



HOCHSCHULTAGUNG DES
FACHBEREICHS AGRARWISSENSCHAFTEN, ÖKOTROPHOLOGIE
UND UMWELTMANAGEMENT
7. DEZEMBER 2018 · 10 UHR
AULA DER JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

»KLIMAWANDEL UND LANDWIRTSCHAFT«

Ressource Wasser am Limit

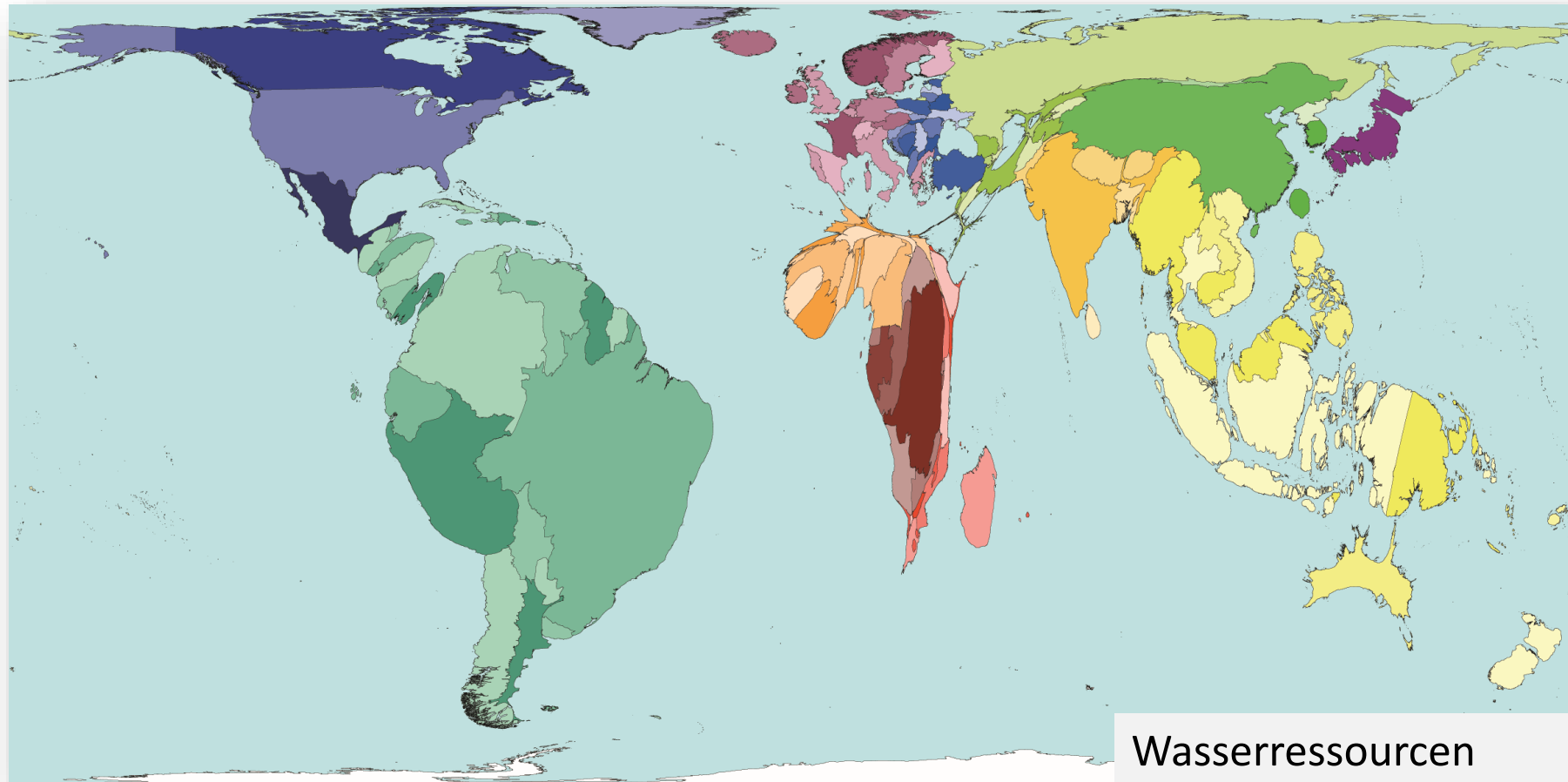
Lutz Breuer

Institut für Landschaftsökologie und
Ressourcenmanagement



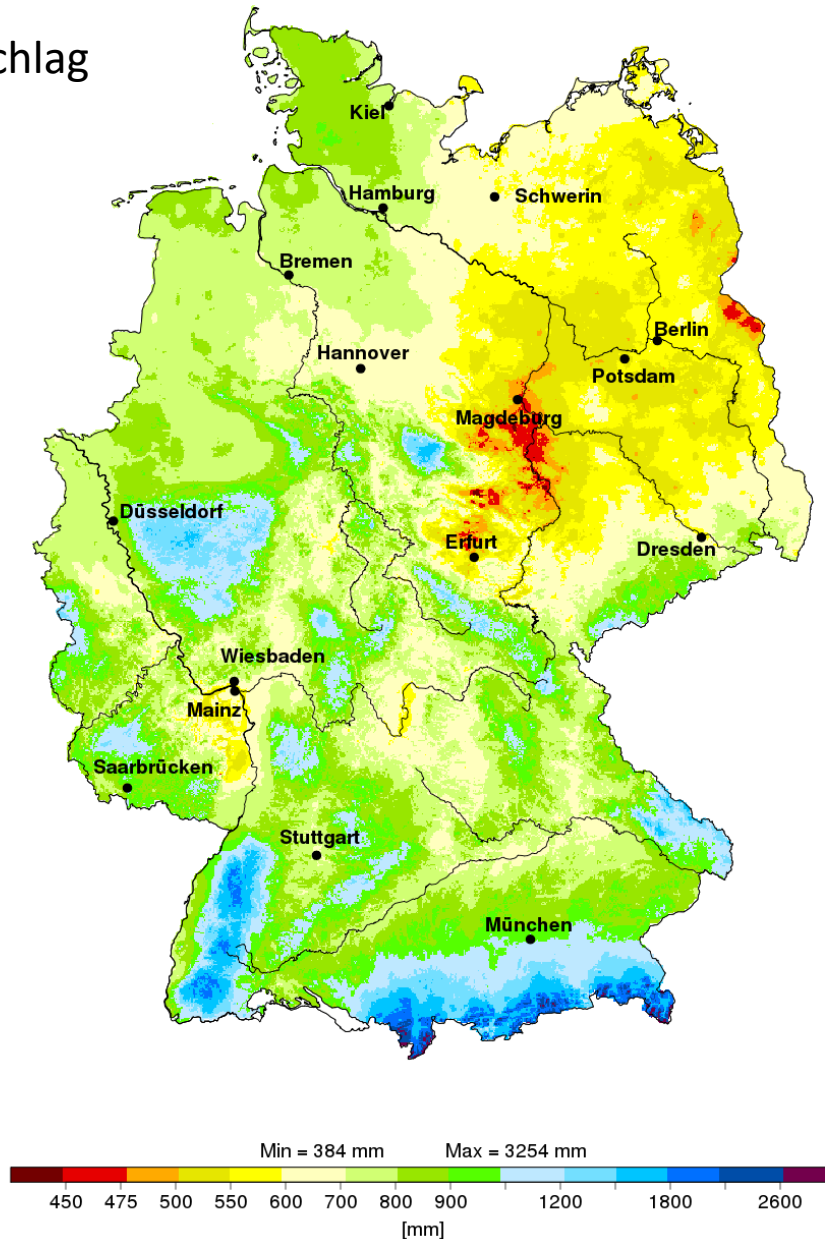
JUSTUS-LIEBIG-
 UNIVERSITÄT
GIESSEN

Wasserverfügbarkeit



Größe des Landes entspricht Anteil weltweit

Niederschlag

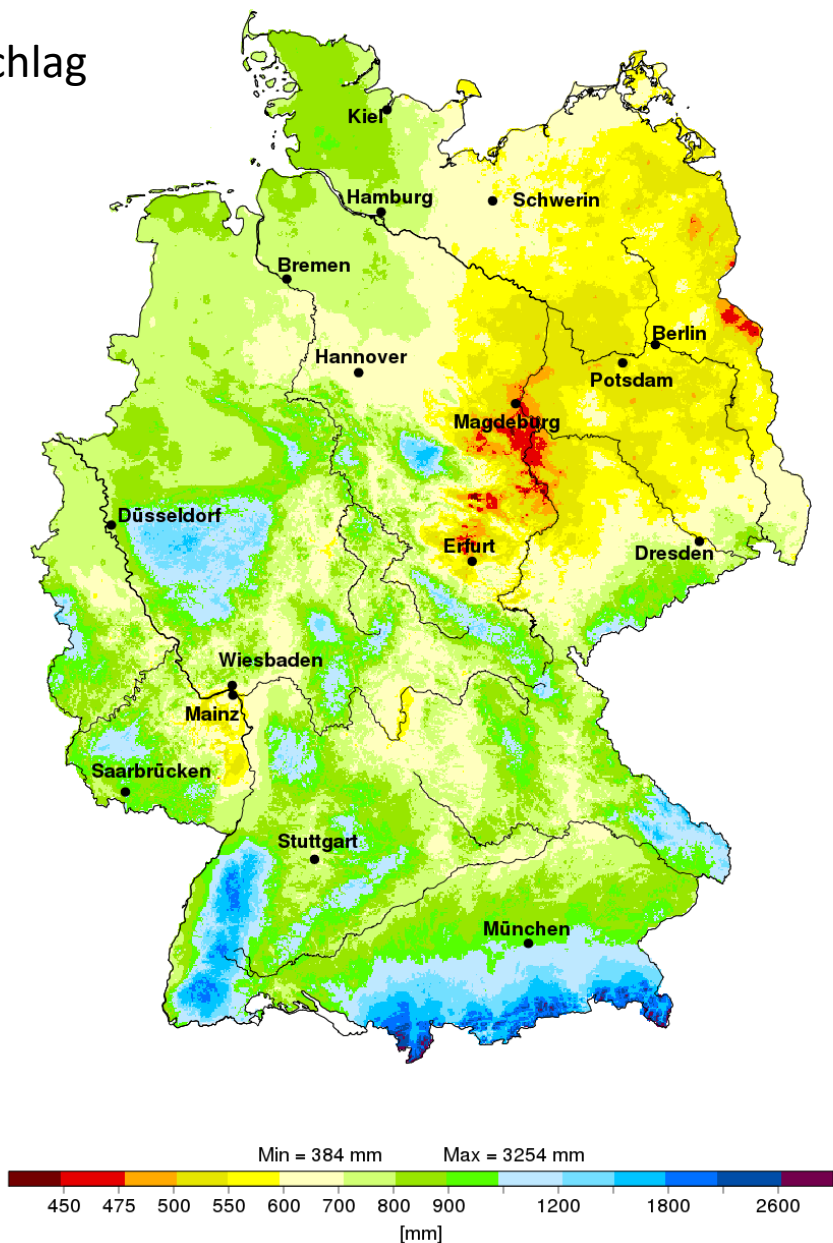


Allgemeine Wasserbilanz

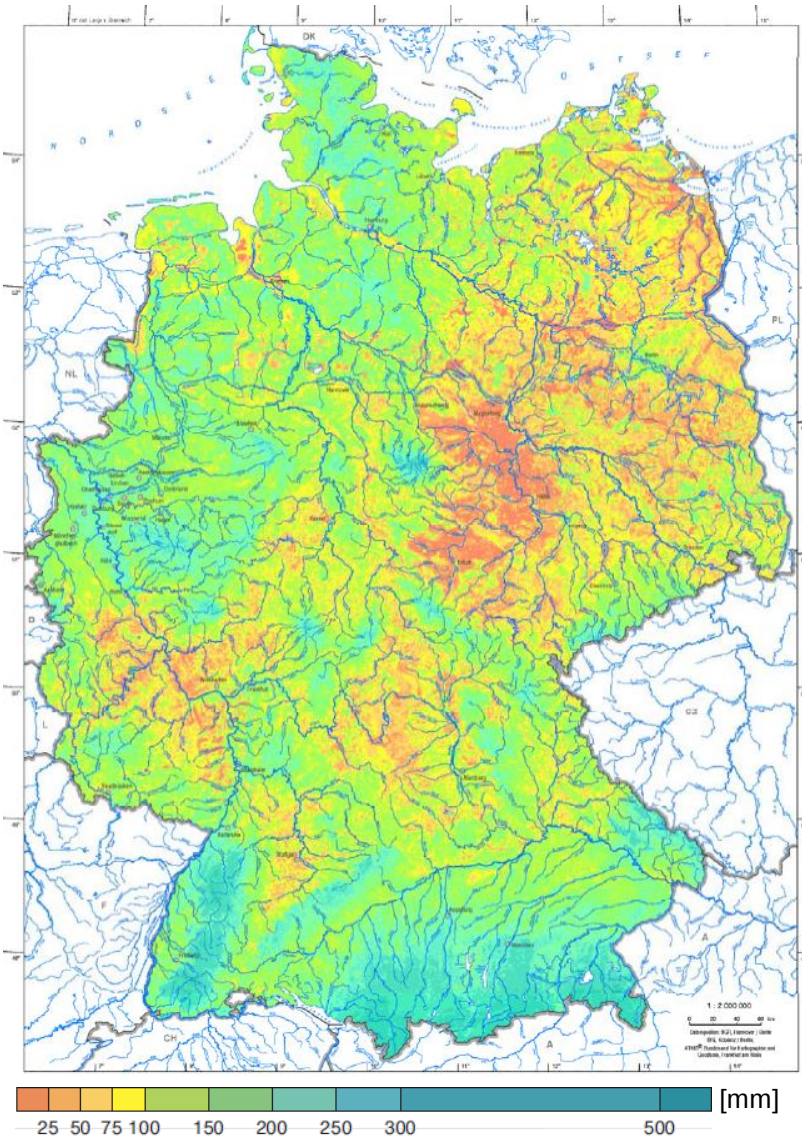
Abfluss = Niederschlag – Verdunstung

Wasserbilanz Deutschland

Niederschlag

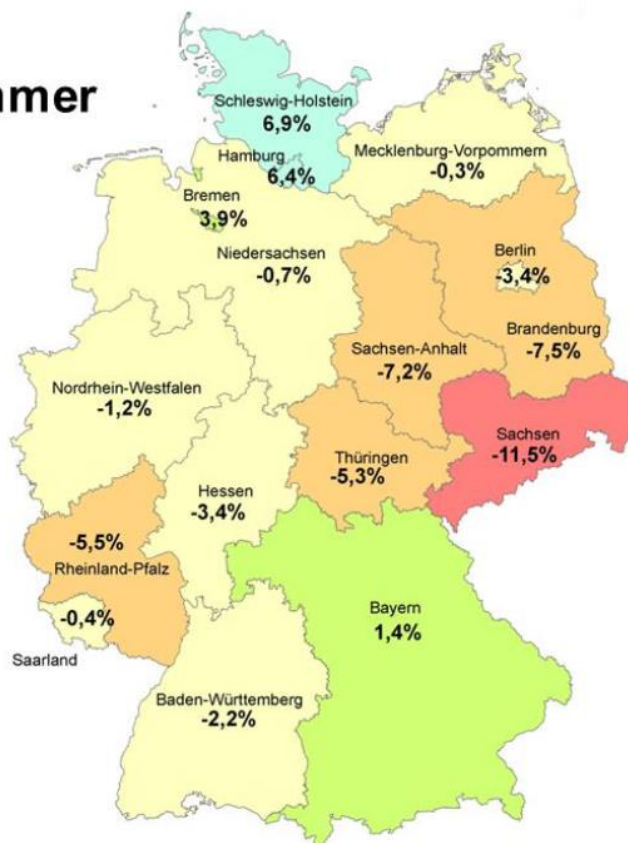


Grundwasser-neubildung

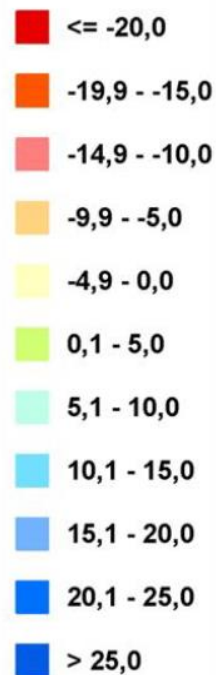


Niederschlagstrend

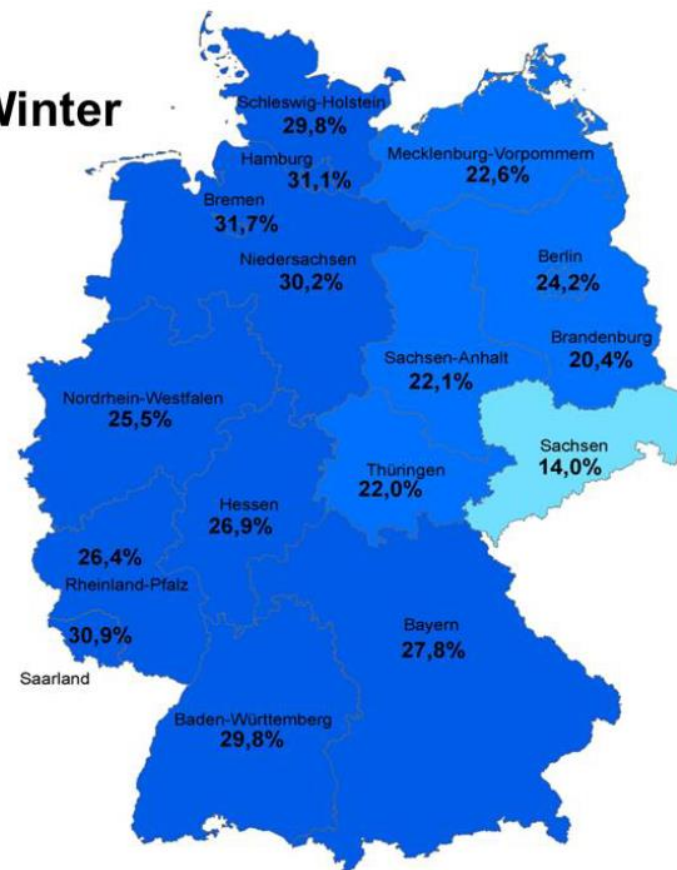
Sommer



Legende %



Winter



Prozentuale Änderung 1881-2009

Dürre 2018

Transport



Talsperren und Seen



Missernten



- Wald- und Moorbrände
- Winderosion
- Geringe Grundwasserneubildung
- Kühlung Energieproduktion
- Wasserkraft
- Wasserversorgung
- Fischerei
- Tourismus
- Industrie (Erz, Kohle, Stahl,...)
- Lebensmittelpreise
- Spritpreise

Meteorologische Dürre: ein bis zwei Monate trockener als üblich.

→ Niederschlag

Hydrologische Dürre ab vier Monaten, betroffen sind Pegel und Grundwasser. Die Wasserstände fallen unter einen Normalwert. Wasserreserven im Grundwasser, in Seen und Talsperren fallen unter statistische Kennwerte.

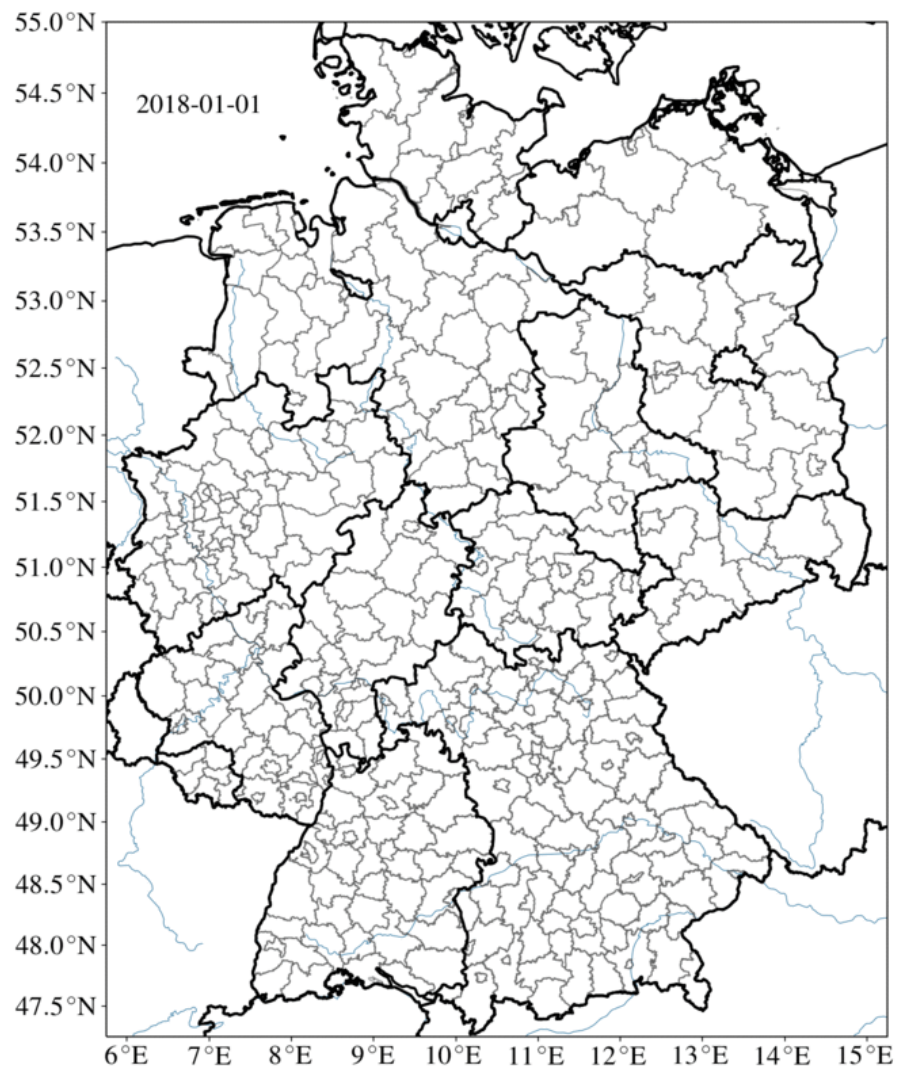
→ Abfluss

Landwirtschaftliche Dürre: zwei und mehr Monate zu trocken, die Folge sind Ernteeinbußen infolge unzureichender Wasserversorgung der Pflanzen.

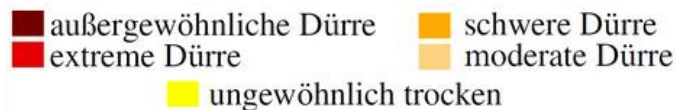
→ Bodenfeuchte

Dürremonitor (UFZ)

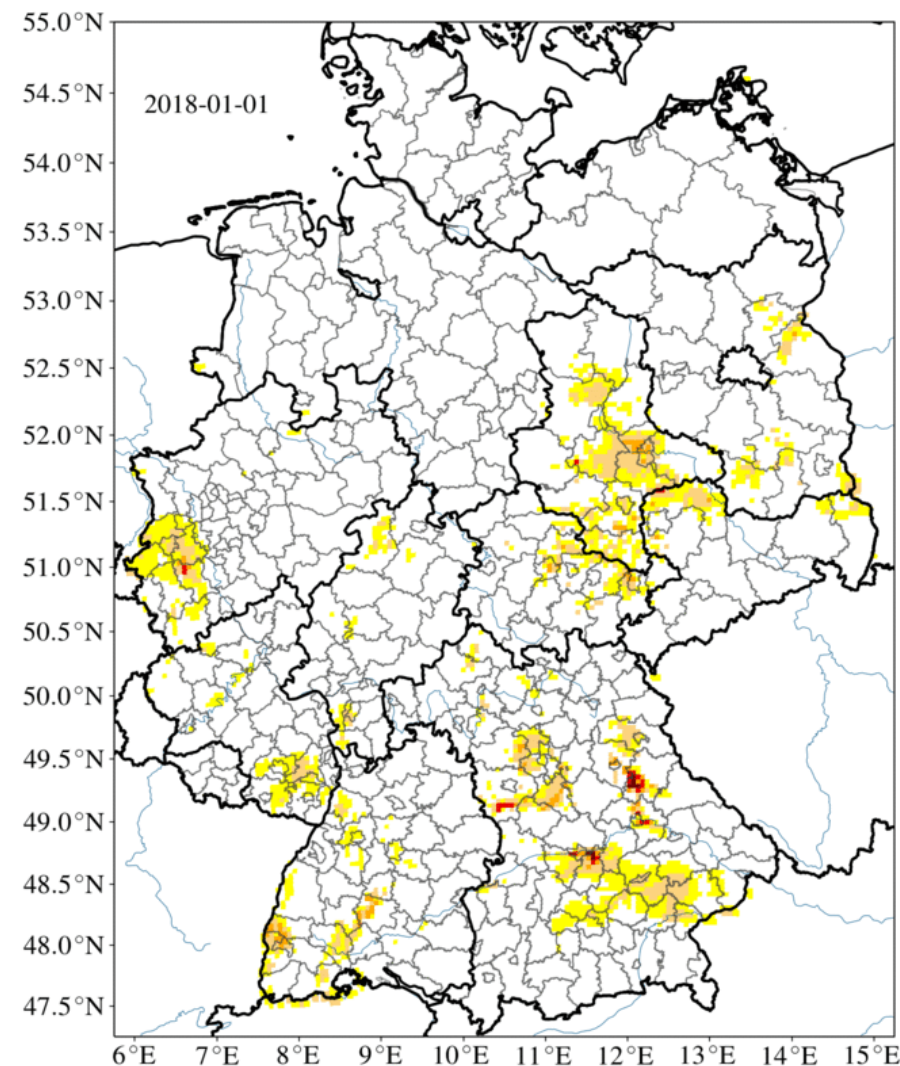
0-0.25 m
Bodentiefe



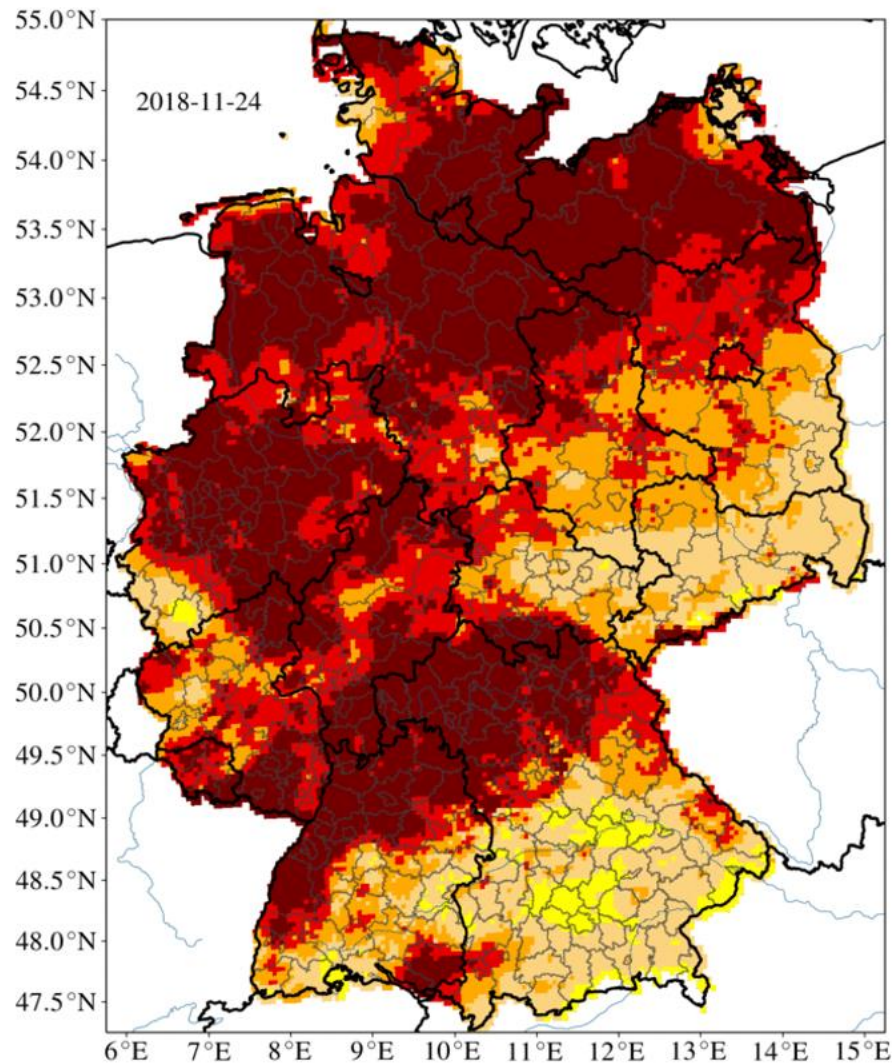
Bodenfeuchteindex



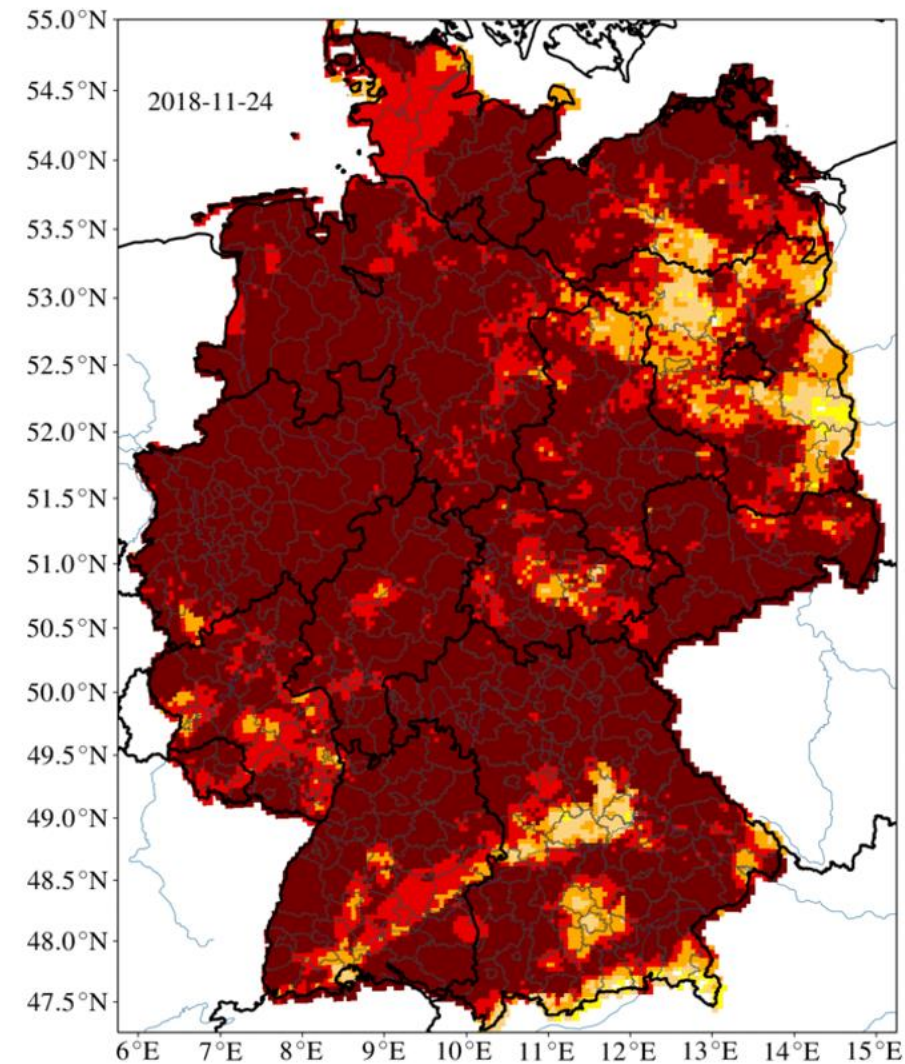
0-1.8 m
Bodentiefe



0-0.25 m
Bodentiefe



0-1.8 m
Bodentiefe

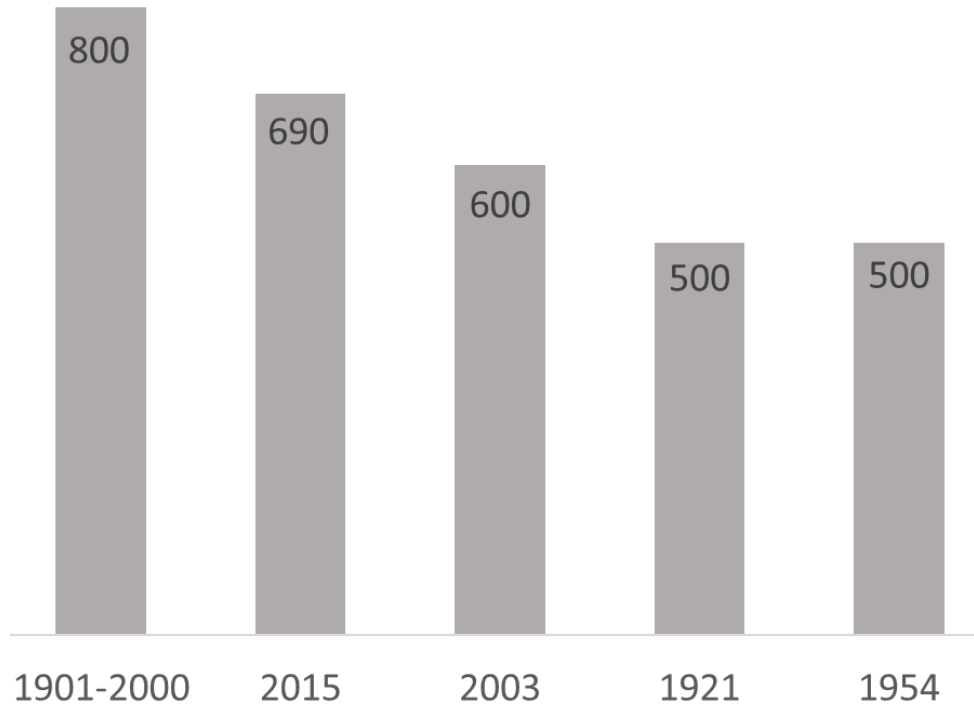


Bodenfeuchteindex SMI

■ außergewöhnliche Dürre	■ schwere Dürre
■ extreme Dürre	■ moderate Dürre
■ ungewöhnlich trocken	

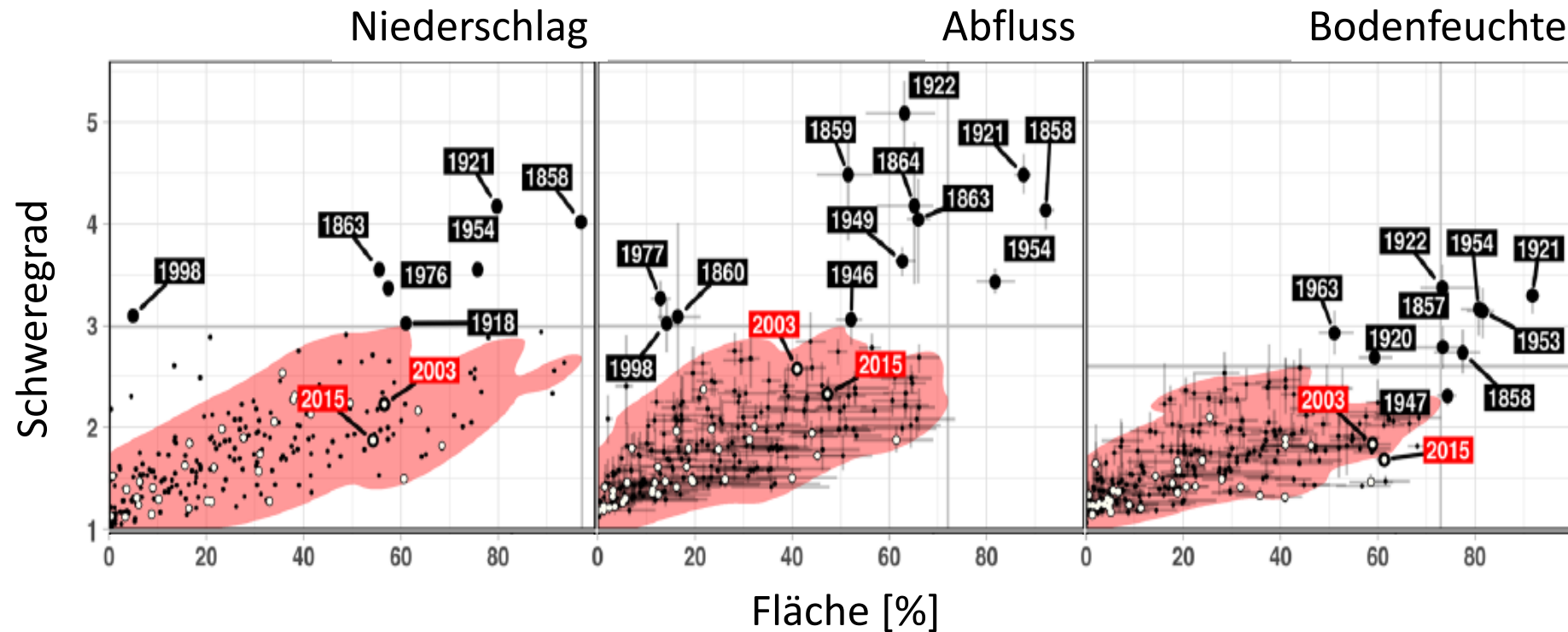
Forschungsfelder

Jahresniederschlag in Basel
[mm], *geschätzt

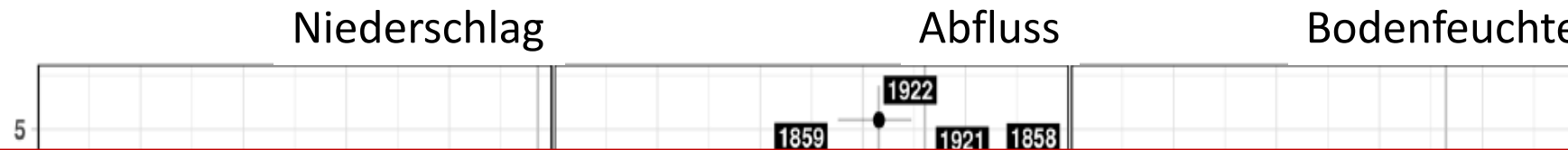


- Vergleich historischer Ereignisse
- Auswertung von Steuerbüchern, Bildern, Markierungen an Bauwerken

Wie extrem ist extrem?



- Vergleich historischer Ereignisse
- Auswertung von Messdaten aus ca. 250 Jahren
- Betrachtung von Flächenausdehnung und Schweregrad



Projektionen für die Zukunft in Mitteleuropa

Referenz 22 % Flächenausdehnung

31 Monate Länge

2 Dürremonate pro Jahr

Samaniego et al. 2018, Nature Climate Change 8:421-426

- Vergleich historischer Ereignisse
- Auswertung von Messdaten aus ca. 250 Jahren
- Betrachtung von Flächenausdehnung und Schweregrad



Projektionen für die Zukunft in Mitteleuropa

Referenz 22 % Flächenausdehnung

31 Monate Länge

2 Dürremonate pro Jahr

1.5 K +2%

+20 Monate

3

3 K +6%

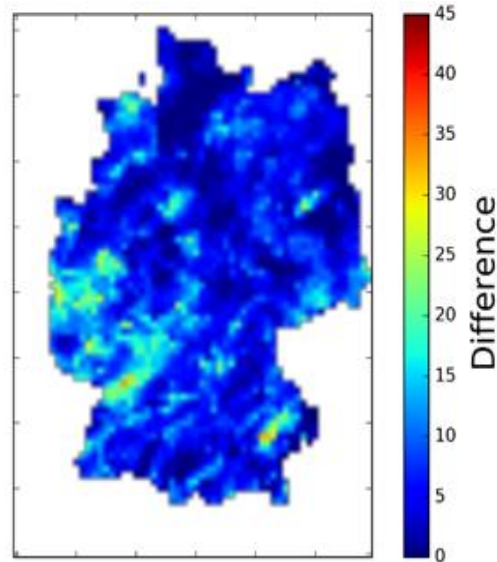
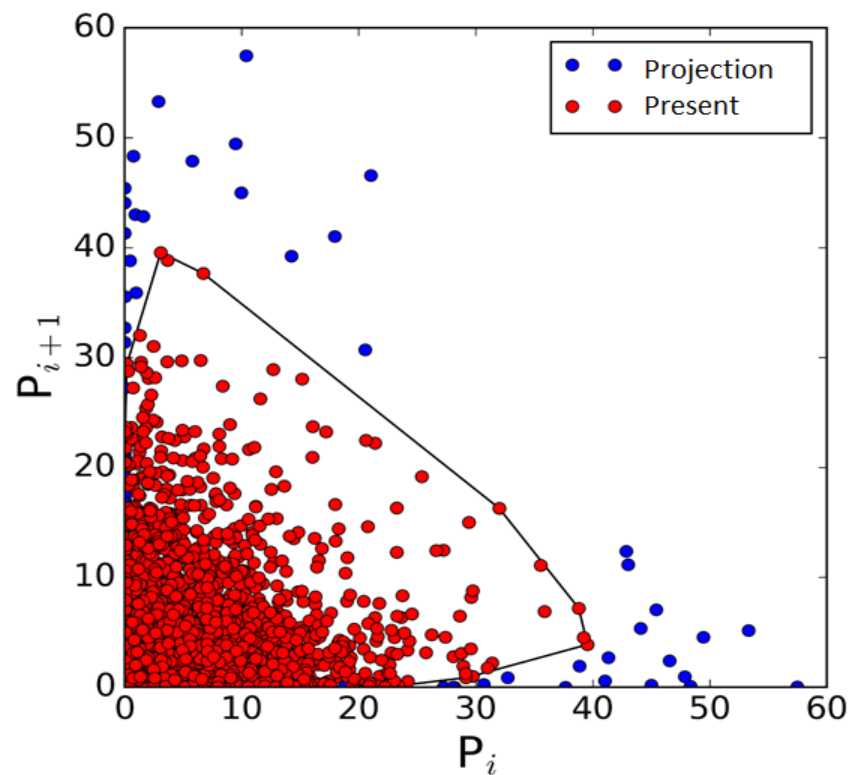
+70 Monate

4

Samaniego et al. 2018, Nature Climate Change 8:421-426

- Vergleich historischer Ereignisse
- Auswertung von Messdaten aus ca. 250 Jahren
- Betrachtung von Flächenausdehnung und Schweregrad

Entwickeln sich neue Extreme?



Niederschlagsmuster in Deutschland
MPIESM_RCA4

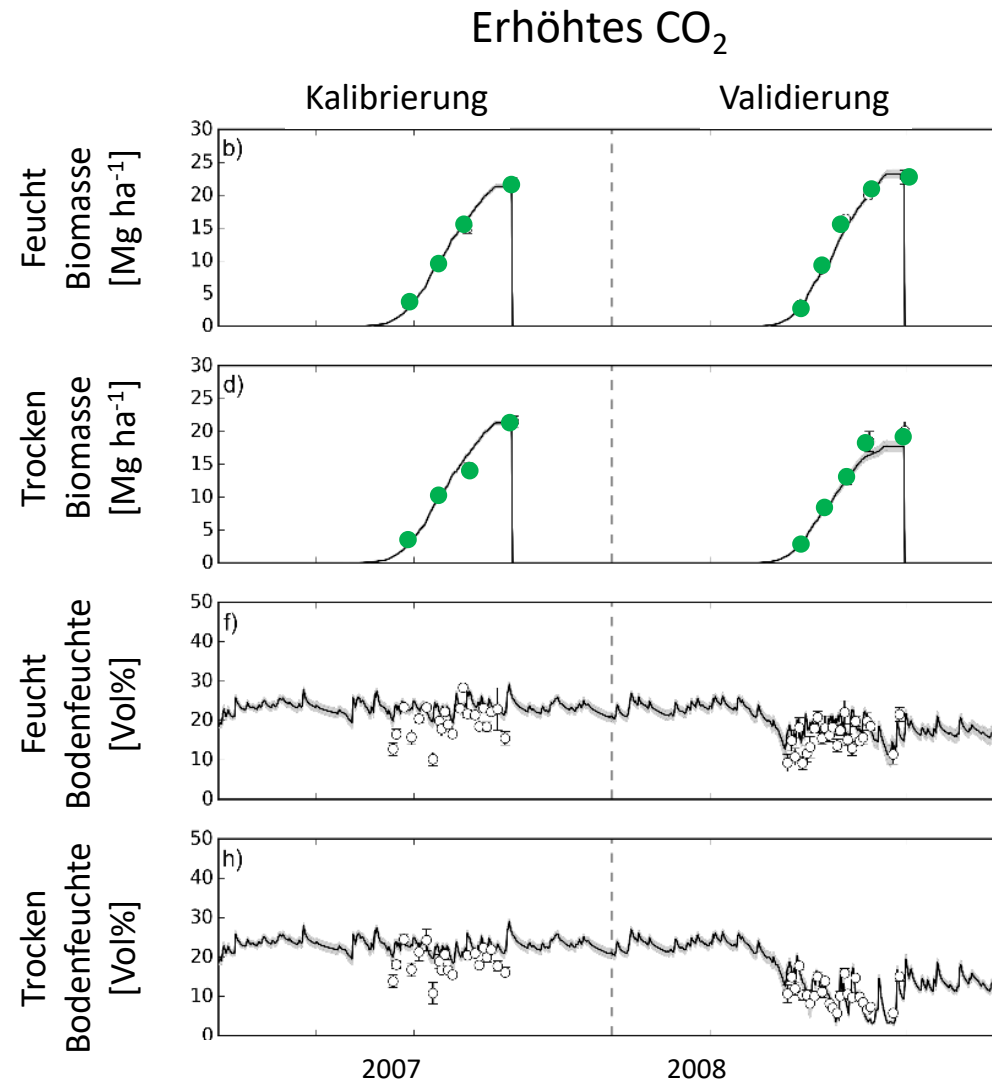
- Entwicklung neuer statistisch-mathematischer Methoden (Tiefen-Funktion)
- Identifizierung zusammengesetzter Events
- Auswertung von Klimaszenarien

Wie reagiert der Ertrag auf Dürren unter Klimawandel?



Free Air Carbon Dioxide Enrichment

- Entwicklung von Ökosystemmodellen
- Simulation von Klima-Experimenten
- Analyse von Grünlandsystemen und Mais



Anpassungsstrategien

- Fruchtfolgegestaltung, Bodenbedeckung über Winter
- Anbau von Zwischenfrüchten, Mischkulturen, Untersaaten
- Angepasste Sorten (Züchtung)
- Diversifizierung der Produktionsrichtungen (Risikoausgleich)
- Verbesserung des Mikroklimas
- **Bewässerung**
- **Konsum**

Bewässerung in Deutschland



Rigwelter, CC BY-SA 3.0

Kreisberegner



Tröpfchenbewässerung

3,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2010)

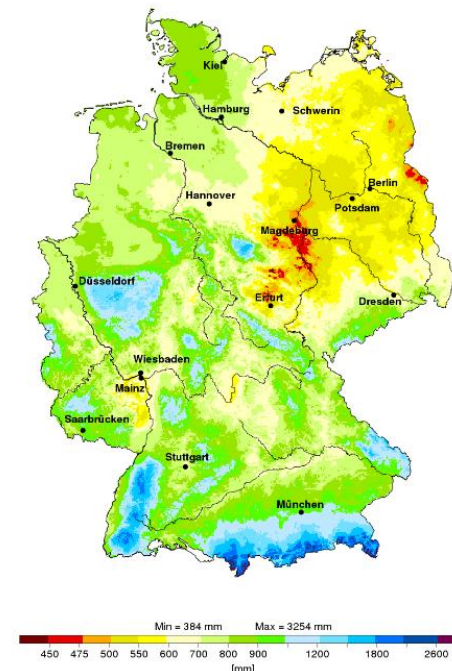
Nordost-Niedersachsen, Vorderpfalz, das Hessische Ried,
das Niederrheingebiet, Knoblauchsland (Nürnberg/Fürth)

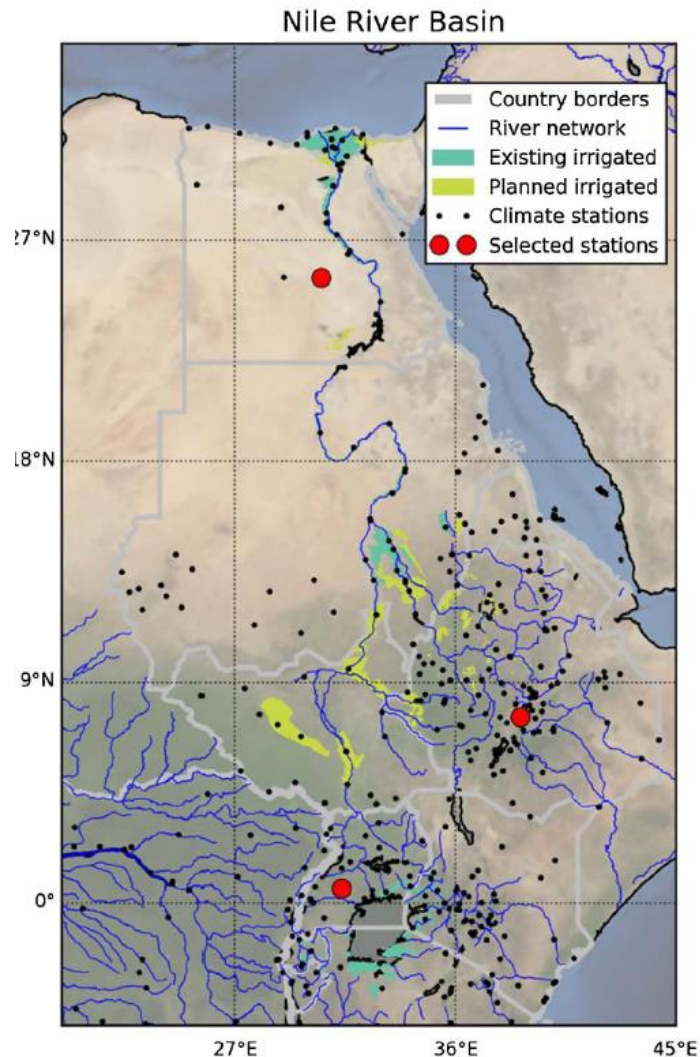
Vorwiegend Getreide, Kartoffeln, Gemüse, Obst
(Frostberegung)

Verwendung v.a. von Grundwasser

80% Beregung, 20% Tropfbewässerung
Keine Oberflächenbewässerung

**Einschränkung für weitverbreitete
Anwendung: Wasserverfügbarkeit**

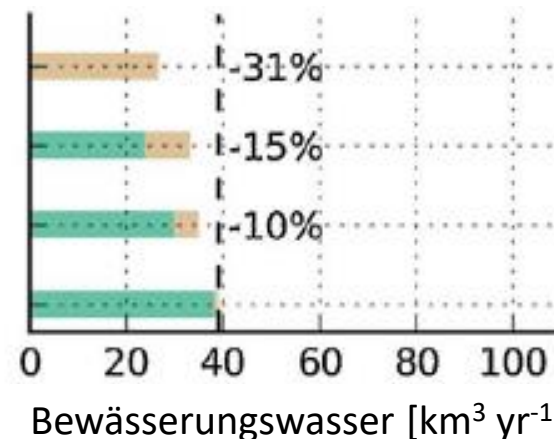




20% der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden bewässert, produzieren aber 40% der Nahrungsmittel

Prognostizierte Verdoppelung des Bewässerungsfeldbaus auf 40% bis 2050

Dringend notwendig: effizientere Systeme und nachhaltige Managementkonzepte



Sprinkler+Tröpfchenbewässerung



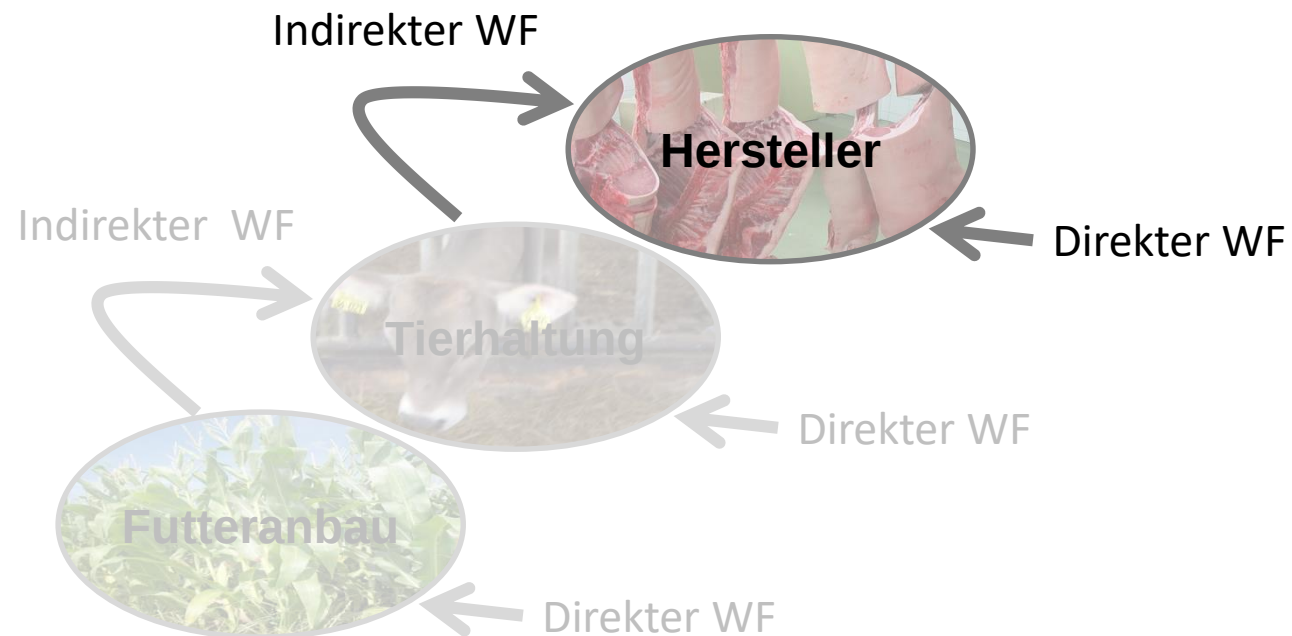
Oberflächenbewässerung



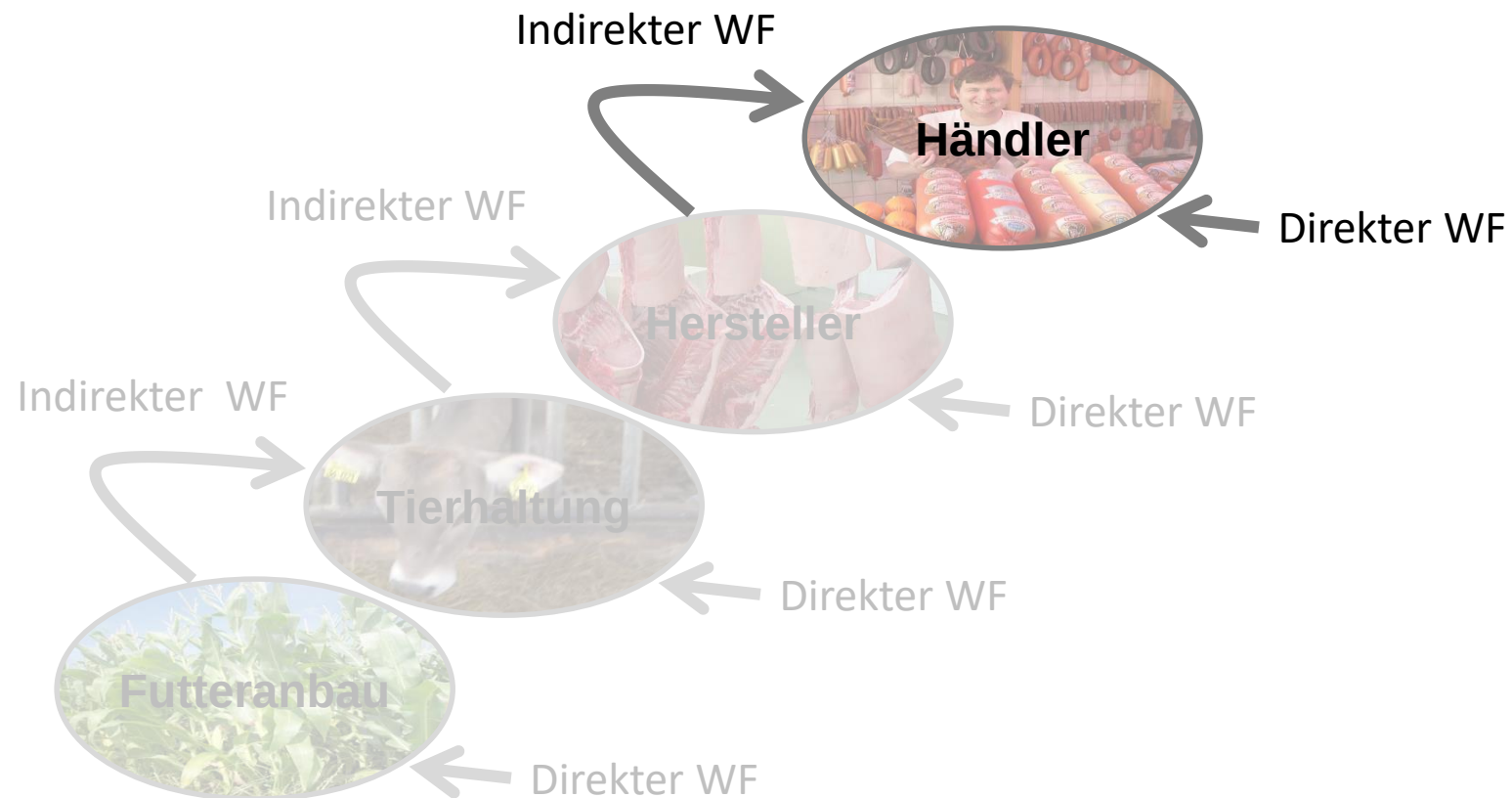
Beispiel
Fleisch



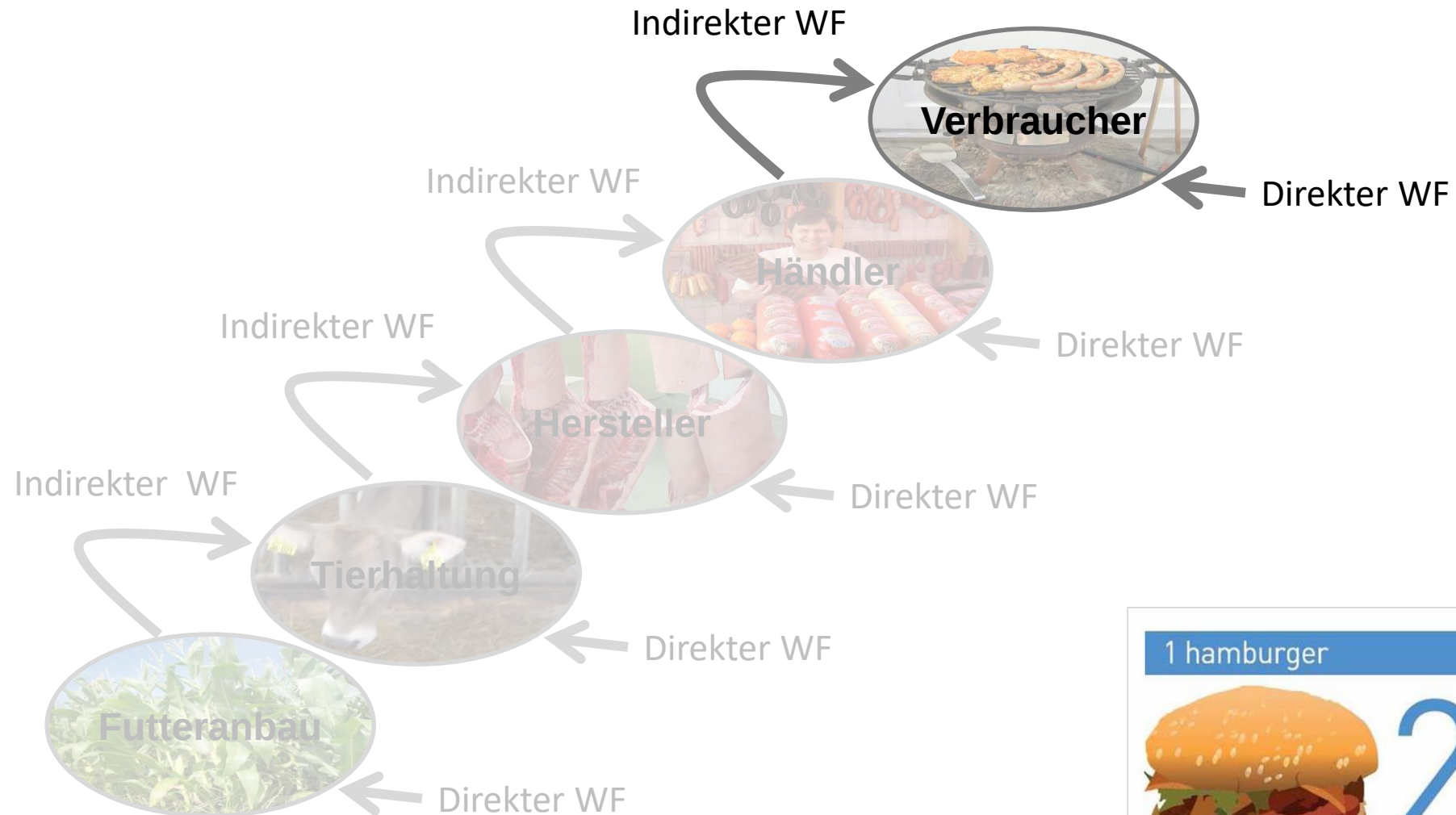
Beispiel
Fleisch



Beispiel
Fleisch



Beispiel
Fleisch



1 hamburger



2400
litres

www.waterfootprint.org



[Newsroom](#)
[Newsletter](#)
[Login](#)

English
Search

[About us](#)
[Our approach](#)
[Water footprint](#)
[The standard](#)
[Resources](#)
[Get involved](#)

[home](#) / [resources](#) / [interactive tools](#) / [personal water footprint calculator](#) / [personal calculator - extended](#)

Personal calculator - extended

Germany

Food consumption

Cereal products (wheat, rice, maize, etc.)
 kg per week

Meat products
 kg per week

Dairy products
 kg per week

Eggs
 number per week

How do you prefer to take your food?
Low fat

How is your sugar and sweets consumption?
Low

Vegetables
 kg per week

Fruits
 kg per week

Starchy roots (potatoes, cassava)
 kg per week

How many cups of coffee do you take per day?
 cup per day

How many cups of tea do you take per day?
 cup per day

Domestic water use

Indoors



Frühstück ca. 370 Liter

Forschungsfelder

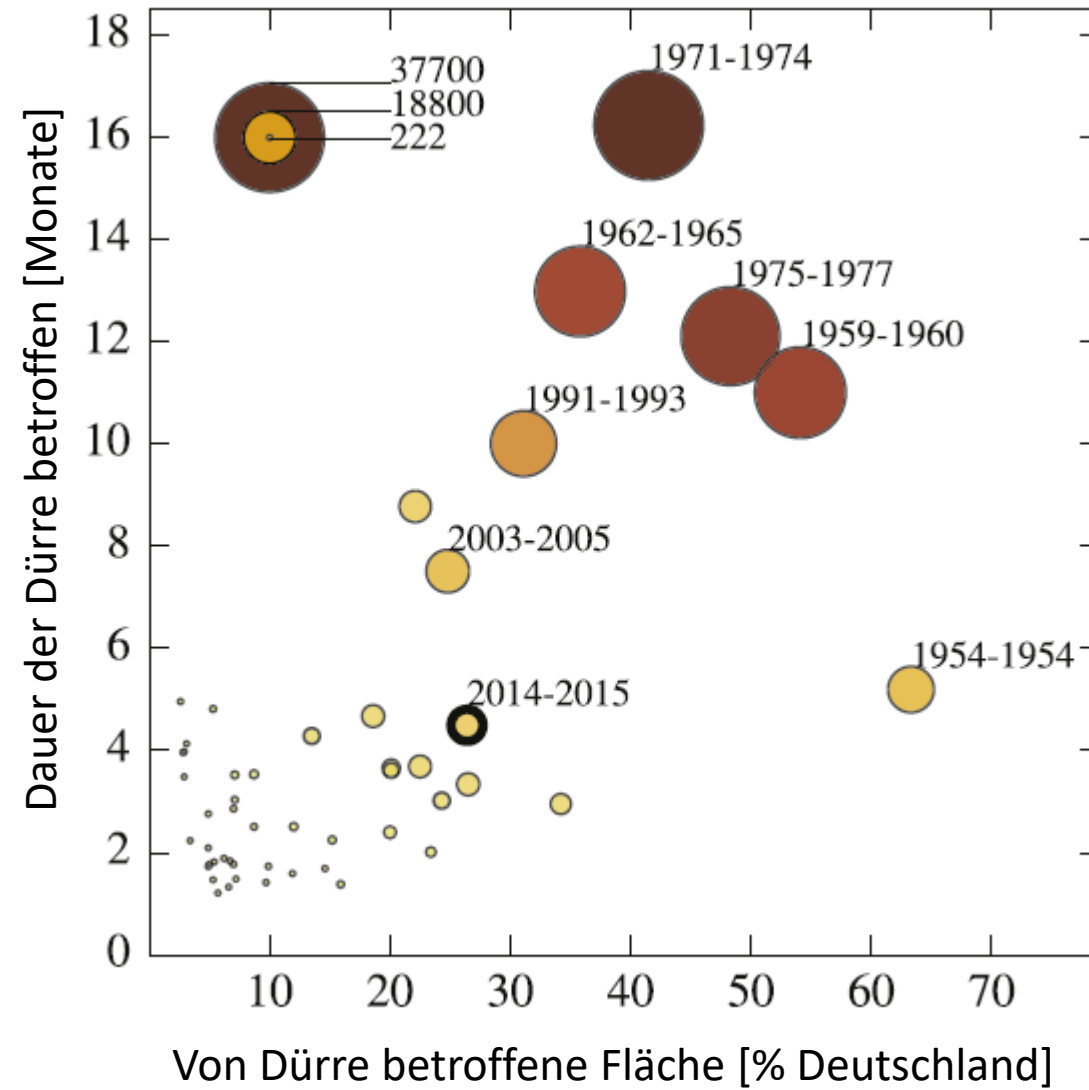
- Zunahme von Dürren in Deutschland bei fortschreitendem Klimawandel
- Zusammengesetzte Events werden neue Einblicke in die Entwicklung von Dürren erlauben
- Verbesserte Ökosystemmodelle für Klimaprognosen in Bezug auf Erträge notwendig

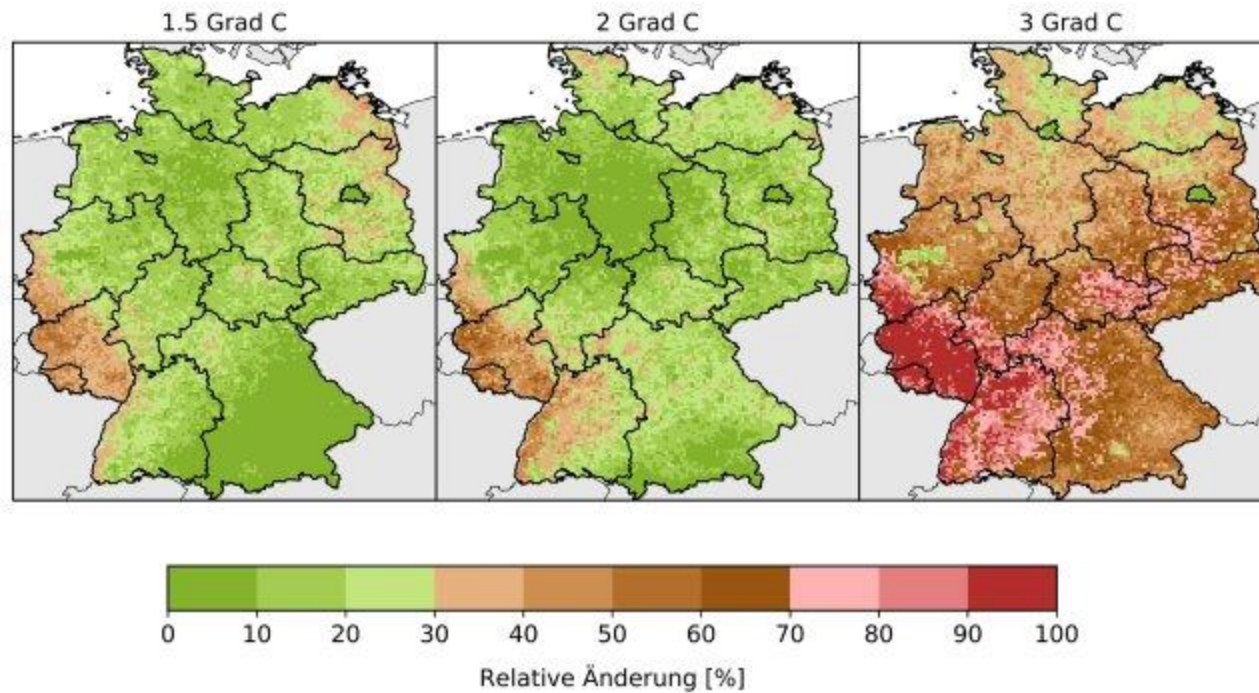
Anpassungsstrategien

- In Deutschland durch Pflanzenzüchtung, Fruchtfolgen und nachhaltige Bodenbewirtschaftung
- Global zusätzlich durch effizientere Bewässerungssysteme
- Was kann der Einzelne tun? Konsumverhalten ändern!



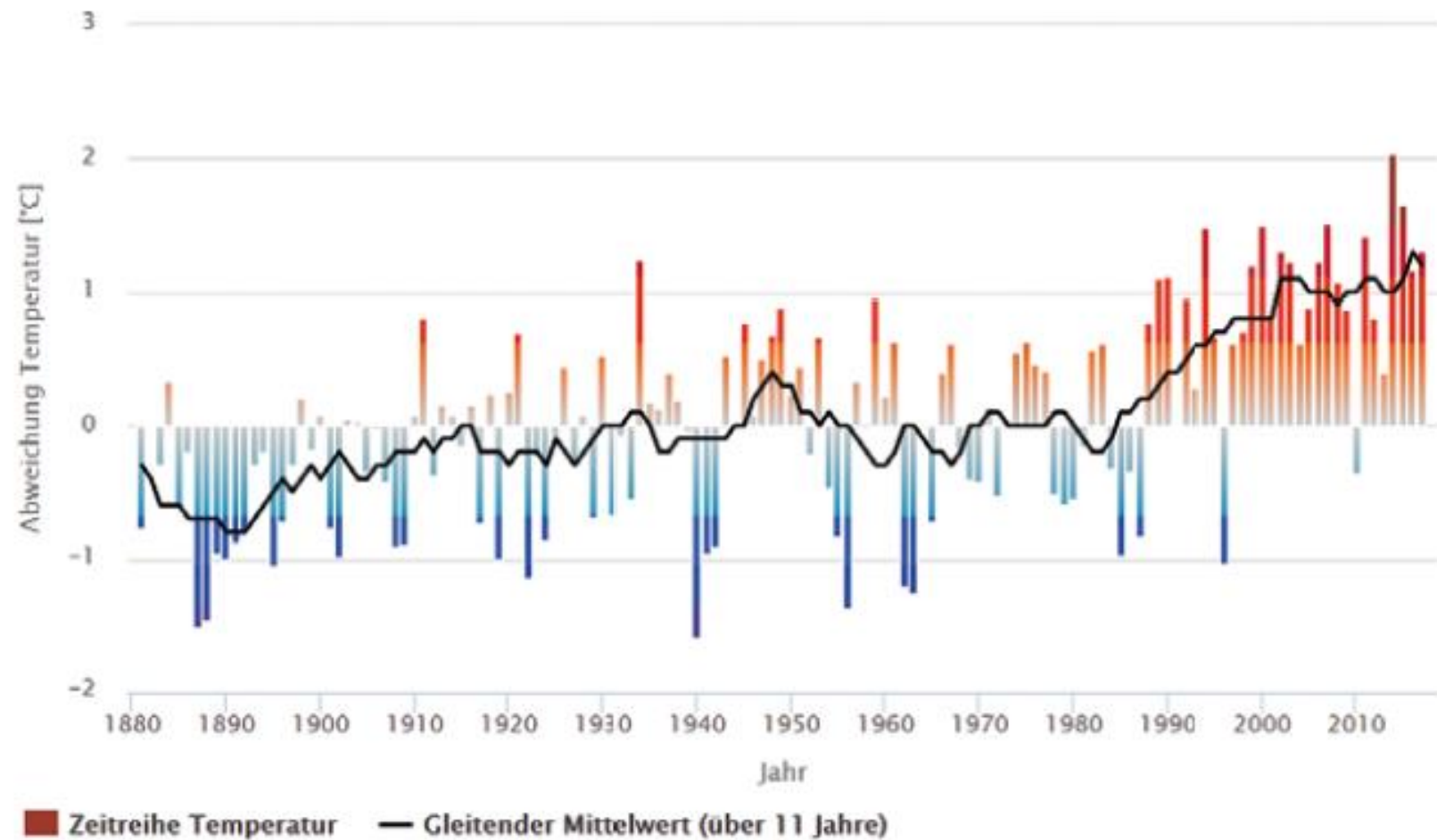






Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
Änderungen der Dürredauern durch
Erderwärmung

Temperatur Jahresmittel für Hessen



Wasserfußabdruck Lebensmittel

1 glass of milk



200
litres

1 cup of tea



35
litres

1 cup of coffee



140
litres

1 orange



50
litres

1 apple



70
litres

1 glass of wine



120
litres

1 potato



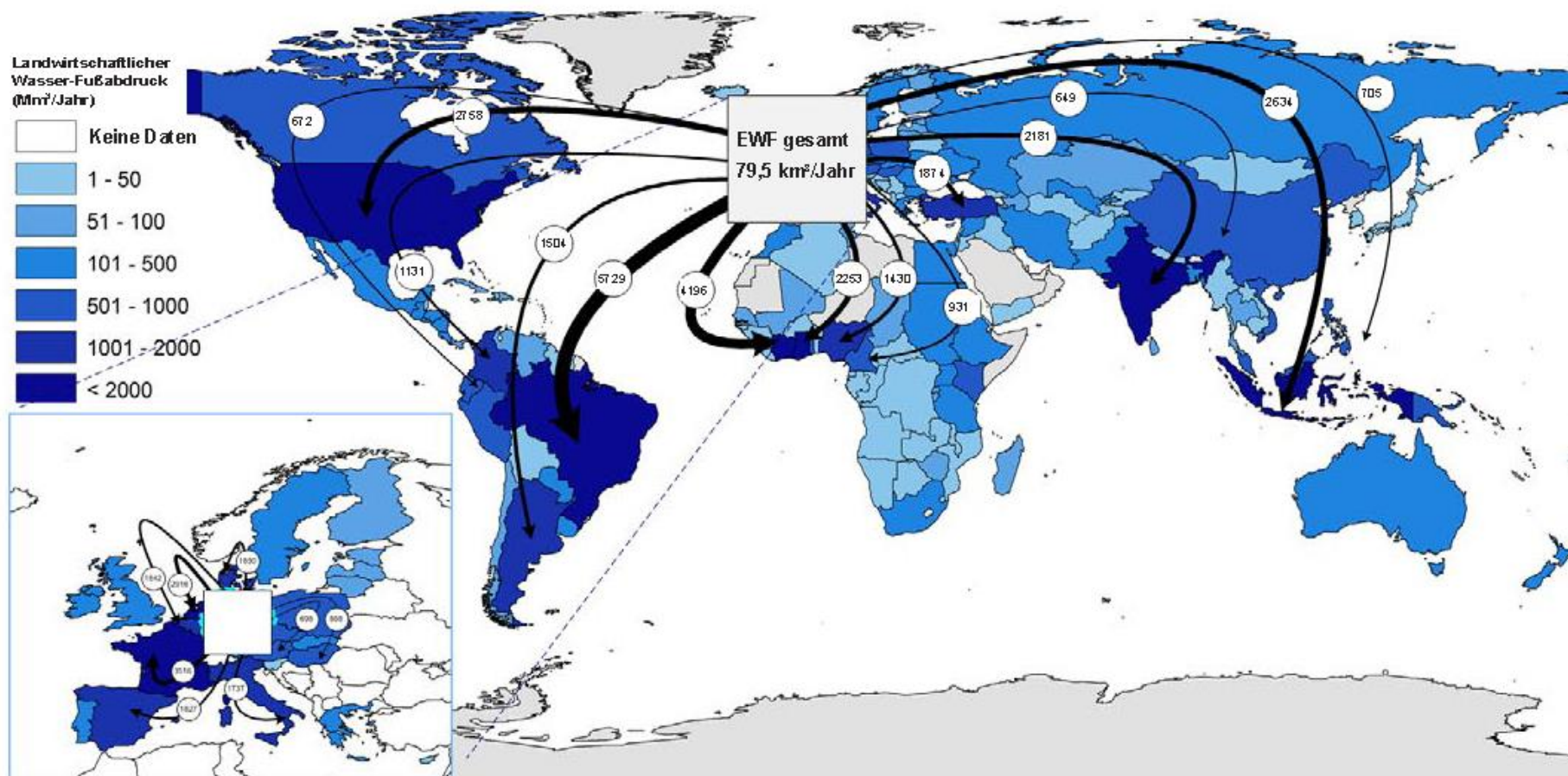
25
litres

1 hamburger



2400
litres

(WWF 2009)



Wasserfußabdruck: Nation

EWF = Externe
Wasserfußabdruck DE

(WWF 2009)

Produkt	EWF (Mm³/Jahr)	% des gesamten EWF	Erzeugerland und Höhe des EWF (Mm³/Jahr)
Kaffee	9.913	16%	Brasilien (2.654), Kolumbien (1.032), Indonesien (771), Peru (551), Kenia (488), Vietnam (486)
Kakao-bohnen	9.748	16%	Elfenbeinküste (4.064), Ghana (2.235), Nigeria (1.386), Kamerun (646), Ecuador (502), Indonesien (124)
Ölsaaten sonstige	5.849	9%	Indonesien (1.222), Frankreich (887), Indien (716), Malaysia (450), Kanada (355), Tschechien (328)
Baumwolle	5.464	9%	Indien (988), Türkei (760), Pakistan (365), Usbekistan (356), Bangladesch (348), China (262)
Schweine	5.098	8%	Belgien (1.409), Niederlande (1.332), Dänemark (1.287), Spanien (327), Frankreich (189)
Soja	4.769	8%	Brasilien (1.927), USA (1.923), Argentinien (599), Paraguay (198), Uruguay (51), Kanada (19)
Rinder	2.611	4%	Niederlande (316), Brasilien (310), Österreich (257), Italien (248), Frankreich (226), Argentinien (165)
Milch	2.512	4%	Niederlande (546), Frankreich (363), Österreich (199), Dänemark (198), Irland (158)
Nüsse	2.077	3%	Türkei (704), Spanien (378), USA (277), Iran (219), Indien (106), Italien (60)
Sonnenblumen	1.806	3%	Argentinien (487), Ungarn (250), Ukraine (234), USA (153), Frankreich (150), Russland (132)
Trauben	1.484	2%	Italien (388), Spanien (369), Türkei (193), Frankreich (189), Griechenland (58), Südafrika (39)
Vieh sonstige	1.228	2%	Brasilien (392), Togo (191), Ungarn (113), Niederlande (99), Italien (56), Belgien (54)
Kokosnüsse	1.094	2%	Philippinen (689), Indonesien (258), Papua Neu-Guinea (82), Mosambik (13), Vanuatu (13), Malaysia (9)
Weizen	937	2%	Frankreich (422), Kanada (70), Dänemark (53), Tschechien (44), Russland (43), Ungarn (41)
Gerste	807	1%	Frankreich (407), Dänemark (180), Großbritannien (62), Tschechien (40), Schweden (26)
Geflügel	751	1%	Niederlande (169), Brasilien (122), Frankreich (106), Ungarn (79), Polen (57), Togo (55)
Mais	559	1%	Frankreich (374), Ungarn (86), Brasilien (26), Österreich (12), Italien (11), Belgien (10)
Reis	532	1%	Togo (151), Italien (120), USA (79), Spanien (47), Indien (46), Pakistan (28)
Restliche	4.692	8%	
Gesamt	61.930	100%	

Wasserfußabdruck: Nation

EWF = Externe
Wasserfußabdruck DE

(WWF 2009)

Land	EWF (Mm³/Jahr)	% des EWF (Mm³/Jahr)	Wichtigste Importgüter für Deutschland (EWF in Mm³/Jahr)
Brasilien	5.729	9,25	Kaffee (2.654), Soja (1.927), Vieh sonstige (392), Rind (310), Geflügel (122), Kakaobohnen (80), Orangen (56), Baumwolle (55)
Elfenbeinküste	4.196	6,78	Kakaobohnen (4.064), Kaffee (65), Bananen (36), Baumwolle (12), Nüsse (9), Ölsaaten sonstige (7), Kokosnüsse (2), Frische Früchte sonstige (1)
Frankreich	3.516	5,68	Ölsaaten sonstige (887), Weizen (422), Gerste (407), Mais (374), Milch (363), Rind (226), Trauben (189), Schweine (189)
Niederlande	2.916	4,71	Schweine (1.332), Milch (546), Rind (316), Legehennen (217), Geflügel (169), Vieh sonstige (99), Ölsaaten sonstige (92), Frisches Gemüse sonstige (24)
USA	2.758	4,45	Soja (1.923), Nüsse (277), Sonnenblumen (153), Ölsaaten sonstige (86), Reis (79), Baumwolle (76), Erdnüsse (36), Tabak (23)
Indonesien	2.634	4,25	Ölsaaten sonstige (1.222), Kaffee (771), Kokosnüsse (258), Baumwolle (127), Kakaobohnen (124), Andere Gewürze (58), Tee (31), Pfeffer (weiß, lang, schwarz) (22)
Ghana	2.253	3,64	Kakaobohnen (2.235), Ölsaaten sonstige (6), Kaffee (4), Baumwolle (3), Nüsse (2), Frische Früchte sonstige (1), Erdnüsse (1), Bananen (1)
Indien	2.181	3,52	Ölsaaten sonstige (716), Kaffee (212), Nüsse (106), Reis (46), Tee (28), Andere Gewürze (22), Rind (13)
Türkei	1.874	3,03	Baumwolle (760), Nüsse (704), Trauben (193), Tabak (38), Aprikosen (32), Andere Gewürze (28), Hülsenfrüchte (24), Äpfel (19)
Dänemark	1.850	2,99	Schweine (1.287), Milch (198), Gerste (180), Weizen (53), Rind (44), Vieh sonstige (22), Geflügel (22), Ölsaaten sonstige (20)
Belgien	1.842	2,97	Schweine (1.409), Milch (127), Rind (106), Vieh sonstige (54), Legehennen (33), Geflügel (24), Frisches Gemüse sonstige (22), Weizen (12)
Spanien	1.827	2,95	Nüsse (378), Trauben (369), Schweine (327), Rind (92), Baumwolle (62), Orangen (56), Pfirsiche und Nektarinen (52), Ölsaaten sonstige (49)
Italien	1.737	2,80	Trauben (388), Ölsaaten sonstige (320), Rind (248), Reis (120), Schweine (116), Milch (84), Äpfel (68), Pfirsiche und Nektarinen (66)
Argentinien	1.504	2,43	Soja (599), Sonnenblumen (487), Rind (165), Erdnüsse (118), Baumwolle (28), Äpfel (13), Birnen (13), Tee (12)
Nigeria	1.430	2,31	Kakaobohnen (1.386), Ölsaaten sonstige (33), Baumwolle (4), Nüsse (2), Frisches Gemüse sonstige (2), Andere Gewürze (1), Kaffee (1)
Restliche	23.683	38,24	
Gesamt	61.930	100 %	

(Landwirtschaft & Industrie)

