



Integrative Bewertung von landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsportfolios unter Anpassung an den Klimawandel – eine Fallstudie für das Marchfeld (Österreich)

F. Strauss, H. Formayer, S. Fuss, E. Schmid, J. Szolgayová

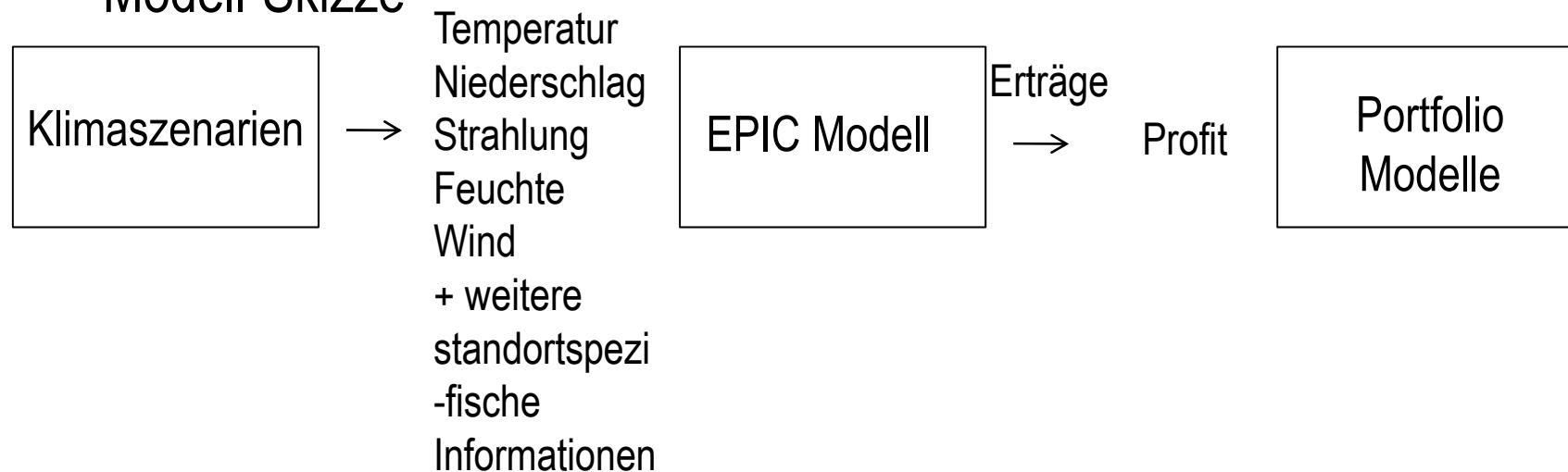
19. ÖGA Jahrestagung
Innsbruck
25. September 2009



Aufbau

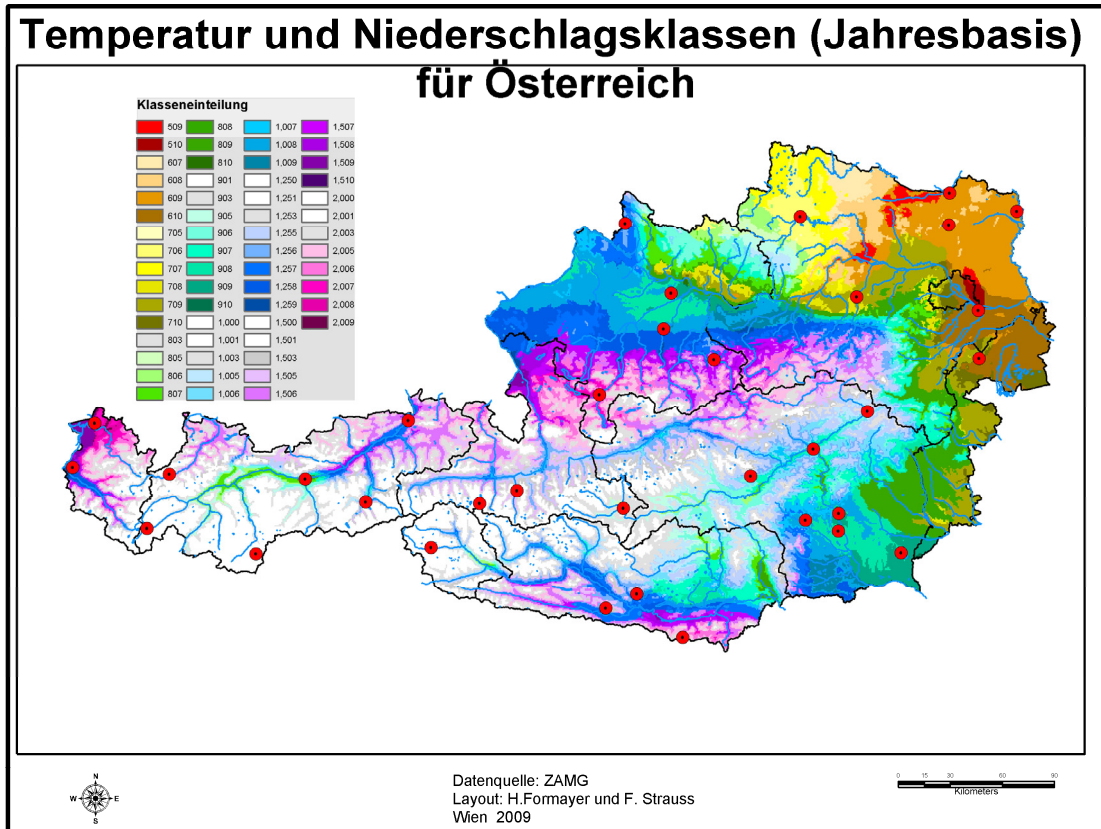


- Klimawandel in Österreich / Marchfeld
- Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft für das Marchfeld
- Modell-Skizze



- Schlussfolgerungen
-

Klima - Österreich



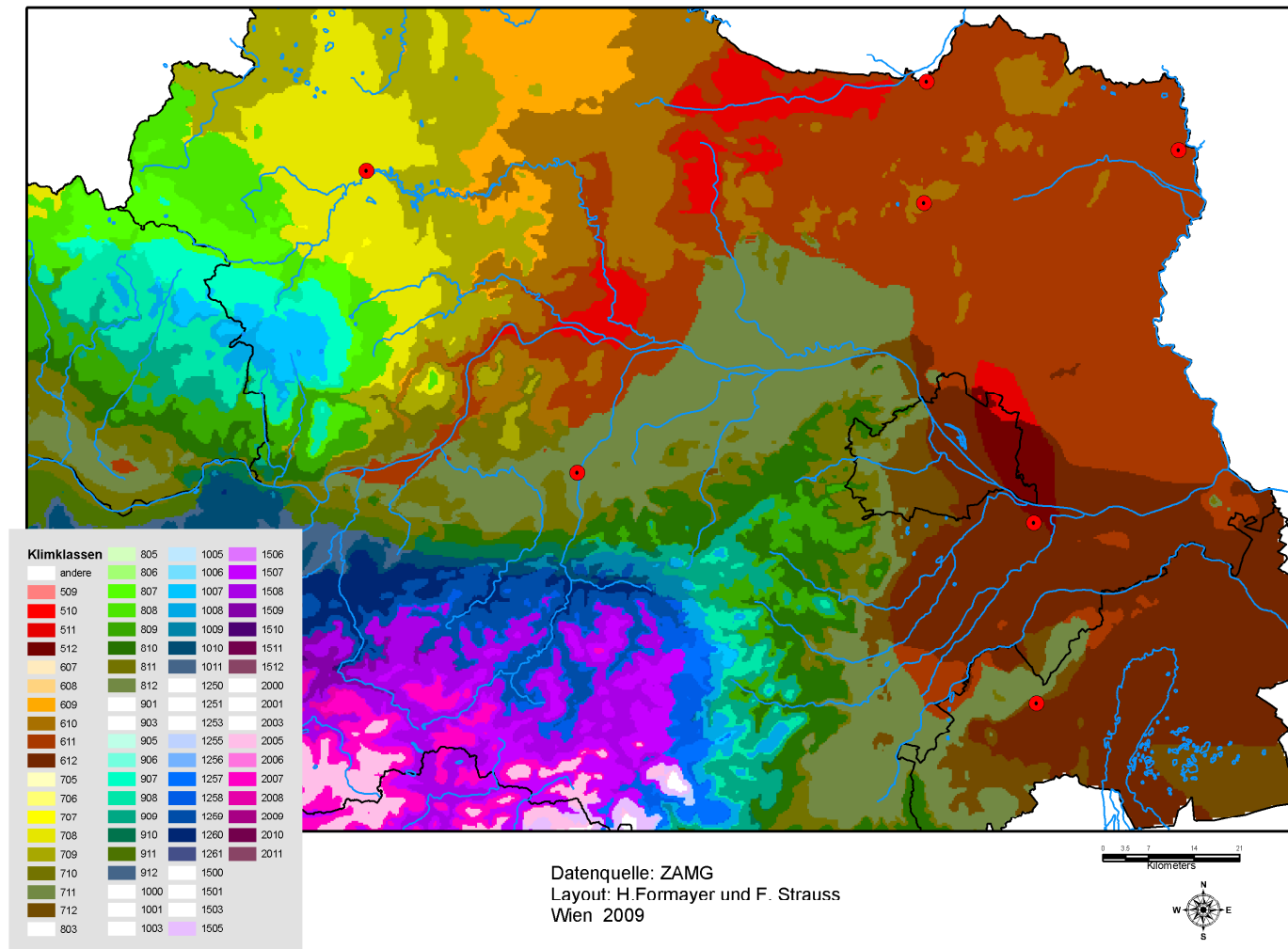
ca. 30 für die Cluster
repräsentative
Wetterstationen (rote
Punkte)

- Datengrundlage ZAMG: mittlere Jahresmitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen von 1961-1990

Klimaänderungssignal - Marchfeld



Temperatur und Niederschlagsklassen (Jahresbasis)
für das östliche Flachland Österreichs (um 2016)



Klimaänderung - Österreich



- Der Klimawandel in Österreich macht sich vor allem durch einen Temperaturanstieg im Alpenraum von ca. 3.5 °C bis 2040 im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961-1990 bemerkbar
- Ähnliche Niederschlagsverteilung und -mengen in den kommenden 30 Jahren wie in den vergangenen 30 Jahren (methodenbedingt)



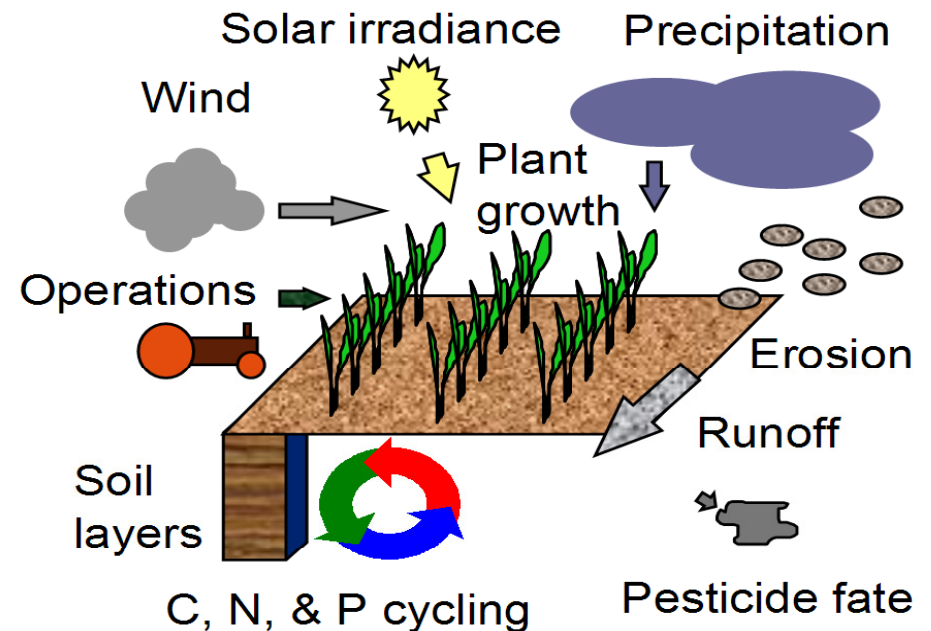
Methode: EPIC

Environmental Policy Integrated Climate
(Williams, 1995; Izaurrealde et al., 2006)



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

EPIC Model



Folgen der Klimaänderung - Marchfeld



- Erhöhte Jahresmitteltemperaturen -> Bodenverdunstung steigt
- **Ertragsrückgänge (Trockenmasse)** : vier untersuchte Kulturen
- **Ertragsschwankungen** (gemessen anhand Standardabweichung)
 - Mais **-0.5 t/ha**; **+0.12 t/ha**
 - Sommergerste **-0.5 t/ha**; **unverändert**
 - Winterweizen **-0.25 t/ha**; **-0.1 t/ha**
 - Sonnenblume **-0.18 t/ha**; **unverändert**
- Gilt für konventionelles Management
- Ergebnis aus einem Vergleich zwischen Mittel der letzten 30 Jahre und Mittel der kommenden 30 Jahre
- Wichtige weitere Umweltindikatoren: Bodenkohlenstoffvorrat und Nitratauswaschung nehmen über die Zeit ab

Landwirtschaftliche Produktions- und Bewirtschaftungsoptionen



- 4 Kulturen: Mais (CORN), Sommergerste (SBAR), Winterweizen (WWHT), Sonnenblume (SUNF)
 - Unterschiedliche Managements:
 - konventionelle / reduzierte / minimale Bodenbearbeitung
 - Bewässerung / keine Bewässerung
 - Strohabfuhr / keine Strohabfuhr
 - Unterschiedliches Düngermanagement:
Düngungsempfehlung, +20%, -20%
-

Input für Portfolio-Modelle: Profitverteilungen



- Profit = Preis * Ertrag – Variable Kosten
 - Preis: Mittel über Preiszeitreihe von 1995 bis 2008 (später stochastische Preise)
 - Ertrag: simuliert mit EPIC
 - Variable Kosten: Standarddeckungsbeitrag 2008
 - Optimierungsproblem: Profit maximieren bei gegebenem Risikolevel
 - Risiko kommt von Wetterszenarien
 - Unterschiedliche Risikomaße: Standardabweichung im E-V Modell oder Conditional Value at Risk im CVaR-Modell -> 2 Portfolio-Modelle
-

E-V Modell



$$\text{Max}_{x_m} \sum_m (\pi_m x_m - \phi \cdot \sigma(x_m))$$

$$\text{s.t.} \sum_m (A_m x_m) \leq b$$

$$x_m \geq 0$$

π = Profit

x = Entscheidungsvariable

ϕ = Risikoaversionsparameter

m = Index für Kultur- und Managementoptionen

A = Koeffizientenmatrix

b = Ressourcenausstattung

CVaR-Modell



- CVaR berücksichtigt auch die Ausläufer einer Verteilung, während Standardabweichung nur die Streuung erfasst
- VaR (Value at Risk) ist das β -Perzentil einer Verteilung
- CVaR ist dann der Erwartungswert aller Werte, welche VaR überschreiten

$$\text{Min } CVaR = E(x|x > VaR)$$

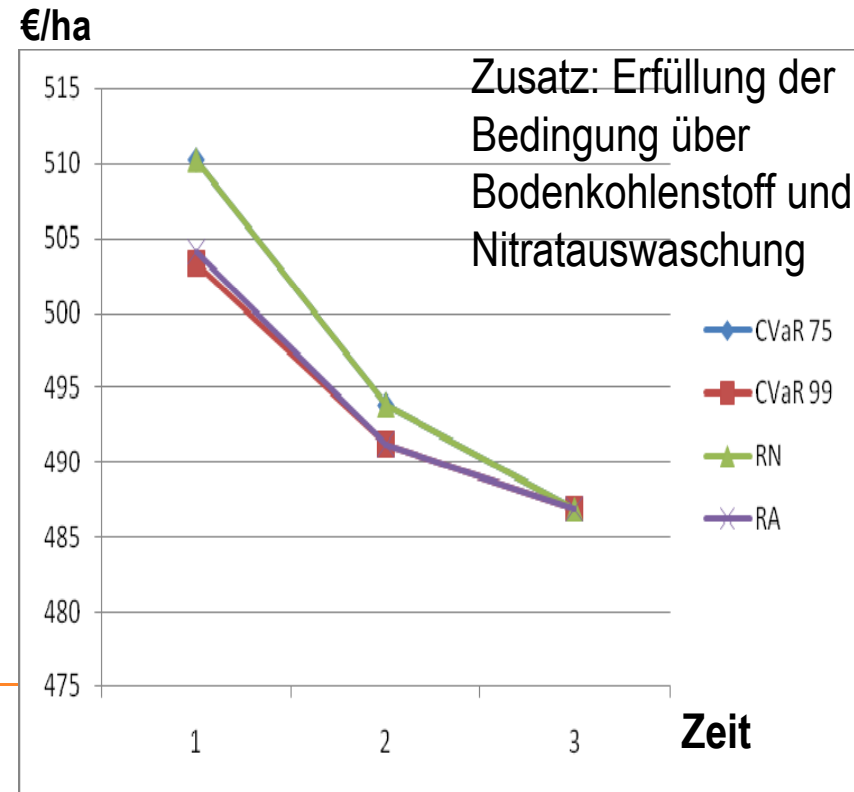
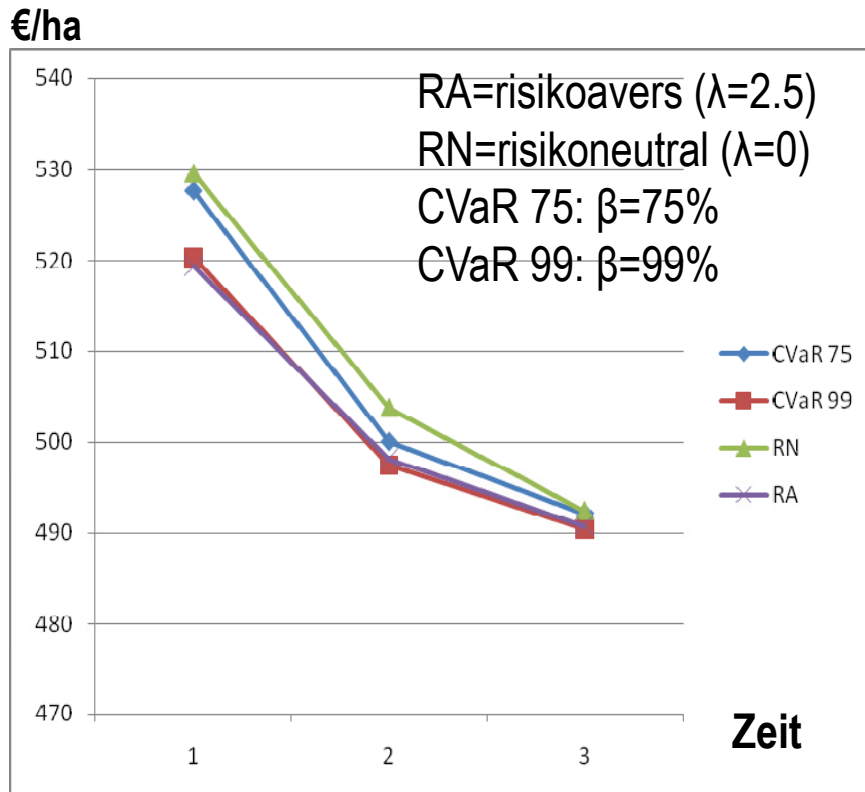
- CVaR wird minimiert, was gleichbedeutend mit einem minimalen zu erwartenden Verlust ist
-

Ergebnisse

Erwartete Profite



Mit den steigenden Temperaturen gehen die erwarteten Profite (€/ha) in 3 Perioden (1: 2008-2020, 2: 2021-2030, 3: 2031-2040) über die Zeit zurück, wobei der Einfluss der Risikoaversion abnimmt

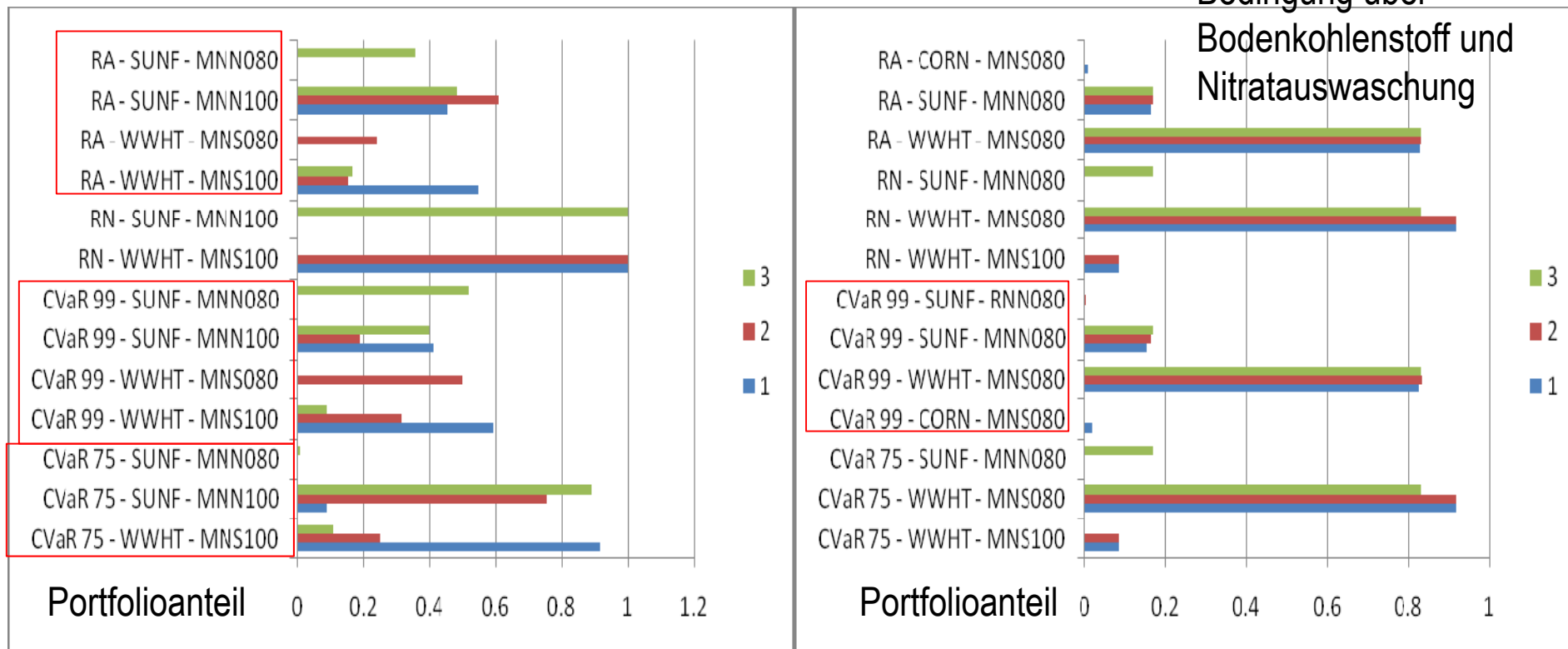


Portfolio-Anteile in 3 Zeitperioden für beide Modelle



- 6 stelliger Code:
 - 1. Stelle: M (minimum); R (reduziert); C (konventionell) -> Bodenbearbeitung
 - 2. Stelle: N/I -> keine Bewässerung/Bewässerung
 - 3. Stelle: N/S -> keine Strohabfuhr/Strohabfuhr
 - 4.-6. Stelle: 080/100/120 -> 80/100/120% Dünger

Zusatz: Erfüllung der Bedingung über Bodenkohlenstoff und Nitratauswaschung



Schlussfolgerungen



- Der Temperaturanstieg bewirkt im Marchfeld eine höhere Bodenverdunstung
 - Wasser als limitierender Faktor (niedriger Jahresniederschlag von ca. 520 mm)
 - Erträge gehen über die Zeit zurück, ebenso Profite (c.p.)
 - Zunehmende Temperatur und Risikoaversion wirken sich z.T. unterschiedlich auf die optimalen Portfolios der beiden Modelle aus
 - Winterweizen nimmt ab und Sonnenblume zu (ohne Berücksichtigung der Randbedingung (RB) über Bodeneigenschaften)
 - Winterweizen am stärksten vertreten, gefolgt von Sonnenblume; in der ersten Periode auch Mais (mit der RB)
-