



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zürich



NCCR CLIMATE Swiss Climate Research

ETH Zürich
School Domain for Environment and Natural Resources S-ENETH
Institute for Environmental Decisions IED
Agricultural Economics - Agri-food & Agri-environmental Economics Group

Prospects for Cereal Yields in Switzerland: Climate Change, Socioeconomic Conditions and Technological Development as Drivers of Future Crop Yields

Robert Finger



Motivation

- Erträge von Ackerkulturen sind die wichtigsten „Indikatoren“ für Veränderungen – insbesondere mit Bezug zu den Auswirkungen des Klimawandels

- Ziele dieser Analyse
 - Was sind die Determinanten zukünftiger Entwicklung von Getreide-Erträgen?
 - Wie wichtig sind diese einzelnen Komponenten für die Entwicklung?
 - (Dimensionen, keine Prognosen)

3 Determinanten

- Klimawandel
 - Technologischer Fortschritt
 - Sozioökonomische Rahmenbedingungen (insb. Politik & Markt)
-
- Analyse am Beispiel Schweizer Getreideerträge
 - Zeithorizont: 2050
 - Unscharfe Trennlinien zwischen den Determinanten

Übersicht

- Auswirkungen des Klimawandels auf Erträge
- Die Rolle des technischen Fortschritts
- Markt & Politik – Sozioökonomische Rahmenbedingungen
- Synthese der Komponenten
- Fazit

Auswirkungen des Klimawandels auf Getreide-Erträge

- Ansatz*: Verknüpfung biophysikalischer und ökonomischer Modellierung:
 - Bestimmung der Entwicklung *realisierter* Erträge (Mais & Winterweizen)
 - Berücksichtigung von verschiedenen Klima- und Preisszenarien (2030-2050)
 - Untersuchungsregion: östliches Mittelland
 - Berücksichtigung von wichtigen Anpassungsmassnahmen (field-level):
Saatterminverschiebung, Bewässerung, Anpassung der Produktionsintensität

* Finger and Schmid (2008): Modeling Agricultural Production Risk and the Adaptation to Climate Change. Agricultural Finance Review, in press.

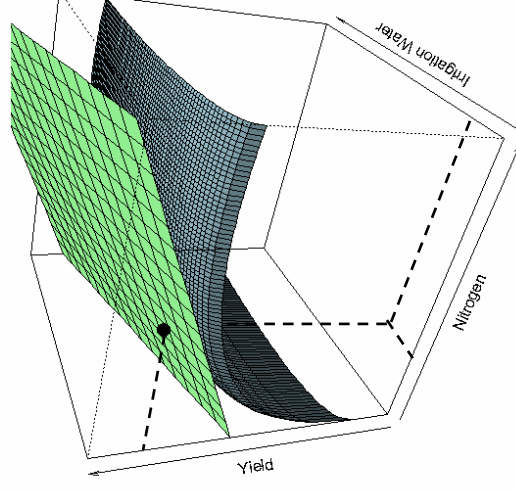
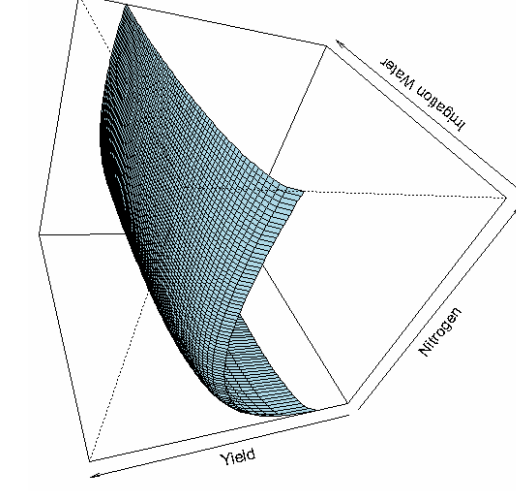
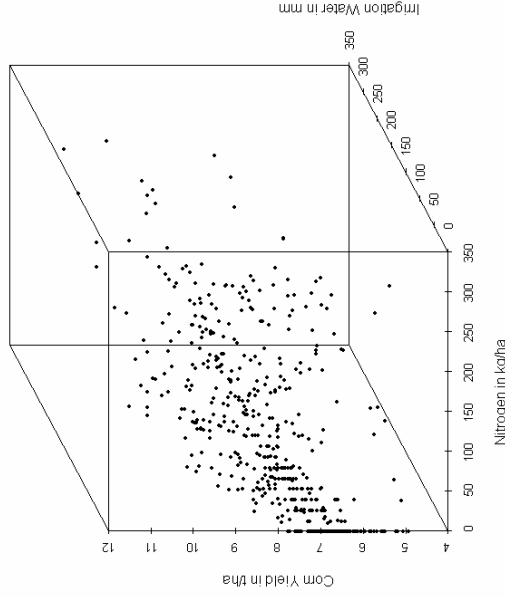
Biophysikalische
Simulation
(CropSyst)

Ökonomische
Modellierung
(Nutzenmaxim.)

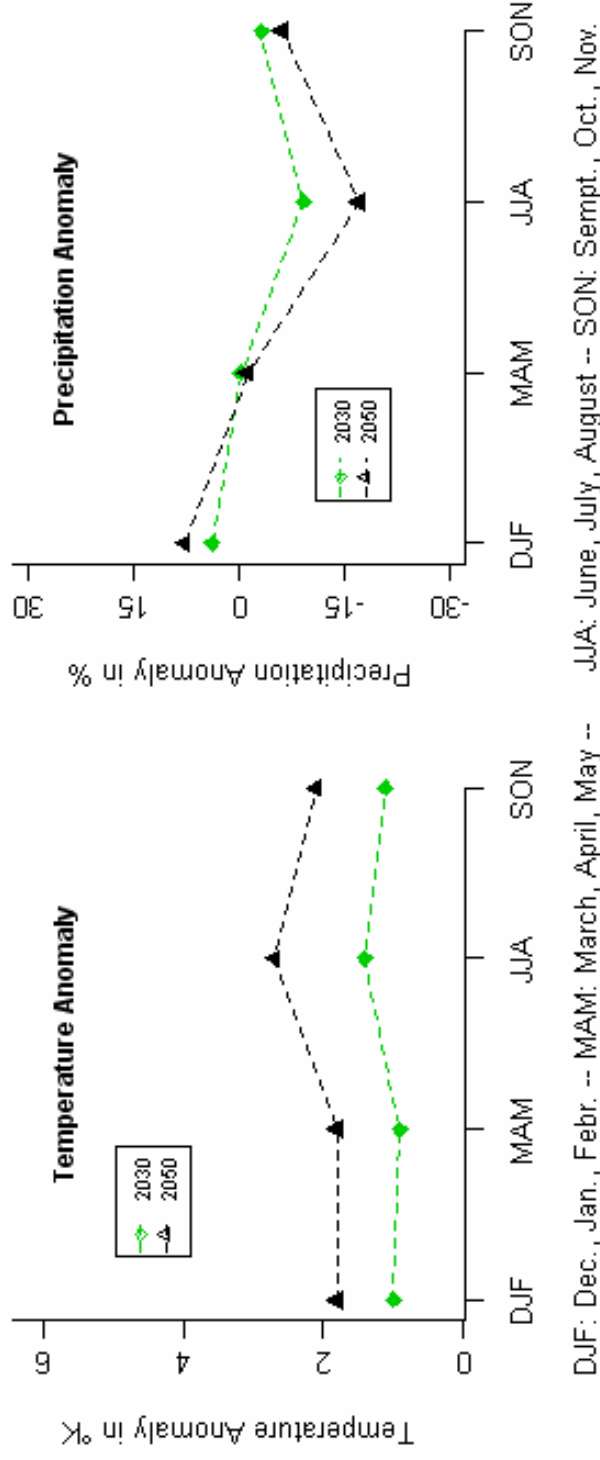
Simulierte **Feldexperimente**
(**Stickstoff, Bewässerung**)
für verschiedene Klima-
szenarien (inkl. integrierter
Saatterminverschiebung)

Schätzen von
Produktionsfunktionen und
Ertragsvariation (bezüglich
Stickstoff und Bewässerung)
aus den simulierten Daten

Nutzenmaximierung →
Bestimmung des optimalen
Inputeinsatzes und daraus
folgender Erträge
(verschiedene Preisszenarien)



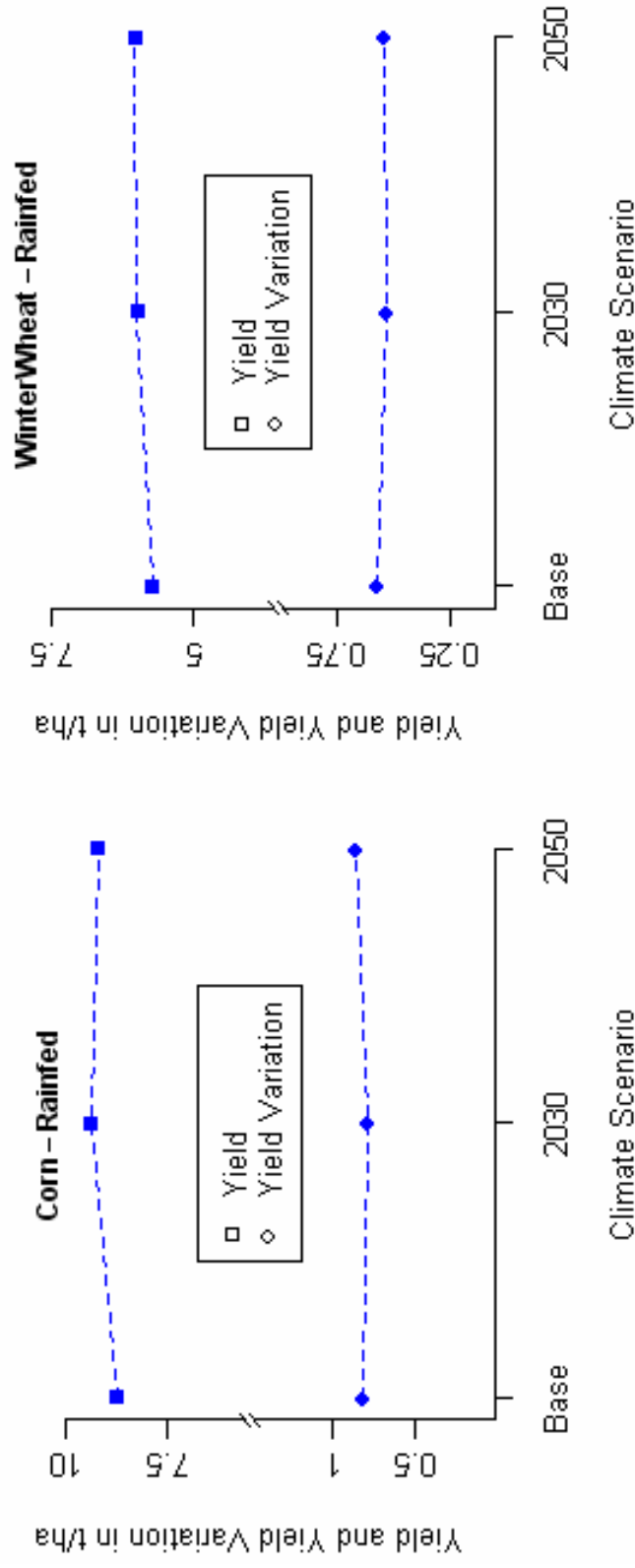
Verwendete Klimawandelszenarien*



→ CO₂ - Konzentration: **Heute**: 339-379 ppm; **2030**: 437-475 ppm; **2050**: 495-561 ppm

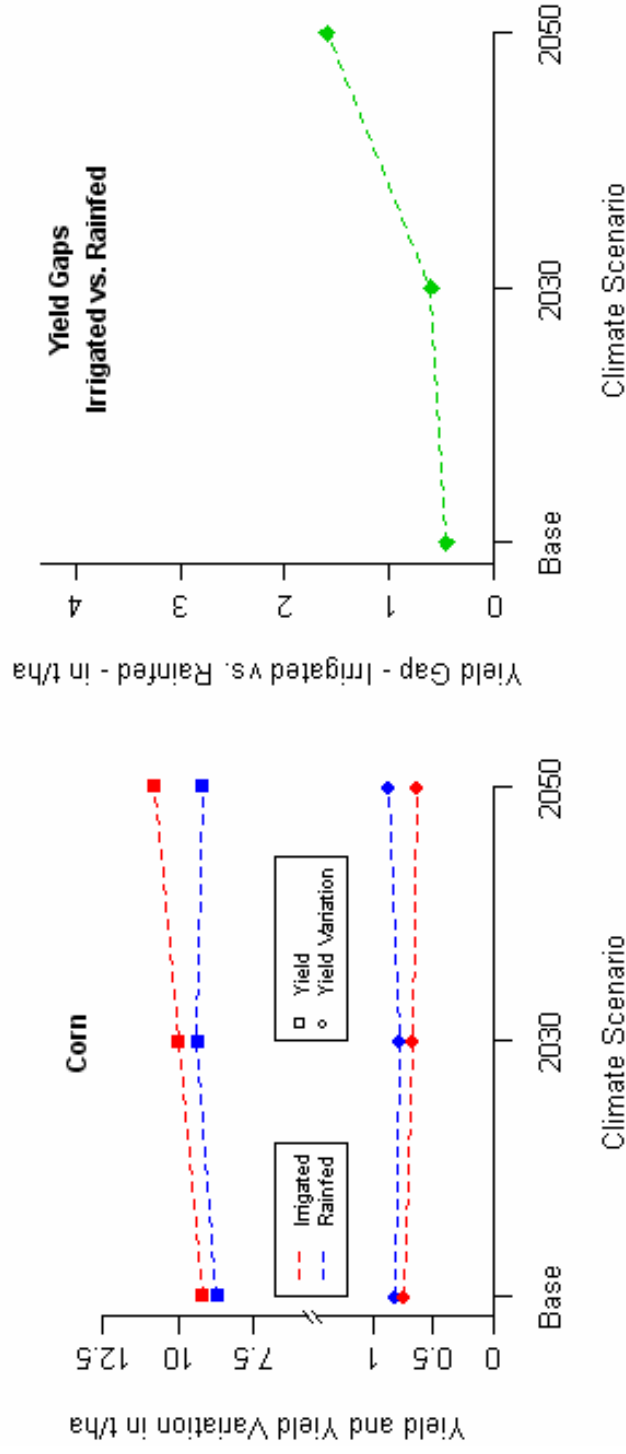
* OcCC (2005): Die Klimazukunft der Schweiz – Eine probabilistische Projektion.

Resultate I: Mais- und Weizenerträge ohne Bewässerung



- Veränderung Erträge zu 2050: Weizen: 5% ; Mais: 5% (7.5% in 2030)
 - Veränderung Ertragsvariabilität zu 2050: Weizen: - 6%; Mais: +5% (- 4% in 2030)
- Auch Preisänderungen verändern die Dimension dieser Ergebnisse nicht extrem stark

Resultate II: Maiserträge mit Bewässerung

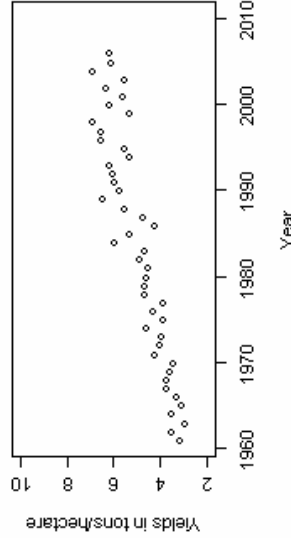


- Bewässerung wird durch Klimawandel „lohenswerter“ (fehlende Niederschläge, Risikoreduktion)
- Einsatz von Bewässerung kann zu „Ertragssprüngen“ von bis zu 25% führen
- Die Rentabilität bleibt jedoch für Mais klein (und ist für Weizen nicht existent)
- Preisänderungen verändern die Dimension dieser Ergebnisse (z.B. Bewässerung Ja/Nein)

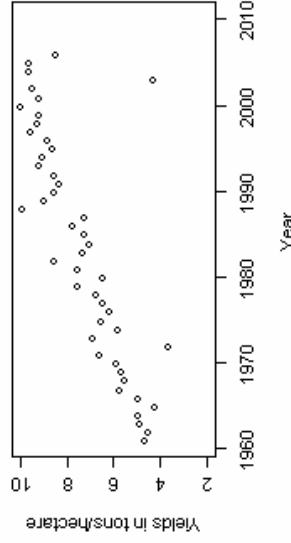
Technischer Fortschritt

- Ansatz: Was sind die Determinanten historischen Ertragswachstums?
 - diese bestimmen auch die zukünftige Entwicklung!
- Entwicklung in der Schweiz 1961-2006

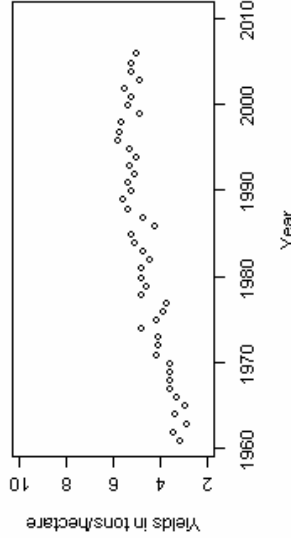
Barley



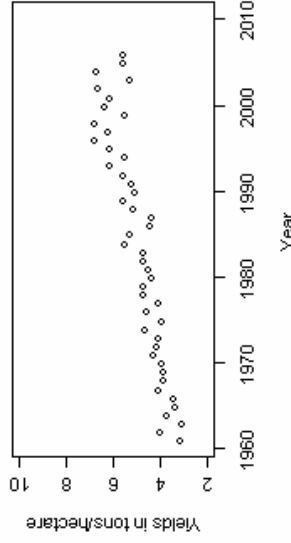
Maize



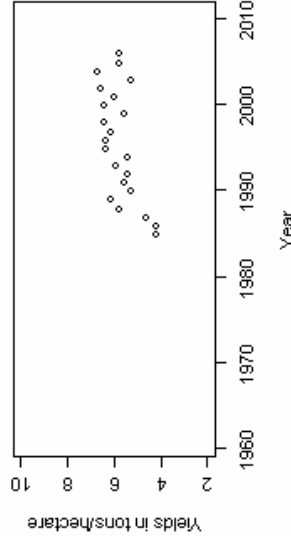
Oats



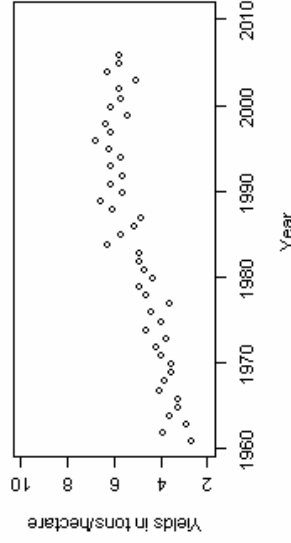
Rye



Triticale



Wheat



Schweiz: 1961-2006*

- Verdopplung der Schweizer Getreideerträge in den letzten 50 Jahren
- In Europa: meist lineares Wachstum der Erträge (sinkende relative Zuwächse)
- Variationskoeffizient der Getreideerträge: (noch) kein Trend

Technischer Fortschritt

- Gründe für den rapiden Anstieg der Erträge:
 - Mechanisierung
 - Düngemittel & Agro-Chemikalien
 - Züchtung
 - Crop Management Praxis
 - (verbesserte) Anpassung an Umweltbedingungen
 - → Unterstützende Rolle des Staates in diesem Prozess

Technischer Fortschritt

- Weiteres (lineares) Wachstum scheint limitiert zu sein... (Ewert et al. 2005*)
 - Zuwächse der Potentialerträge (Züchtung) flachen in den nächsten Dekaden ab
 - (Grosse) Lücke zwischen Potential- und realisierten Erträgen kann geschlossen werden
 - „Biologisches Limit“ und die Rolle der Biotechnologie
- Anpassung an Klimawandel kann auch zu starken Ertragszuwächsen führen
 - Beispiel: Bewässerung
 - Zielgerichtete Züchtung

→ Weitere deutliche Steigerungen der Erträge, aber mit Tendenz zur „Sättigung“

* Ewert et al. (2005): Future scenarios of European agricultural land use I. Estimating changes in crop productivity. Agriculture Ecosystems & Environment.

Sozioökonomische Rahmenbedingungen – Beispiele

- Ertragssteigernde Änderungen in Rahmenbedingungen
 - Steigende Nachfrage
 - (Staatliche) Unterstützung zur „Anpassung“ an den Klimawandel

Sozioökonomische Rahmenbedingungen – Beispiele

- Ertragssteigernde Änderungen in Rahmenbedingungen
 - Steigende Nachfrage
 - (Staatliche) Unterstützung zur „Anpassung“ an den Klimawandel
 - Klimawandelinduzierte Preissteigerungen* – kurz- & mittelfristig: (relativ) gering

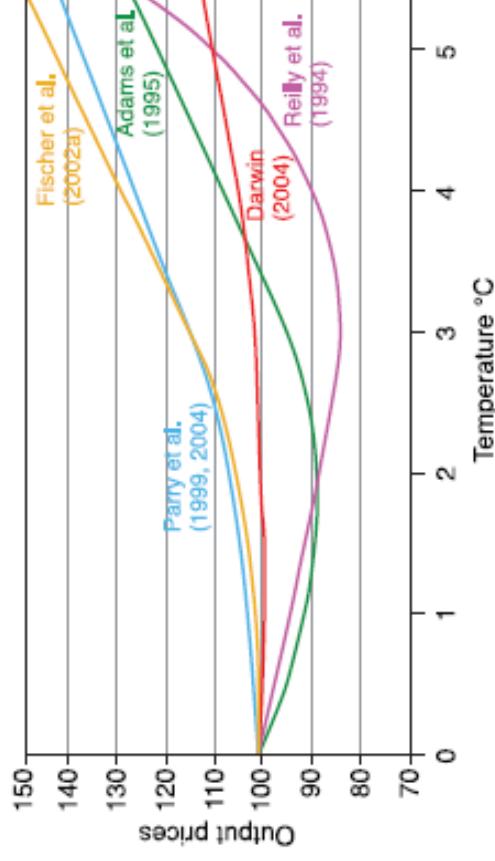


Figure 5.3. Cereal prices (percent of baseline) versus global mean temperature change for major modelling studies. Prices interpolated from point estimates of temperature effects. * IPCC (2007): Food, Fibre and Forest Products.

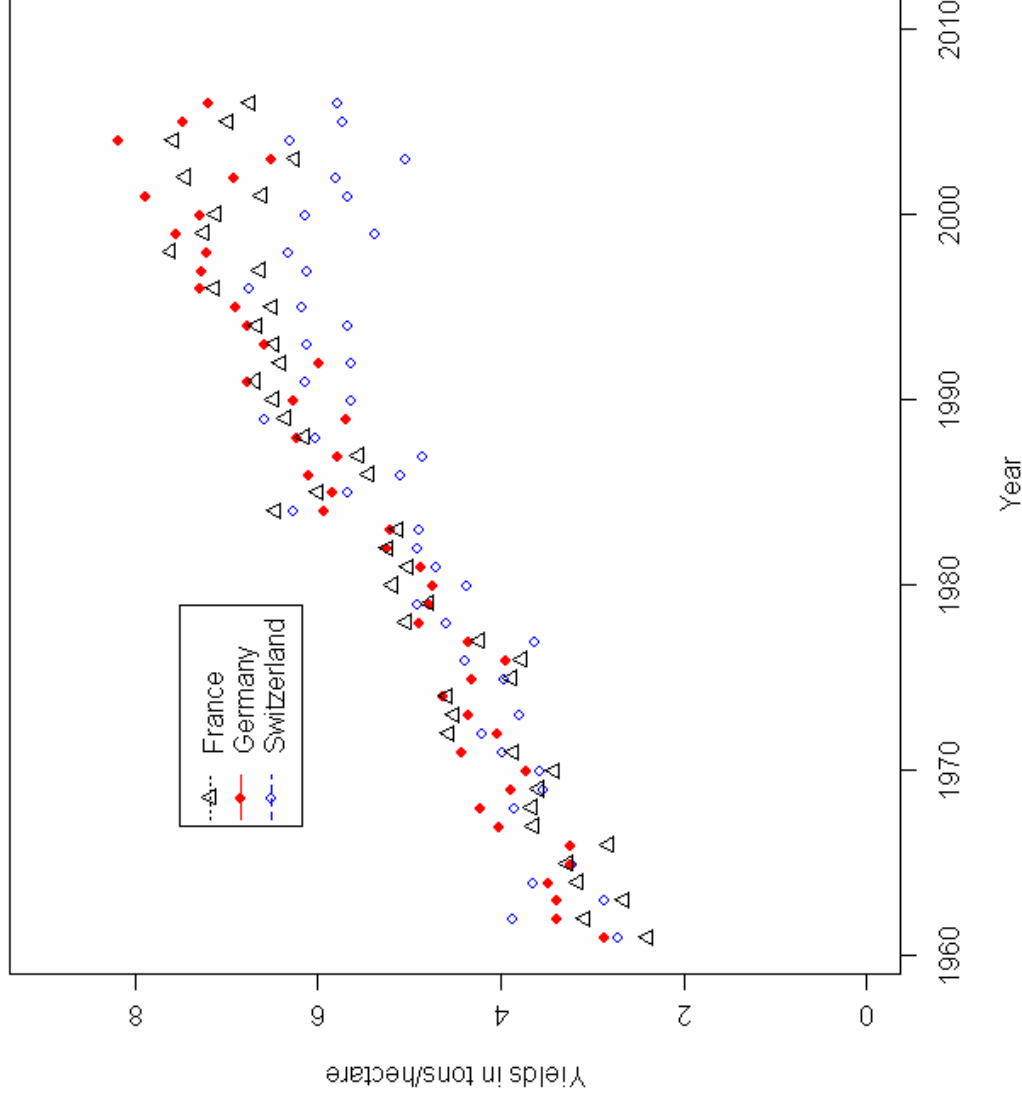
→ Bei + 2°C liegt die Preisveränderung zwischen -10% und 5%

→ Kurzfristige Schwankungen (und Trends) – anderer Herkunft – sind grösser...

Sozioökonomische Rahmenbedingungen

- Ertragsreduzierende Änderungen in Rahmenbedingungen
 - Markt-Liberalisierung: sinkende Preise (Output-Input Preisrelationen)
 - Restriktion der Handlungsspielräume (Bsp. Biotechnologie)
 - Auflagen oder Anreize zur „Ökologisierung“ der Produktion
 - Beispiel Extenso Prämie in der Schweiz....

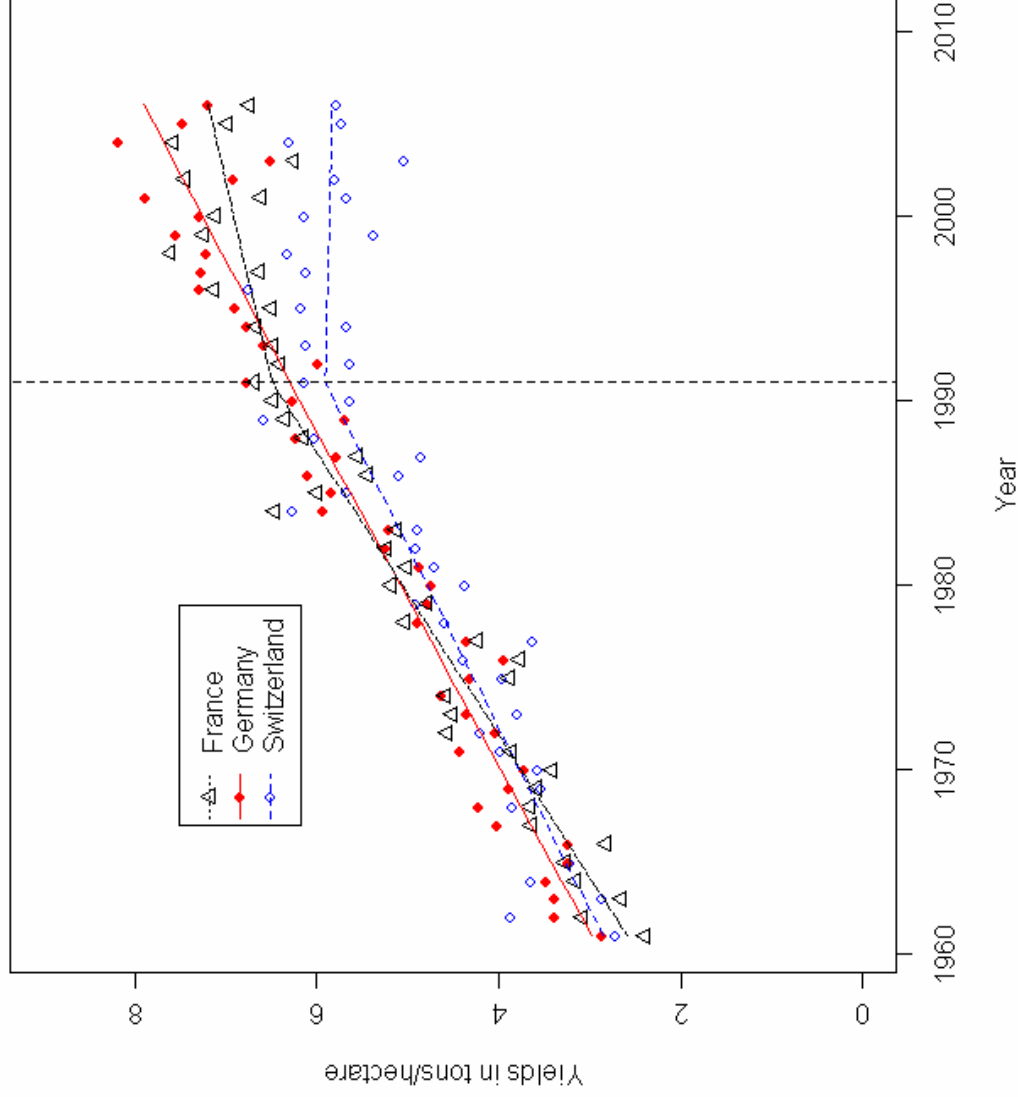
Wheat Yields in France, Germany and Switzerland 1961-2006*



- Extenso-Prämien in der Schweiz führten zur Stagnation der Ertragszuwächse – Start: 1992

* Finger (2008): Impacts of Agricultural Policy Reforms on Crop Yields. EuroChoices, in press.

Wheat Yields in France, Germany and Switzerland 1961-2006*



- Extensio-Prämien in der Schweiz führten zur Stagnation der Ertragszuwächse – Start: 1992
- Extensiv: tiefere Erträge, aber auch (kurzfristig) langsamere Steigerung der Erträge
- Gleiches Bild auch bei anderen Getreide in Extensio-Förderung
- Bei Nicht-Extensio Getreide wie Mais kann man dämpfende Einflüsse der ÖLN (cross-compliance) *erahnen(!)*

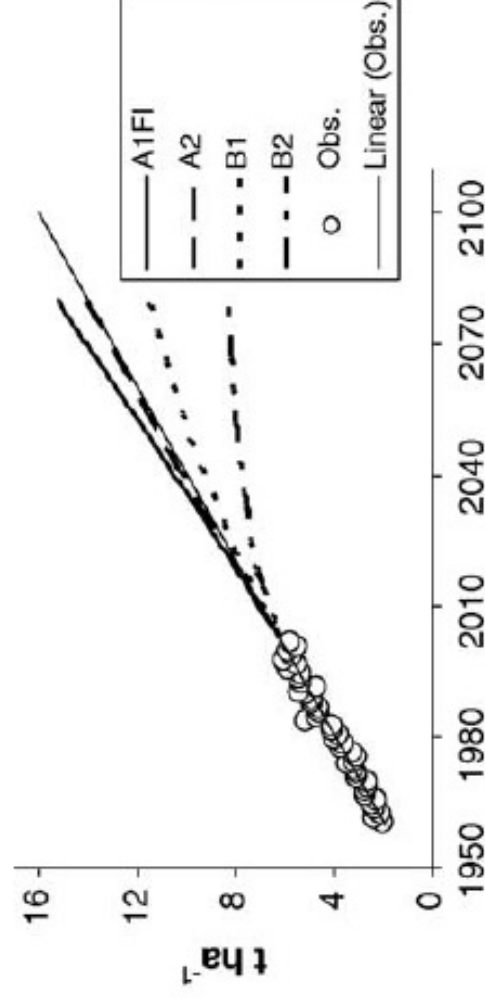
* Finger (2008): Impacts of Agricultural Policy Reforms on Crop Yields. EuroChoices, in press.

Synthese – Veränderungen Erträge in der Schweiz I

- Klimawandel – Perspektive für 2050
 - Ertragssteigerungen Getreide im Bereich von +5-10%
 - Ertragsvariabilität: leicht steigende Tendenz - Anpassung spielt eine zentrale Rolle
- Technischer Fortschritt
 - Mehr als 100% Ertragssteigerung in den letzten 50 Jahren
 - Deutliche Ertrags-Steigerungen bis 2050 möglich (Ewert et al.: 30-90%)
- Rahmenbedingungen
 - Spielen für die Schweiz die zentralste Rolle (Marktliberalisierung, Ökologisierung, Biotechnologie)
 - Bsp.: Umfassende ökologische Produktion (z.B.) Extensivierung führt zu deutlichen Ertragseinbussen

Synthese – Veränderungen Erträge in der Schweiz II

- Die Determinanten werden stark interagieren, Beispiele:
 - Technischer Fortschritt erleichtert Anpassung an Klimawandel (und vice versa)
 - Klimawandel – Rahmenbedingungen (Verschiebung Anbauzonen, Preisfluktuation)
- Die Unsicherheit von „*Erwartungen*“ ist sehr gross, Bsp. Weizenerträge Europa*:



* Ewert et al. (2005): Future scenarios of European agricultural land use I. Estimating changes in crop productivity. Agriculture Ecosystems & Environment.

Schlussfolgerungen I

- Der Einfluss des Klimawandels auf zukünftige Entwicklungen (bis 2050) der Schweizer Getreide-Erträge bleibt im Mittel gering...
 - Leicht steigende Erträge
 - Leicht steigende Ertragsvariabilität
- ...insbesondere relativ zur Rolle des technischen Fortschritts und sich ändernden Rahmenbedingungen
- Aber: Extremereignisse und Stärkere Temperaturerhöhungen (z.B. nach 2050) werden, c.p., negative Auswirkungen auf den Pflanzenbau haben

Schlussfolgerungen II

- Zukunftsprognosen und -Planungen dürfen nicht an nur einer Komponente (z.B. Klimawandel) angelehnt werden
- Klimawandel ist eine Chance für die Schweizer Landwirtschaft
 - (kleine) Vorteile in Produktion (Vgl. international)
 - Ermöglicht/initiiert Weiterentwicklung: Finanzmarktlösungen, Forschung, nachhaltige Ressourcennutzung & -Management

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zürich



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit