

# Digitale semantische Modelle der Kulturlandschaft zur fachübergreifenden Informationsintegration

Prof. Dr. Thomas H. Kolbe

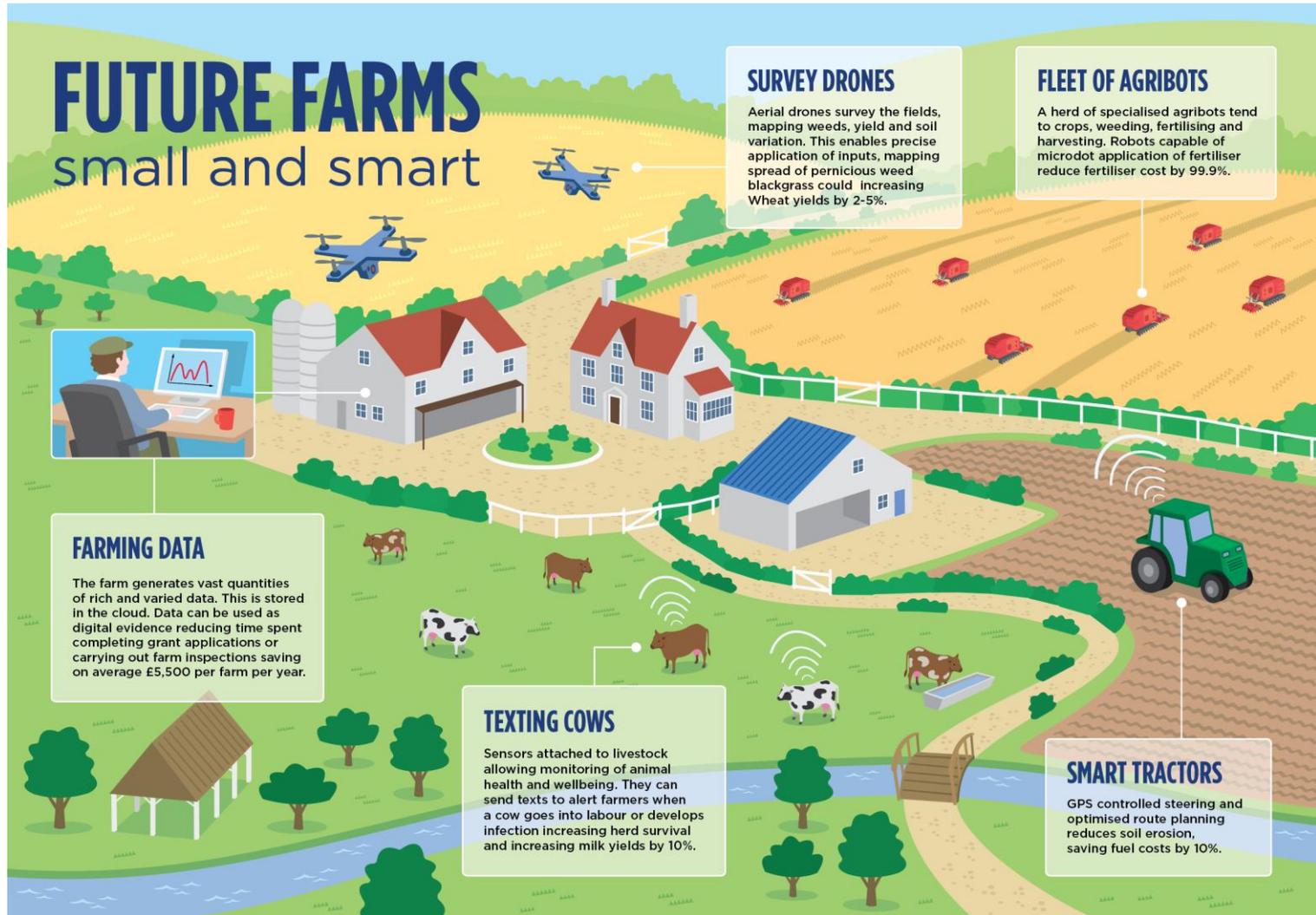
Lehrstuhl für Geoinformatik  
Technische Universität München  
thomas.kolbe@tum.de

13. Juni 2018

Hülsenberger Gespräche 2018  
Hotel Grand Elysée Hamburg



# Landwirtschaft 4.0 – Alles Smart?

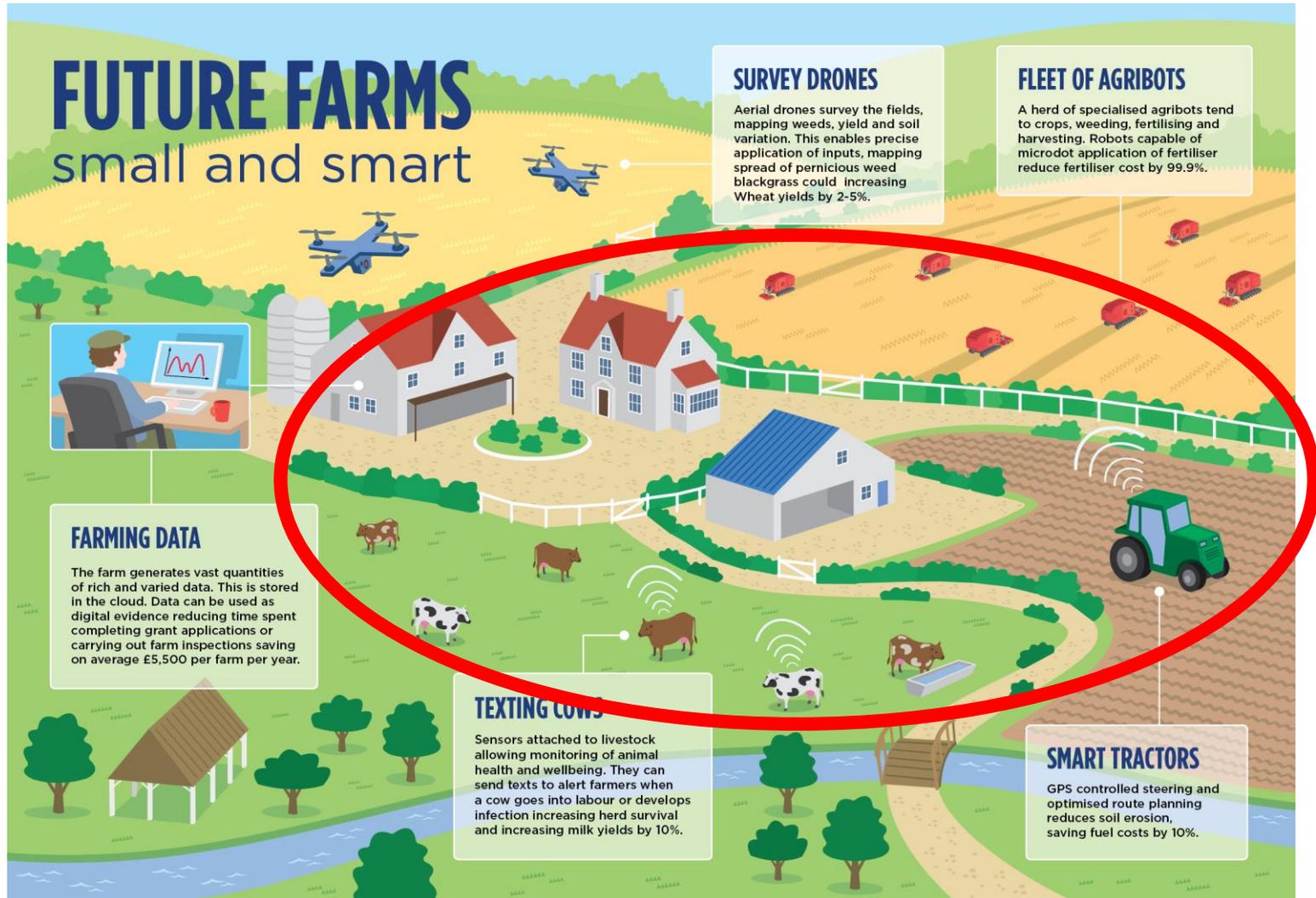


Bildquelle: [http://www.nesta.org.uk/sites/default/files/future\\_farms\\_infographic\\_precision\\_agriculture.jpg](http://www.nesta.org.uk/sites/default/files/future_farms_infographic_precision_agriculture.jpg)

# Herausforderungen der Digitalen Landwirtschaft

- ▶ Digitalisierung liefert extrem viele Daten. **Probleme:**
  - Nutzung erfordert Informationsgewinnung durch Interpretation
  - Daten entstammen unterschiedlichen Disziplinen / Fachgebieten und Bezüge zueinander sind in vielen Fällen unklar
  - Daten beziehen sich auf verschiedene Skalen
  - Daten sind zwar immer an Modelle / Schemata gekoppelt; diese sind aber unterschiedlich strukturiert und oft nicht bekannt
  
- ▶ **Chancen der Digitalisierung**
  - Prinzipiell können digitale Daten zusammengeführt werden
  - Mehrwerte können durch Nutzung kombinierter Daten erzielt werden
  - Ein einfaches „**Zusammenkopieren**“ **reicht aber nicht**
  
- ▶ **Preisfrage: Wie kann insbesondere der inhaltliche Bezug der Daten hergestellt werden?**

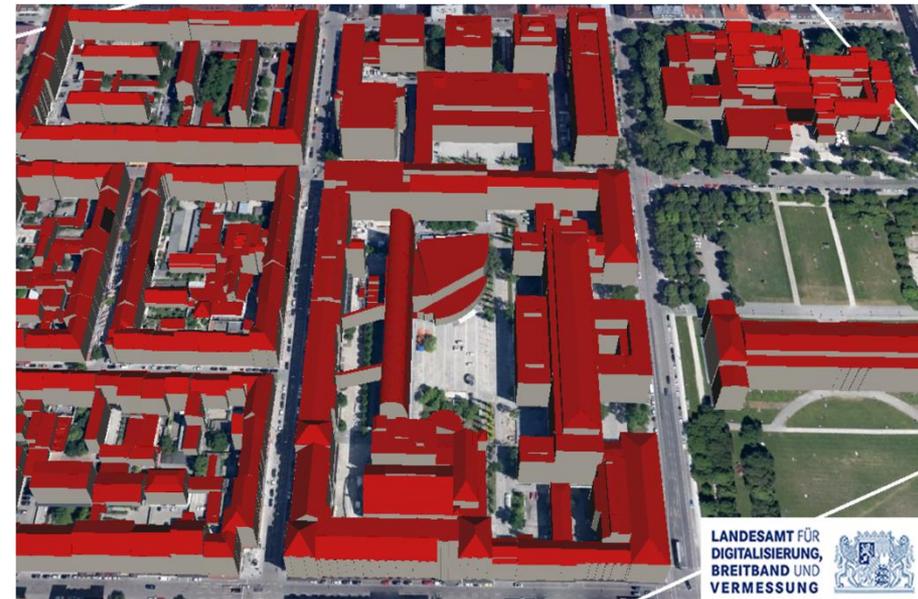
# Was verbindet die Disziplinen miteinander?



Bildquelle: [http://www.nesta.org.uk/sites/default/files/future\\_farms\\_infographic\\_precision\\_agriculture.jpg](http://www.nesta.org.uk/sites/default/files/future_farms_infographic_precision_agriculture.jpg)

# Digitale semantische Modelle der bebauten Umwelt

- ▶ Auf der Skala einzelner Bauwerke:  
**Building Information Modeling (BIM)**
- ▶ Auf der Skala von Stadtquartieren bis hin zu Regionen:  
**Semantische 3D-Stadt- und Landschaftsmodelle**



# Standardisierter Zugriff auf Stadtmodelle



Abbildung des Zustands einer Stadt zum Zeitpunkt  $t_i$



Virtuelle Durchführung geplanter Maßnahmen durch Modifikation des 3D-Modells

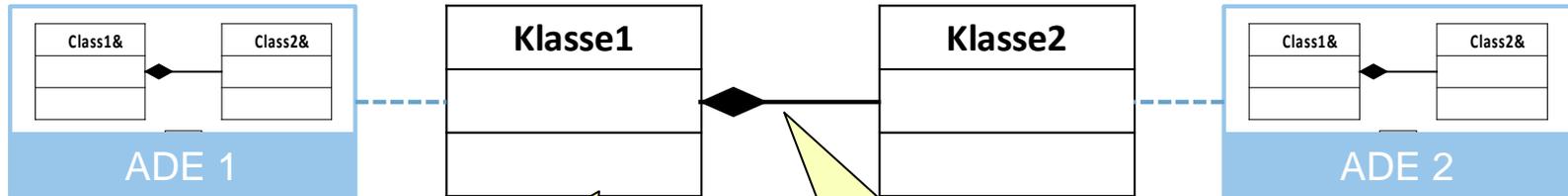
Energiebedarfs- & -erzeugungsschätzung

Lärmausbreitungssimulation & -kartierung

Immobilienmanagement & Urban FM

Vulnerabilitätsanalysen & Katastrophenmanagement

# Semantisches Modell der Kulturlandschaft



Die relevanten Objekte der Kulturlandschaft werden zu entsprechenden Klassen mit

- thematischen
- räumlichen
- zeitlichen

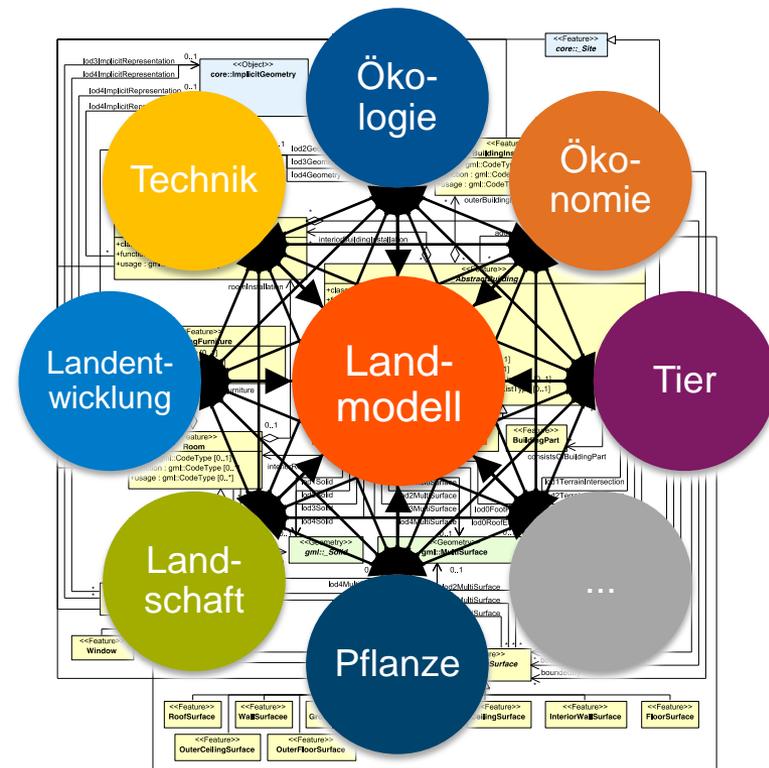
Eigenschaften zusammengefasst.

Beziehungen zwischen Klassen werden explizit repräsentiert

Klassen können um spezifische Eigenschaften einzelner Fachdisziplinen erweitert werden.

# Weshalb ein semantisches Datenmodell?

- ▶ Abbildung der Agrarlandschaft als **komplexes System interagierender und sich verändernder Objekte**
- ▶ Basis für die Entwicklung verschiedenster **Analysemethoden**
- ▶ Möglichkeit der **Erweiterung** des Kernmodells um **fachspezifische Inhalte**
- ▶ **Gemeinsames Systemverständnis**; Semantisches Datenmodell als **interdisziplinäre Integrationsplattform**



Bildquelle: OGC, 2012

# Digitales Modell der Kulturlandschaft

Echtzeit-Sensordaten  
zur Bodenfeuchte im  $A_p$

N-Saldo:  
119 kg N

Acker-  
randstreifen:  
573 m<sup>2</sup>

Acker-  
wertzahl: 87

## Landwirtschaftliche Parzelle

ObjektID: DEBYLI5975325415

Betrieb: 1726589745

Fläche: 3,836 ha

Viehbesatz:  
3,5 GV

Humusgehalt  
im  $A_p$ :  
14,3 %

Transportentfernung  
Hof-Feld:  
1,43 km

Deckungsbeitrag:  
1950 €

Abfolge d. Kulturen:  
2014: Winterrap  
2015: Winterweizen  
2016: ...

# Digitales Modell der Kulturlandschaft

Transportierte  
Erntemenge  
1.374 t FM

„Teil des  
Radwegs XY“

## Verkehrsweg

ObjektID: DEBYLI5978325417

Typ: Fahrwegspur

Länge: 487 m

Breite: 3 m

Kosten für  
Ausbau  
48.700 €

überregionale  
Erschließungsfläche:  
143 ha

# Digitales Modell der Kulturlandschaft – skalenübergreifend

## Laufstall

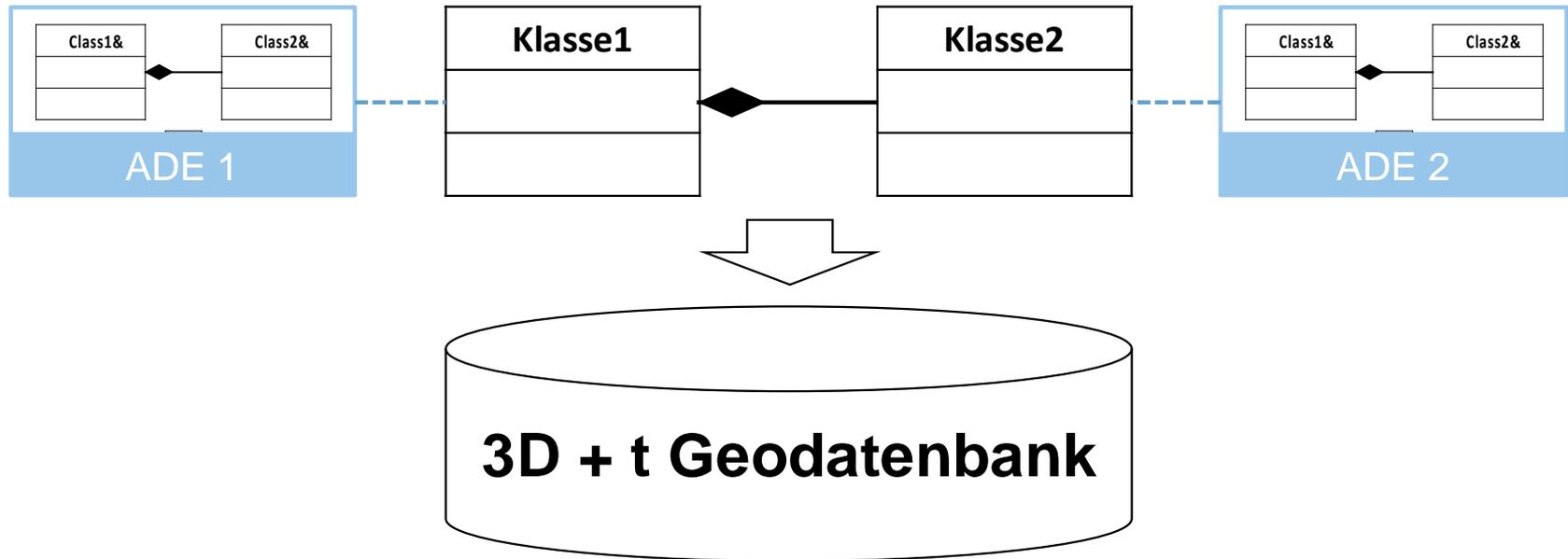
ObjektID: DEBYLI5971325417  
Baujahr: 2007

## Milchkuh

ObjektID: DEBYLI5975325417  
Name: Butzi  
Milchleistung: 11359 l  
Laktation: 3  
Laktationstag: 140  
TM-Aufnahme: 18,6 kg  
pH Pansen: 5,6

[http://www.stallplanung.at/s/cc\\_images/cache\\_35696578.jpg?t=1421229434](http://www.stallplanung.at/s/cc_images/cache_35696578.jpg?t=1421229434)

# Abbildung auf Geodatenbank + Analysewerkzeuge



# Aktuell verwendete Datengrundlagen

- ▶ **InVeKoS-Daten des BayStMELF**
  - Lage der Parzellen (ca. 1.800.000 Parzellen)
  - Adressdaten der landw. Betriebe (ca. 115.000 Datenpunkte)
- ▶ **Geobasisdaten des LDBV**
  - ATKIS<sup>®</sup>-Verkehrswegenetz (ca. 3.300.000 Segmente)
  - Amtl. Hauskoordinaten (ca. 3.500.000 Datenpunkte)

# **Anwendungsbeispiel 1**

## **Analyse der Formen und Größen von Feldstücken**

# Analyse geometrischer Parameter lw. Parzellen

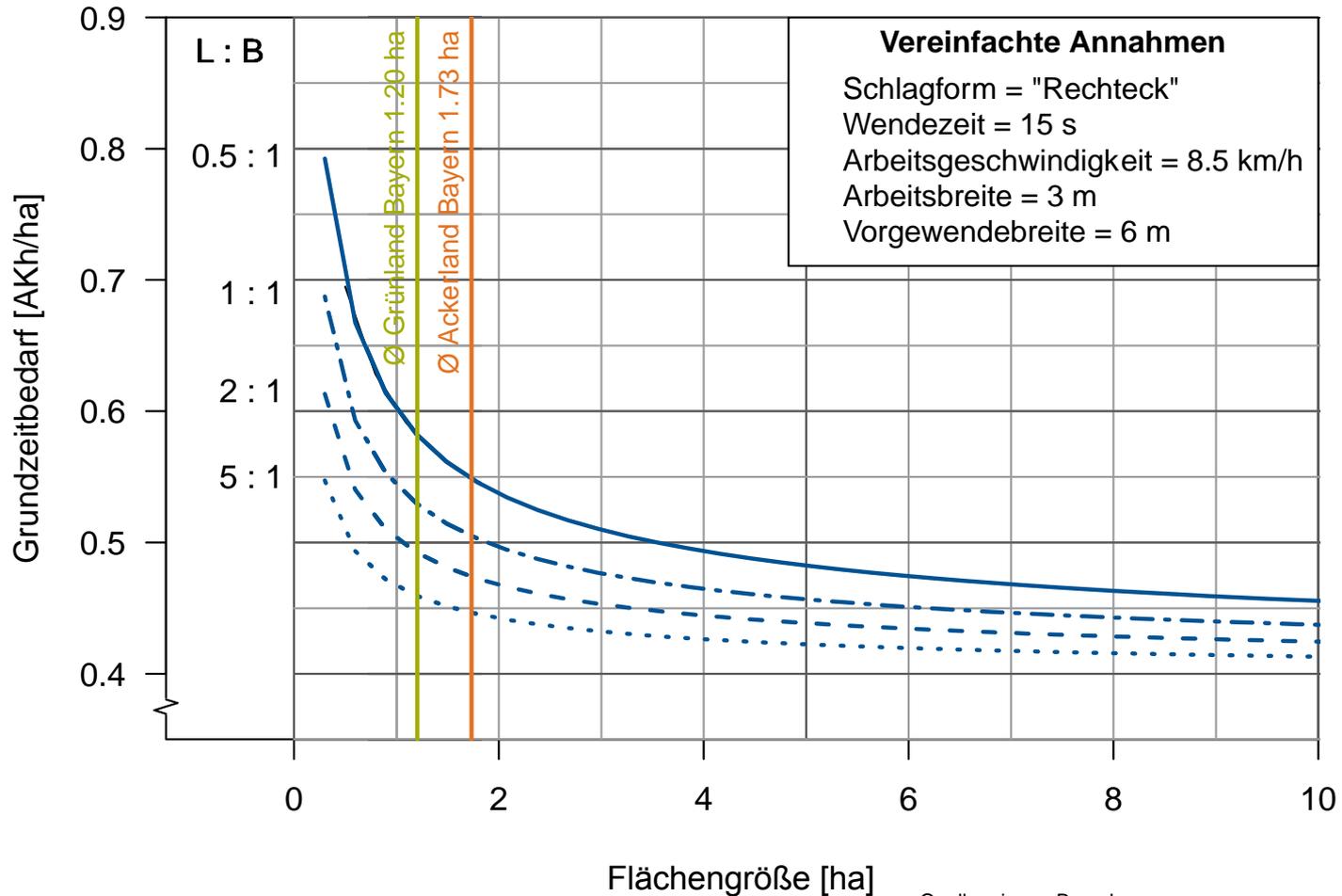


# Fachliche Fragestellungen

- ▶ Wie sehen bayernweit regionale Flächenstrukturen aus?
- ▶ Wie lassen sich die Wirkungen von Flurneuordnungsverfahren hinsichtlich arbeitswissenschaftlicher und agrarökologischer Aspekte quantifizieren und bewerten?
- ▶ In welchen Regionen kann eine verfahrensökonomisch optimale Bewirtschaftung stattfinden?
- ▶ Welche (Teil-)Flächen lassen sich vor dem Hintergrund des Greenings aus der Produktion nehmen?



# Effekte geometrischer Parameter landw. Parzellen auf den Arbeitszeitbedarf

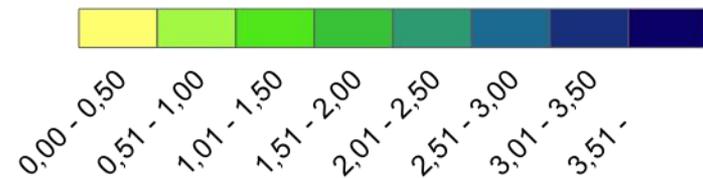
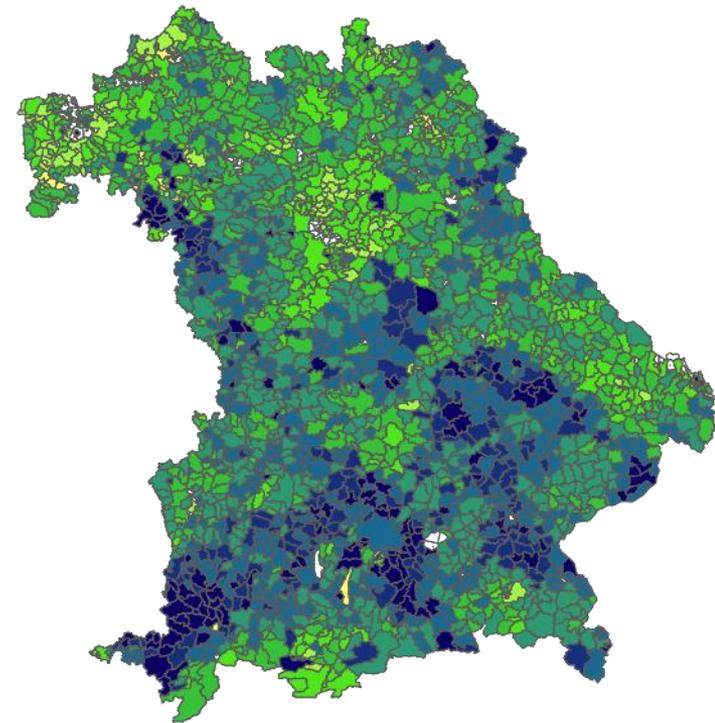
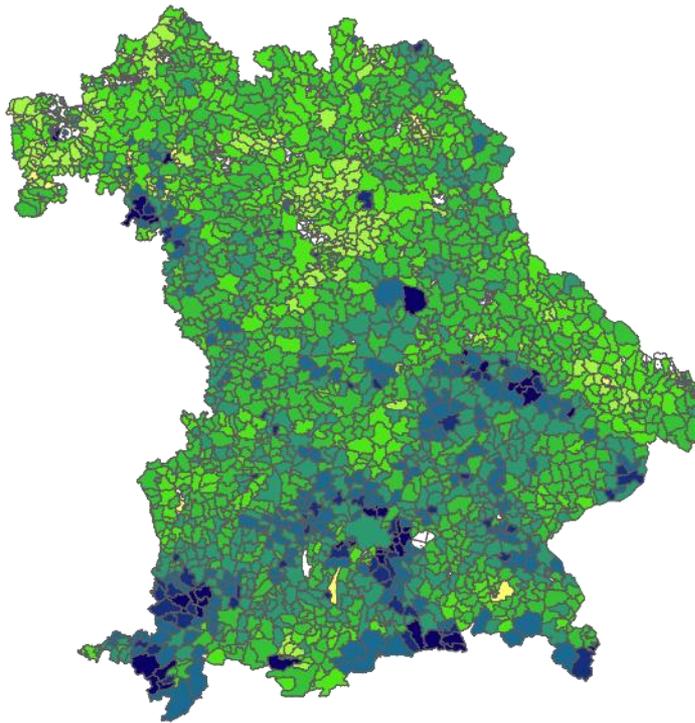


Quelle: eigene Berechnungen

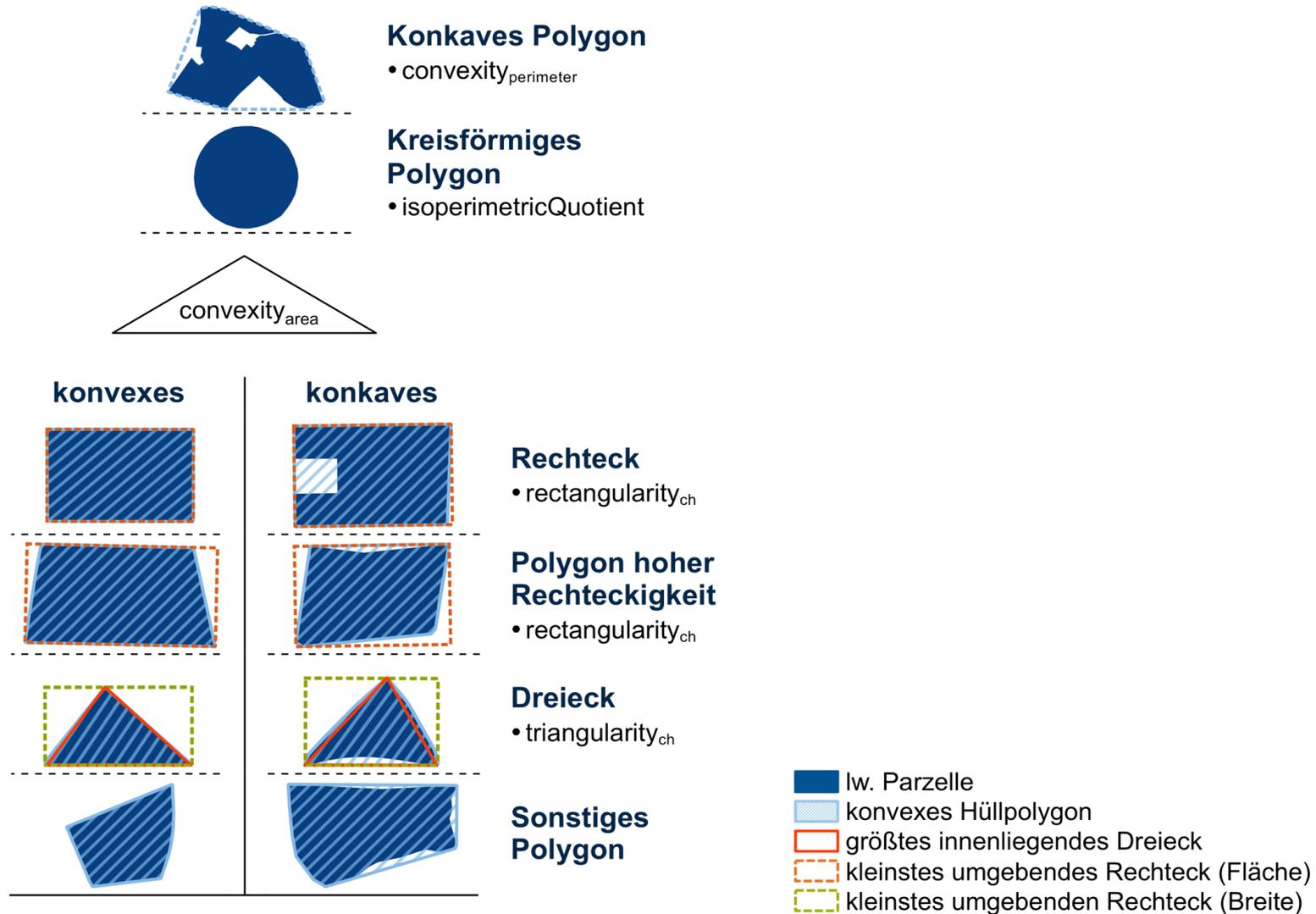
# Feldstückgrößen in Bayern

Arithmetischer Mittelwert [ha]

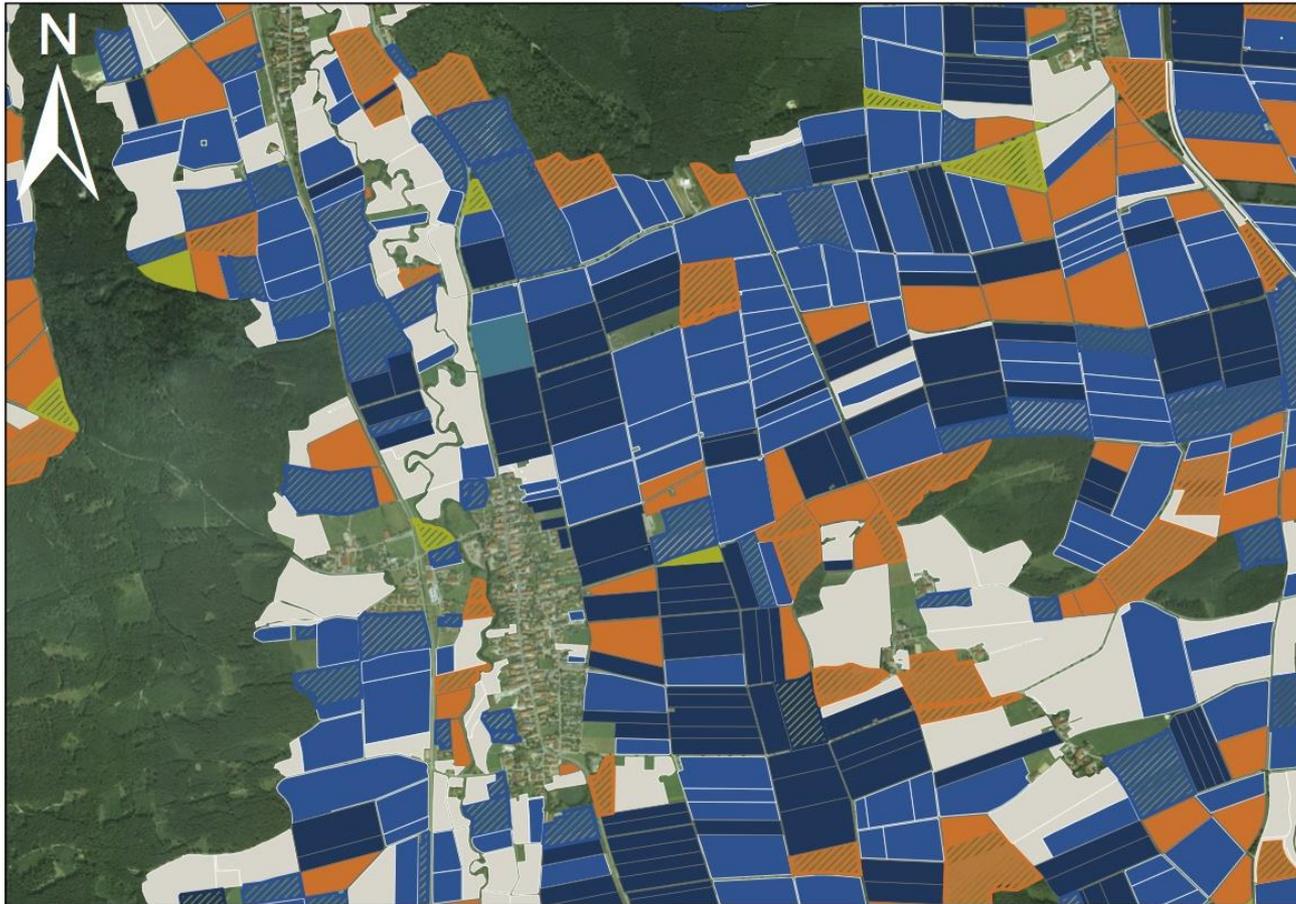
75 %-Quantil [ha]



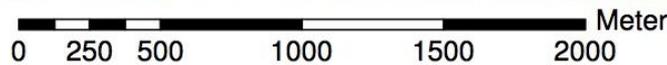
# Klassifikation der Form landwirtsch. Parzellen



# Klassifikation der Form landwirtsch. Parzellen



- konvexes Rechteck
- konvexes Polygon hoher Rechteckigkeit
- konvexes Quadrat
- konvexes Dreieck
- sonst. Polygon (conv.  $\geq 0.97$ )
- kreisförmiges Polygon
- konkaves Rechteck
- konkaves Polygon hoher Rechteckigkeit
- konkaves Quadrat
- konkaves Dreieck
- sonst. Polygon ( $0.90 \leq \text{conv.} < 0.97$ )
- konkaves Polygon



# **Anwendungsbeispiel 2**

## **Analyse und Optimierung landwirtschaftlicher Transportbeziehungen**

# Abschätzung der Transportwege Hof-Feld



Bildquelle: [www.claas.com](http://www.claas.com), [www.ropa-maschinenbau.de](http://www.ropa-maschinenbau.de), [www.amazone.de](http://www.amazone.de), [www.fliegl-agrartechnik.de](http://www.fliegl-agrartechnik.de), [www.hb-brantner.at](http://www.hb-brantner.at), [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)

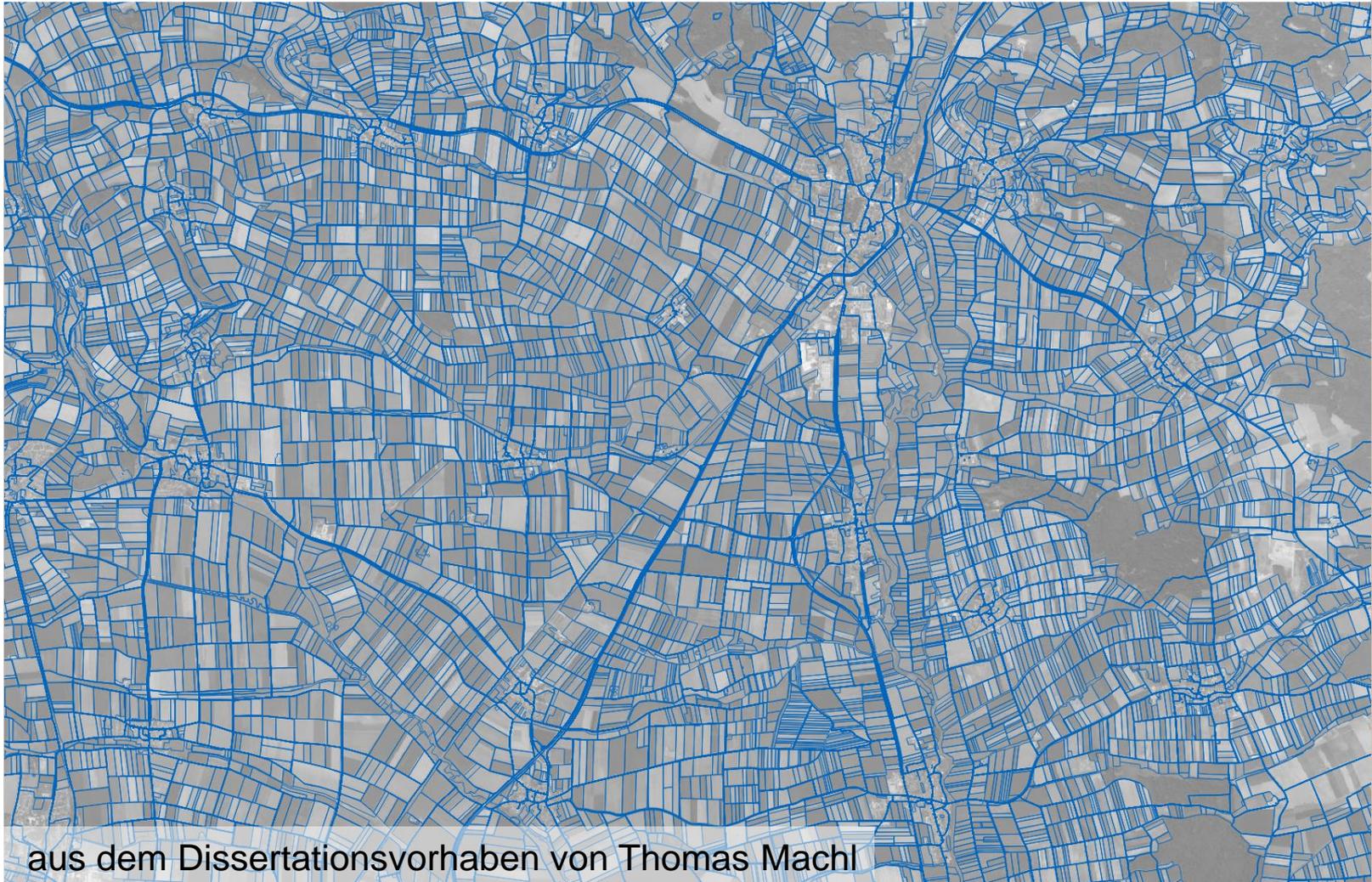
# 50 Jahre Entwicklung in der Landtechnik...



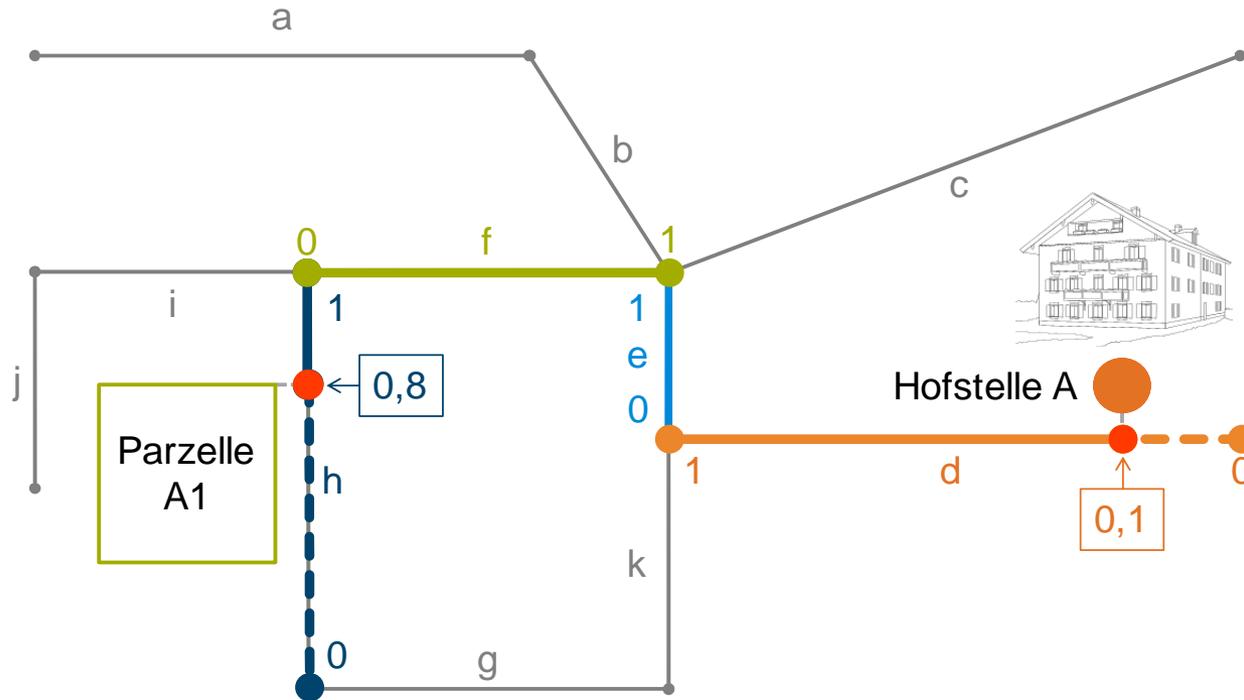
# Fragestellungen – Monitoring

- ▶ Wie groß sind (überregionale) Hof-Feld-Transportentfernungen in verschiedenen Regionen?
- ▶ Wie groß ist die (überregionale) Erschließungsfläche bzw. Belastung einzelner Wegsegmente?
- ▶ Welche landwirtschaftlichen Parzellen sind nicht oder nur unzureichend durch das bestehende Wegenetz erschlossen?
- ▶ Wo gibt es Schwachstellen im bestehenden Wegenetz, welche mehrere Betriebe oder ein großes Einzugsgebiet betreffen? Wie könnte der Ausbau des Wegenetzes auf Grundlage dieser Informationen priorisiert werden?

# Transportentfernung in der Landwirtschaft

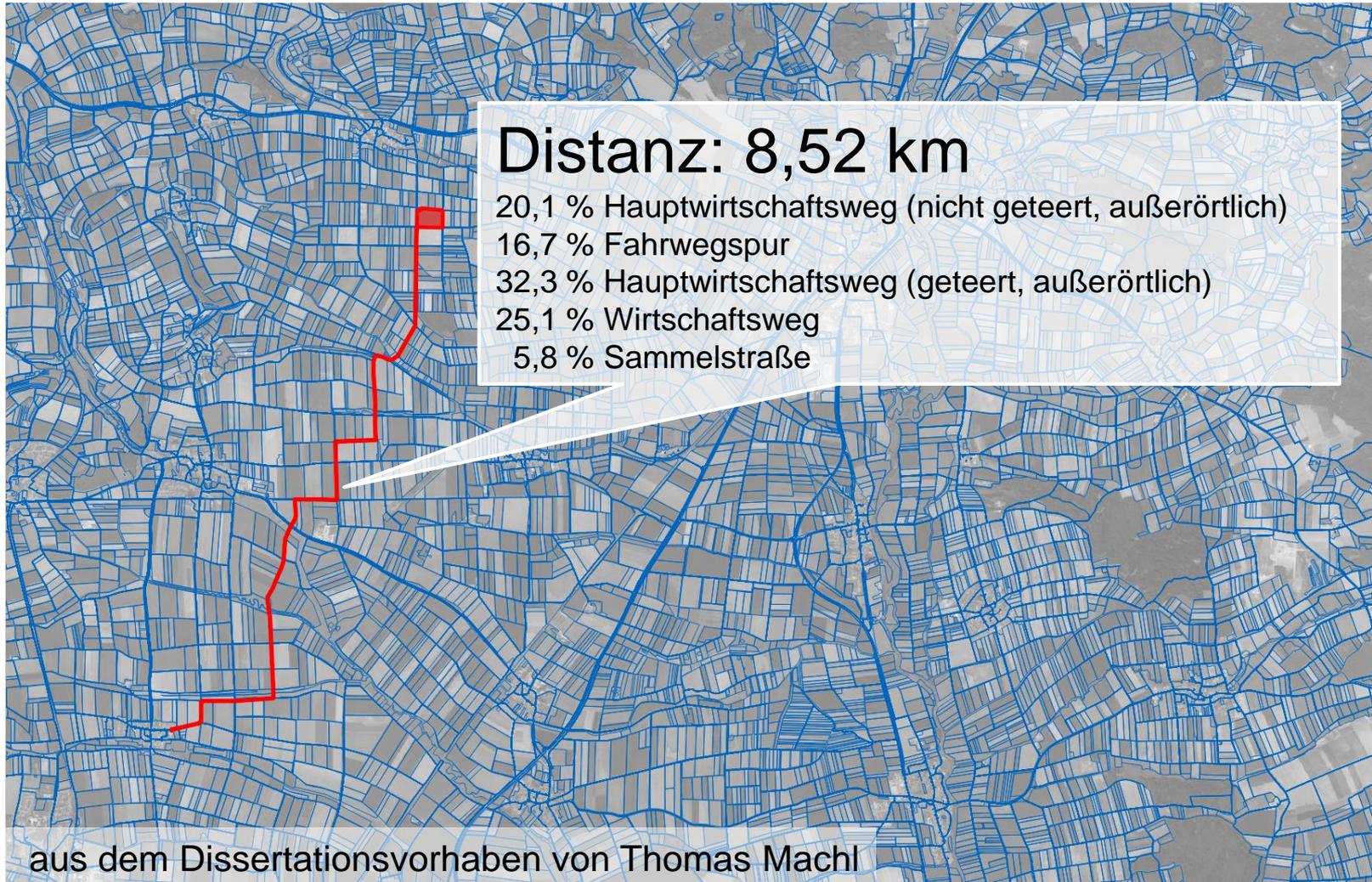


# Berechnung und Speicherung der Pfade



Hofstelle	Parzelle	Index	Segment	von	bis
A	A1	0	h	0,8	1,0
A	A1	1	f	0,0	1,0
A	A1	2	e	1,0	0,0
A	A1	3	d	1,0	0,1

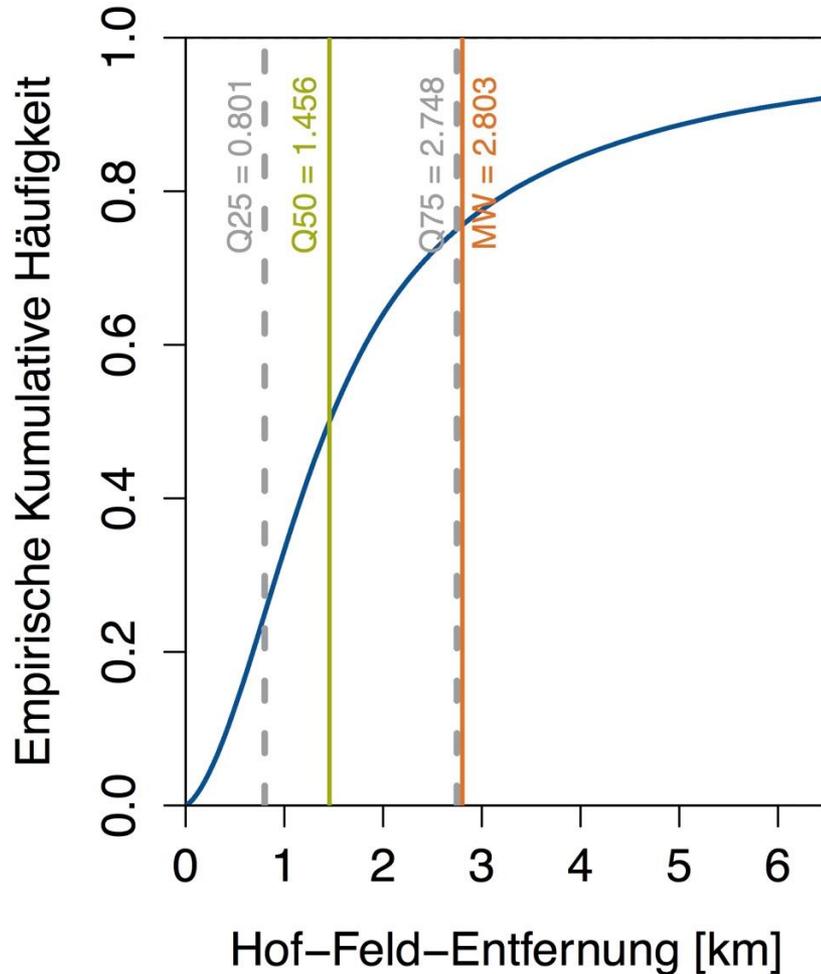
# Transportentfernung in der Landwirtschaft



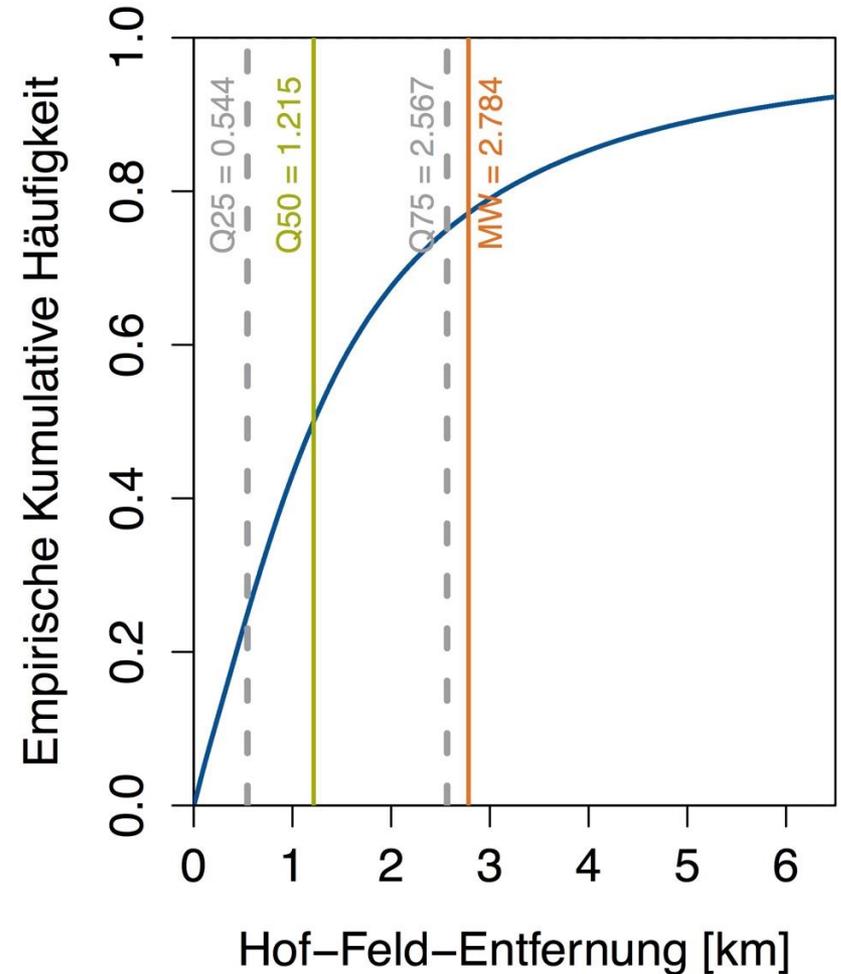
# Hof-Feld-Entfernung in Bayern

(kürzeste Distanz; 2014)

Ackerfläche



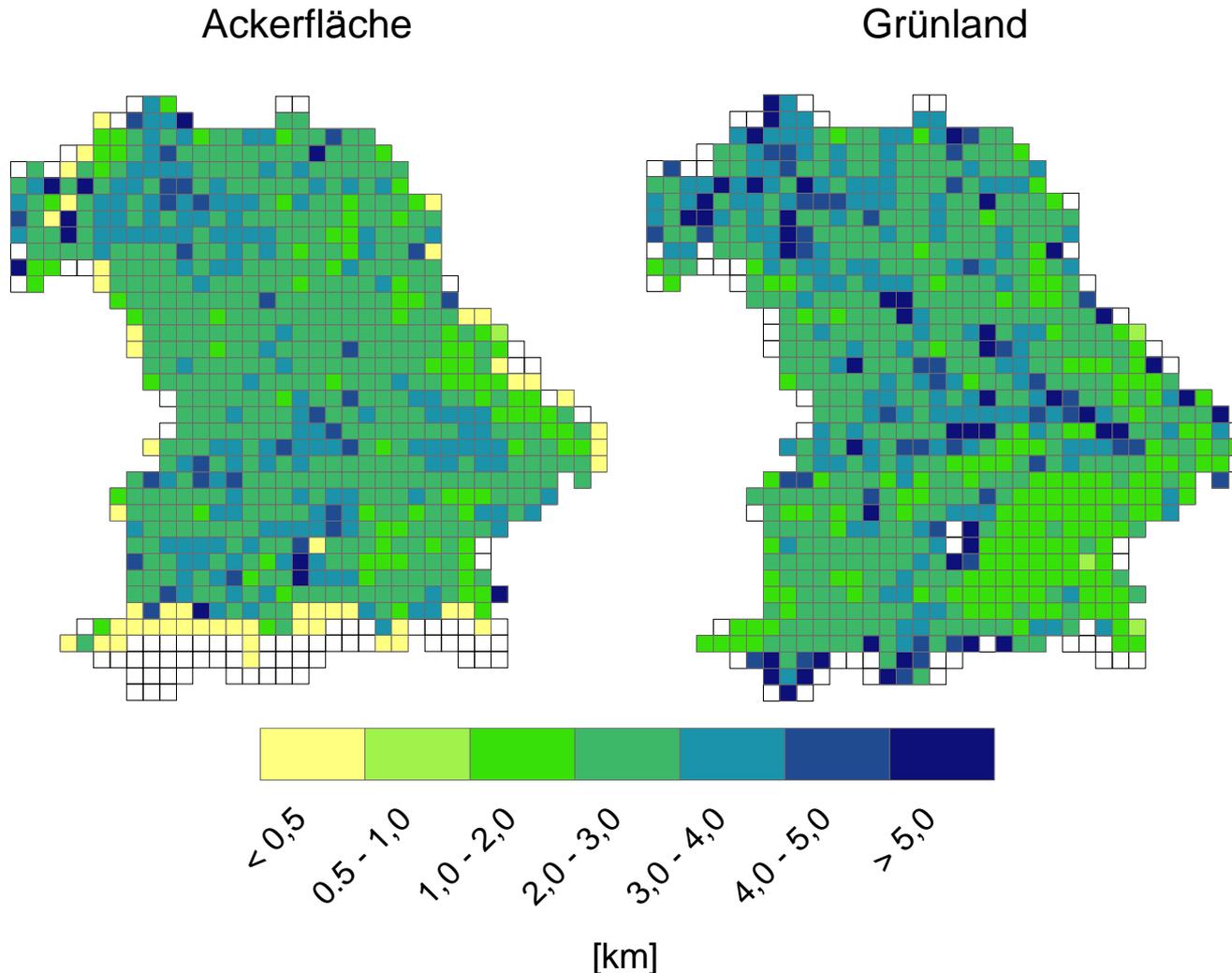
Grünland



aus dem Dissertationsvorhaben von Thomas Machl

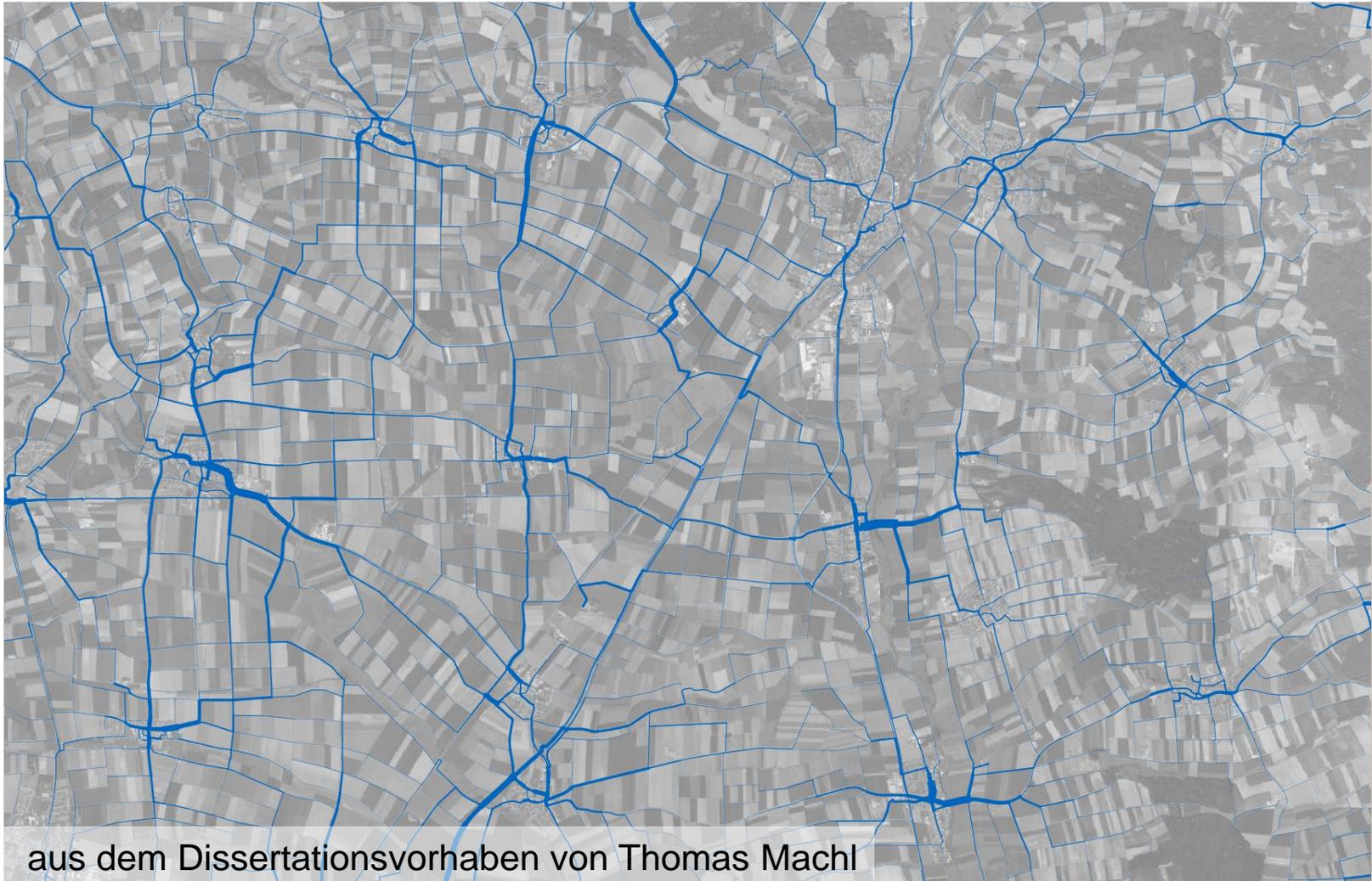
# Hof-Feld-Entfernung in Bayern – 75 % Quantil

(nach Lage des Feldstücks; Rasterweite 10 km; 2014)



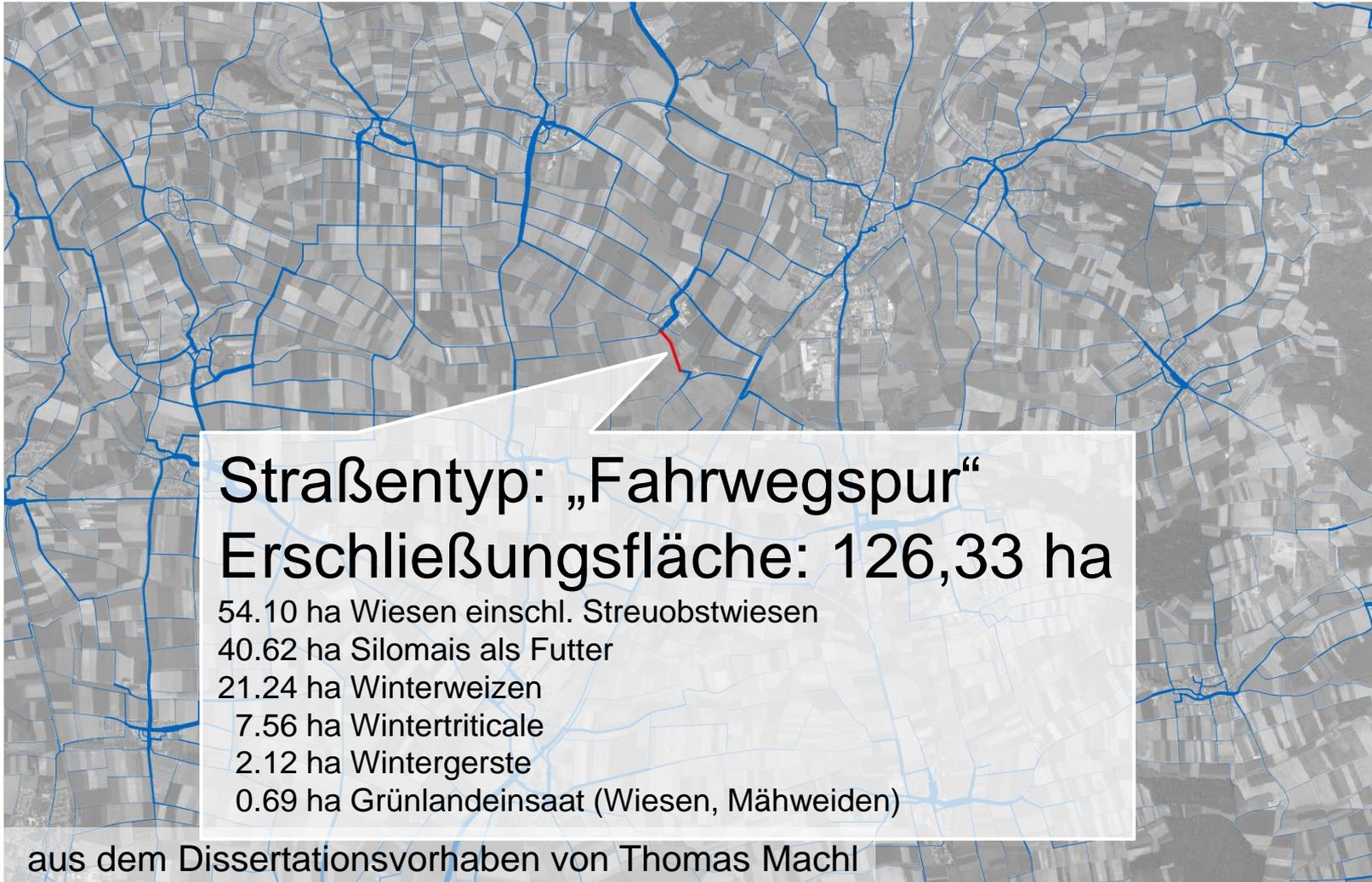
aus dem Dissertationsvorhaben von Thomas Machl

# Erschließungsfläche von Wegsegmenten



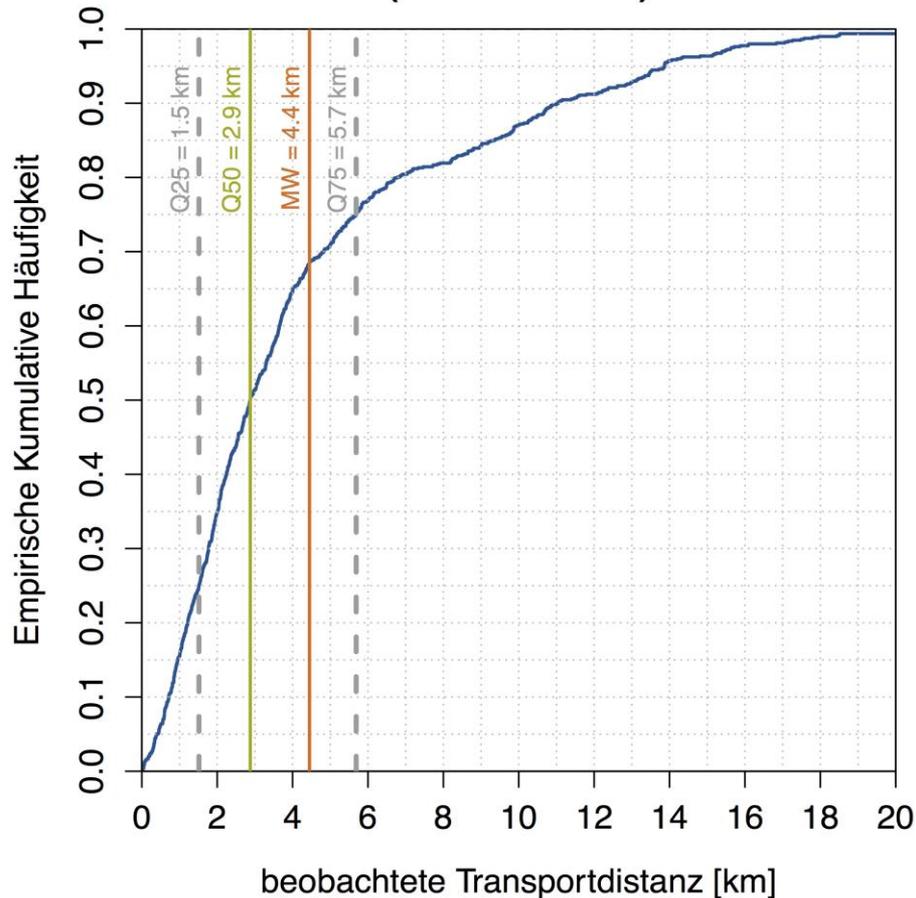
aus dem Dissertationsvorhaben von Thomas Machl

# Erschließungsfläche von Wegsegmenten

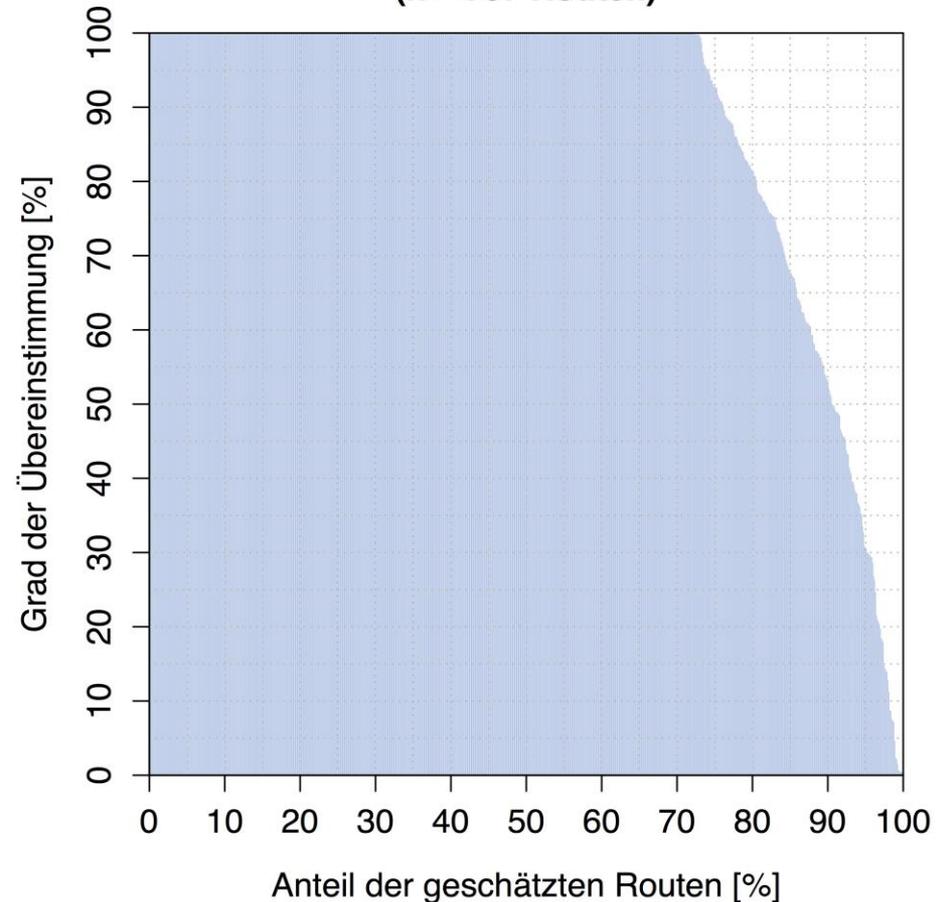


# Validierung der Wegschätzung

**Beobachtete Transportdistanzen**  
(n = 797 Routen)



**Grad der Übereinstimmung**  
(n = 797 Routen)



# Vom Monitoring zum Geodesign

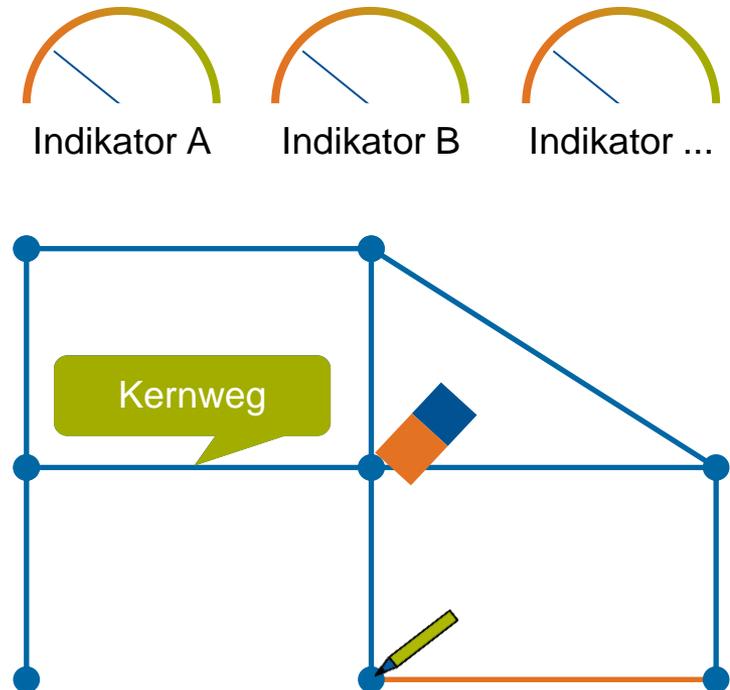
▶ Ziel: Enge Kopplung von Entwurf und Wirkungsanalyse

▶ **Wegenetzplanung:**

- Abschätzung der Baukosten und Effekte auf Transportdistanzen
- Abschätzung der Wirkungen auf den Ressourcenschutz (Wasserabfluss, Erosion)

▶ **Neuverteilung:**

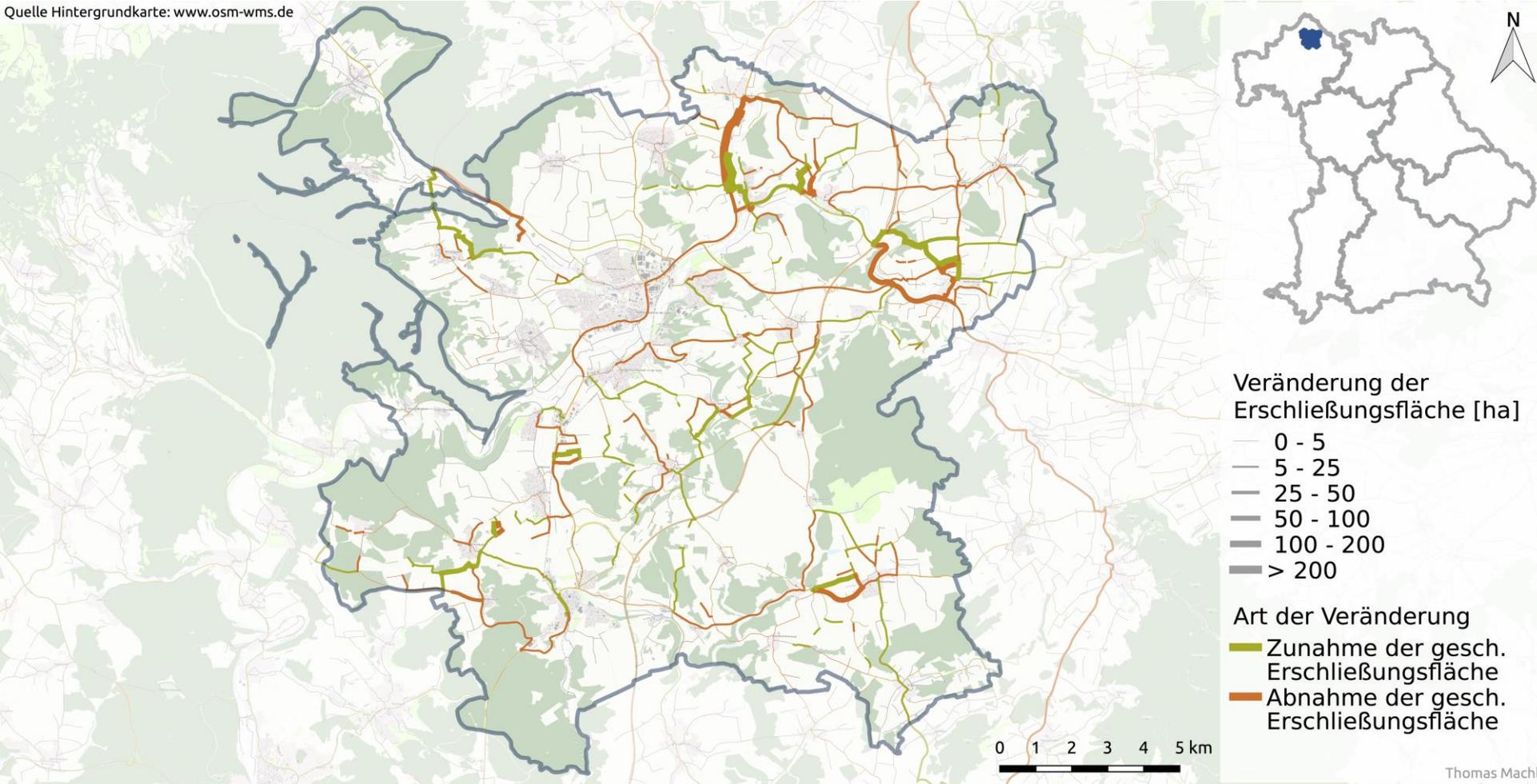
- Abschätzung der agrarstrukturellen Verbesserung
- Abschätzung auf der Wirkungen auf den Ressourcenschutz (Erosion, Wasserabfluss)





# Nutzung der Analyseergebnisse in der Planung

Quelle Hintergrundkarte: [www.osm-wms.de](http://www.osm-wms.de)



Veränderung der geschätzten Erschließungsfläche durch virtuelle Ertüchtigung "landwirtschaftlicher Kernwege"

# Zusammenfassung & Fazit

- ▶ Digitalisierung der Landwirtschaft umfasst auch die **Virtualisierung des ländlichen Raumes**
  - Semantisches und raum-zeitliches Modell der Kulturlandschaft
  - liefert Raumbezug für Fachdaten; intuitive Visualisierung
  - **„Digitaler Zwilling“** der physischen Realität
- ▶ Fachspezifische Informationen können den Objekten des Landmodells zugeordnet werden
  - darüber **implizite Verknüpfung** der Informationen der **Fachgebiete**
  - Objekte des Landmodells sind **„gemeinsame Nenner“**
- ▶ Berechnungen / Simulationen / Abschätzungen auf der Basis des virtuellen Modells
  - für **Monitoring** sowie **Planungsunterstützung**
- ▶ Einheitliches Modell → Markt für Werkzeuge