



Simulation von Wetterszenarien und Auswirkungen auf Pflanzenertrag und Bodenkohlenstoff im Marchfeld

Franziska Strauss*, Erwin Schmid*, Elena Moltchanova#

* Universität für Bodenkultur Wien, Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung,
Feistmantelstraße 4, 1180 Wien

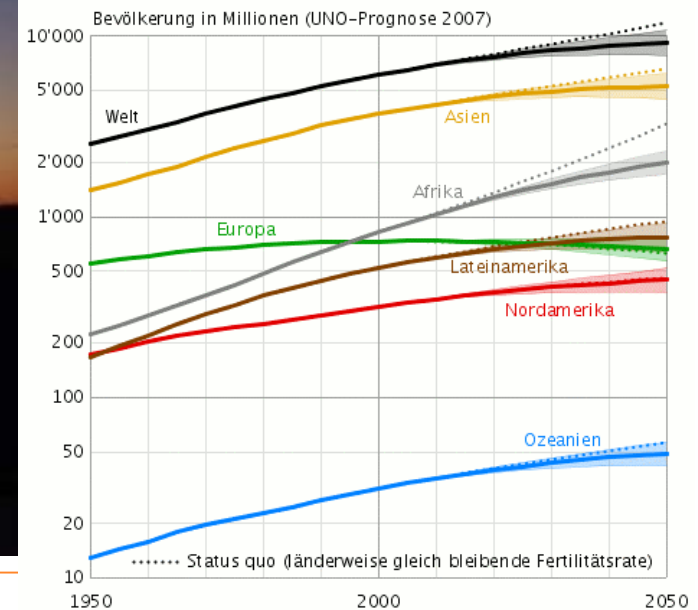
National Public Health Institute of Finland, Mannerheimintie 166, 00300 Helsinki, Finland

10. österreichischer Klimatag, 13. März 2008

Globale Klimamodelle und statistische Wetterszenarien



- Globale Klimamodelle
 - Wirtschaftliches Wachstum
 - Entwicklung der Weltbevölkerung
 - Nützen erneuerbarer Energien
- unterschiedliche Szenarien für Klima in 100 Jahren
- Laut Klimamodellen weiß man gut Bescheid über Entwicklung des Klimas in kommenden 20-30 Jahren -> kaum Unterschiede in Szenarien
 - Alternativer Zugang zum ‚downscaling‘ bietet Trendanalyse
 - Downscaling: Herunterbrechen globaler Klimamodelle auf Standorte oder Regionen
 - Entwicklung statistischer Wetterszenarien



Untersuchungsgebiet / Daten



- Marchfeld in Niederösterreich
 - Tageswetterdaten aus Groß Enzersdorf von 1975 bis 2006
 - Maximale Tagestemperatur
 - Minimale Tagestemperatur
 - Solare Strahlung
 - Niederschlag
 - Relative Feuchte
 - Windgeschwindigkeit

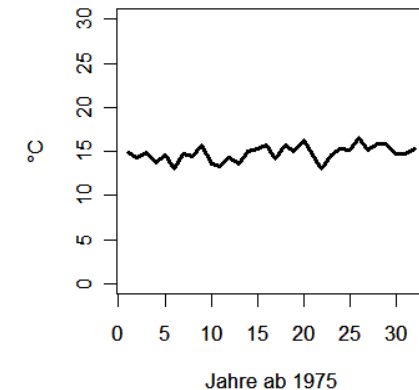


Wetterszenarien: stochastisches Modell

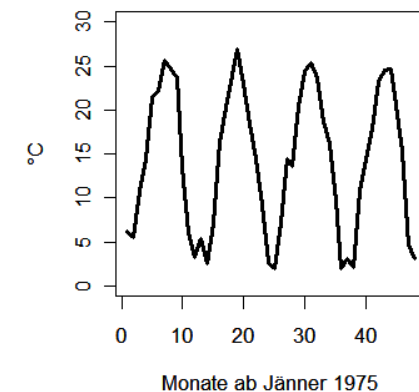
- Entwicklung von Wetterszenarien für 2007 bis 2038
- Vorgehensweise:
 - **Temperaturtrends** aus Vergangenheit werden in Zukunft fortgeschrieben
 - Definition von linearen und saisonalen Kovariaten für Vergangenheit; Anwendung eines linearen Regressionsmodells; liefert Koeffizienten und Residuen für die Vorhersage
 - **Niederschlag, Strahlung, Feuchte und Wind**: Korrelation mit monatlich gemittelter Durchschnittstemperatur $(T_{max}+T_{min})/2$
 - Anwendung eines linearen Regressionsmodells über die monatlichen Werte der Durchschnittstemperatur; liefert Koeffizienten und Residuen für die Vorhersage
- Stochastisches Modell (lineare Regression) liefert Wetterszenarien



Jahresmittel von Tmax
Lineare Kovariate



Monatsmittel von Tmax
Saisonale Kovariate



Wetterszenarien (stochastisches Modell) Beschreibung



- Vorhersage
 - Lineare und saisonale Kovariate für die Periode von 2007 bis 2038
 - Tagesdaten von T_{min} und T_{max} über diese Kovariate sowie über Koeffizienten und Residuen aus der linearen Regression 1975-2006
 - Residuen (Fluktuationen) werden zufällig neu verteilt, um eine zufällige Vorhersage zu berechnen

Wetterszenarien (stochastisches Modell)

Beschreibung



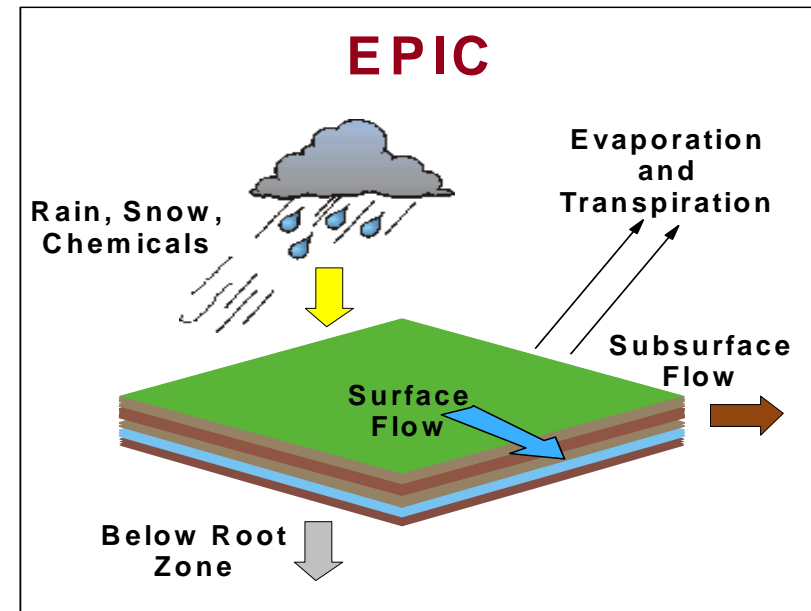
- Monatlich gemittelte Daten von **Niederschlag, Strahlung, Feuchte und Wind** über Korrelation mit zukünftigen monatlich gemittelten Daten der Durchschnittstemperatur sowie Koeffizienten und Residuen aus der linearen Regression 1975-2006
 - Für **zufällige Vorhersage** werden die Residuen der **Parameter** neu verteilt
 - **Tagesdaten der Parameter**: $TDZ = TDV * (MDZ / MDV)$
(TDZ = Tagesdaten Zukunft; TDV = Tagesdaten Vergangenheit; MDZ = Monatsdaten Zukunft; MDV = Monatsdaten Vergangenheit)
- Für Abbildung der Streubreite des stochastischen Modells wird die zufällige Neuverteilung der Residuen **100 Mal** wiederholt

Prozesssimulationsmodell EPIC

(Environmental Policy Integrated Climate)



- EPIC beinhaltet u.a.
 - Wettersimulation
 - Hydrologie
 - Erosion und Sedimentation
 - N-,P-,K- sowie C-Zyklus
 - Pflanzenwachstum
 - Bodentemperatur und –feuchtigkeit, Bodenbearbeitung



- EPIC bietet auch an, verschiedene Prozesse mit unterschiedlichen Algorithmen zu simulieren

Forschungsaufgabe



- Simulation mit EPIC um die Auswirkungen des Klimawandels der nächsten 30 Jahre auf Pflanzenertrag und Bodenkohlenstoff zu untersuchen

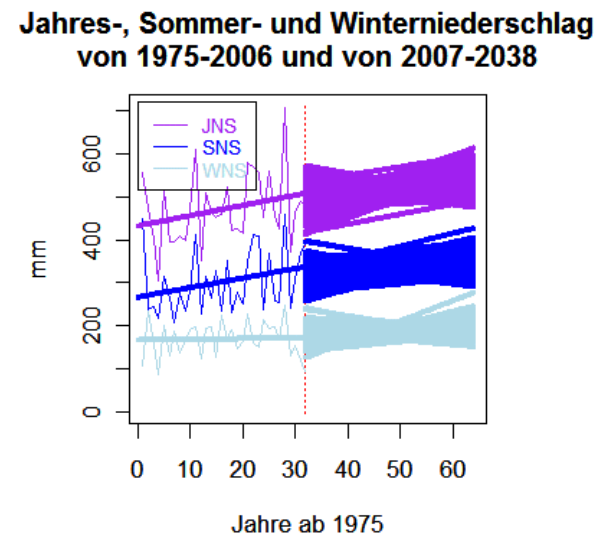
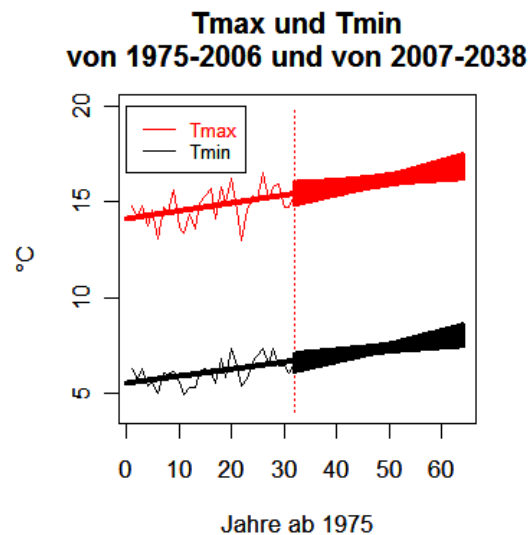
- Integration von
 - Wetterszenarien
 - 5 Bodenformen
 - 1 Fruchtfolge: Mais-Winterweizen-Sommergerste
 - Standortüblichen Bewirtschaftungsverfahren

Ergebnisse

1) Entwicklung der Wetterparameter



- Anstieg von Tmax, Tmin, Zunahme von Jahresniederschlagssumme (sowie Sommer- [März bis August] und Winterniederschlag [September bis Februar])
 - Exponentieller Anstieg der CO2-Konzentration (443 ppm in 2038)
 - 100 zufällig generierte Wetterszenarien für Zukunft (2007-2038)



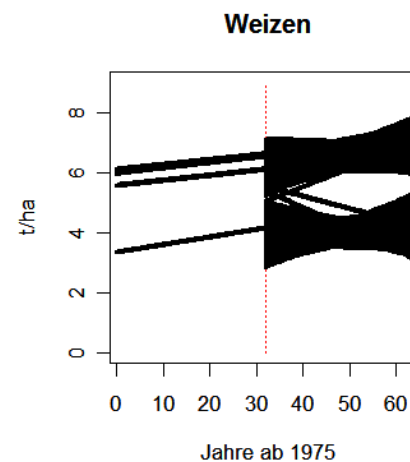
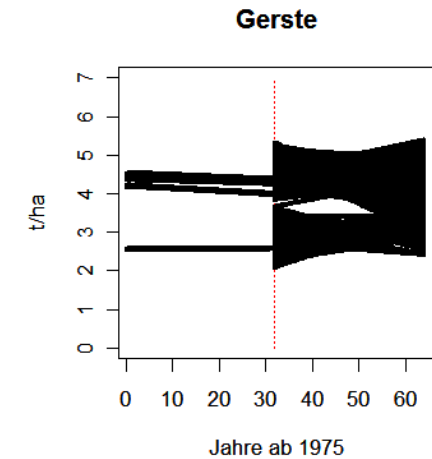
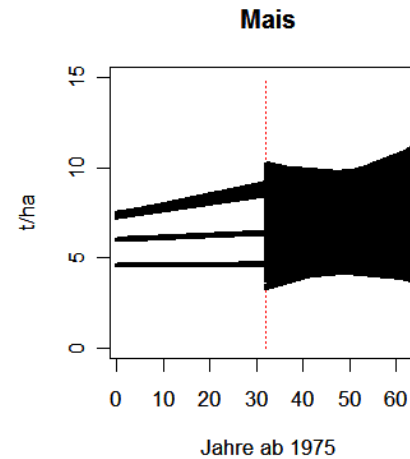
	Tmax [°C]	Tmin [°C]	Sommerniederschlag [mm]	Winterniederschlag [mm]	Jahresniederschlagssumme [mm]
1975-2006	14.79 ± 0.89	6.09 ± 0.65	302.58 ± 73.10	168.65 ± 41.68	471.23 ± 83.10
2007-2038	16.10 ± 0.72	7.26 ± 0.59	330.34 ± 75.17	183.49 ± 53.61	513.82 ± 93.74

Ergebnisse

2) Untersuchung der Indikatoren



- Fruchtfolge:
 Mais-Winterweizen-
 Sommergerste
- Wärmere Temperaturen und höhere Niederschlagssummen sowie der Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration wirken sich positiv auf simulierte Körnererträge aus



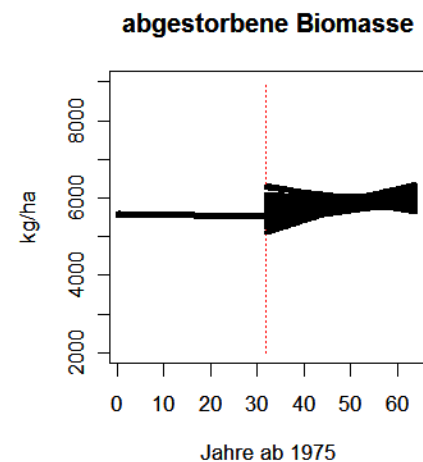
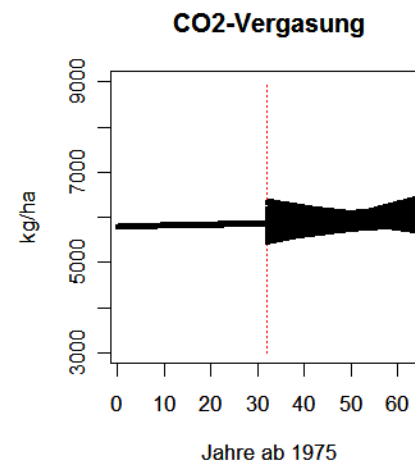
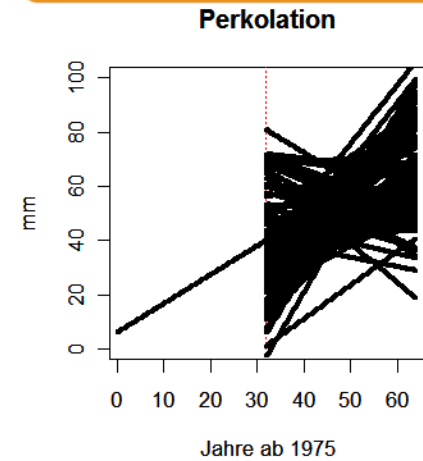
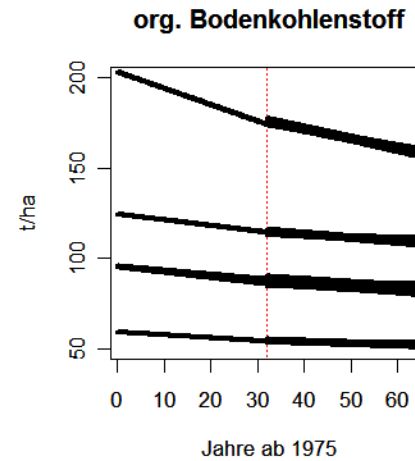
5 Böden, daher unterschiedliche Trends in Vergangenheit. Für Trends in Zukunft keine klaren Unterschiede (5*100 Trends)

	Mais [t/ha]	Gerste [t/ha]	Weizen [t/ha]
1975-2006	6.99 ± 1.88	3.97 ± 0.76	5.72 ± 0.88
2007-2038	7.74 ± 1.90	4.19 ± 0.77	6.12 ± 0.80

Ergebnisse

2) Untersuchung der Indikatoren

- **Org. Bodenkohlenstoff** bis 1.2 m Bodentiefe nimmt über Simulationsperiode ab
 - 5 Böden
 - Höhere Bodentemperatur
 - Steigende CO₂-Respiration der Böden
 - Zunahme der Niederschlagsmengen
 - Höhere Sedimenttransporte



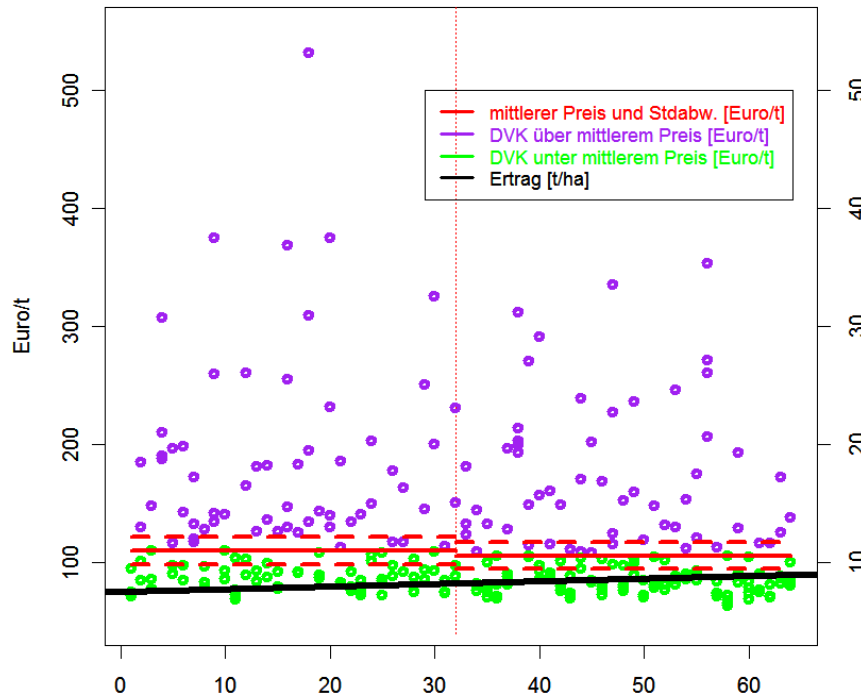
	Bodenkohlenstoff [t/ha]	Perkolation [mm]
1975-2006	109.27 ± 3.76	23.56 ± 33.05
2007-2038	100.31 ± 2.15	51.42 ± 47.74
	Vergasung [kg/ha]	abgest. Biomasse [kg/ha]
1975-2006	5823.29 ± 904.61	5539.83 ± 1268.72
2007-2038	5925.98 ± 634.21	5843.47 ± 1146.77

Ausblick: ökonomische Analyse

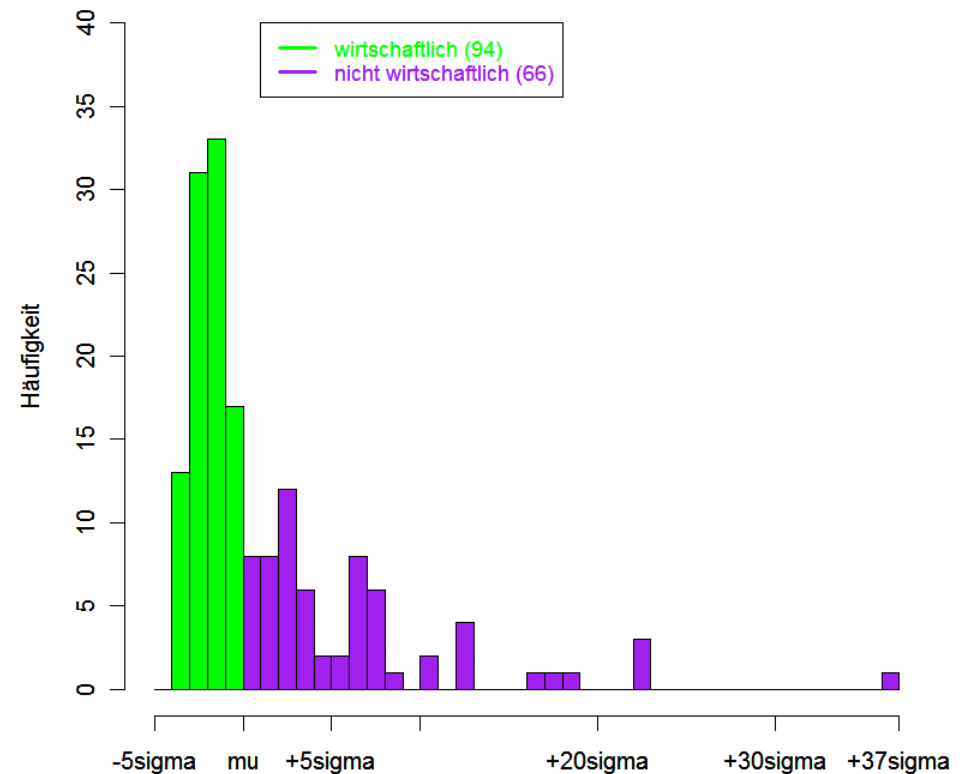
Preise und durchschnittliche variable Kosten



Entwicklung der durchschnittlichen variablen Kosten für Mais



Verteilung der durchschnittlichen variablen Kosten für Mais 1975-2006, 5 Böden



- Annahme: Variable Kosten = konstant
- Variable Kosten für Mais = 860 €/ha
- Variable Kosten für Sommergerste = 520 €/ha
- Variable Kosten für Winterweizen = 640 €/ha

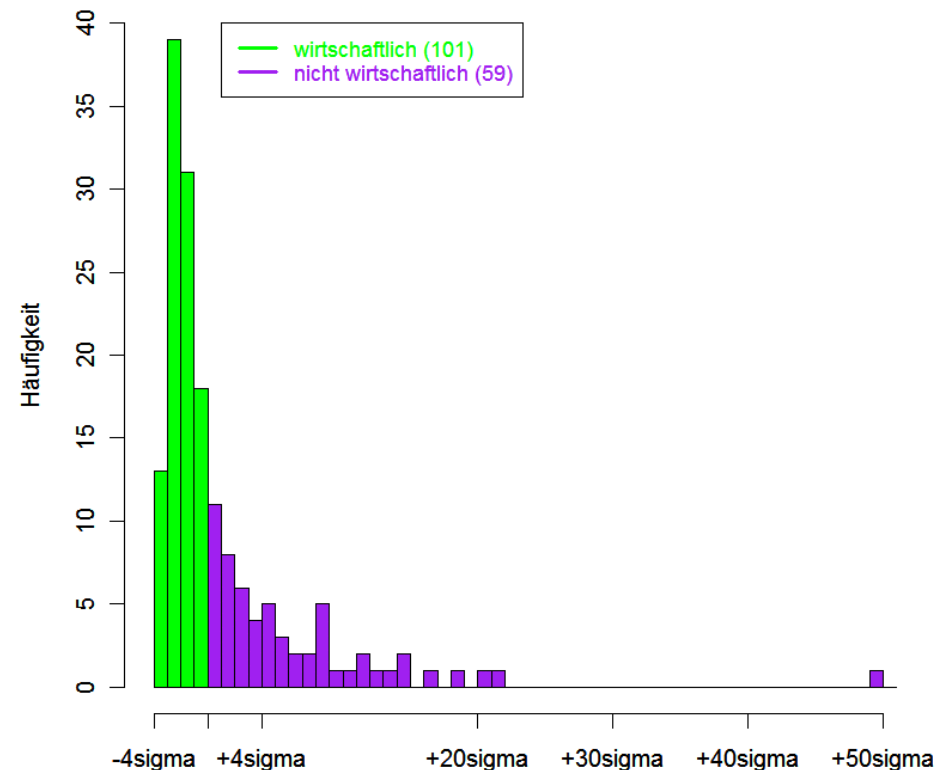
Ausblick: ökonomische Analyse

Preise und durchschnittliche variable Kosten



- Vergleich zur Vergangenheit
 - Wirtschaftlich: 94
 - Nicht wirtschaftlich: 66
- Wirtschaftlichkeit von Maisproduktion könnte zunehmen
- Wirtschaftlichkeit von Gersteproduktion könnte abnehmen
- Wirtschaftlichkeit von Weizenproduktion könnte unverändert bleiben

Verteilung der durchschnittlichen variablen Kosten für Mais 2007-2038, 5 Böden



Mais		
	wirtschaftl.	n. wirtschaftl.
1975-2006	94	66
2007-2038	101	59
Sommergerste		
	wirtschaftl.	n. wirtschaftl.
1975-2006	82	78
2007-2038	60	100
Winterweizen		
	wirtschaftl.	n. wirtschaftl.
1975-2006	122	38
2007-2038	122	38

Literatur



- Izaurrealde, R.C., J.R. Williams, W.B. McGill, N.J. Rosenberg, and M.C. Quiroga (2006). Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data, *Ecological Modelling* 192(3-4): pp. 362-384.
- Schmid, E., F. Sinabell, and M. Eder (2005). Aggregation von naturbeschreibenden und ökonomischen Daten auf Regionesebene - Probleme und Lösungsvorschläge. In: I. Darnhofer, M. Penker, and H.K. Wyrzens (eds), *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie*. Band 10, Facultas, Wien, 87 - 100.
- Schmid, E., F. Sinabell, and M.F. Hofreither (2007). Sustainability in practice: a case study on the reorientation of the Common Agricultural Policy in Austria. In: Uwe Schubert and Eckhard Störmer (eds). *Sustainable Development in Europe: Concepts, Evaluation and Application*. Edward Elgar. Cheltenham, UK and Northampton, USA. pp. 109-122.
- Williams, J.R. (1995). The EPIC Model. In: V.P. Singh (eds). *Computer Models of Watershed Hydrology*. Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colorado, 909-1000.