Anwendung Genetischer Algorithmen zur optimalen Steuerung des Gewächshauses

Hartmut Pohlheim

Technische Universität Ilmenau, Fakultät Informatik und Automatisierung

Adolf Heißner

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt

Übersicht

- Motivation
- Integriertes Gewächshausklimamodell
- Optimierung mit Genetischen Algorithmen
- Zusammenfassung

Motivation

Verstehen der Prozesse im Gewächshaus

Durch: Entwicklung komplexer Modelle

- Integriertes Modell mit
  - → Klima im Gewächshaus
  - → Pflanzenmodell (Pflanzenwachstum und Ertrag)
  - → äußere Wetterbedingungen
  - → Steuerungskomponenten (Heizung, Lüftung, CO_2-Zufuhr)
- für
  - → kurzfristige Vorhersage aller Klimagrößen im Gewächshaus (15-60 min.)
  - → kurzfristige Steueraufgaben (Ertragsmaximierung, Verhinderung von Streß)

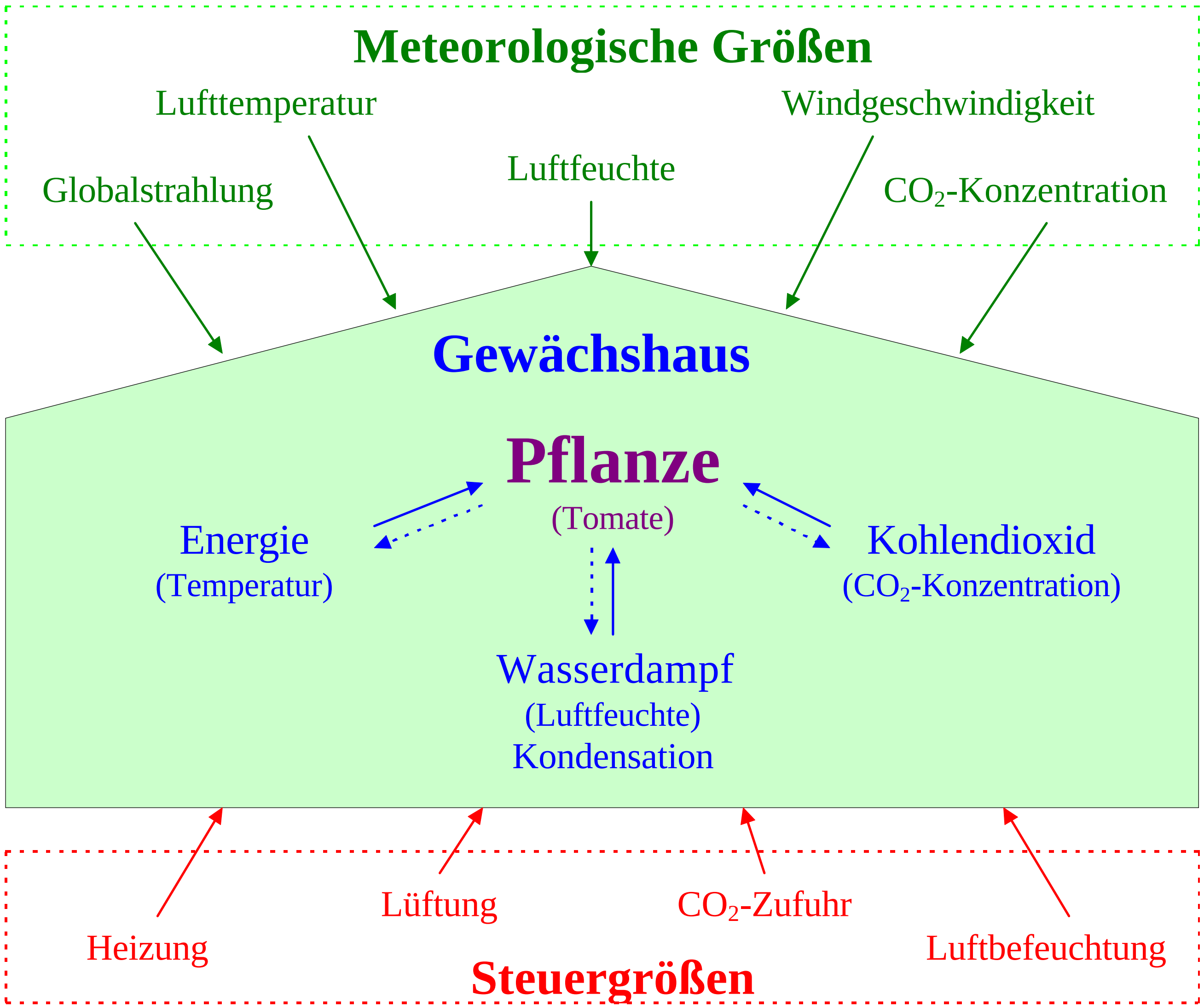
Steuerung der Prozesse im Gewächshaus

Durch: Optimierung der Steuerung

- Ziel: maximaler Ertrag unter Einhaltung von Beschränkungen
- Optimierung eines dynamischen Systems
- Verwendung Genetischer Algorithmen
  - → direkte und einfache Anwendung
  - → Einbeziehung von problemspezifischem Wissen
  - → Einbeziehung von Beschränkungen

Gewächs-hausmodell

Struktur des integrierten Gewächshausmodells



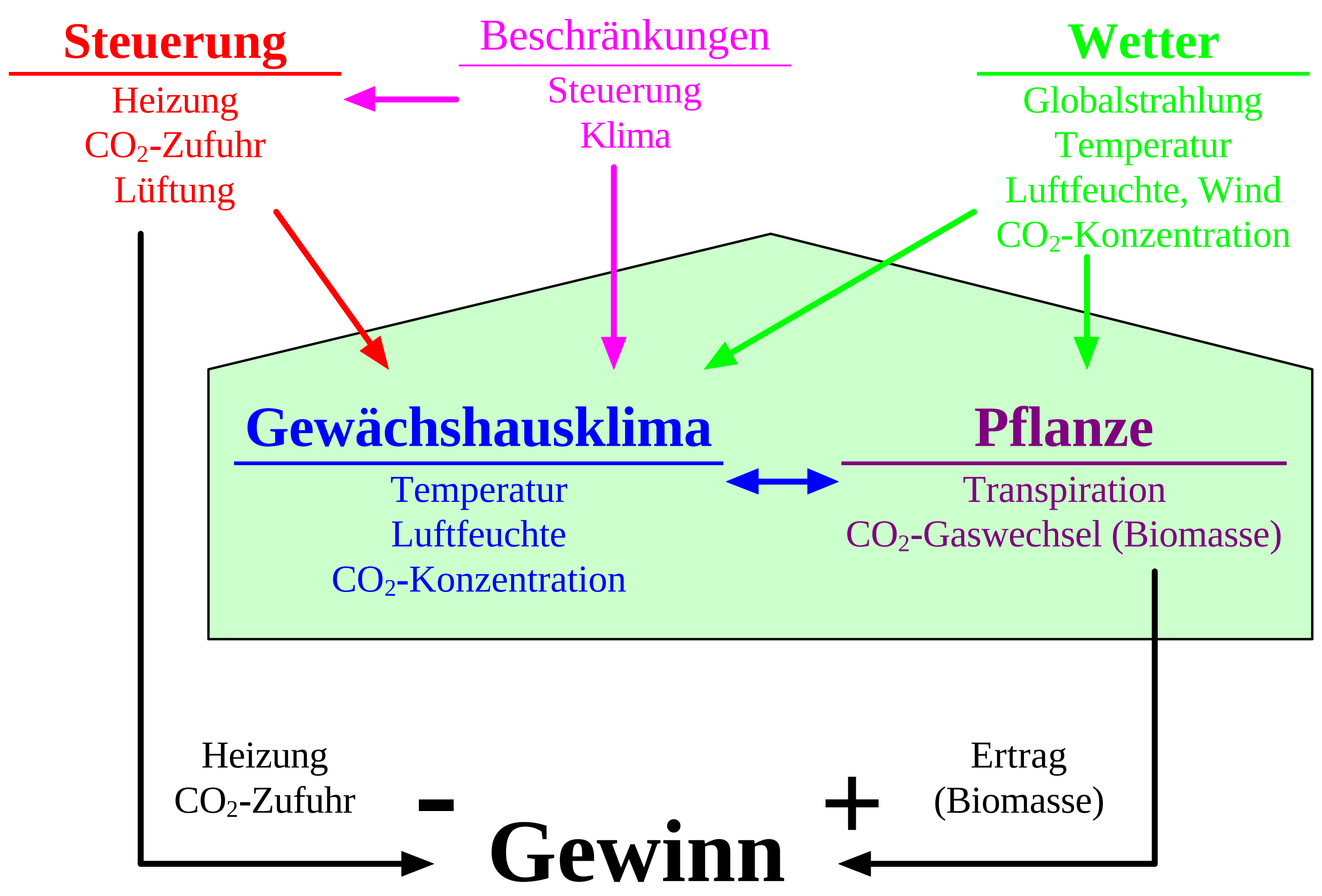
TU Ilmenau

Informatik und Automatisierung

Optimierung

Abhängigkeiten

Abhängigkeiten bei der Optimierung



TU ILMENAU

Informatik und Automatisierung

Optimierung

Zielfunktion

Tools

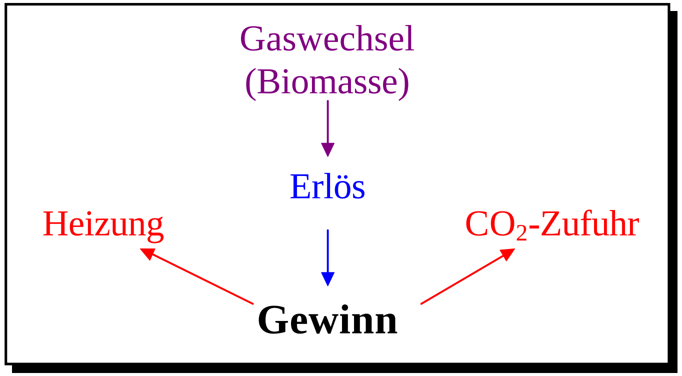
TU ILMENAU

Informatik und Automatisierung

Zielfunktion

- Maximierung des Gewinns

$$Cost = \int_{T_S}^{T_E} GEWI\ dt + Penalty$$



- Verhinderung von Streß
  - → minimale/maximale Temperatur
  - → maximale CO_2-Konzentration
  - → minimale/maximale Luftfeuchte

$$Penalty = \sum_{i=1}^{NumConstr} \left(W_i \cdot \int_{T_S}^{T_E} \left| \left(Val_i - Constr_i \right) > 0 \right| dt \right)$$

- Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with MATLAB
- Multiple Population GA: 4 Unterpopulationen mit je 50 Individuen
- lineares Ranking, truncation selection, generation gap 0.9, diskrete Rekombination, reelle Mutation, uneingeschränkte Migration

Experimente

Typische Tage

Veränderte Preise

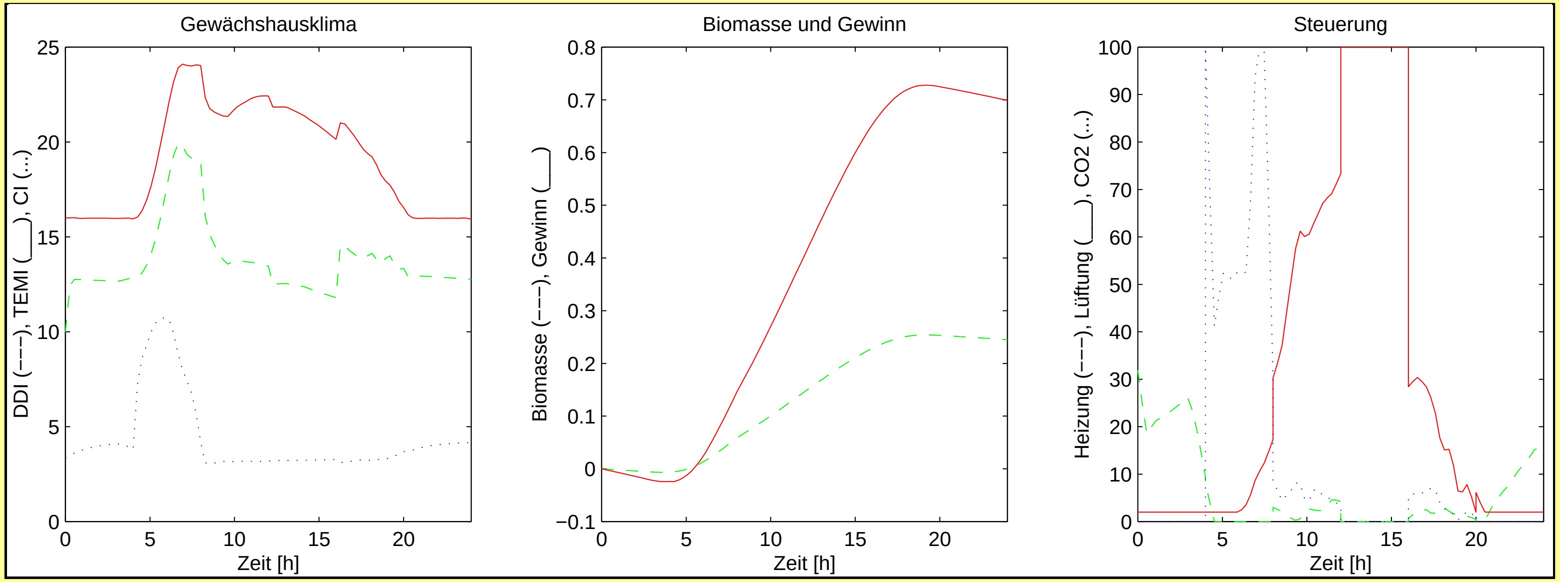
TU ILMENAU

Informatik und Automatisierung

Durchgeführte Experimente (Simulationen)

- Optimierung für typische Tage in den Monaten
  - → Februar (Winter) / April (Übergangszeit) / Juni (Sommer)
- Optimierung bei veränderten Preisen
  - → hohe und niedrige Preise (Monat Februar)

Ergebnisse der Optimierung für Juni



Zusammen-fassung

Vorteile des präsentierten Systems

- Vorstellung eines integrierten Gewächshausmodells mit allen notwendigen Komponenten
  - → Gewächshausklima
  - → Pflanzenwachstum
  - → Steuerung
  - → Wetterbedingungen
- für Kurzzeitvorhersagen (Simulation von Stunden bis Tage)
- Optimierung mit Genetischen Algorithmen
- Anwendung mehrerer Optimierungsziele
  - → Gewinnmaximierung, Verhinderung von Streß, Beschränkungen
- Einbeziehung von problemspezifischem Wissen
- Möglichkeit zum Einsatz als online-Regelung

TU ILMENAU

Informatik und Automatisierung