

# **MODELLIERUNG EINES DYNAMISCHEN HACKSCHNITZELMARKTES:**

ein agenten-basierter Ansatz zur Simulation der  
Konkurrenzsituation zwischen  
Biomasseheizkraftwerken am Beispiel Kärnten

**Florian Breitwieser, Johannes Scholz**

Arbeitsgruppe Geoinformation, Institut für Geodäsie, Technische Universität Graz

**Peter Mandl**

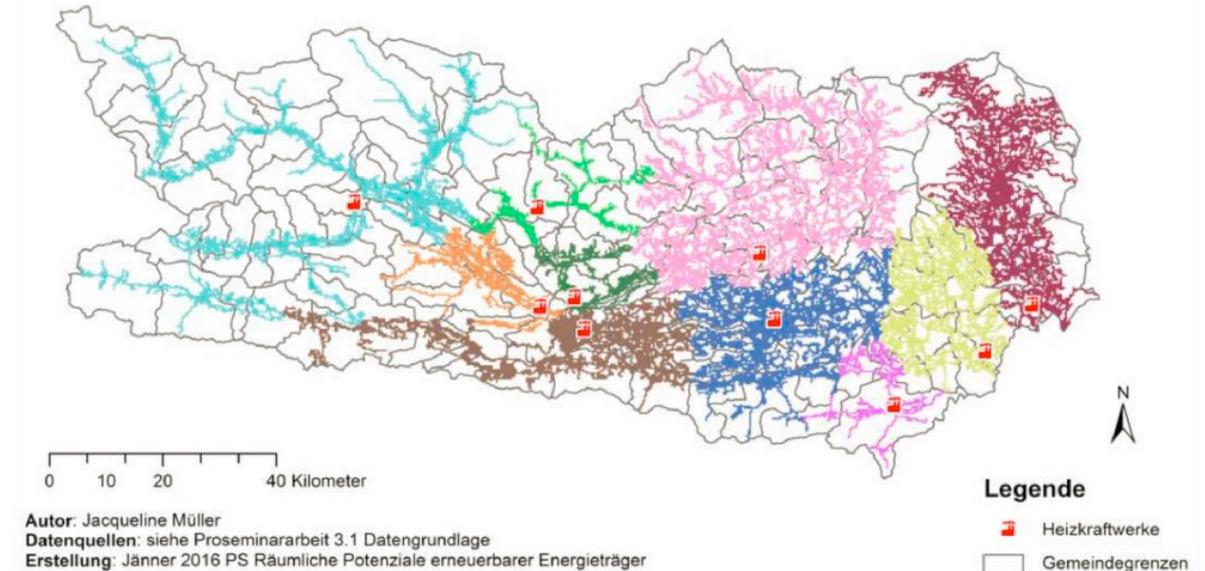
Institut für Geographie und Regionalforschung, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt

# Motivation und Ziel der Arbeit

- **Potenziale erneuerbarer Energiequellen** - wichtiges Forschungsgebiet von Raumwissenschaften (Geographie, Geoinformatik)
  - Naturräumliche, gesellschaftliche, wirtschaftliche und umweltbezogene **Aspekte wichtig**
  - **Integration von** Wasserkraft, Windenergie, Sonnenenergie, Erdwärme, Biomasse (**Nachhaltigkeit**)
- Hier: Hackschnitzel** (Bedarf, Verfügbarkeit, Entwicklung)
- **Raum-, Zeit-, Wirtschafts-, Gesellschaftsaspekte** berücksichtig
  - **Modellierung** zur Analyse, Simulation und Vorhersage

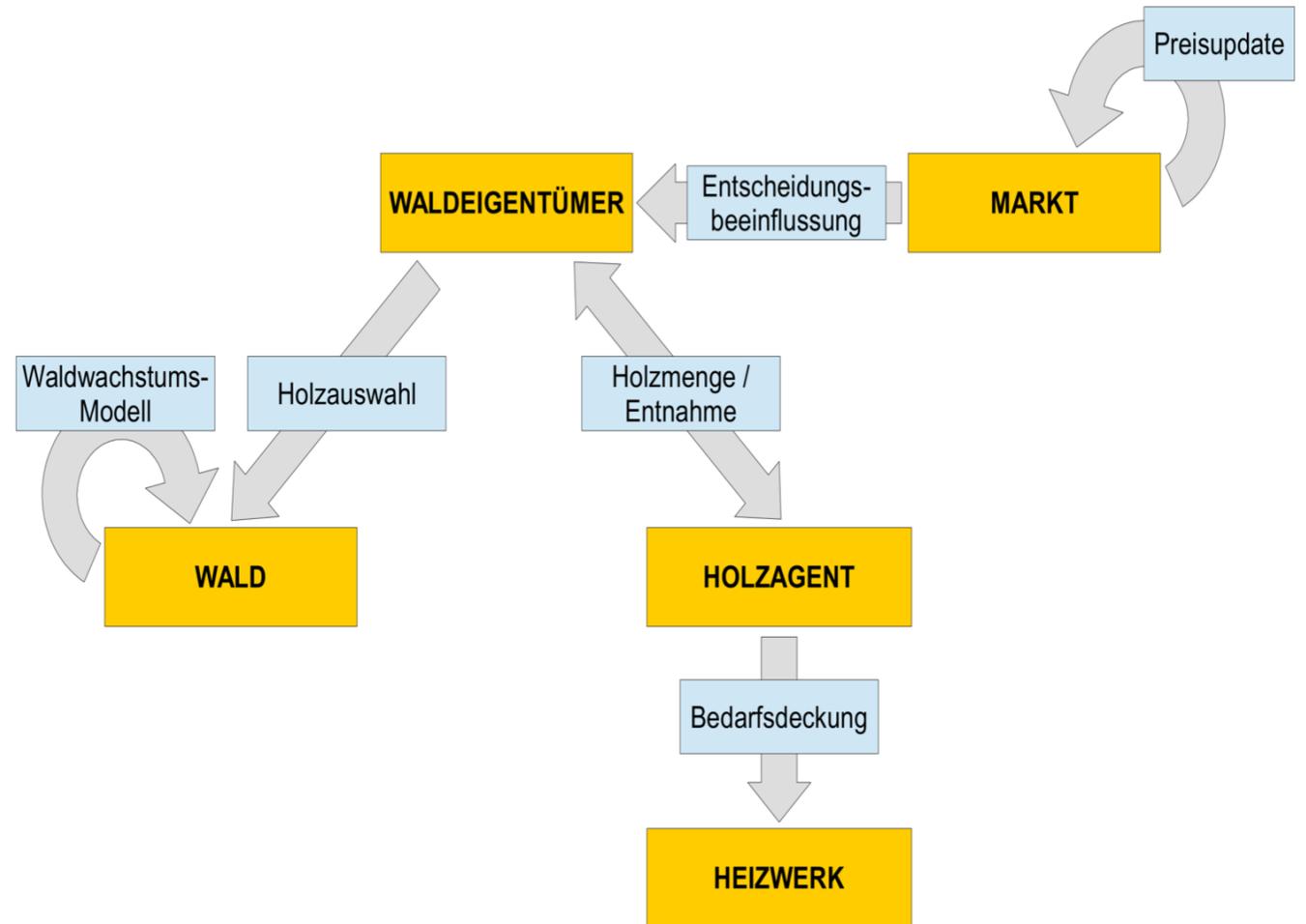
# Untersuchungsgebiet

- **Untersuchungsgebiet:** Kärnten
- **20.000 Waldbesitzer**
- **15 Biomasseheizkraftwerke**
- etwa 240.000 m<sup>3</sup> **Brennstoffbedarf** pro Jahr
- **Holzeinschlag:** 2,5 Mio Erntefestmeter (60% Sägerund-, 25% Industrie-, 15% Brennholz)
- **Preisentwicklung** der letzten 40 Jahre: 15 % Anstieg
- **Jährlicher Zuwachs an Brennstoffbedarf:** 1.1 % (Arbeitsplattform Wald und Holz in Kärnten 2009)



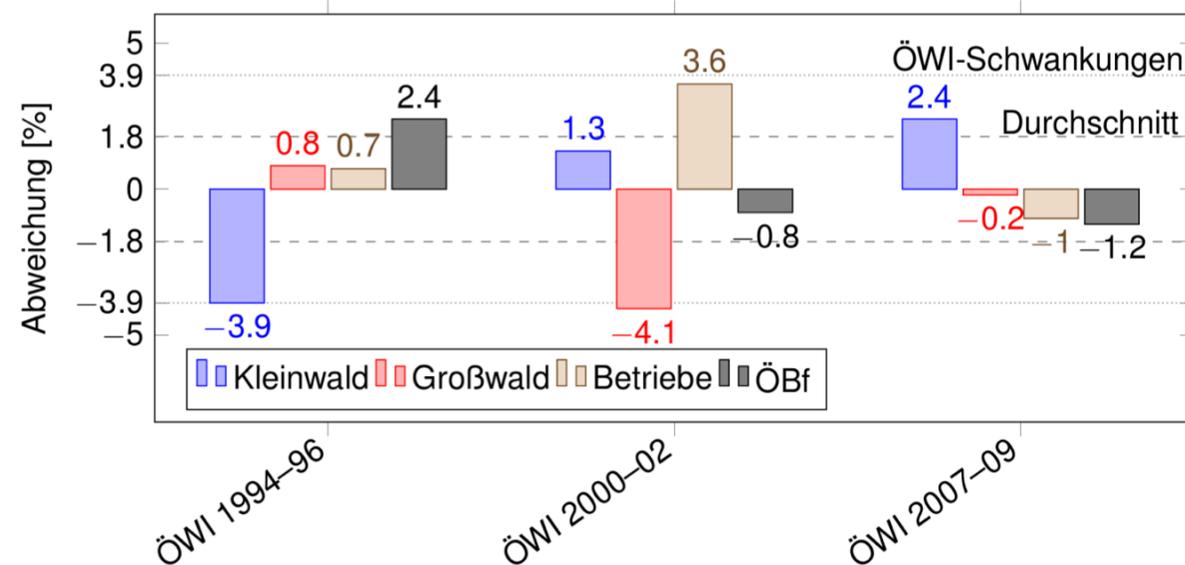
# Modell

- **Agentenbasiertes Modell**  
(Repast Symphony)
- **3 Agententypen:**  
Waldeigentümer (A),  
Heizwerke und Händler (N)
- **Externe Komponenten:**  
Waldwachstumsmodell,  
Marktmodell
- **Ablauf:**



# Validierung

- **Sensitivitätsanalyse:** Vergleich mit historischen Entnahmezahlen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI 1994-1996, 2000-2002 und 2007-2009)



Prozentuale Abweichung der Entnahmemengen pro Eigentumsklasse im Modell bezogen auf die im Zuge der ÖWI erhobenen Entnahmemengen

# Ergebnisse

- 2 ressourcen-orientiert Szenarien analysieren die Hackschnitzel-Nutzung ohne Einfluss des Marktes
- 4 markt-orientierte Szenarien beschreiben differenzierte Entwicklungen des Holzpreises (positive, negative, stetige und unsichere Marktentwicklung)

Hier:

## **Marktszenarios mit positiver und negativer Holzpreisentwicklung**

- Die verwendete Holzpreisentwicklung basiert dabei auf der Extrapolation der historischen Holzpreise am österreichischen Markt

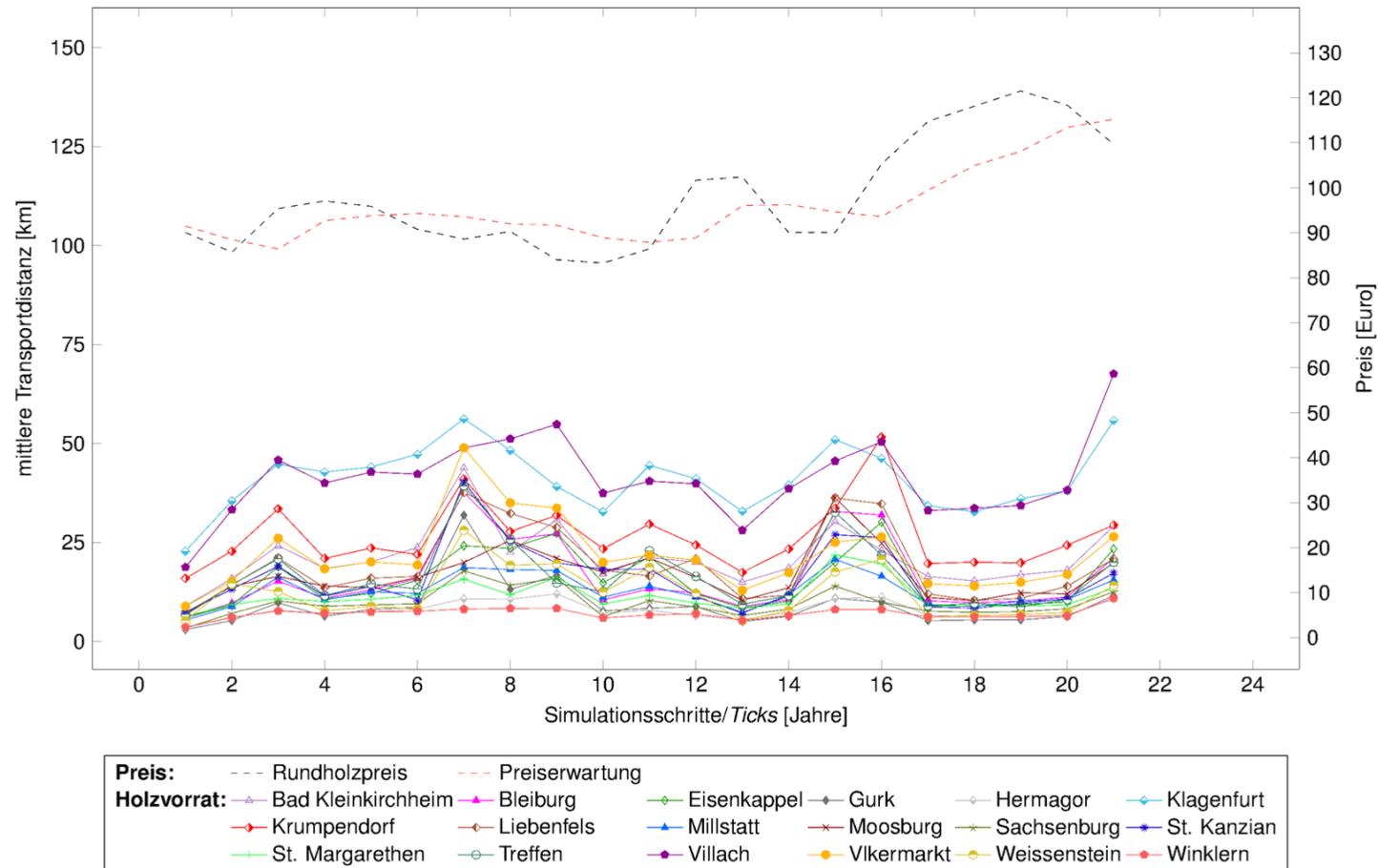
# Marktszenario mit positiver Holzpreisentwicklung - Interpretation

Entwicklung der **mittleren Transportdistanz** zu den Heizwerken pro Holzbeschaffung über den Simulationsverlauf von 21 Jahren

In **Bezug zur extrapolierten Holzpreisentwicklung** und der mittleren **Preiserwartung** der Waldeigentümer

- Preis steigt - angebotene Holzmenge seitens der Eigentümer nimmt zu - die Transportdistanz für das betrachtete Jahr (Tick) sinkt
- Preis fällt – angebotene Holzmenge nimmt ab - mittlere Transportdistanz nimmt zu
- Erwartung unter dem Preis - weniger Transportkosten & umgekehrt

# Marktszenario mit positiver Holzpreisentwicklung - Darstellung



# Marktszenario mit negativer Holzpreisentwicklung - Raumzeitliche Entwicklung der Holzentnahmebereiche

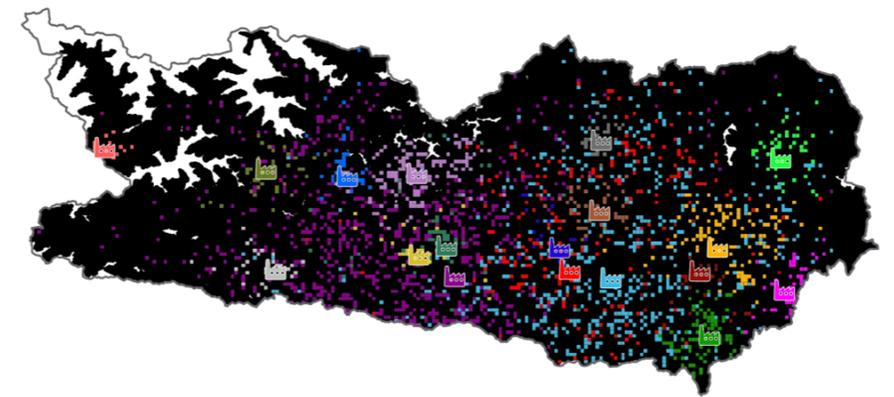
**Tick 1-3:** relativ konzentrische Entnahmestruktur rund um den Standort der Heizwerke

**Tick 10-12 und 19-21:** schlechte Preislage –

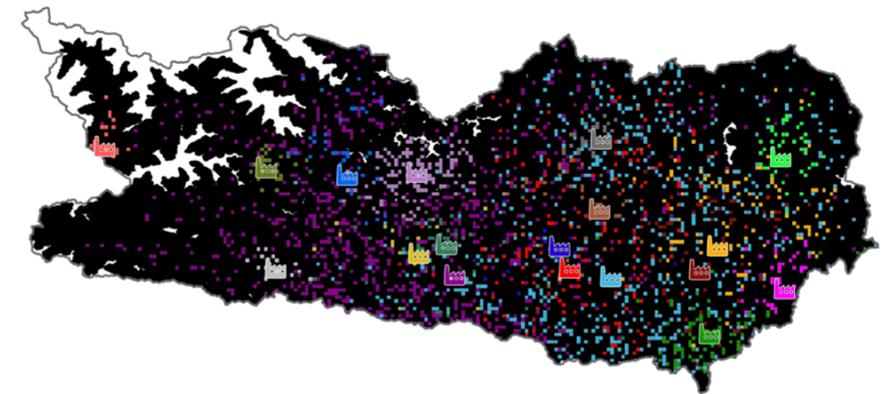
Entnahmemuster immer weiter fortschreitende Zerstreung und Entfernung vom Standort des Heizwerkes

Händler müssen versuchen, Bedarf der Heizwerke zu befriedigen, ohne auf andere Randbedingungen Rücksicht nehmen zu können

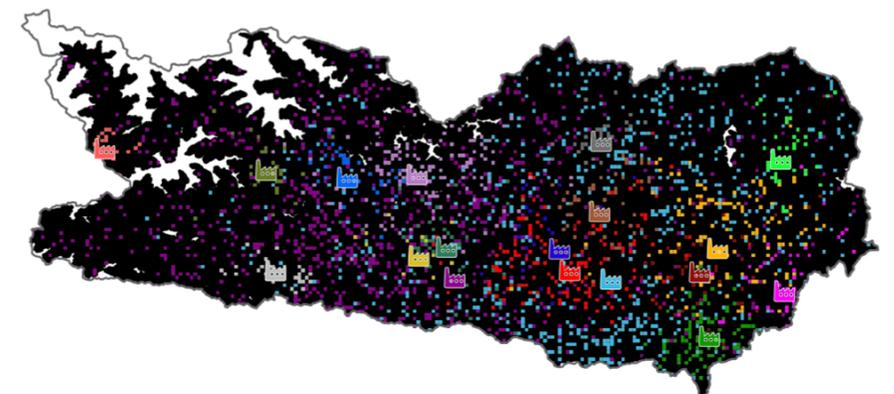
Tick 1 - 3



Tick 10 - 12



Tick 19 - 21



# Fazit

- Die **Nachfrage** der Biomasseheizwerke kann durch den Wald in Kärnten in den nächsten Jahrzehnten **nicht gedeckt** werden!
- Die **Versorgungssicherheit** ist somit im Laufe der Jahre **nicht gewährleistet**
- Durch **hohen Klein- und Kleinstwaldanteil** und die **Waldüberalterung** ist die konstante Versorgungssicherheit nur schwer sicherzustellen
- **Agenten reagieren** besonders **volatil** auf Änderungen des Marktumfeldes (z.B. Holzpreis)
- Außerdem haben **Marktteilnehmer** die **Tendenz**, ihre Ressourcen zu „horten“, wenn der Marktpreis nicht den Vorstellungen entspricht

# Ausblick

## Erweiterung des Modells:

- Berücksichtigung des ausländischen Marktes sowie der Papier- und Sägeholzindustrie
  - Integration von Waldgemeinschaften und Genossenschaften als separate Agenten
  - Integration von Schadereignissen & Wildschäden
- 
- **Vorhersage** des Einflusses neuer Heizanlagen (Prädiktion)
  - **Empfehlungen** von Maßnahmen (Präskription)
  - **Integration** anderer Energieformen in ein Gesamtkonzept

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen und Anregungen bitte an:

[florian.breitwieser@gmail.at](mailto:florian.breitwieser@gmail.at), [johannes.scholz@zugraz.at](mailto:johannes.scholz@zugraz.at), [peter.mandl@aau.at](mailto:peter.mandl@aau.at)

Informationen unter:

[www.ifg.tugraz.at](http://www.ifg.tugraz.at) und [www.geo.aau.at](http://www.geo.aau.at)