



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG

Unsicherheitsanalyse von Risiken für die Wälder in Deutschland unter Klimawandel

P. Lasch-Born, F. Suckow, M. Gutsch, Y. Hauf

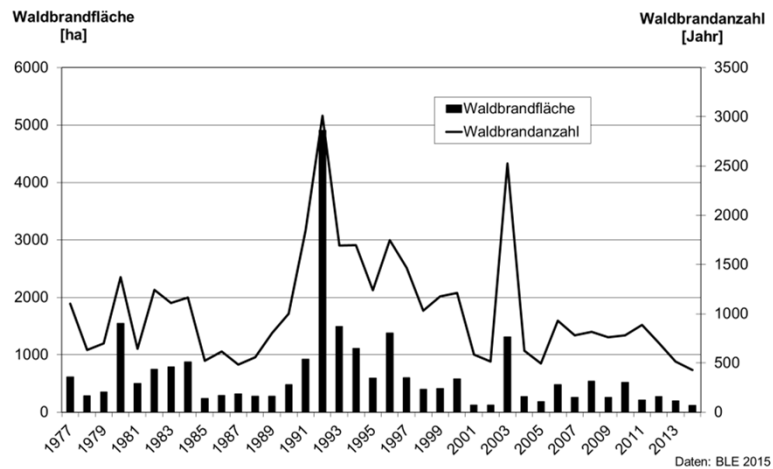
DKT10/ 22. September 2015

Fragestellung

Wie entwickeln sich abiotische und biotische Risiken für die Wälder Deutschlands bis zur Mitte des Jahrhunderts?

- Wird sich das Spätfrostrisiko erhöhen in Folge der zu erwartenden früheren Blattaustriebszeiten?
- Wie entwickelt sich die klimatisch bedingte Waldbrandgefahr?
- Steigt das Risiko für Schaderreger, verändern sich ihre Ausbreitungsgebiete?
- Nimmt der Trockenstress für Waldbestände zu?

Hintergrund



Mittlere Trends [d] in Deutschland 1951-1999 (Schaber & Badeck, 2003)

	Blattaustrieb	Blattfärbung	Länge der Vegetationsperiode
Birke	-9	2	11
Ross-Kastanie	-9	-1	9
Buche	-5	3	8
Eiche	-6	5	11

Risiken: Gefährdung durch Insekten

Nonne – Befallsfläche (ha)



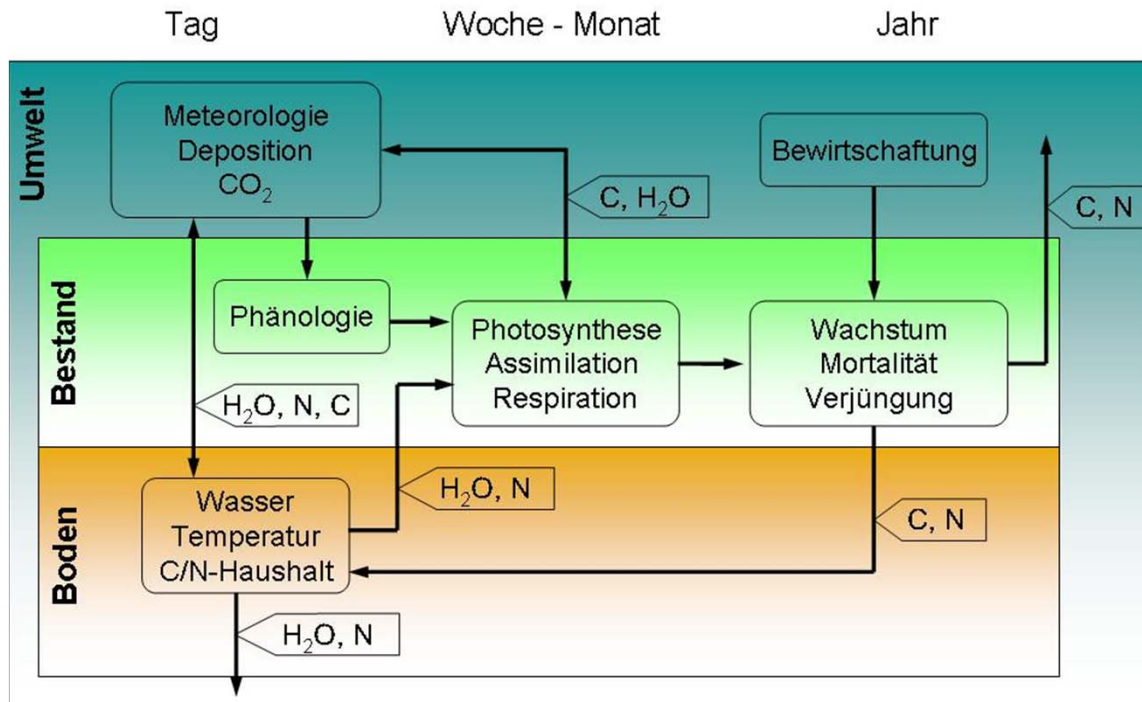
	Schadfläche in ha			
	2003	2004	2005	2006
Thüringen	4	3	13	8
Sachsen	0	0	0	0
Niedersachsen	0	3 000	0	0
Sachsen-Anhalt	746	1 722	10	14
Brandenburg	72	1 609	3 037	2 430
M.-Vorpommern	0	0	151	0

Tabelle 2: Fläche mit Fraß durch Kiefernspinnerraupe in ha von 2003 bis 2006 (Quelle: AFZ/Der Wald 7/2004, 7/2005, 7/2006, 7/2007)



Quelle: Waldschutz-Merkblatt 52, LFE, 2004

Methode: das prozessbasierte Waldwachstumsmodell



Phänologiemodell nach Schaber (2002)

4C: Bugmann et al. 1997, Suckow et al., 2001, 2002, Schaber 2002, Lasch et al. 2005, 2010, Reyer et al. 2009, Gutsch et al. 2011

<http://www.pik-potsdam.de/4c/>

Studien für NW, ST, BB, BW, MV, D (Lasch-Born et al. MZ 2015, Gutsch et al. MZ 2015)



Methode: Risiko-Indikatoren

- **Trockenstressindex TSI** (baumartenspezifisch)
 - Basiert auf der tägl. Berechnung des Wasserbedarfs und des Wasserangebots eines Waldbestandes
 - $0 < \text{TSI} < 1$
- **Spätfrostindex SFI**
 - Berechnet aus :
Anzahl der Jahre N_{sf} , in denen Spätfrostereignisse (Tage mit Minimumtemperatur $< 0^\circ \text{C}$) nach dem Blattaustrieb stattfinden, und der Anzahl der betrachteten Jahre N
 - $0 < \text{SFI} < 1$

Methode: Risiko-Indikatoren

- **Nonnentemperaturindex NTI** nach Zwölfer (1936)
 - Nonne (*Lymantria monacha* L.): phytophager Großschädling an Kiefer und Fichte
 - Thermischer Index
beschreibt den Einfluss hygrothermischer Bedingungen auf die Überlebensfähigkeit der Nonne und auf ihr Vermehrungspotenzial
 - Berechnet aus Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte
 - **NTI < 1** : die zum Ablauf einer vollen Generation erforderliche Temperatursumme ist nicht vorhanden
 - **$1.0 \leq \text{NTI} \leq 1.6$** : thermisches Verbreitungsgebiet
 - **$1.1 \leq \text{NTI} \leq 1.4$** : Massenvermehrungsgebiet

Risiko-Indikatoren

- **Waldbrandindex WBI (M68)** nach Käse (1969)
 - Statistischer Ansatz
 - In der DDR entwickelte Formel zur Errechnung der klimatischen, täglichen Waldbrandgefährdung.
 - Tägliche Berechnung (von Mitte Feb. bis Ende Okt.) eines potenziellen Waldbrandrisikos
 - Berechnet aus
 - ✓ Temperatursumme bis zum aktuellen Tag,
 - ✓ dem aktuellen Sättigungsdefizit,
 - ✓ den vorausgegangenen Niederschlägen und
 - ✓ den aktuellen Phänologiedaten des entsprechenden Jahres
 - Berechnung eines Mittelwertes pro Jahr über den Analysezeitraum

Methode: Modelleingangsdaten

- Verschneidung der Flächen der BWI^2 mit
 - digitaler Bodenkarte (BÜK 1000),
 - Landnutzung (CORINE 2000),
 - Klimastationen (PIK) bzw.
 - Raster der CORDEX-Daten $0.25^\circ \times 0.25^\circ$
- Ca. 70000 Einzelbestände
- Verwendet wurden Daten der Baumarten:
Fichte, Kiefer, Douglasie, Buche, Eiche, Birke
- Repräsentierte Waldfläche: 10.37 Mio. ha = 98.2 % BWI^2

Methode: Simulationskonzept

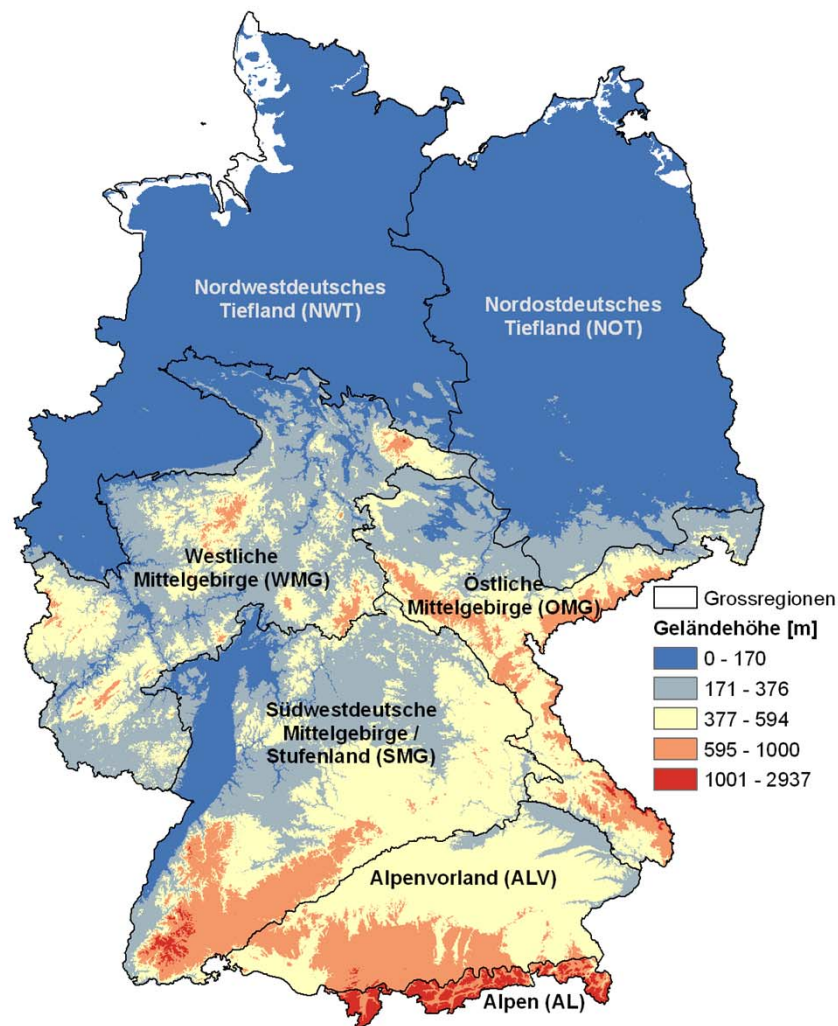
- Simulation aller Waldbestände mit Beobachtungsdaten **1971-2005** und Standardbewirtschaftung
- 2 STARS Szenarien RCP4.5, 8.5 **2011-2045**
- 4 RCMs, historisch (1971-2005) und RCP4.5, 8.5 (2011-2045)
- Vergleich der STARS-Szenarien-Ergebnisse mit Ergebnissen für Beobachtungsdaten
- Analog für die 4 RCMs
- Berechnung der Mittelwerte der mittleren Änderungen über 10 Simulationsläufe (STARS + 4 RCM) pro Bestand
- Berechnung der Spannweite der mittleren Änderungen pro Bestand (10 Werte)

Methode: Klimadaten

- PIK-Datensatz für 1218 Klimastationen (1901-2010) in D, basierend auf DWD-Daten
- STARS-Klimaszenarien (mit jahreszeitlicher Trendvorgabe von T, ermittelt aus **30** GCM-Läufen, und dekadeweiser Berechnung) für RCP4.5 und RCP8.5 (je 1 ausgewählte Realisierung)
- **IMPACT2C**: CORDEX-Daten (bias-korr.), historische Modellläufe (1971-2005) und Klimaszenarien für RCP4.5 und RCP8.5:
 - RACMO2 mit GCM EC-EARTH
 - REMO mit GCM MPI-ESM-LR
 - RCA4 mit GCM HadGEM2-ES
 - RCA4 mit GCM EC-EARTH

		T [° C]	N [mm/a]
Beob.	1971-2005	8.4	844.6
Szen. Minimum	2011-2045	8.9	834.1
Szen. Maximum	2011-2045	10.1	908.5

Naturräumliche Großregionen (NGR)



Quelle: Ssymank
(1994, Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU. – Nat. Landschaft 69, 395-406).

Ergebnisse: Deutschland

	Simulation mit Beobachtungsdaten	Änderung Simulation mit 5 Modellen, je 2 Szenarien		
Buche	1971-2005	2011-2045		
	MW	MW	Min.	Max.
Anzahl der Jahre mit Spätfrostgefahr	15	-2	-4	0
Blattaustriebstag	120 (30.4)	-3	-5	-1
Spätfrostrisiko	0.43	-0.06	-0.10	0.00
Eiche				
Anzahl der Jahre mit Spätfrostgefahr	12	-1	-4	1
Blattaustriebstag	126 (6.5.)	-4	-7	-1
Spätfrostrisiko	0.33	-0.03	-0.12	0.04

Mittelwert und Spannweite über 5 Modelle x 2 Szenarien

Ergebnisse: Deutschland

	Simulation mit Beobachtungs- daten 1971-2005	Änderung Simulation mit 5 Modellen, je 2 Szenarien 2011-2045			
	MW	mittlere Änderung [%]	Spannweite [%]	Min. [%]	Max. [%]
WBI	1.89	+ 3.45	10.38	-0.75	9.63
NTI	1.11	+ 14.67	11.82	8.07	19.89
TSILaub	0.06	+ 1.54	4.38	-0.53	3.86

Mittelwert und Spannweite über 5 Modelle x 2 Szenarien

Auswertung Waldbrandstufe 5

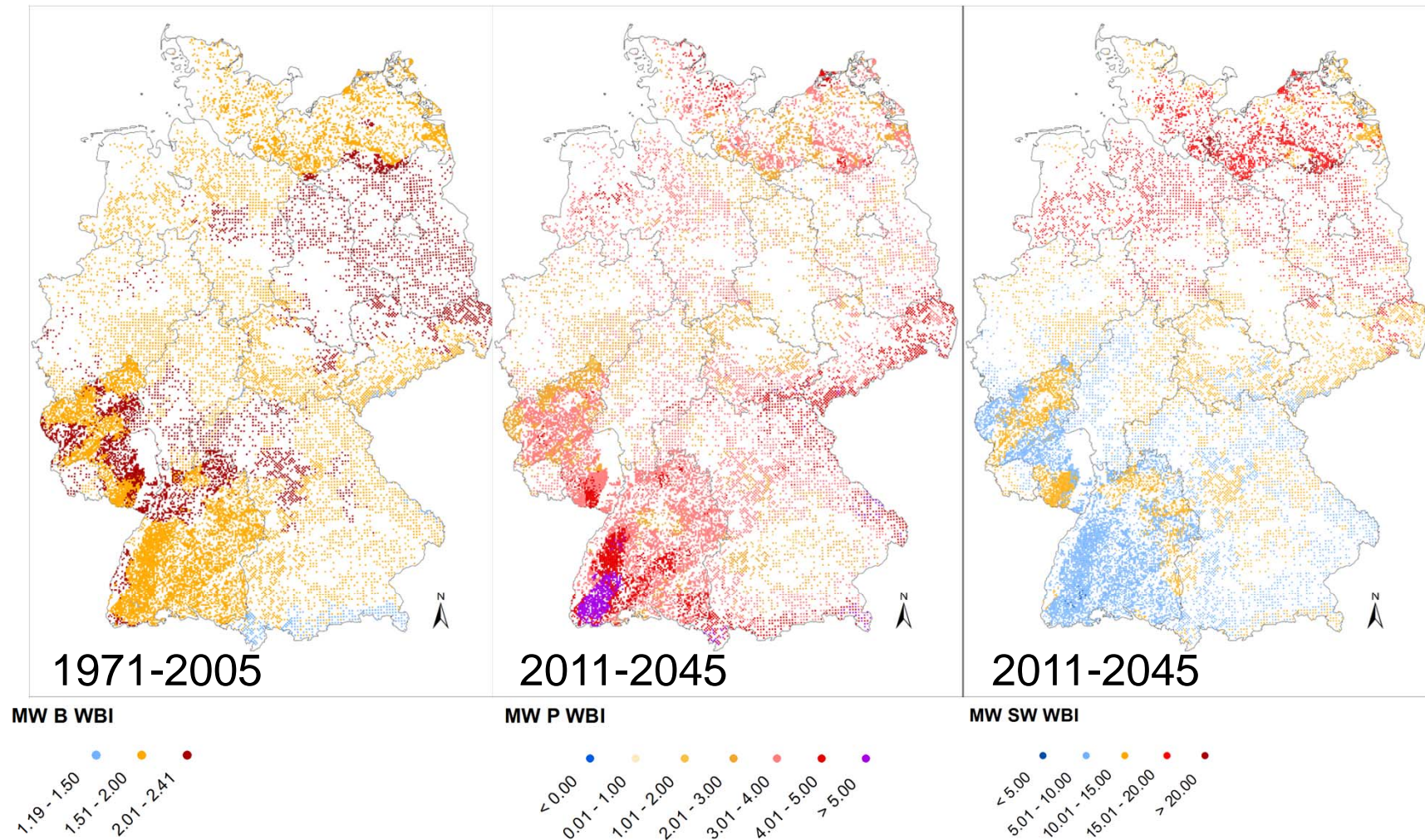
		mittlere Änderung	Min.	Max.	Spannbreite
	1971-2005	2011-2945			
Anzahl der Jahre mit Waldbrandstufe 5	25.4	1.8	-2.1	6.0	8.1
mittl. Anzahl der Tage mit Waldbrandstufe 5	9.8	1.5	-2.7	5.3	8.0

Waldbrandindex WBI

Mittelwerte (MW)

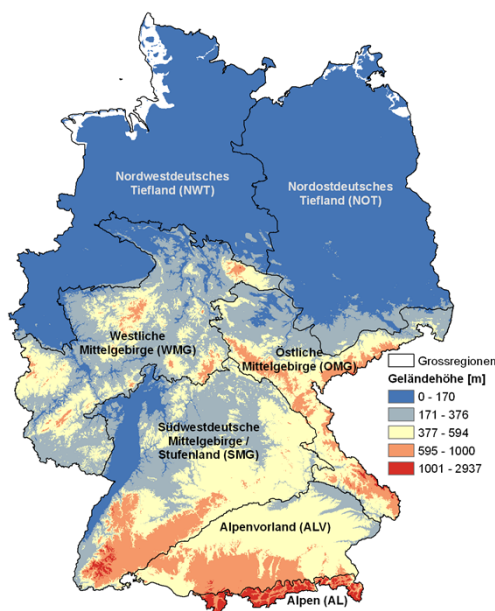
MW der Änderungen [%]

Spannweite der Änderung [%]



Ergebnisse: Spätfrostgefährdung (SFI) für NGR

Buche



Eiche

NG-Regionen	1971-2005 MW SFI Buche	2011-2045 MW Diff.	2011-2045 MW SW
NW-Tiefland	0.44	-0.07	0.40
NO-Tiefland	0.37	-0.04	0.38
W-Mittelgebirge	0.40	-0.07	0.42
Ö-Mittelgebirge	0.35	-0.02	0.45
Südwest. Mittelgeb.	0.47	-0.07	0.58
Alpenvorland	0.48	-0.03	0.63
Alpen	0.51	-0.03	0.58
Gesamt SFI Buche	0.43	-0.06	0.49

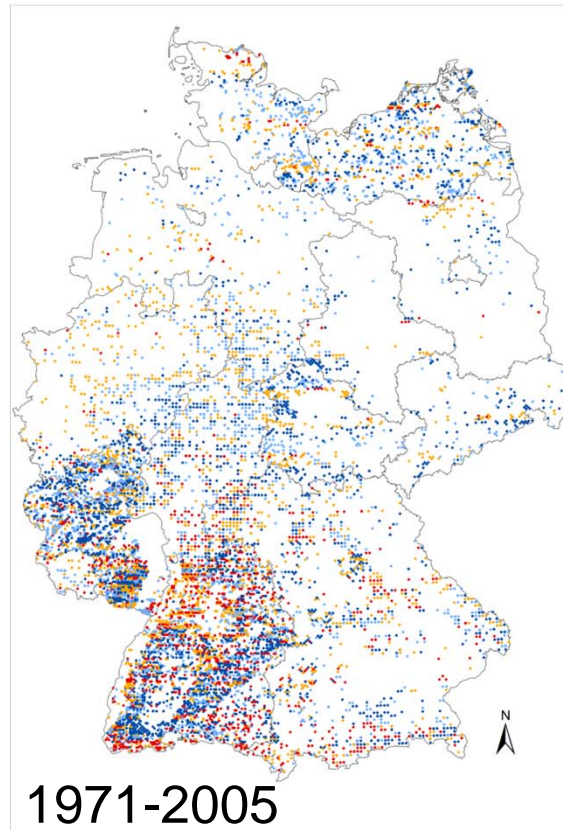
NG-Regionen	1971-2005 MW SFI Eiche	2011-2045 MW Diff.	2011-2045 MW SW
NW-Tiefland	0.38	-0.04	0.28
NO-Tiefland	0.30	-0.03	0.30
W-Mittelgebirge	0.30	-0.04	0.24
Ö-Mittelgebirge	0.27	-0.02	0.27
Südwest. Mittelgeb.	0.38	-0.03	0.27
Alpenvorland	0.33	-0.02	0.27
Alpen	-	-	-
Gesamt SFI Eiche	0.33	-0.03	0.27

SFI Buche

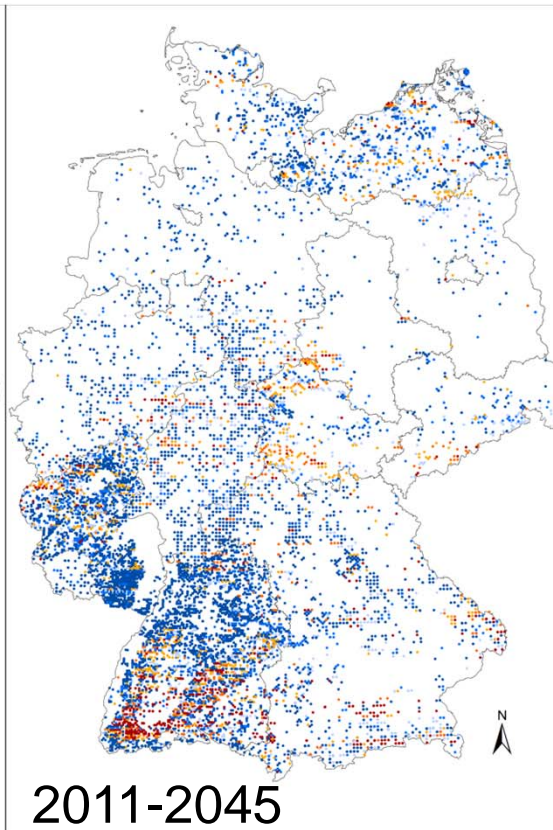
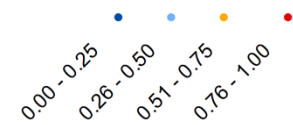
Mittelwerte (MW)

MW der Änderungen

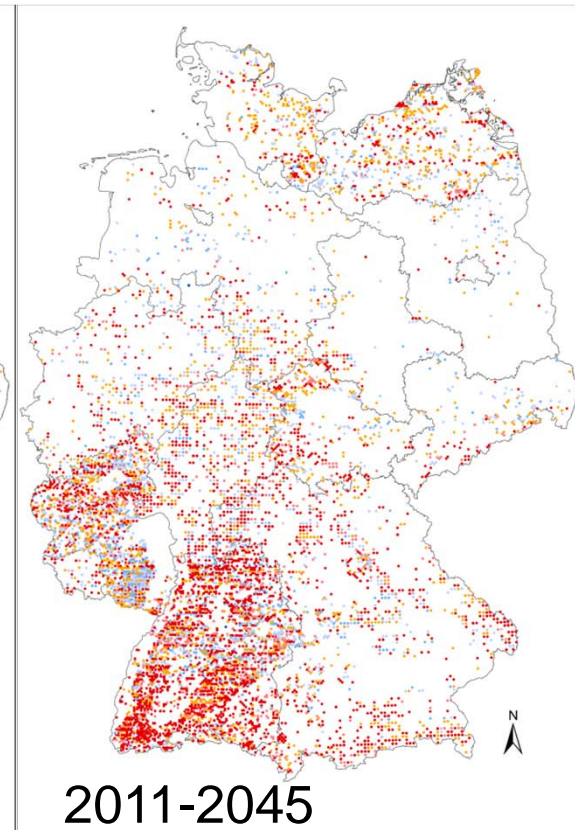
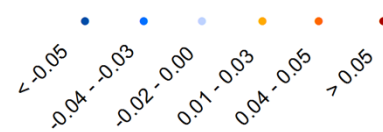
Spannweite der Änderung



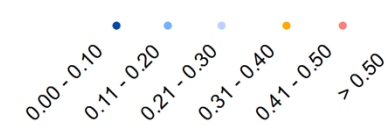
MW B SFI Buche



MW D SFI Buche



MW SW SFI Buche

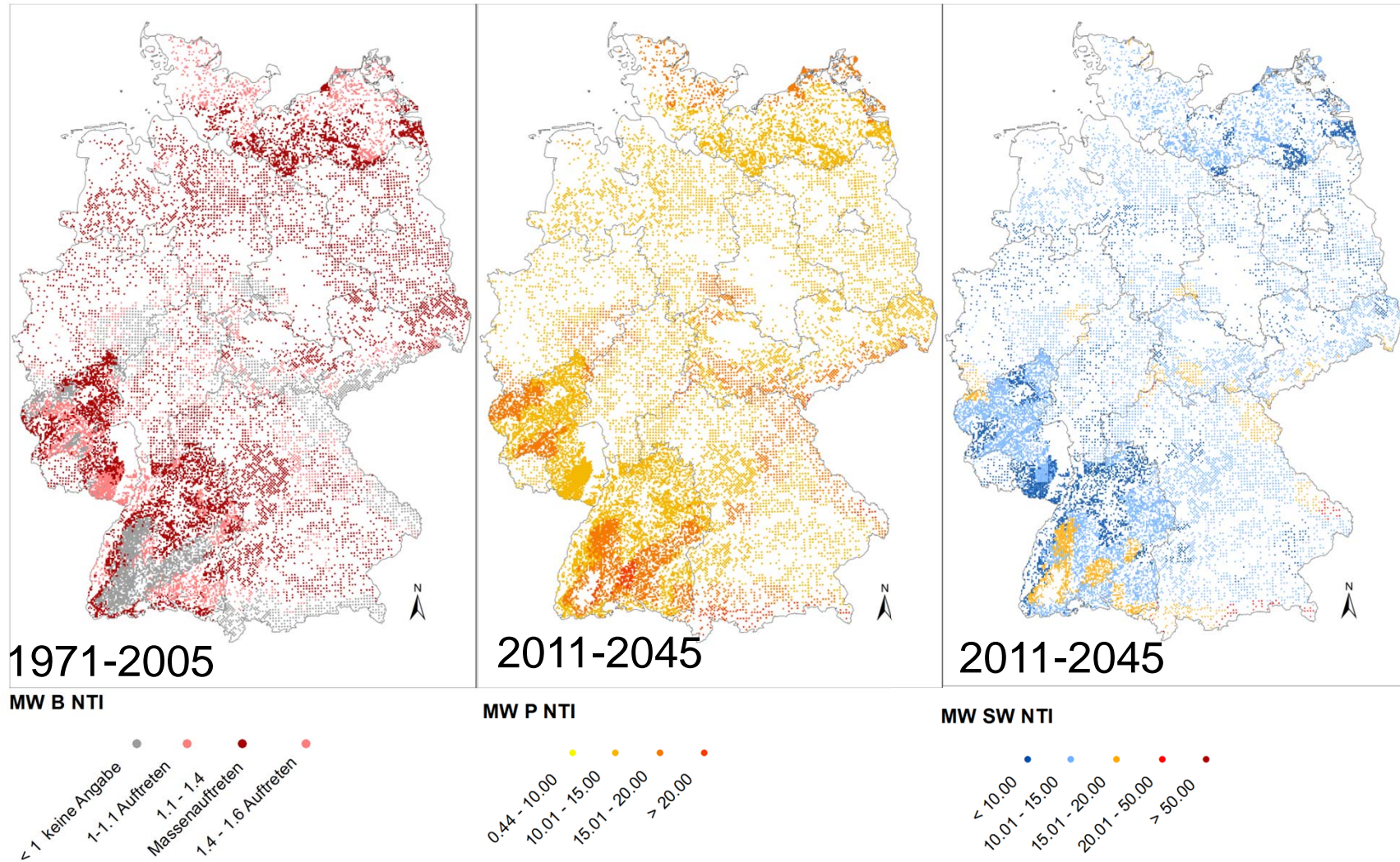


Nonnentemperaturindex NTI

Mittelwerte (MW)

MW der Änderungen [%]

Spannweite der Änderung [%]



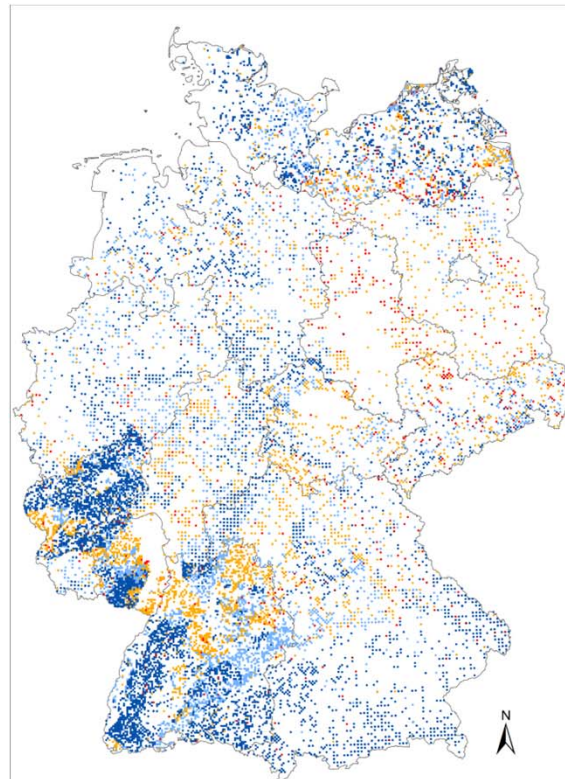
P. Lasch-Born et al.

TSI Laub

Mittelwerte (MW)

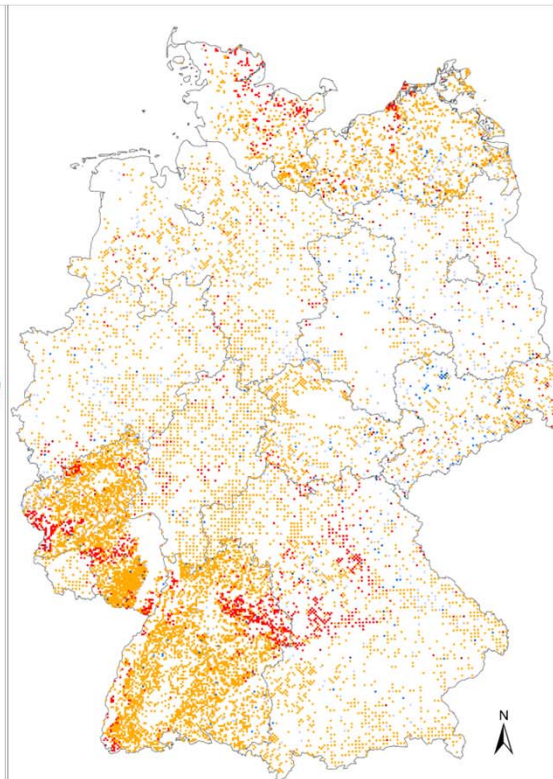
MW der Änderungen [%]

Spannweite der Änderung [%]



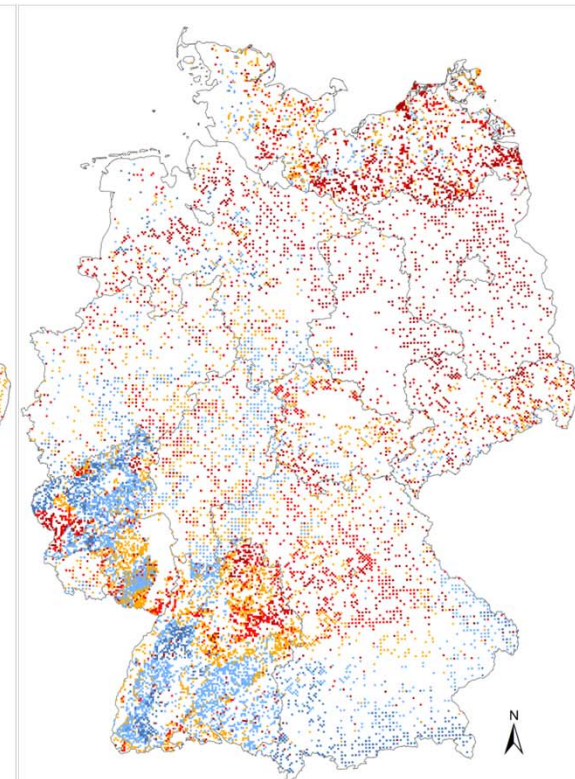
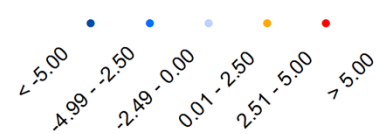
1971-2005

MW B TSIL



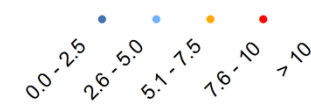
2011-2045

MW P TSIL



2011-2045

MW SW TSIL



Résumé

- Problem Klimaszenarien (Jahresgang der rel. Luftfeuchte berechnet aus Taupunkttemperatur) bedingen Abweichungen einiger Indikatoren für die Beobachtungsdaten von den historischen Modellläufen → Analyse der Änderungen
- Betroffenen Regionen bzgl. der Indikatoren (rezent)
 - Hoch: SW-Mittelgebirge, Nordost- und Nordwestdeutsches Tiefland
 - Gering: Alpen, Östliches Mittelgebirge
- Unsicherheit bzgl. der Indikatoren durch Klimainput
 - hoch: Nord- und Ostdeutschland (OMG, NWT, NOT)
 - gering: Alpen und Alpenvorland, Westdt. Mittelgebirge
- Notwendig:
 - Einbindung von RCP2.6, weitere Modelle
 - Weiterentwicklung der Abbildung von Trockenstress in 4C

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



<http://www.klimafolgenonline.com/>