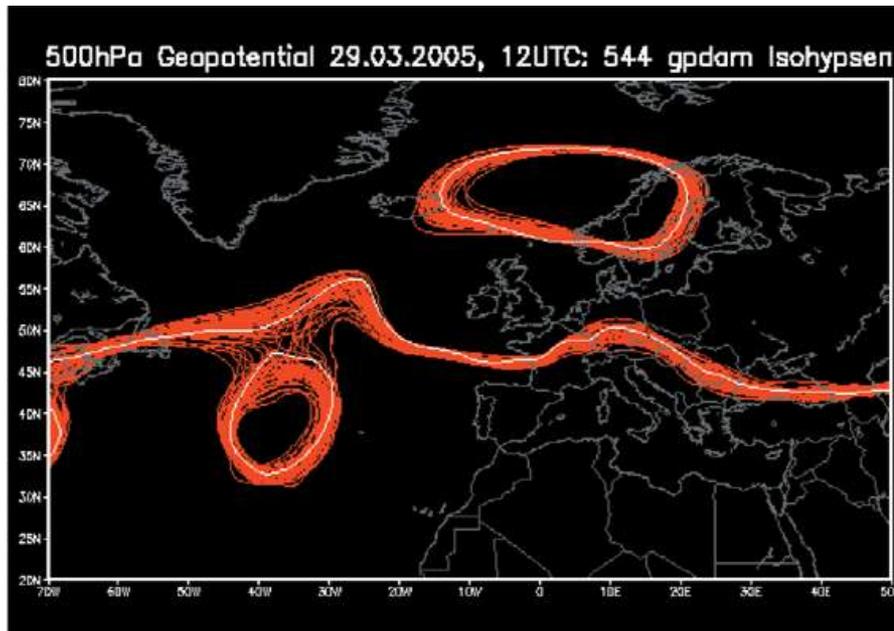


GME:
 $\Delta x = 30$ km
 655362x60 grid points
 $\Delta t = 100$ s
 $T_{ges} = 7$ days

LM bzw. COSMO-EU:
 $\Delta x = 7$ km
 665*657 * 40 grid points
 $\Delta t = 40$ sec.
 $T_{ges} = 3$ days

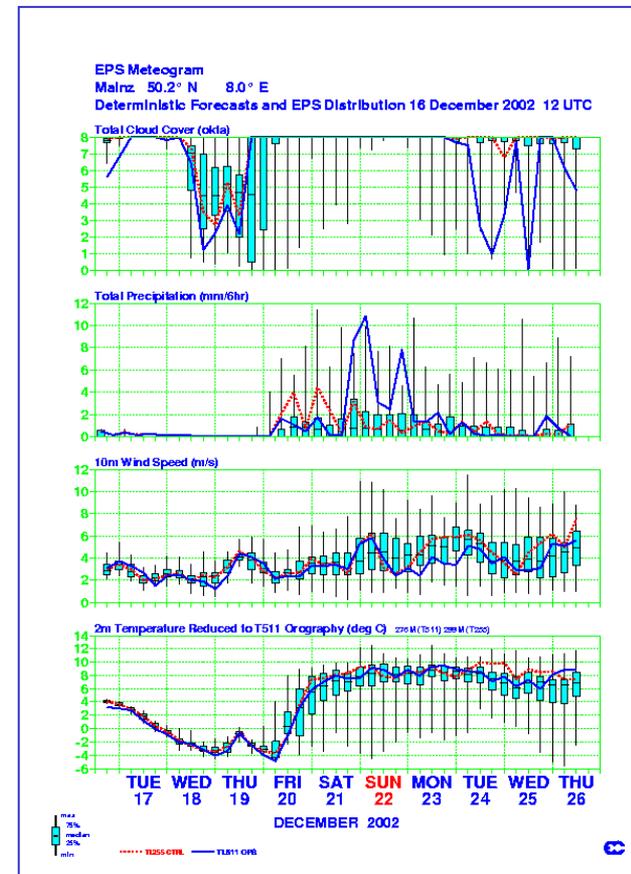
COSMO-DE:
 $\Delta x = 2.8$ km
 421*461 * 50 grid points
 $\Delta t = 25$ sec.
 $T_{ges} = 18$ hours

Neue Ensembletechnik für Wettervorhersagen:



24-Stunden-Modellvorhersage eines Supercomputers mit 50 im Anfangsstadium geänderten parallel gerechneten Prognosen (Ensemble (EPS)-Technik)

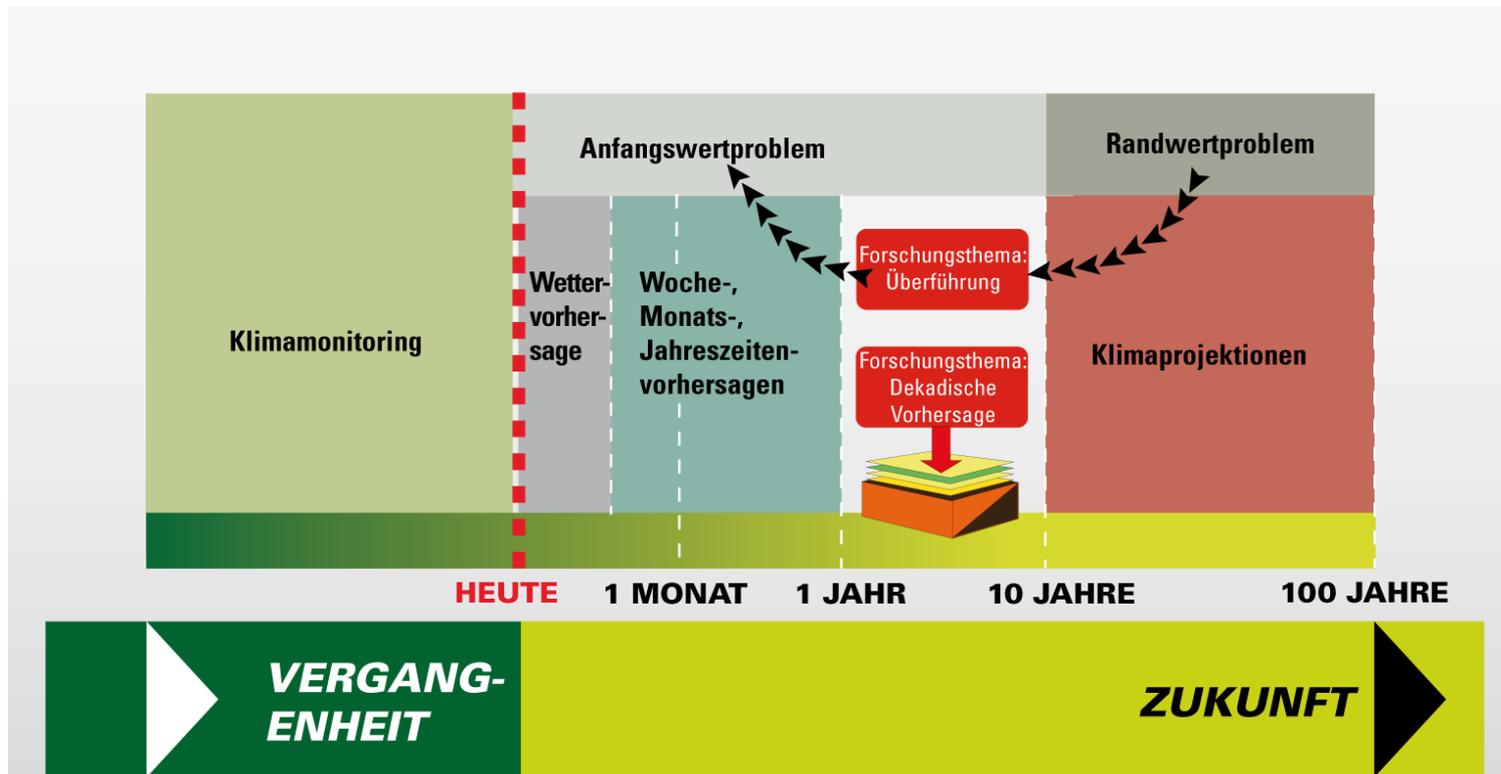
Die weiße Linie zeigt die modellbasierte Lösung ohne Änderung.



EPS-basiertes Meteogramm

Seamless Prediction

Die „nahtlose Vorhersage“ bezeichnet die Vorhersagbarkeit von Wetter und Klima auf möglichst großen zeitlichen und räumlichen Skalen.



Die Skala vom Wetter zum Klima – eine Skala von Raum und Zeit

Modell für Wetter**vorhersage**:

- Zielt auf genaue Aussage über Wetterereignisse an bestimmten Orten zu bestimmter Zeit (z.B. Frontdurchgang am Dienstag über Sachsen-Anhalt)

Modell für Jahreszeiten**prognosen** und Klim**projektionen**:

- Gibt den **mittleren** Zustand der Atmosphäre eines **Zeitraumes** eines größeren Gebietes an (z.B. warmer und regenreicher August in Ostdeutschland)

Die Skala vom Wetter zum Klima – eine Skala von Raum und Zeit

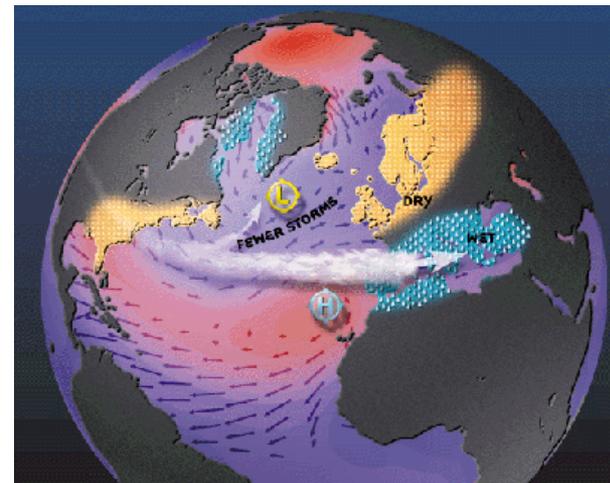
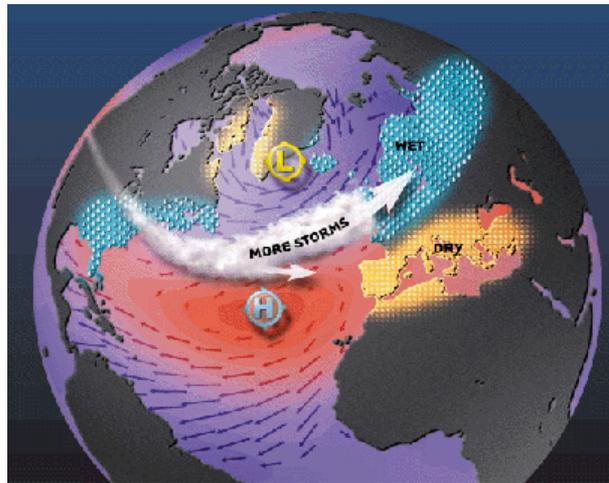
Modell für Wettervorhersage:

1. hohe bis sehr hohe Auflösung (2-20km), => höhere Information
2. Ständige Optimierung des Anfangszustandes,
3. Physikprozesse können kleine Skalen besser berücksichtigen (Hagel/Graupelbildung).

Modell für Klimaprojektionen:

1. Mittlere bis grobe Auflösung (60-300 km),
2. Anfangszustand wird nach gewisser Zeit “vergessen”, Randbedingung wichtig!
3. Beschreibung der Physikprozesse muß fehlende Auflösung ausgleichen.

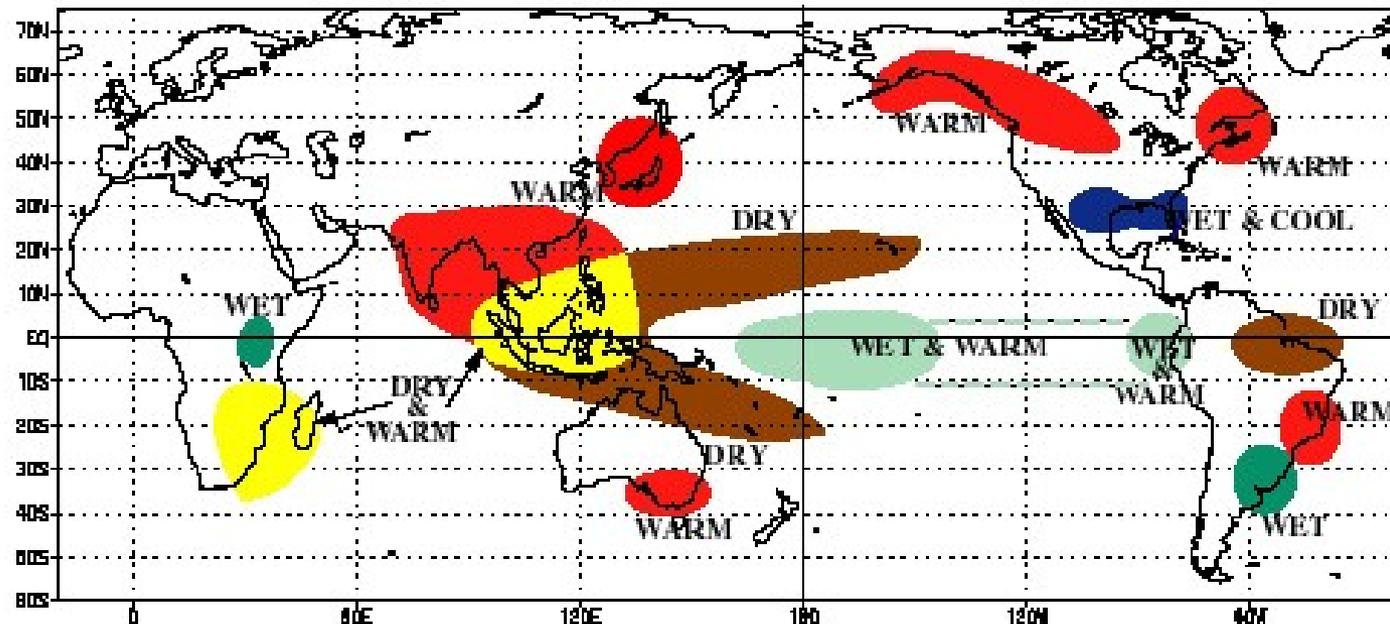
Gegeben diese Unsicherheiten: Woher wissen wir, dass und wo wir Jahreszeiten können könnten?



- atmosphärische/marine Prozesse mit langjähriger Variation (El Nino, Madden-Julian, NAO, QBO), welche gute Klimamodelle schon erfassen können
- Variationen haben oft Fernwirkung (Telekonnektion)
- Gebiete mit „Erinnerung“: Ozean, Meereis, Permafrostgebiete, mittlere Atmosphäre ...

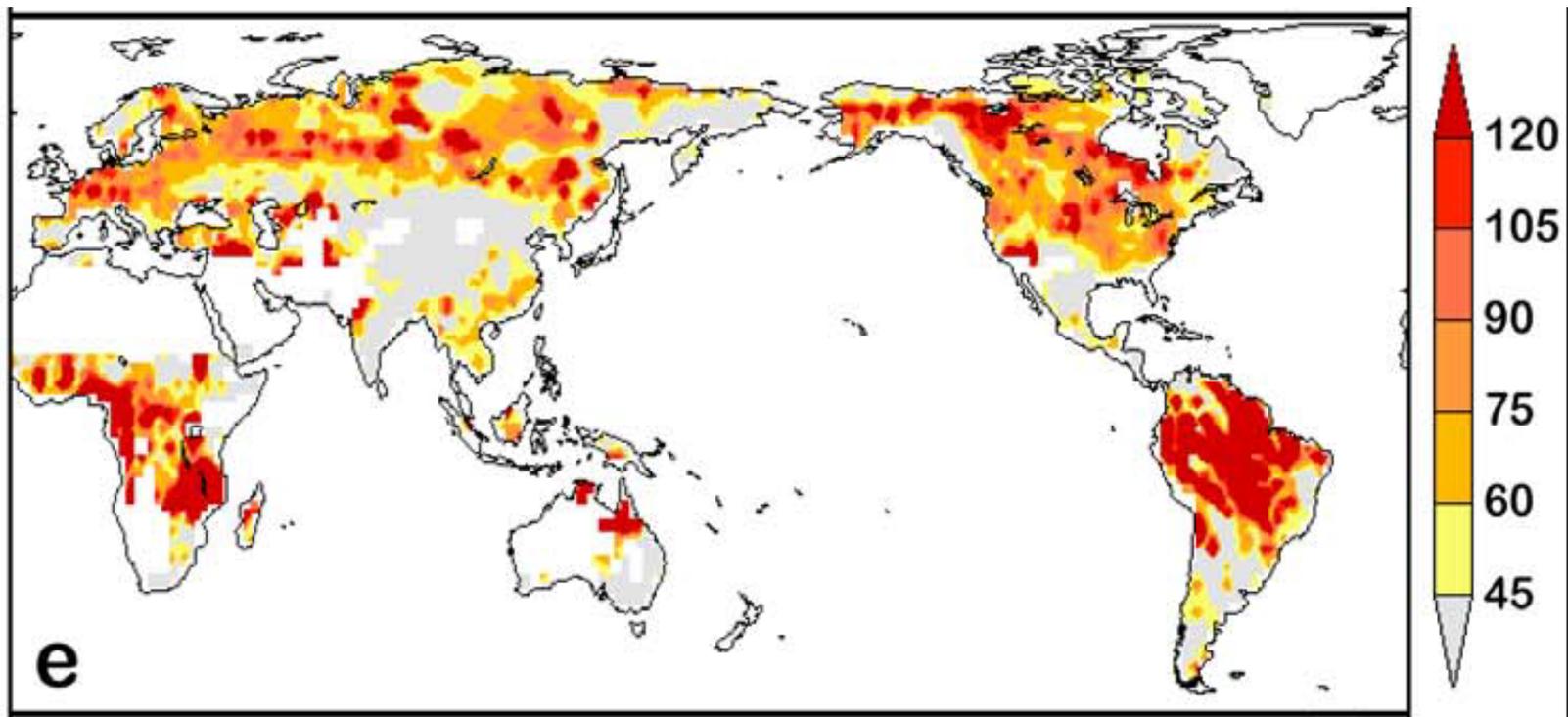
Hilfe bei Vorhersage: Fernwirkung von El Niño

WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



- Europa „merkt“ wenig von von El Niño

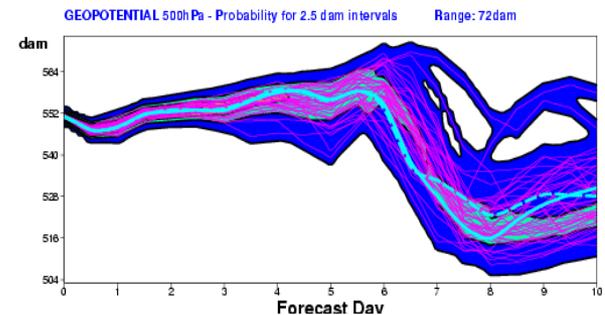
Hilfe bei Vorhersage: Erinnerungsfähigkeit des Bodens



Bodenfeuchte-Erinnerung in Tagen (Guo et al. 2011, GRL)

Was heißt das für die Jahreszeitenvorhersage?

- Ensemblerechnungen
- Was kann man aus
Ensemblevorhersagen lernen?
- Wie gut ist hierbei das Ensemble für die
Jahreszeiten?



Von der Wahrscheinlichkeit zur Entscheidung

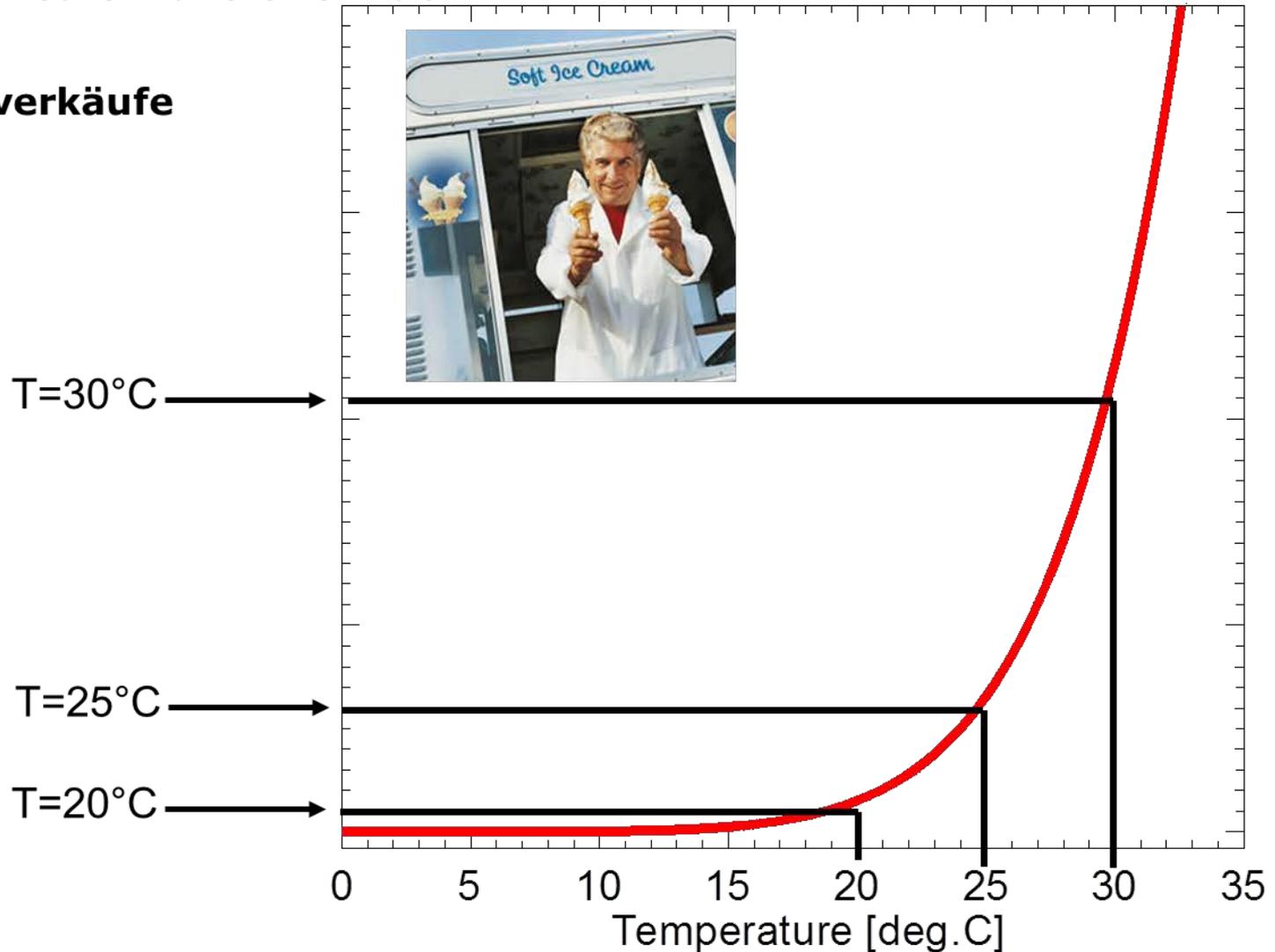
Wird es sonnig und
heiß?



Beispiel Eisverkäufer

Nichtlineare Transferfunktion

Eisverkäufe



Von der Wahrscheinlichkeit zur Entscheidung

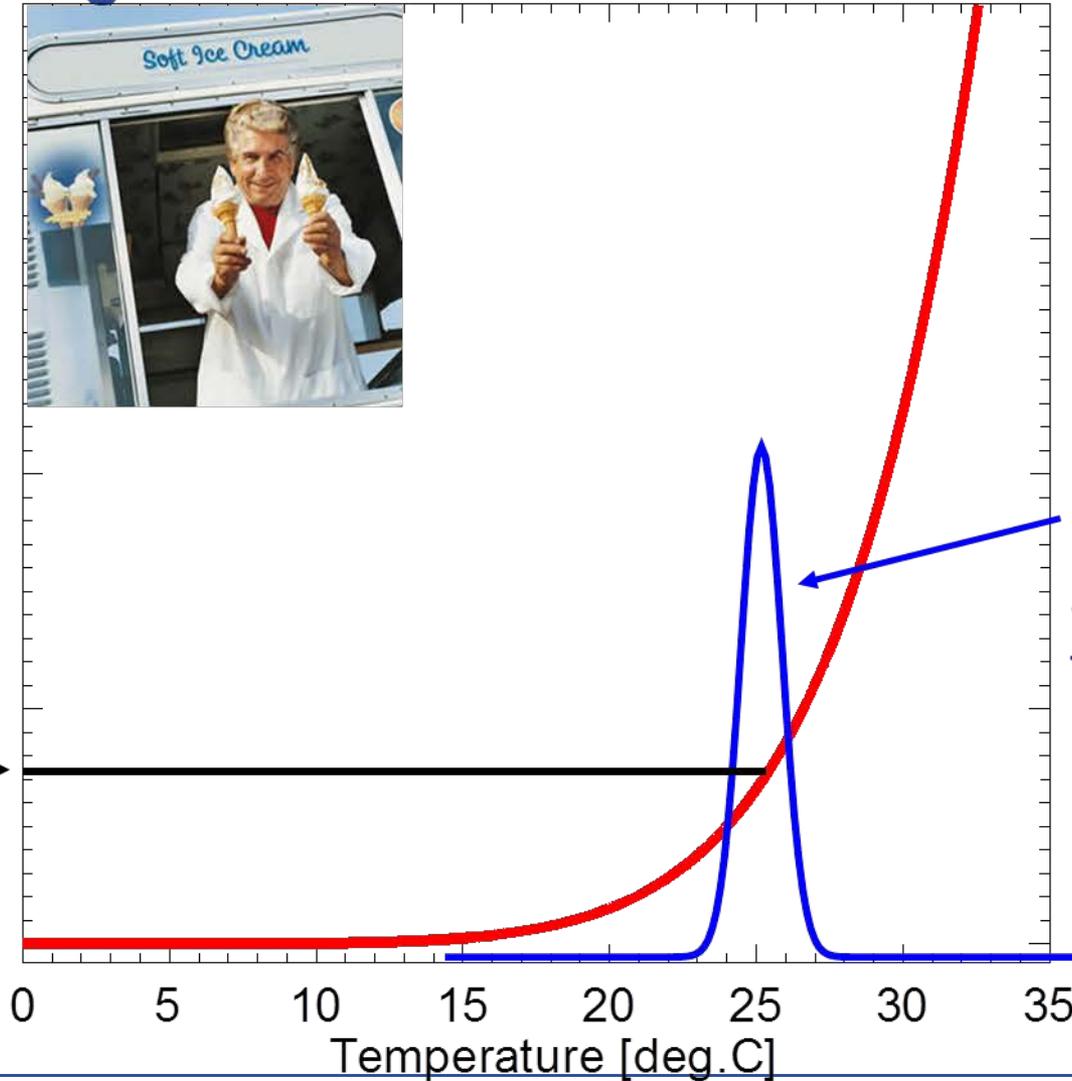
Weil die Transferfunktion der Eisverkäufe **nicht-linear** ist, hängt die erwartete Anzahl der Verkäufe nicht nur an der zu erwartenden Temperatur sondern auch an der **Vorhersagbarkeit** der zu erwartenden Temperatur.

Eine vorhersagbare Situation

Eisverkäufe



Erwartete
Eisverkäufe



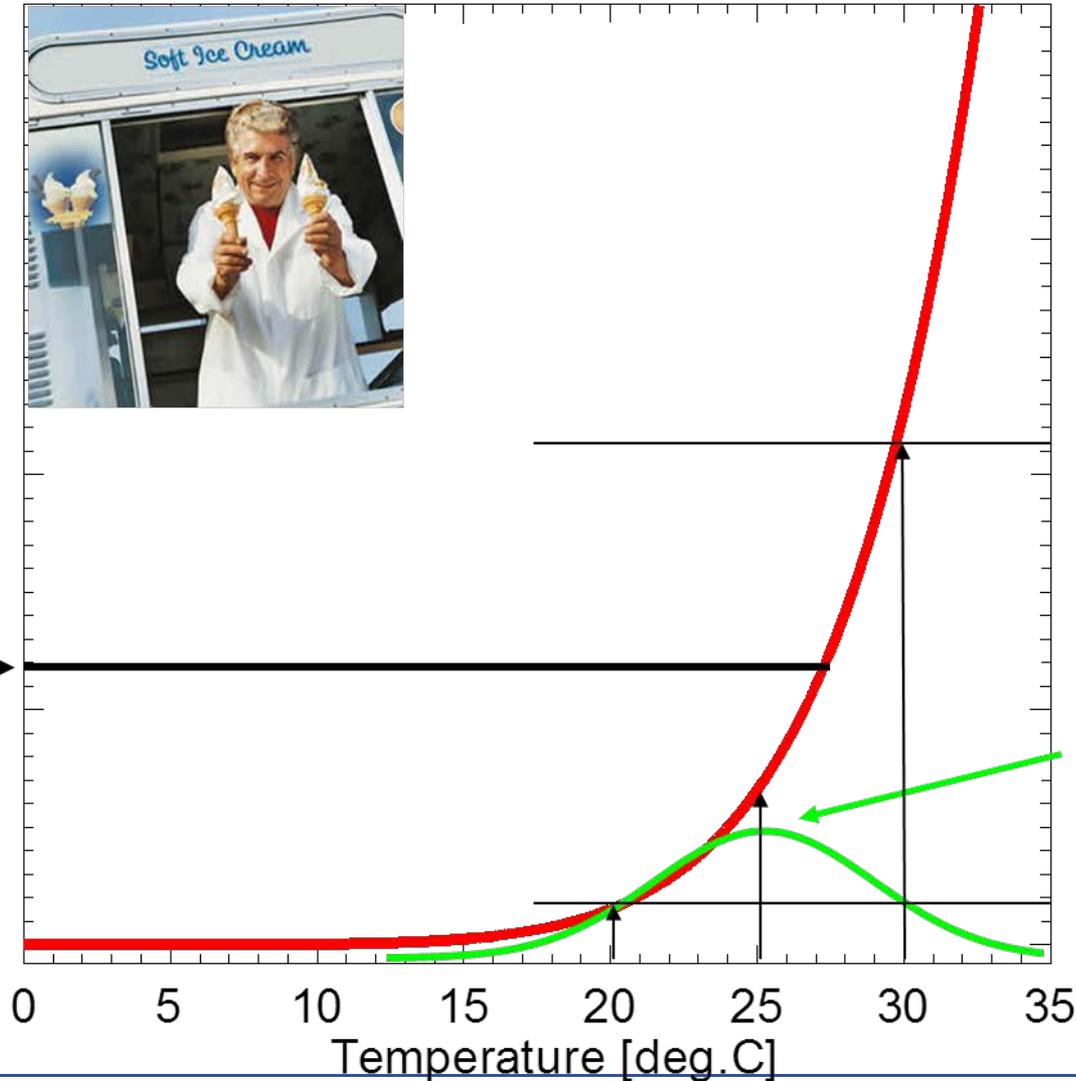
Prognose der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Temperatur aus dem EPS

Eine unsichere Situation

Eisverkäufe

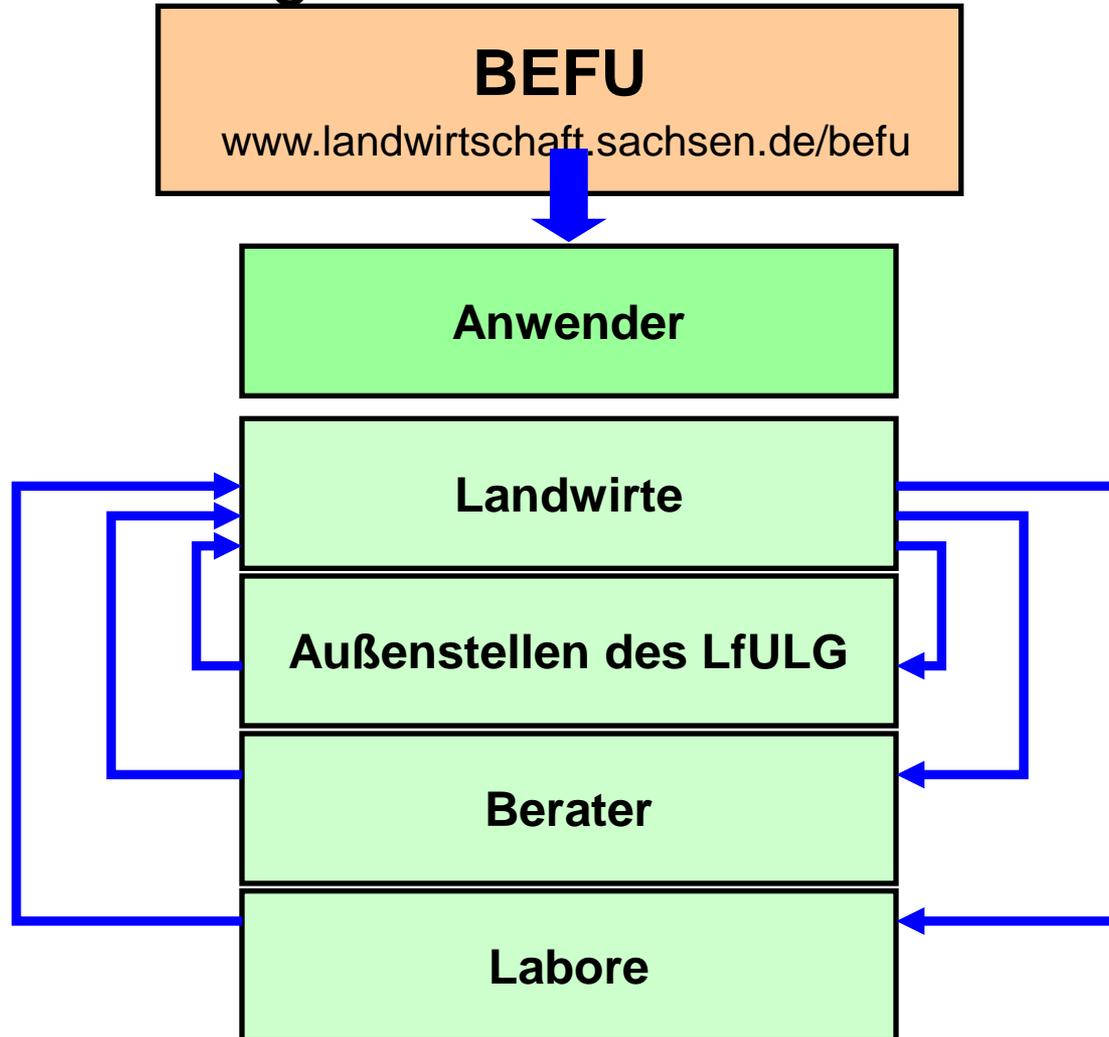


Erwartete
Eisverkäufe



Prognose der
Wahrscheinlich-
keitsdichte
funktion der
Temperatur aus
dem EPS

Düngungsberatung in Sachsen



Einflussfaktoren auf die Höhe der N-Empfehlung

Wetterdaten (zusätzliche Berechnung)

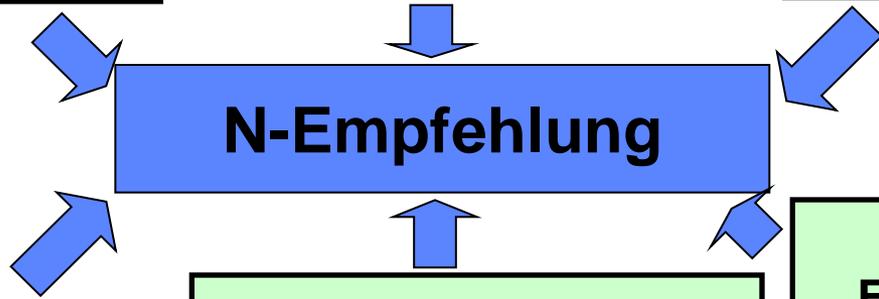
- Istwerte Temperatur
- Istwerte Bodenfeuchte
- Vorhersage Temperatur und Niederschlag (Eintrittswahrscheinlichkeit)

Standortgrunddaten

Bodenart
Entstehung
Bodenzahl
Bodentiefe
Höhe über NN

Anbaudaten

Vorfrucht
Vorfruchtertrag
Frucht
Zielertrag



N-Empfehlung

Organische Düngung zur Vorfrucht und Frucht

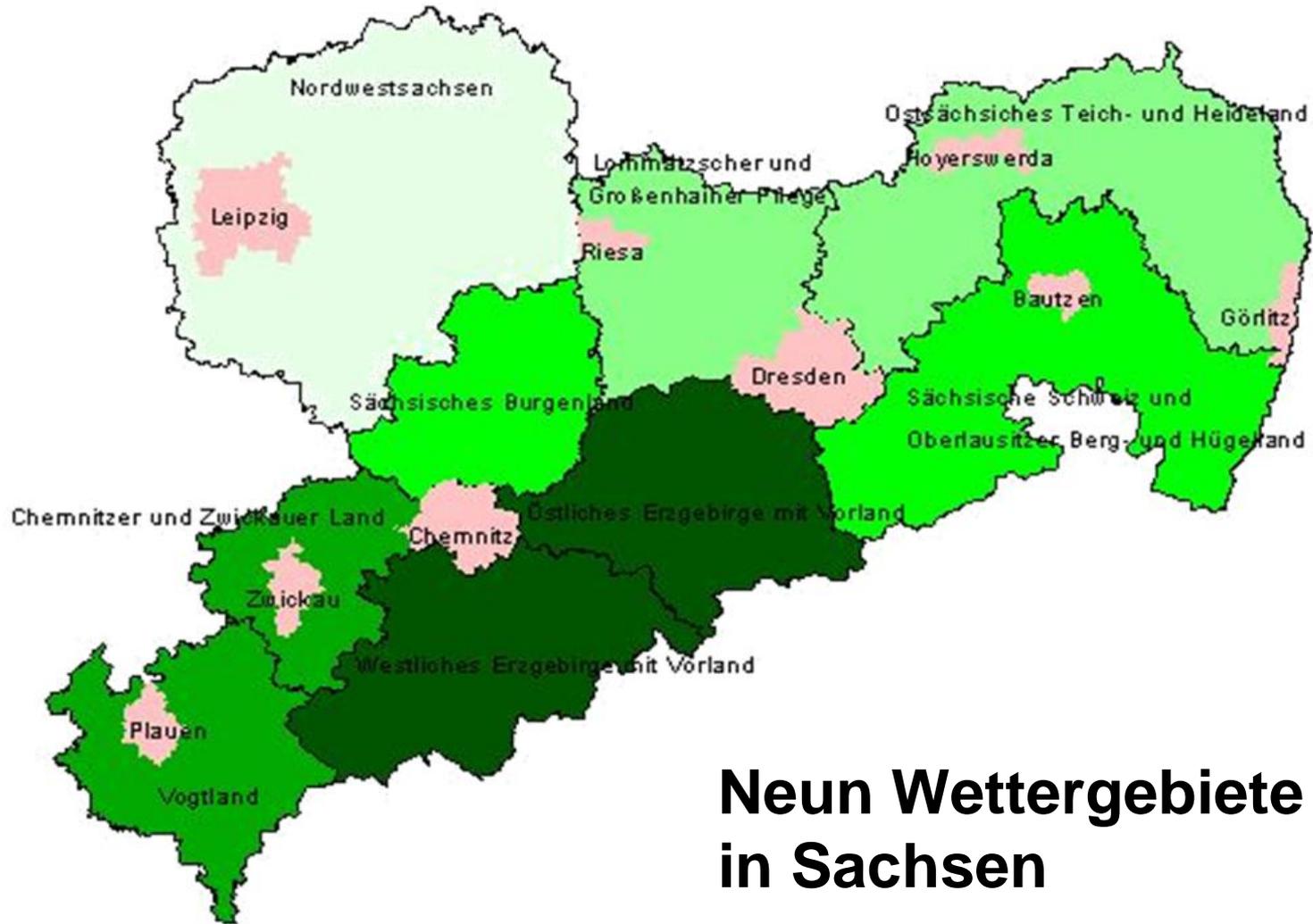
Ausbringungszeitpunkt
Düngerart
Menge

N_{min}-Untersuchung

NH ₄ -N	Schicht	0 – 30 cm
NO ₃ -N	Schicht	0 – 30 cm
NH ₄ -N	Schicht	30 – 60 cm
NO ₃ -N	Schicht	30 – 60 cm

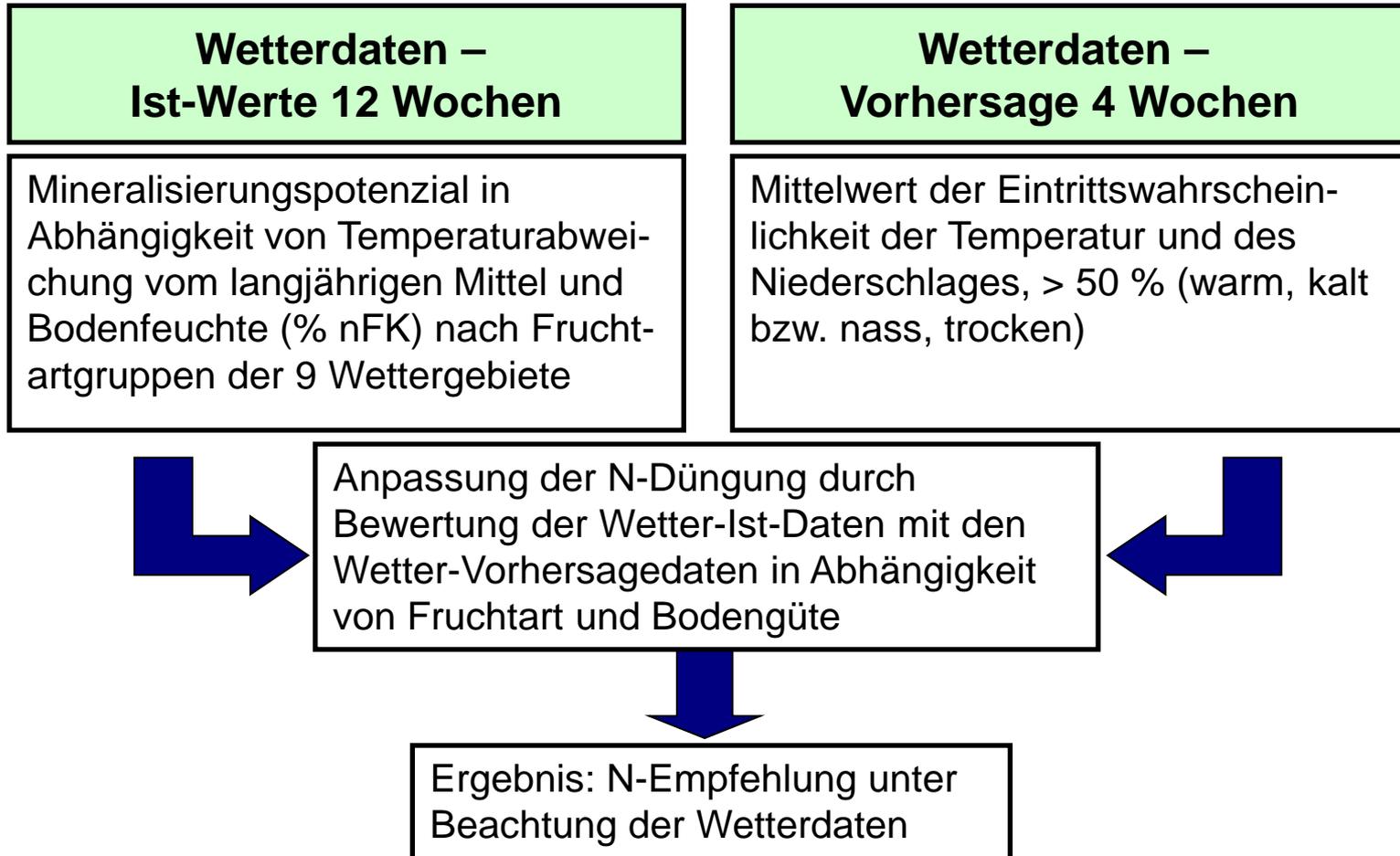
Bestandes- und Entwicklungsdaten (nur bei Wintergetreide und Winterapps)

EC zur Probenahme
Pflanzendichte
Vegetationsbeginn



Neun Wettergebiete in Sachsen

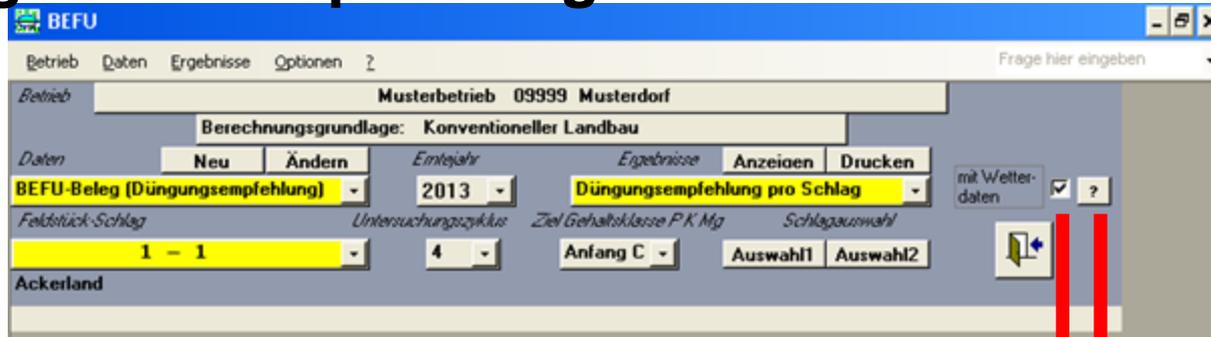
Einbeziehung der Wetterdaten des DWD für Sachsen bei der Berechnung von N-Düngungsempfehlungen in BEFU



Korrekturen der N-Empfehlungen unter Beachtung der Wetterdaten

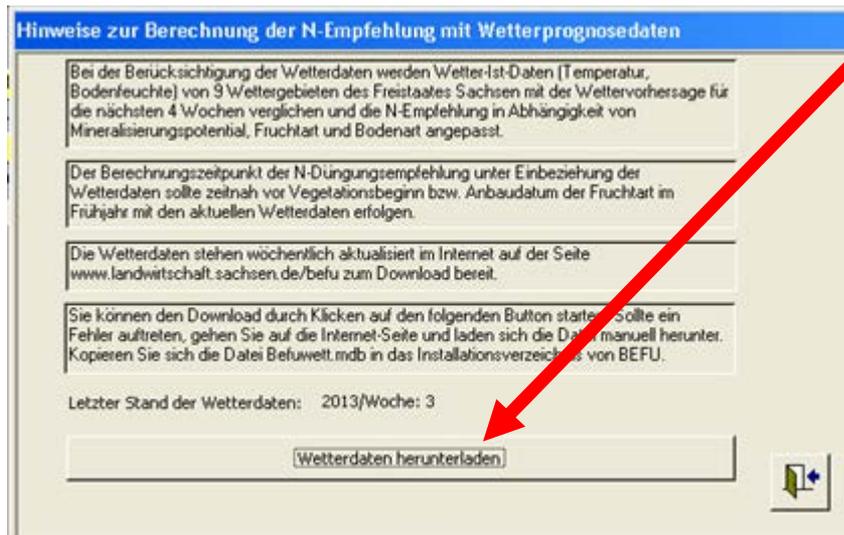
Ist-Werte 12 Wochen			Wettervorhersage 4 Wochen								
			kühle Temperatur			normale Temperatur			warme Temperatur		
			weniger als normal	normal	mehr als normal	weniger als normal	normal	mehr als normal	weniger als normal	normal	mehr als normal
Temperatur- abweichung vom Mittel- wert	Boden- feuchte % nFK										
höheres Minerali- sations- potential (kühler)	< -1°C	> 80 %	+			-			---		
		< 30 %									
		30 bis 50 %									
		50 bis 80 %									
normales Minerali- sations- potential	-1°C bis +1°C	> 80 %	++			0			--		
		< 30 %									
		30 bis 50 %									
		50 bis 80 %									
niedrigeres Minerali- sations- potential (wärmer)	> 1°C	> 80 %	+++			+			-		
		< 30 %									
		30 bis 50 %									
		50 bis 80 %									
Höhe der Korrektur ist zusätzlich abhängig von Fruchtart und Bodenart											

Berechnung der N-Empfehlung mit Wetterdaten in BEFU



Berechnung auswählen

Download der Wetterdaten
(www.landwirtschaft.sachsen.de/befu)



Hinweise zur Berechnung der N-Empfehlung mit Wetterprognosedaten

Bei der Berücksichtigung der Wetterdaten werden Wetter-Ist-Daten (Temperatur, Bodenfeuchte) von 9 Wettergebieten des Freistaates Sachsen mit der Wettervorhersage für die nächsten 4 Wochen verglichen und die N-Empfehlung in Abhängigkeit von Mineralisierungspotential, Fruchtart und Bodenart angepasst.

Der Berechnungszeitpunkt der N-Düngungsempfehlung unter Einbeziehung der Wetterdaten sollte zeitnah vor Vegetationsbeginn bzw. Anbaudatum der Fruchtart im Frühjahr mit den aktuellen Wetterdaten erfolgen.

Die Wetterdaten stehen wöchentlich aktualisiert im Internet auf der Seite www.landwirtschaft.sachsen.de/befu zum Download bereit.

Sie können den Download durch Klicken auf den folgenden Button starten. Sollte ein Fehler auftreten, gehen Sie auf die Internet-Seite und laden sich die Datei manuell herunter. Kopieren Sie sich die Datei Befuwelt.mdb in das Installationsverzeichnis von BEFU.

Letzter Stand der Wetterdaten: 2013/Woche: 3

[Wetterdaten herunterladen](#)

Faktoren für die Berechnung der Korrekturwerte

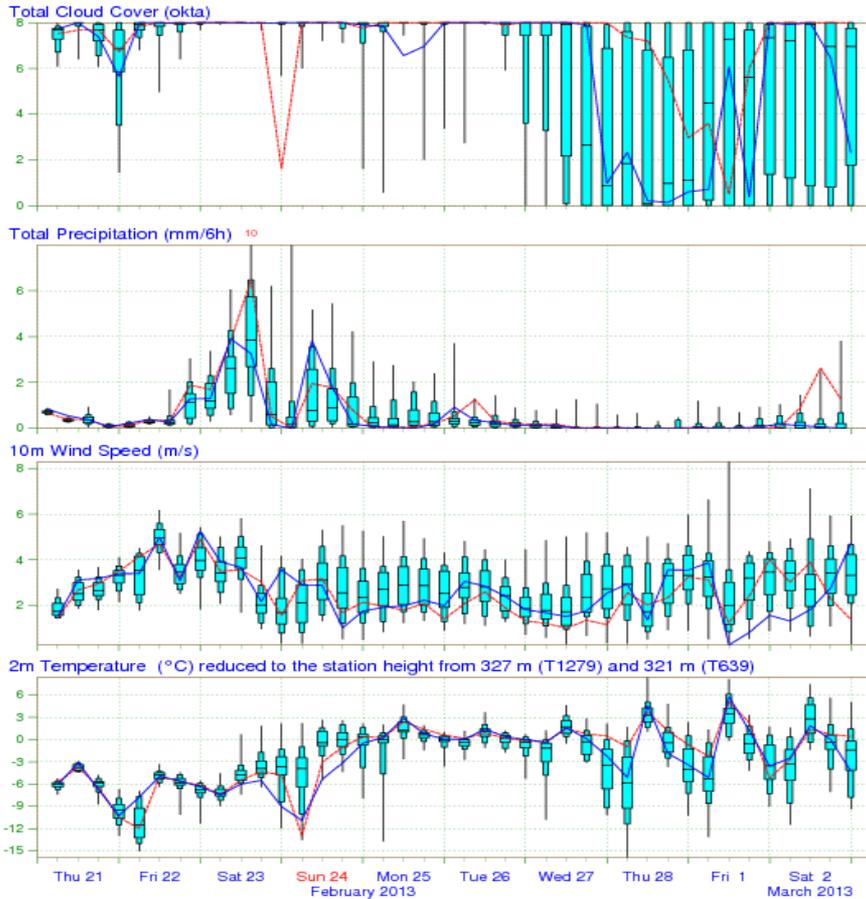
Ist-Werte 12 Wochen			Vorhersage 4 Wochen bei Eintrittswahrscheinlichkeit von Temperatur und Niederschlag (> 50 %)								
			kühler Niederschlag			normal Niederschlag			wärmer Niederschlag		
	Temperaturabweichung vom Mittelwert	Bodenfeuchte % nFK	-	0	+	-	0	+	-	0	+
höheres Mineralisationspotential (kühler)	< -1°C	> 80 %	0,5	0,6	0,7	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9
		< 30 %	0,6	0,7	0,8	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0
		30 bis 50 %	0,7	0,8	0,9	-0,5	-0,6	-0,7	-0,9	-1,0	-1,1
		50 bis 80 %	0,8	0,9	1,0	-0,6	-0,7	-0,8	-1,0	-1,1	-1,2
normales Mineralisationspotential	-1°C bis +1°C	> 80 %	0,6	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,7	-0,8
		< 30 %	0,7	0,8	0,9	0,0	0,0	0,0	-0,7	-0,8	-0,9
		30 bis 50 %	0,8	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	-0,8	-0,9	-1,0
		50 bis 80 %	0,9	1,0	1,1	0,0	0,0	0,0	-0,9	-1,0	-1,1
niedrigeres Mineralisationspotential (wärmer)	> 1°C	> 80 %	0,7	0,8	0,9	0,3	0,4	0,5	-0,5	-0,6	-0,7
		< 30 %	0,8	0,9	1,0	0,4	0,5	0,6	-0,6	-0,7	-0,8
		30 bis 50 %	0,9	1,0	1,1	0,5	0,6	0,7	-0,7	-0,8	-0,9
		50 bis 80 %	1,0	1,1	1,2	0,6	0,7	0,8	-0,8	-0,9	-1,0

Fruchtart	kg N/ha			Faktoren kg N/ha
	Boden			
	leicht	mittel	schwer	
Wintergetreide	8	10	12	
Sommergetreide	8	11	14	
Raps	10	13	16	
Hackfrüchte, Mais	10	15	20	
Gras, Sonstige	9	12	15	
Gemüse Sollwert bis 150	8	11	14	
Gemüse Sollwert >150 bis 230	10	14	18	
Gemüse Sollwert >230	12	16	20	

Berechnung: Wetterdatenkorrekturwert = Bewertungsfaktor * kg N/ha



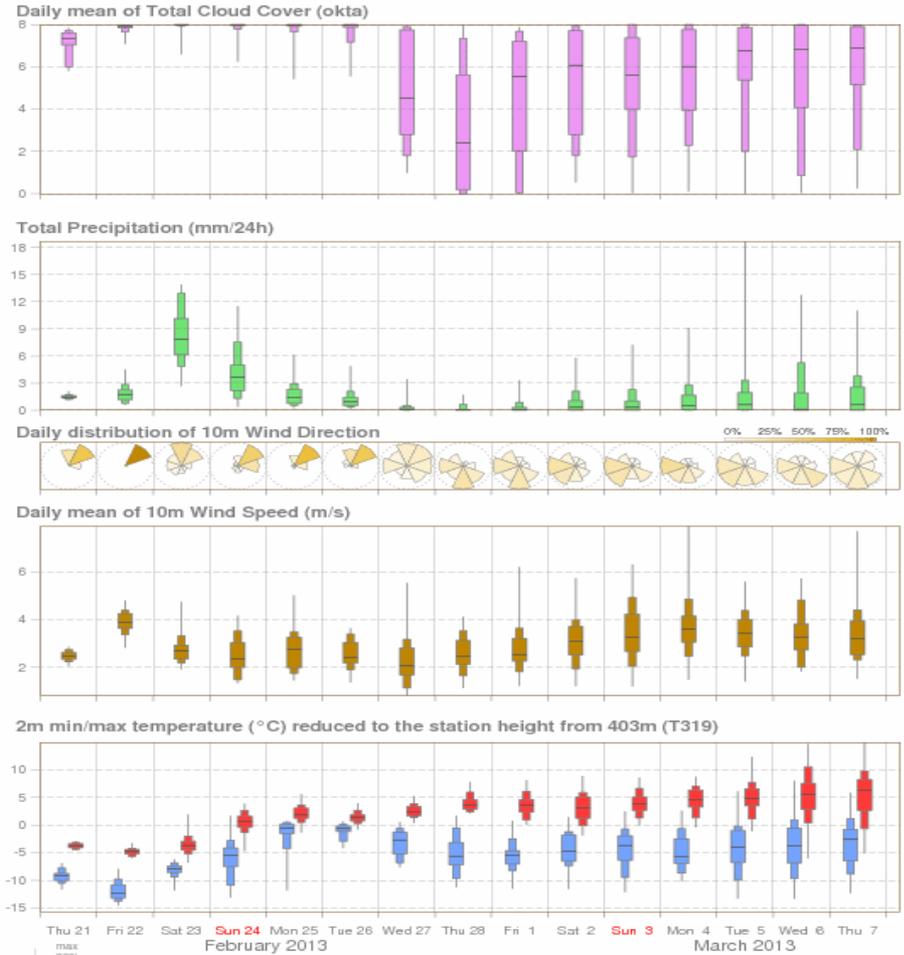
EPS Meteogram
Nossen 51.01°N 13.33°E (EPS land point) 229 m
Deterministic Forecast and EPS Distribution Thursday 21 February 2013 00 UTC



max 90% median 25% 10% min
EPS Kontrol(31 km) High Resolution Deterministic(16 km)
Magics++ 2.8.1

CECMWF

EPS Meteogram
Nossen 50.83°N 13.33°E (EPS land point) 229 m
Extended Range Forecast based on EPS Distribution Thursday 21 February 2013 00 UTC



max 90% 75% median 25% 10% min
Magics++ 2.8.1

CECMWF

4 - Wochen-Vorhersage

18.02.2013 – 17.03.2013



Tabelle 1: Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Terzile der Temperatur (*Bereich mittel* in °C)

Bundesland	Bereich mittel	18.2.13 - 24.2.13			Bereich mittel	25.2.13 - 3.3.13			Bereich mittel	4.3.13 - 10.3.13			Bereich mittel	11.3.13 - 17.3.13		
		-	o	+		-	o	+		-	o	+		-	o	+
Baden-Württemberg	-1 - 3	86,0%	14,0%	0,0%	0 - 4	49,0%	43,0%	8,0%	2 - 5	53,0%	29,0%	18,0%	3 - 6	67,0%	20,0%	14,0%
Bayern	-2 - 2	86,0%	14,0%	0,0%	-2 - 3	45,0%	45,0%	10,0%	1 - 4	61,0%	24,0%	16,0%	2 - 4	69,0%	24,0%	8,0%
Brandenburg + B	0 - 3	96,0%	4,0%	0,0%	0 - 4	37,0%	55,0%	8,0%	2 - 5	53,0%	27,0%	20,0%	3 - 5	71,0%	18,0%	12,0%
Hessen	0 - 3	100,0%	0,0%	0,0%	0 - 4	39,0%	51,0%	10,0%	3 - 5	55,0%	29,0%	16,0%	4 - 6	69,0%	20,0%	12,0%
Mecklenburg Vorpommern	0 - 2	96,0%	4,0%	0,0%	0 - 4	41,0%	53,0%	6,0%	2 - 4	53,0%	29,0%	18,0%	3 - 5	71,0%	20,0%	10,0%
Niedersachsen + HB	1 - 4	100,0%	0,0%	0,0%	1 - 5	41,0%	49,0%	10,0%	3 - 5	53,0%	31,0%	16,0%	4 - 6	71,0%	20,0%	10,0%
Nordrhein-Westfalen	1 - 4	100,0%	0,0%	0,0%	1 - 5	43,0%	45,0%	12,0%	3 - 6	53,0%	25,0%	22,0%	4 - 6	69,0%	22,0%	10,0%
Rheinland-Pfalz	0 - 4	98,0%	2,0%	0,0%	1 - 5	43,0%	47,0%	10,0%	3 - 6	59,0%	22,0%	20,0%	4 - 6	65,0%	20,0%	16,0%
Saarland	1 - 4	94,0%	6,0%	0,0%	1 - 5	47,0%	43,0%	10,0%	4 - 6	57,0%	24,0%	20,0%	5 - 7	63,0%	22,0%	16,0%
Sachsen	-1 - 2	96,0%	4,0%	0,0%	-1 - 3	45,0%	47,0%	8,0%	2 - 4	65,0%	18,0%	18,0%	3 - 4	71,0%	18,0%	12,0%
Sachsen-Anhalt	0 - 3	98,0%	2,0%	0,0%	0 - 4	39,0%	51,0%	10,0%	2 - 5	51,0%	33,0%	16,0%	4 - 5	71,0%	22,0%	8,0%
Schleswig-Holstein + HH	1 - 3	100,0%	0,0%	0,0%	1 - 4	41,0%	53,0%	6,0%	2 - 4	55,0%	31,0%	14,0%	3 - 5	69,0%	22,0%	10,0%
Thüringen	-1 - 2	96,0%	4,0%	0,0%	-1 - 4	39,0%	53,0%	8,0%	2 - 4	63,0%	22,0%	16,0%	3 - 5	69,0%	20,0%	12,0%

Tabelle 2: Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Terzile des Niederschlags (*Bereich mittel* in mm/d)

Bundesland	Bereich mittel	18.2.13 - 24.2.13			Bereich mittel	25.2.13 - 3.3.13			Bereich mittel	4.3.13 - 10.3.13			Bereich mittel	11.3.13 - 17.3.13		
		-	o	+		-	o	+		-	o	+		-	o	+
Baden-Württemberg	1,1 - 3,1	65%	31%	4%	0,8 - 2,5	20%	39%	41%	0,7 - 2,3	10%	22%	69%	1 - 2,8	18%	39%	43%
Bayern	0,9 - 2,6	67%	25%	8%	0,8 - 2,2	29%	29%	41%	0,7 - 2,2	12%	27%	61%	0,9 - 2,8	12%	43%	45%
Brandenburg + B	0,9 - 1,9	43%	51%	6%	0,6 - 1,8	14%	45%	41%	0,6 - 1,8	12%	31%	57%	0,6 - 1,9	6%	41%	53%
Hessen	1,1 - 2,7	80%	20%	0%	0,8 - 2	24%	31%	45%	0,6 - 2	16%	27%	57%	0,7 - 2,3	18%	41%	41%
Mecklenburg Vorpommern	0,9 - 2,2	47%	49%	4%	0,6 - 1,8	16%	49%	35%	0,5 - 1,8	12%	37%	51%	0,6 - 1,7	16%	33%	51%
Niedersachsen + HB	1 - 2,4	86%	14%	0%	0,8 - 2,1	12%	43%	45%	0,8 - 2,1	18%	37%	45%	0,9 - 2	18%	22%	61%
Nordrhein-Westfalen	1,2 - 2,9	84%	16%	0%	1 - 2,2	16%	35%	49%	0,8 - 2,1	22%	24%	55%	0,9 - 2,3	24%	27%	49%
Rheinland-Pfalz	1,2 - 2,9	80%	20%	0%	0,9 - 2,3	18%	39%	43%	0,7 - 2,1	16%	33%	51%	0,8 - 2,5	20%	47%	33%
Saarland	1,2 - 3	76%	24%	0%	0,8 - 2,4	20%	37%	43%	0,7 - 2,2	16%	37%	47%	0,7 - 3	14%	59%	27%
Sachsen	0,9 - 2	35%	53%	12%	0,6 - 1,8	31%	29%	39%	0,6 - 1,9	14%	29%	57%	0,7 - 2,2	4%	41%	55%
Sachsen-Anhalt	0,9 - 1,9	55%	41%	4%	0,7 - 1,7	18%	39%	43%	0,6 - 1,6	12%	29%	59%	0,6 - 1,8	8%	25%	67%
Schleswig-Holstein + HH	0,9 - 2,4	82%	16%	2%	0,8 - 2,1	22%	45%	33%	0,7 - 2,2	24%	43%	33%	0,9 - 2	27%	24%	49%
Thüringen	0,9 - 2,3	61%	27%	12%	0,7 - 1,9	25%	35%	39%	0,6 - 1,9	14%	27%	59%	0,7 - 2,2	6%	35%	59%



Haben Sie Fragen?

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit
und viel Erfolg 2013!**

Falk.Boettcher@dwd.de

Tel. 034297/989-194

