



Auswirkungen von Landnutzung und Klimawandel auf den Landschaftswasserhaushalt und Stoffflüsse

Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Klimawandel

25./26. Februar 2013 – CC-LandStraD Zwischenkonferenz

Pia Gottschalk, Frank Wechsung - PIK







Gefördert durch



Forschungsfragen



Analyse von Zielkonflikten zwischen Ökosystemleistungen unter verschiedenen Managementszenarios und Klimawandel

- z.B. Biomasseproduktion für Bioenergie ~ Kohlenstoffspeicherung
- z.B. Biomasseproduktion für Bioenergie ~ Grundwasserneubildungsraten, Grundwasserqualität

Methode zur Beantwortung solcher Fragen

- Öko-hydrologisches Modell: SWIM
- Deutschlandweite Anwendung des Modells
- Simulation verschiedener Managementszenarien
- Simulation verschiedener Klimawandelszenarien

Auswertung der Modellergebnisse

- Wie interagieren Management und Klimawandel
- Welche Ökosystemleistungen profitieren, welche werden benachteiligt




CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

2

Der räumliche Modellierungsansatz

- SWIM = Soil and Water Integrated Model
- Semi-verteiltes Öko-hydrologisches Modell
- Räumliche Auflösung: hydrologisch-homogene Modelleinheit [~ha]
- Zeitliche Auflösung: täglich

SWIM

CC-LandStrad Zwischenkonferenz / PIK

3

Hydrologische Modellprozesse

The diagram illustrates the hydrological processes in a landscape. At the top, it shows 'Strahlung' (radiation) with a sun icon, 'Niederschlag' (precipitation) with a cloud and rain icon, and 'Rel. Luftfeuchte' (relative humidity) with a water droplet icon. Below these, 'Evapotranspiration' is shown with wavy arrows rising from the ground and a tree. The ground is divided into 'Bodenschichten' (soil layers). 'Oberflächenabfluss' (surface runoff) is shown as water flowing over the surface towards a 'Gewässerabfluss' (water body outflow). 'Zwischenabfluss' (intermediate runoff) is shown as water moving through the soil layers. 'Versickerung' (infiltration) is shown as water moving down into the 'Flacher Grundwasserleiter' (shallow aquifer) and then into the 'Tiefer Grundwasserleiter' (deep aquifer). 'Kapillarer Bodenwasseraufstieg' (capillary rise) is shown as water moving up from the shallow aquifer to the surface. 'Grundwasserneubildung' (groundwater recharge) is also indicated.

CC-LandStrad Zwischenkonferenz / PIK

4

Ökologische Modellprozesse

CC-LandStraD
 Climate Change – Land Use Strategies

- 15 Landnutzungstypen
 - Landwirtschaft, Grünland, Wald/Forst, Wasser, Siedlungsflächen ...
- Pflanzenarten (ca. 76 Standardparameterisierungen)
 - verschiedene landwirtschaftliche Kulturen, Zwischenfrüchte, Waldtypen, Grünland-Management
- Blattflächenindex- & (ober- & unterirdische) -Biomasseentwicklung
 - Temperatursummen-Ansatz
 - Lichtnutzungseffizienz (Umwandlung von photosynthetisch aktiver Strahlung → Biomasse)
- Erträge (Ernteindex)

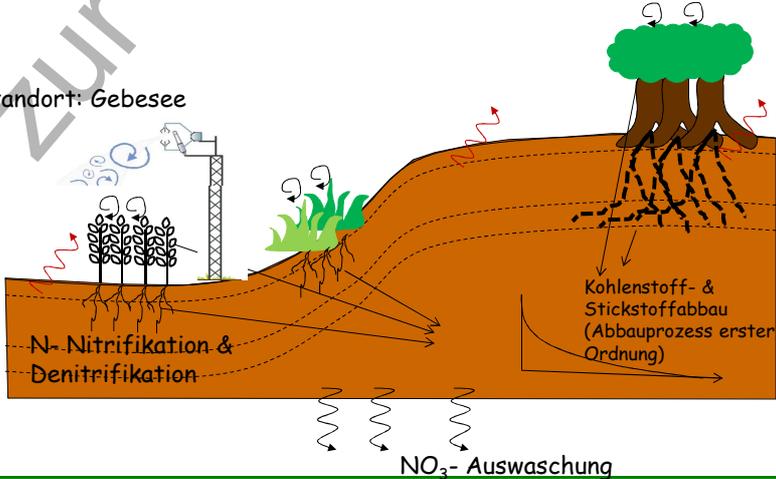
 CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK 5

Kohlenstoff- und Stickstoffprozesse des Modells

CC-LandStraD
 Climate Change – Land Use Strategies

↻ Kohlenstoffassimilation (Photosynthese)

Standort: Gebesee



N- Nitrifikation & Denitrifikation

Kohlenstoff- & Stickstoffabbau (Abbauprozess erster Ordnung)

NO₃- Auswaschung

 CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK 6

CC-LandStraD
Climate Change – Land Use Strategies

Beispiel-Eingangsdatensatz für die Altmark

PIK

CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

7

CC-LandStraD
Climate Change – Land Use Strategies

Modell Eingangsdaten (Beispiel Altmark)

Landnutzungskarte
CORINE Landnutzungskarte

Legende

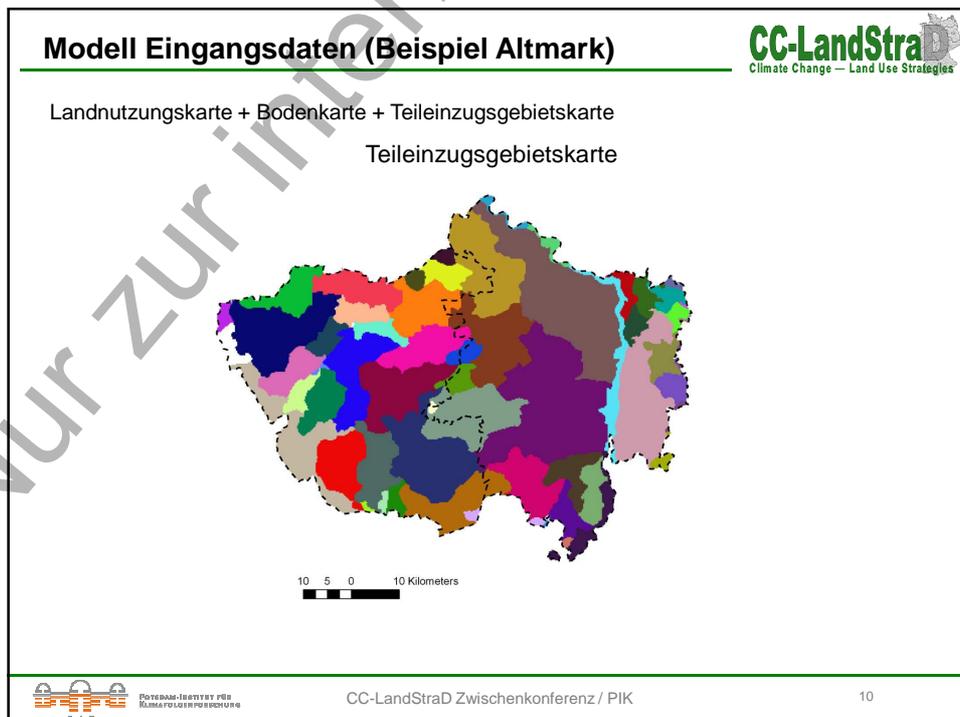
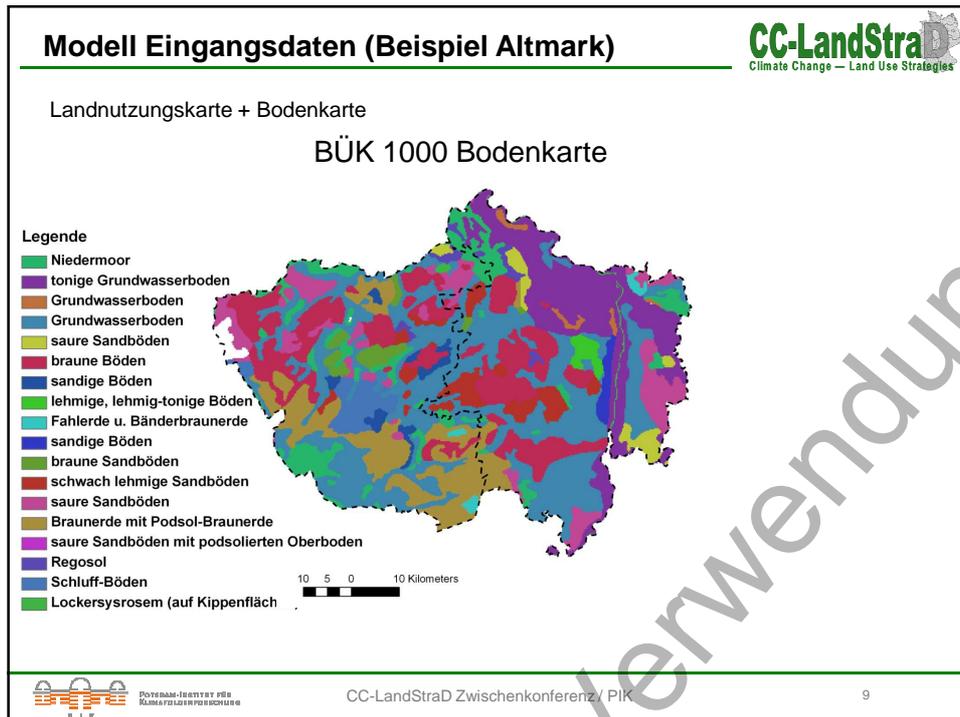
- Wasser
- Siedlung
- landw. Fläche
- Grassland (extensive Nutzung)
- Mischwald
- Nadelwald
- Laubwald
- Feuchtgebiet
- Brache

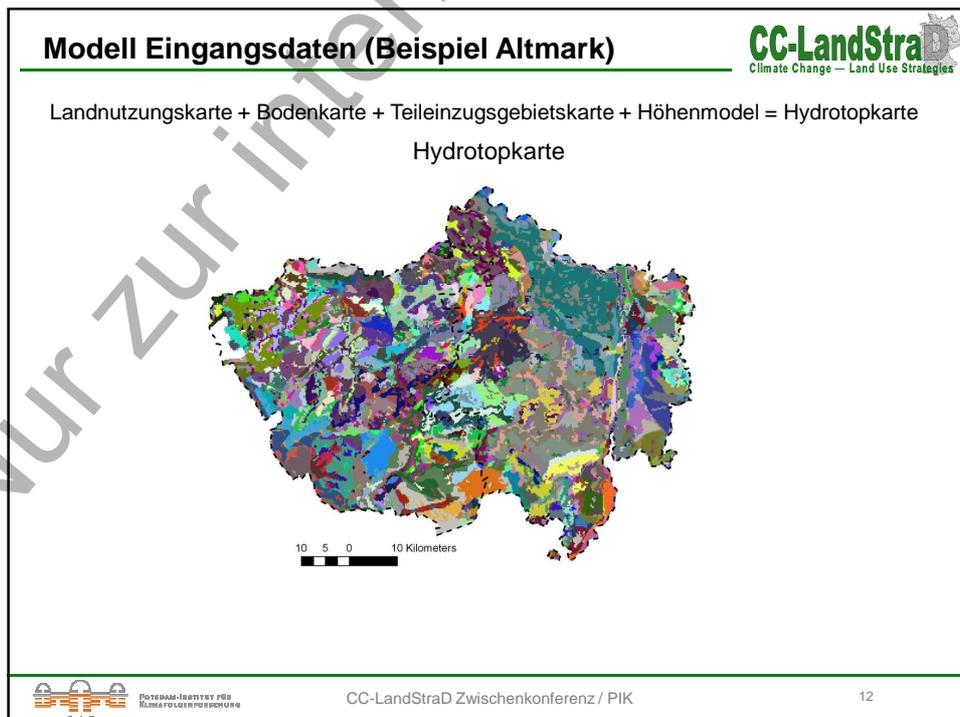
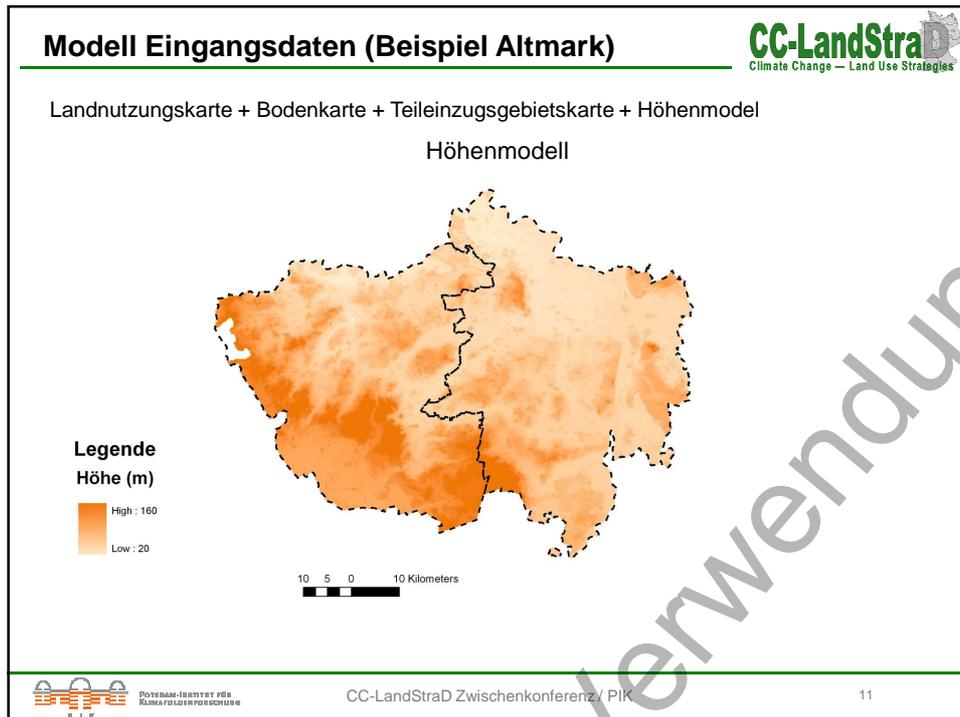
10 5 0 10 Kilometers

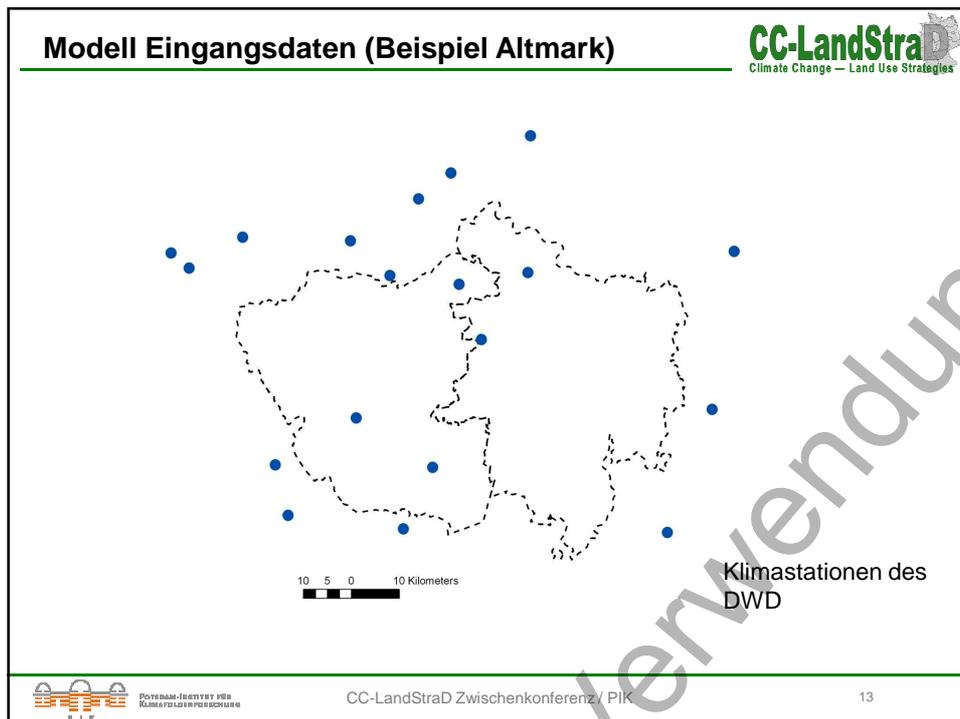
PIK

CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

8







Modellhafte Abbildung der Vielfalt landwirtschaftlicher Kulturen durch Generierung von Fruchtfolgen

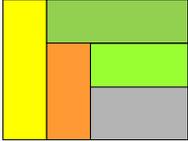
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

14

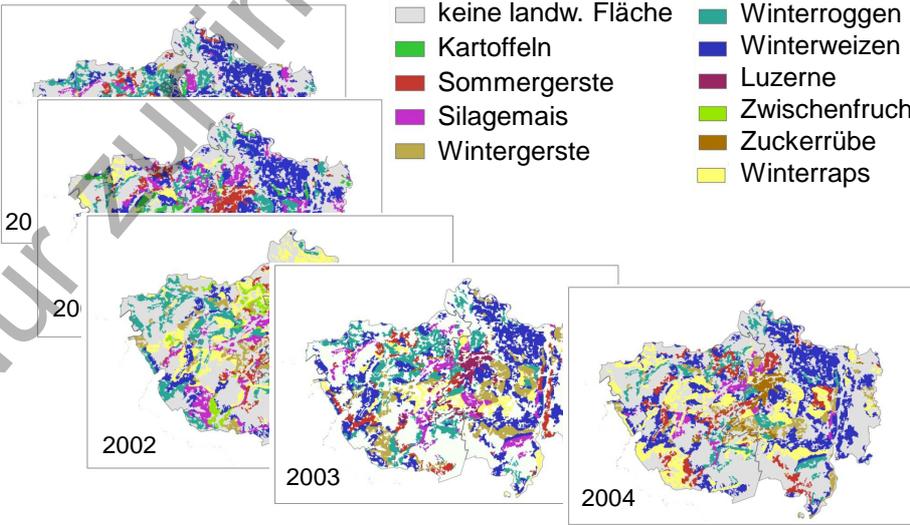
Fruchtfolgen-Generierung in der Fläche CC-LandStraD Climate Change – Land Use Strategies

- „Sequenz“ ≈ zeitliche Abfolge der landw. Kulturen

- „Rotation“ ≈ räumliche Verteilung der landwirtschaftlicher Kulturen

- Feld-spezifische Fruchtfolgen unbekannt
- Räumliche Verteilung bekannt (jährliche landw. Statistiken)
- Anwendung eines Optimisierungs-Algorithmus um räumliche Informationen so über der Zeit zu verteilen, dass gemittelt die räumliche Verteilung getroffen wird
- Grundannahme: unter gegebenen stabilen Rotationen & alle Felder folgen der gleichen Fruchtfolge → Anteil einer Fruchtart im Raum ist gleich ihres Anteils in der Zeit


CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK
15

Mögliche räumliche Verteilung der Ackerfrüchte 2000 – 2004 in der Altmark (Modellgenerierung) CC-LandStraD Climate Change – Land Use Strategies



■ keine landw. Fläche	■ Winterroggen
■ Kartoffeln	■ Winterweizen
■ Sommergerste	■ Luzerne
■ Silagemais	■ Zwischenfrucht
■ Wintergerste	■ Zuckerrübe
	■ Winterraps


CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK
16



Climate Change – Land Use Strategies

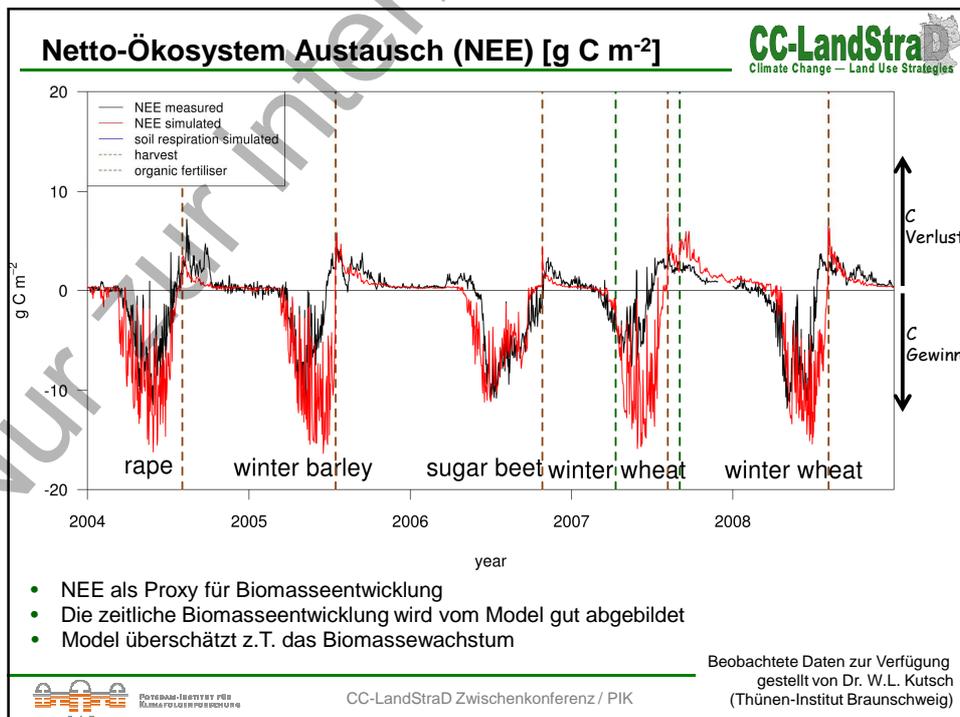
Modellevaluierung

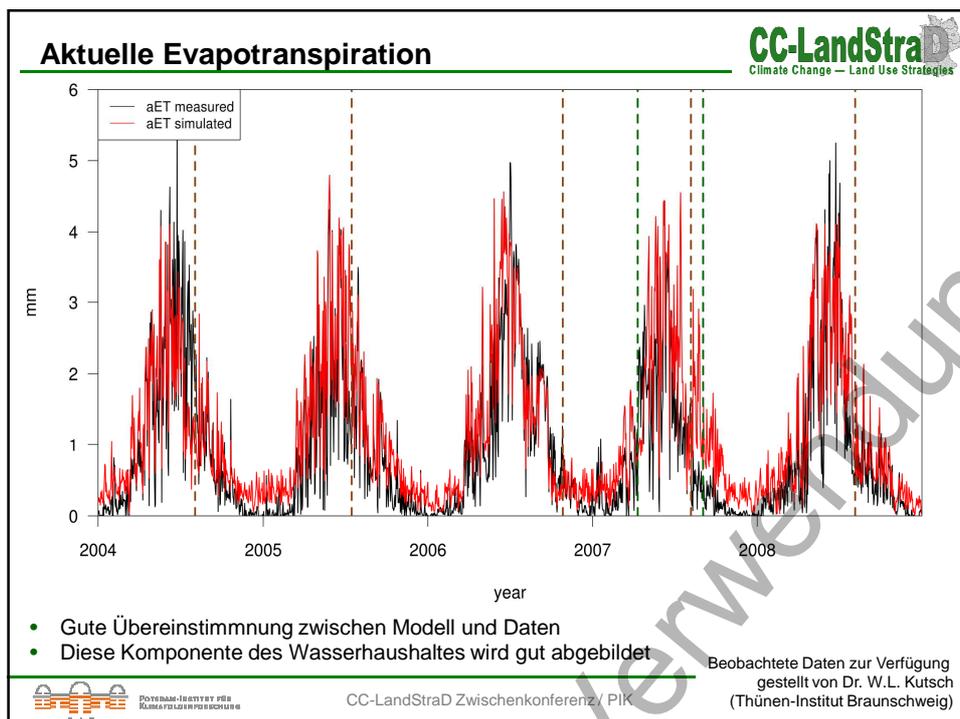


Deutscher Institut für
Klimafolgenforschung

CC-LandStrad Zwischenkonferenz / PIK

17





Ertragsevaluierung

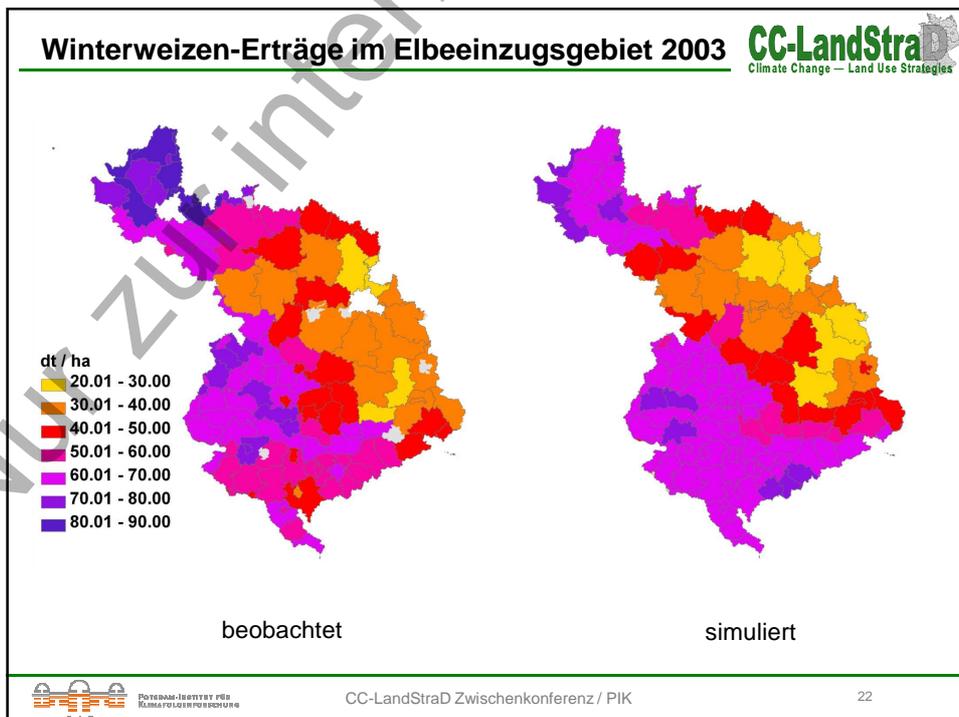
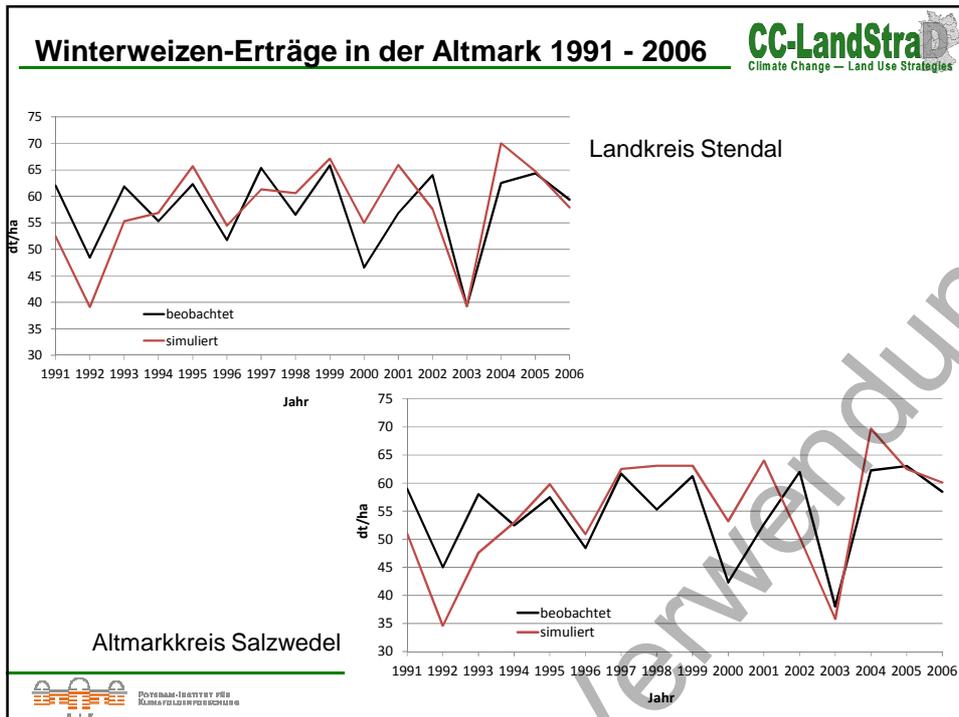


- Erträge sind Schlüsselgröße für Wasser- und Stoffhaushalt in der Landschaft.
- Sie dienen als Proxy für die Biomasseentwicklung, wobei die Biomasse die Verbindung zwischen Wasserhaushalt und Kohlenstoffhaushalt über die Stomata (Photosynthese/Transpiration) ist.
- Weiterhin dienen sie als Proxy für die Rückführung von organischem Material (Kohlenstoff und Stickstoff) in den Boden, was für die Berechnung der Kohlenstoffsequestrierung und des Stickstoffhaushalt ausschlaggebend ist.


Deutscher Institut für Klimafolgenforschung

CC-LandStrad Zwischenkonferenz / PIK

20





Climate Change – Land Use Strategies

Wie wirkt sich verstärkter Biomasseanbau in Form von Silagemais auf die Grundwasserneubildungsrate unter +2°C (2060) aus ? (Beispiel Altmark)



CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

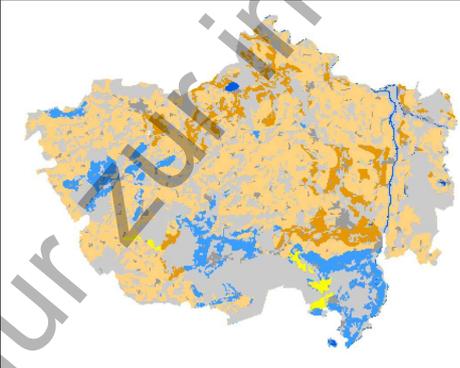
23



Climate Change – Land Use Strategies

Grundwasserneubildungsraten unter landwirtschaftlichen Flächen 2025-2030 (Zwischenergebnisse)

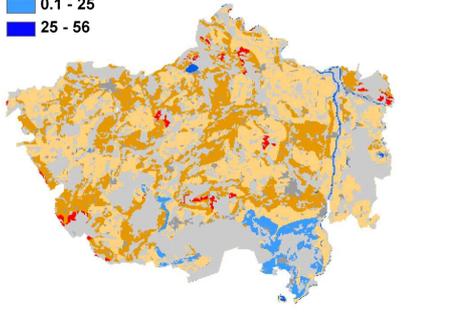
- Differenz zu 1960-1990 unter kontinuierlicher Fruchtfolgengenerierung
→ überwiegend negativer Trend



Legende
mm/Jahr

- -96 - -50
- -49 - -25
- -24 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 25
- 25 - 56

- Differenz zu 1960-1990
- Modellannahme: Silagemais ab 2013 flächendeckend
→ stärker negativer Trend als unter Fruchtfolgen





CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

24

Prozentuale Veränderung von landwirtschaftlichen Erträgen von 2025-2030 gegenüber der Referenzperiode 1960-1990 unter +2°C (2060) (Zwischenergebnisse)

CC-LandStraD
Climate Change – Land Use Strategies

	Stendal	Salzwedel
Winterroggen (Fruchtfolgen)	-4%	-5.7%
Silagemais (Fruchtfolge)	-7%	-15%
Winterweizen (Fruchtfolge)	+4.7	-2.8
Jährliche Niederschlagssumme	-1.6%	-3.3%


 Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
 CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

25

Vorläufige Schlussfolgerungen und Ausblick

CC-LandStraD
Climate Change – Land Use Strategies

- Das öko-hydrologische Modell SWIM ist geeignet
 - Ökosystemleistungen abzubilden
 - Klima- mit Managementszenarien zu integrieren
- Die Zwischenergebnisse für die Altmark zeigten, dass
 - die Grundwasserneubildungsraten unter dem +2°C²⁰⁶⁰-Szenario (2025/30) gegenüber 1960-1990 abnehmen ,
 - die Grundwasserneubildungsraten unter verstärktem Biomasseanbau gegenüber Fruchtfolgen unter dem +2°C²⁰⁶⁰-Szenario (2025/30) nochmals geringer sind,
 - die Kombination aus +2°C²⁰⁶⁰-Szenario und Managementszenario negative Folgen für die Grundwasserneubildung zeigt,
 - negative Trends bei landwirtschaftliche Erträgen unter dem +2°C²⁰⁶⁰-Szenario (2025/30) gegenüber 1960-1990 zu erwarten sind.
- Fortführung der Modellevaluierung!
- Weitere Maßnahmenanalysen folgen


 Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
 CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

26

CC-LandStraD
Climate Change – Land Use Strategies

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



 Potsdam-Institut für
Klimaforschung
PIK

CC-LandStraD Zwischenkonferenz / PIK

27

Nur zur internen Verwendung