

LandModell^{TUM}

Analyse landwirtschaftlicher Transportbeziehungen

Thomas Machl, M.Sc.

Prof. Dr. Thomas H. Kolbe

Technische Universität München
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
Lehrstuhl für Geoinformatik

Wege mit Zukunft - Wegebautagung

Berlin, 20.06.2017

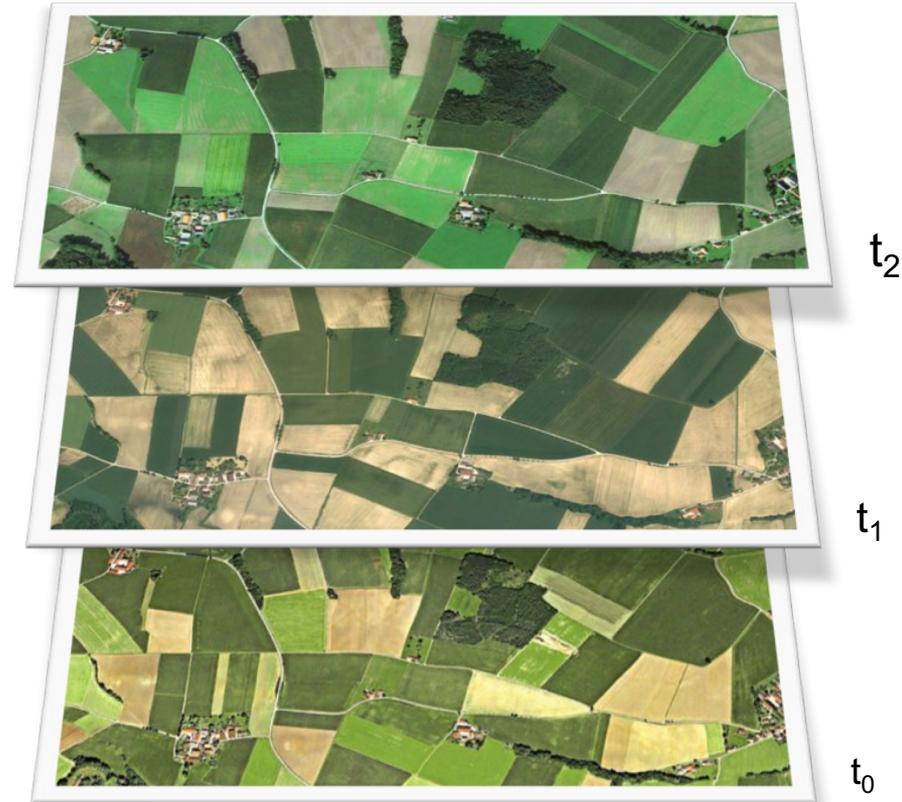
Projektförderung:



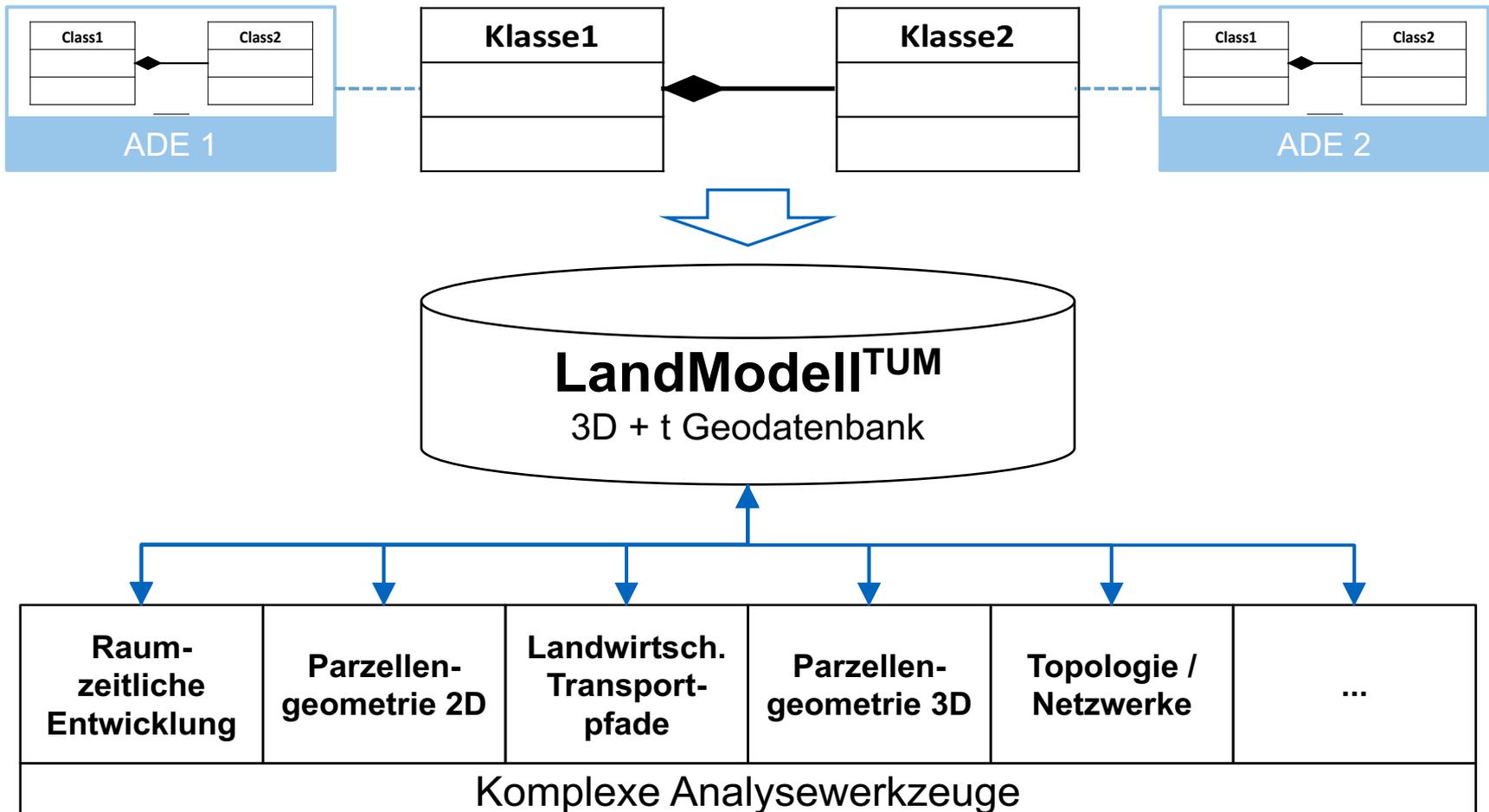
Bayerische Verwaltung
für Ländliche Entwicklung

Projektziele

- Entwicklung eines Systems für ein **skalenübergreifendes, flächendeckendes und fortlaufendes Monitoring** der Agrarlandschaft
- **Erkennung, Dokumentation und Analyse** von **Veränderungen** einzelner Elemente
 - geometrische Veränderungen
 - thematische Veränderungen
- Entwicklung von Werkzeugen zur **umfassenden und tiefgreifenden Analyse** der Agrarlandschaft



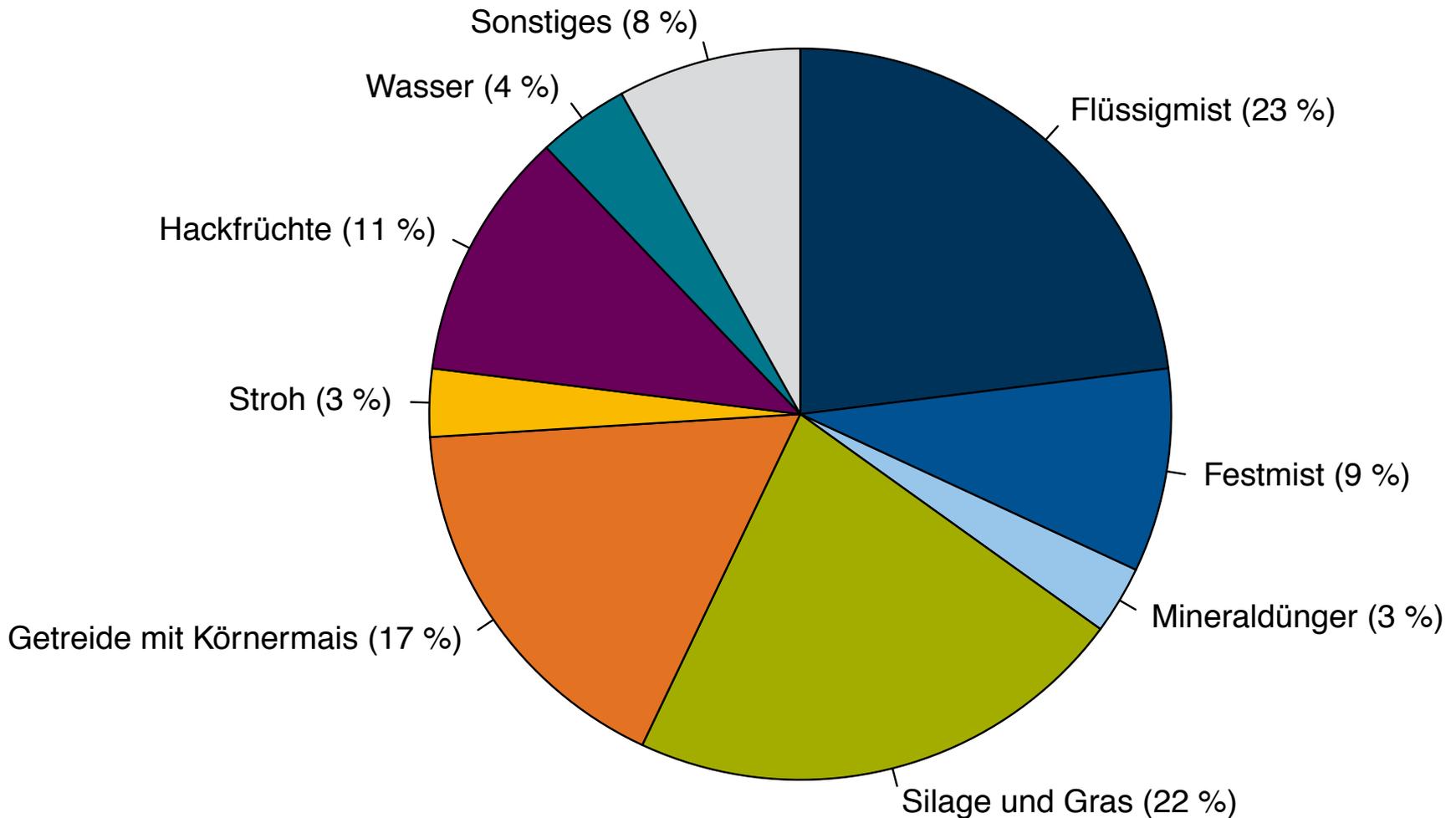
Kernidee: Kopplung von semantischem Datenmodell und komplexen Analysewerkzeugen



“Die Landwirtschaft ist ein Transportgewerbe wider Willen”

Schurig-Markee (1861 - 1932)
(zitiert in Heuser, 1952)

Stand des Wissens – Landw. Transportgüter



Eigene Abbildung nach Bernhardt, 2005

Stand des Wissens – Transportentfernungen in der Landwirtschaft

„... Bei einer mittleren Transportentfernung von **3,9 km** ...“
Bernhardt, 2005

„Annahmen: [...] - ∅ einfache Hof-Feld-Entfernung: **2 km**“
LfL, 2008

„Im Durchschnitt werden im Jahr in der Bundesrepublik Deutschland zirka 500 Mio. t Güter von Landwirten über eine durchschnittliche Hof-Feld-Entfernung von **4 km** transportiert.“
Reckleben, 2014

„Die durchschnittliche Hof-Feld-Entfernung liegt bei ‚kleinen‘ Marktfruchtbetrieben bei **2,13 km**, bei ‚mittleren‘ bei **3,95 km** und bei ‚großen‘ sogar bei **6,7 km**. Bei Futterbaubetrieben ist die Situation ähnlich, hier liegt sie bei den kleinen bei **1,93 km**, bei den ‚mittleren‘ bei **3,20 km** und bei den ‚großen‘ Betrieben bei **7 km**. Hinsichtlich der Mischbetriebe sieht die Situation nur bei den ‚mittleren‘ mit **2,81 km** und den ‚großen‘ Betrieben mit **4,82 km** etwas besser aus“
Bernhardt, 2001

„Bei einem Ertrag von 45 t Frischmasse/ha und einer mittleren Transportentfernung von **7,5 km** ...“
KTBL, 2013

50 Jahre Landtechnik-Entwicklung...



... und mögliche Weiterentwicklungen...



... und mögliche Weiterentwicklungen...

MARS
Mobile Agricultural Robot Swarms

SATELLITES

CLOUD

- OptiVisor Algorithm
- Task Planning
- Data Management

TABLET

- Operation
- Monitoring
- Diagnostics
- Updates

LOGISTIC UNIT

- Seeds Reservoir
- Energy Reservoir
- Communication Relay
- Robot Carrier
- RTK Base Station

ROBOTS

- Seeding Unit
- Communication
- GNSS Receiver
- Drive Control
- Error Detection

Quelle: fendt.com

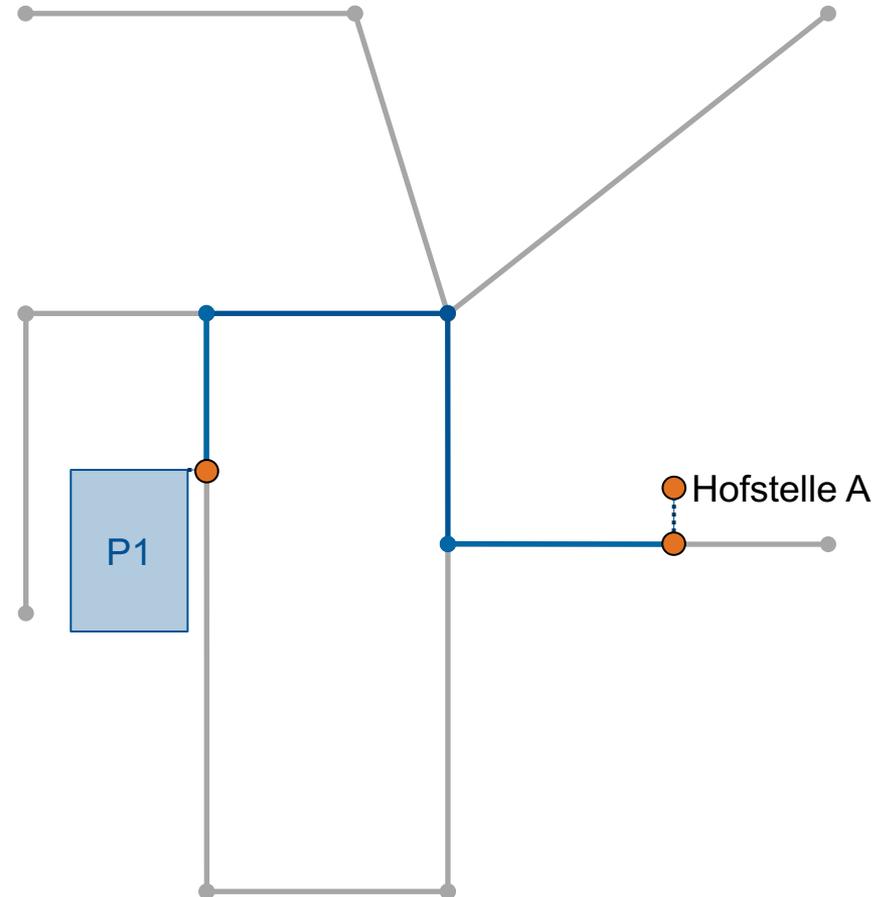
Quelle: Privatarchiv

Zielstellung

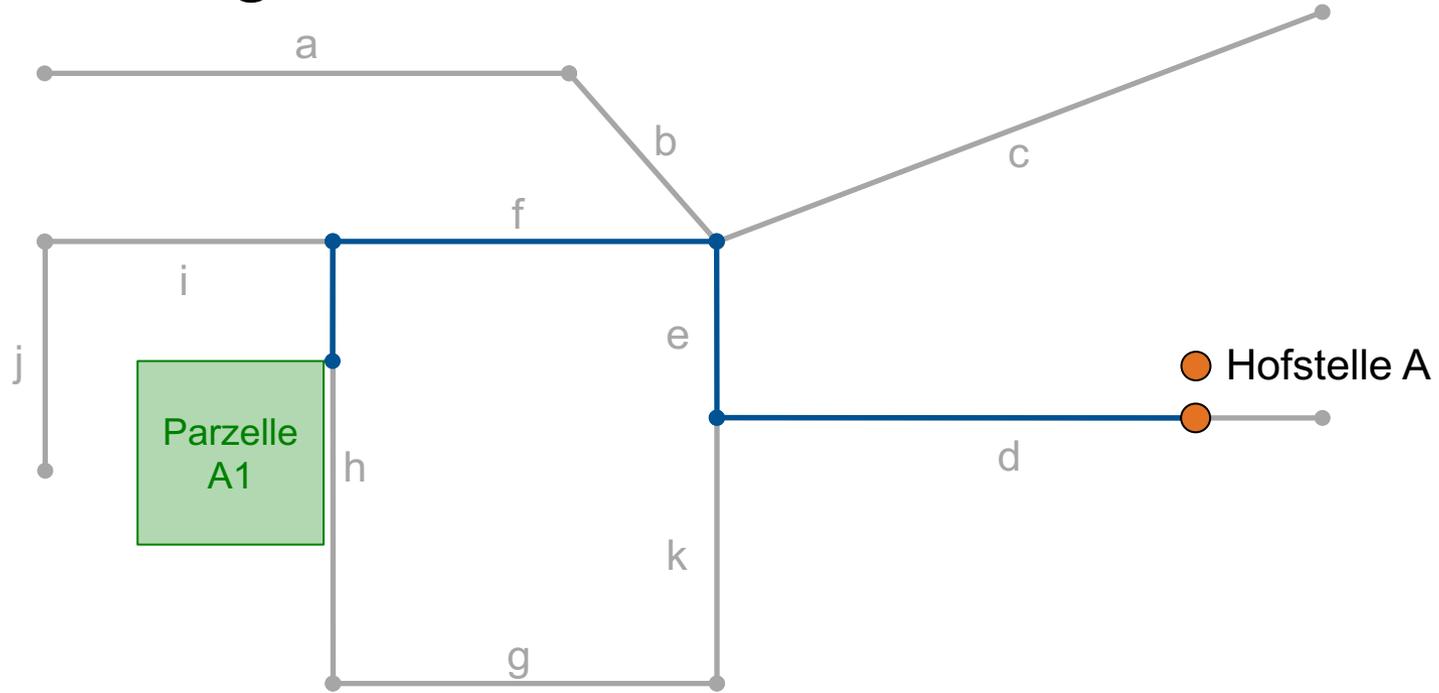
- Landesweit flächendeckendes Monitoring aller Hof-Feld-Transportbeziehungen bei gleichzeitig hoher Detailschärfe auf Ebene von Einzelobjekten
- Performante, genaue, automatisierte und flächendeckende Berechnung aller Hof-Feld-Transportpfade in Bayern (kürzeste Distanz + kürzeste Fahrzeit)
- Berechnung auf Grundlage landesweit verfügbarer Geo(basis)daten

Methode

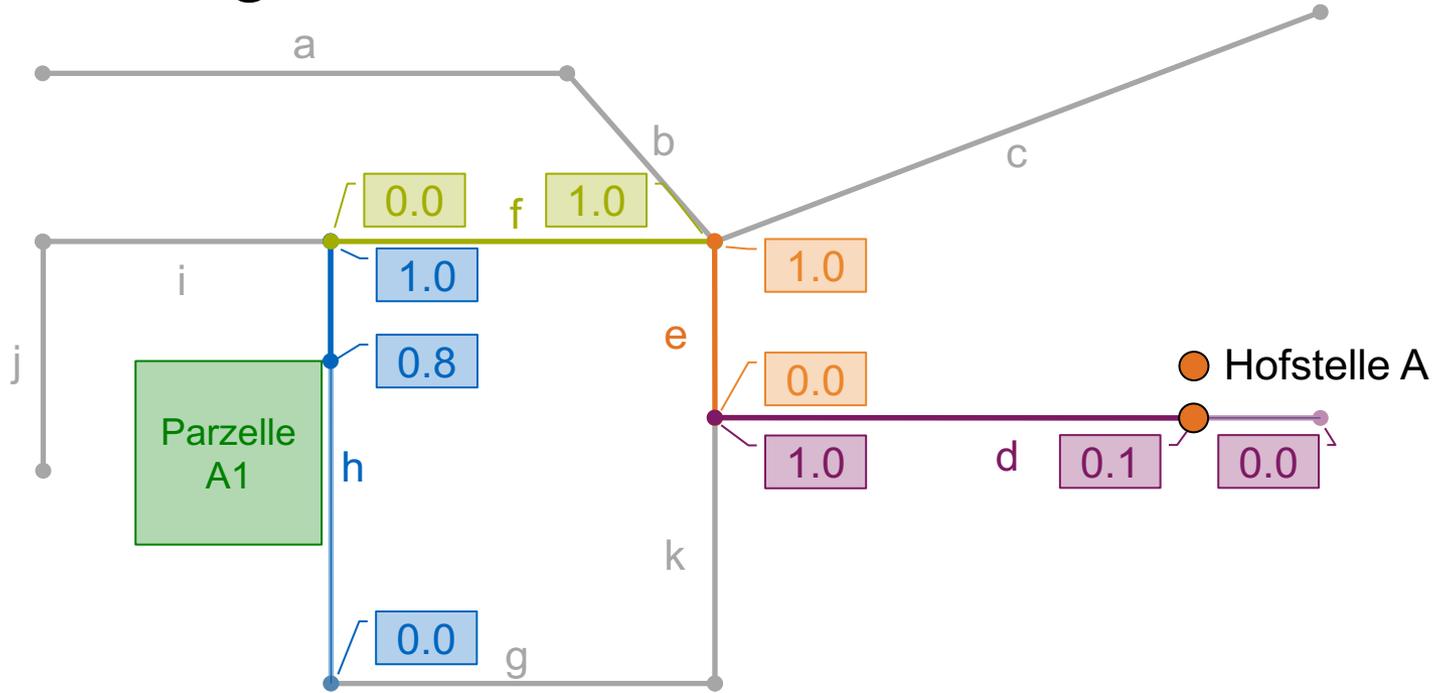
- Zentrale Annahmen:
 - Adresse des Betriebsinhabers entspricht Lage der Hofstelle
 - Start- und Endsegmente des Pfades entsprechen den n der Parzelle und m der Hofstelle am nächsten gelegenen Wegsegmente innerhalb einer maximalen Entfernung d_h zur Hofstelle bzw. d_p zur Parzelle
 - Fahrweg Hof-Feld entspricht Pfad der geringsten Kosten (Entfernung bzw. Fahrzeit)
- Berechnung der Pfade mit Hilfe bekannter Kürzeste-Wege-Algorithmus (z.B. nach Dijkstra, 1959)



Speicherung der Pfade als Summe ihrer Teile



Speicherung der Pfade als Summe ihrer Teile



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

Datengrundlagen für die Pfadberechnung

InVeKoS-Daten des BayStMELF

- Lage der Parzellen (ca. 1.800.000 Feldstücke)
- Adressdaten der landw. Betriebe (ca. 115.000 Datenpunkte)

Geobasisdaten des LDBV

- ATKIS®-Verkehrswegenetz (ca. 3.300.000 Segmente)
- Amtl. Hauskoordinaten (ca. 3.500.000 Datenpunkte)

GPS-Tracks landw. Fahrzeuge

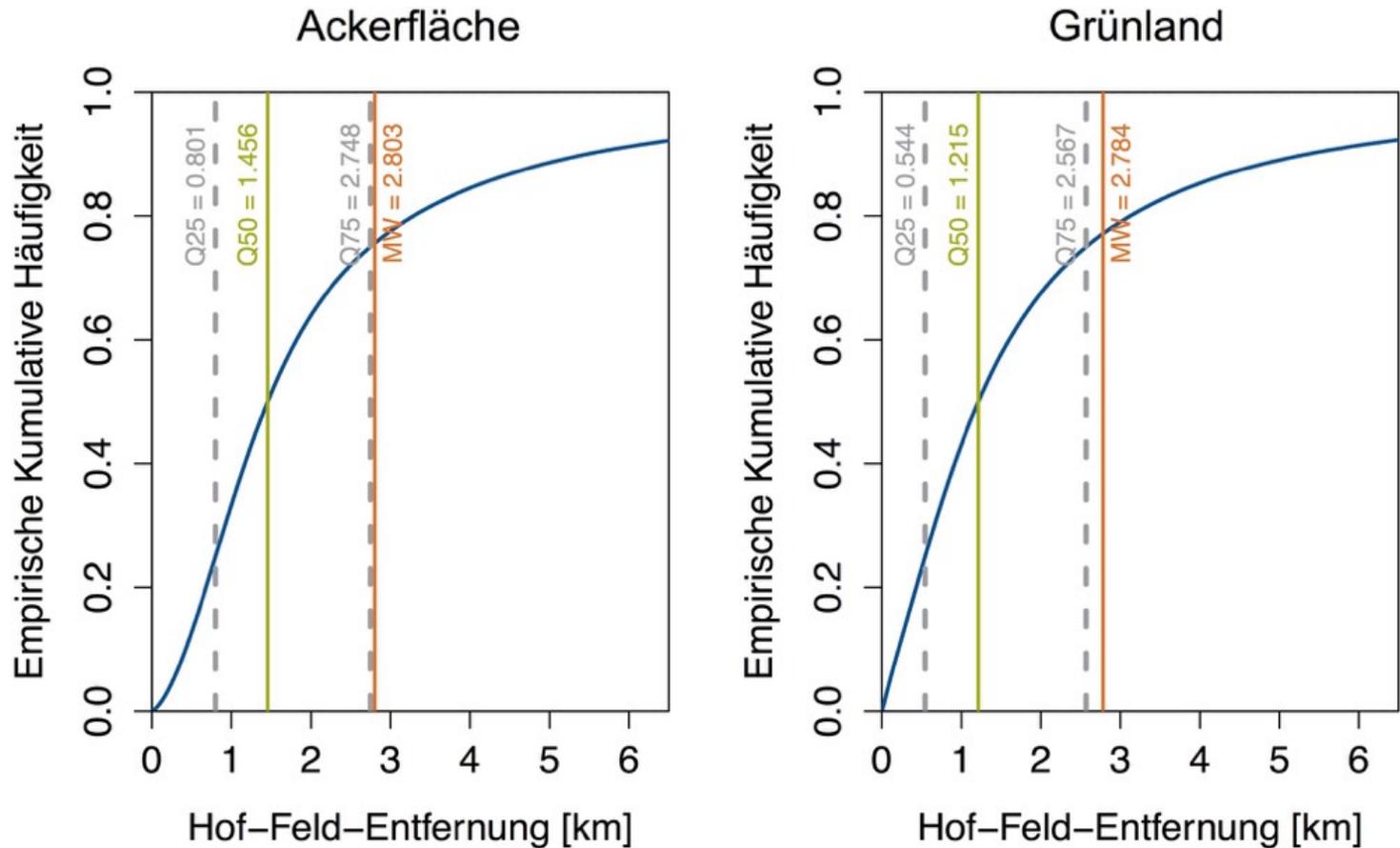
- > 11.000.000 Positionsdaten landwirtschaftlicher Fahrzeuge und Fahrzeuggespanne

Abschätzung landw. Transportpfade



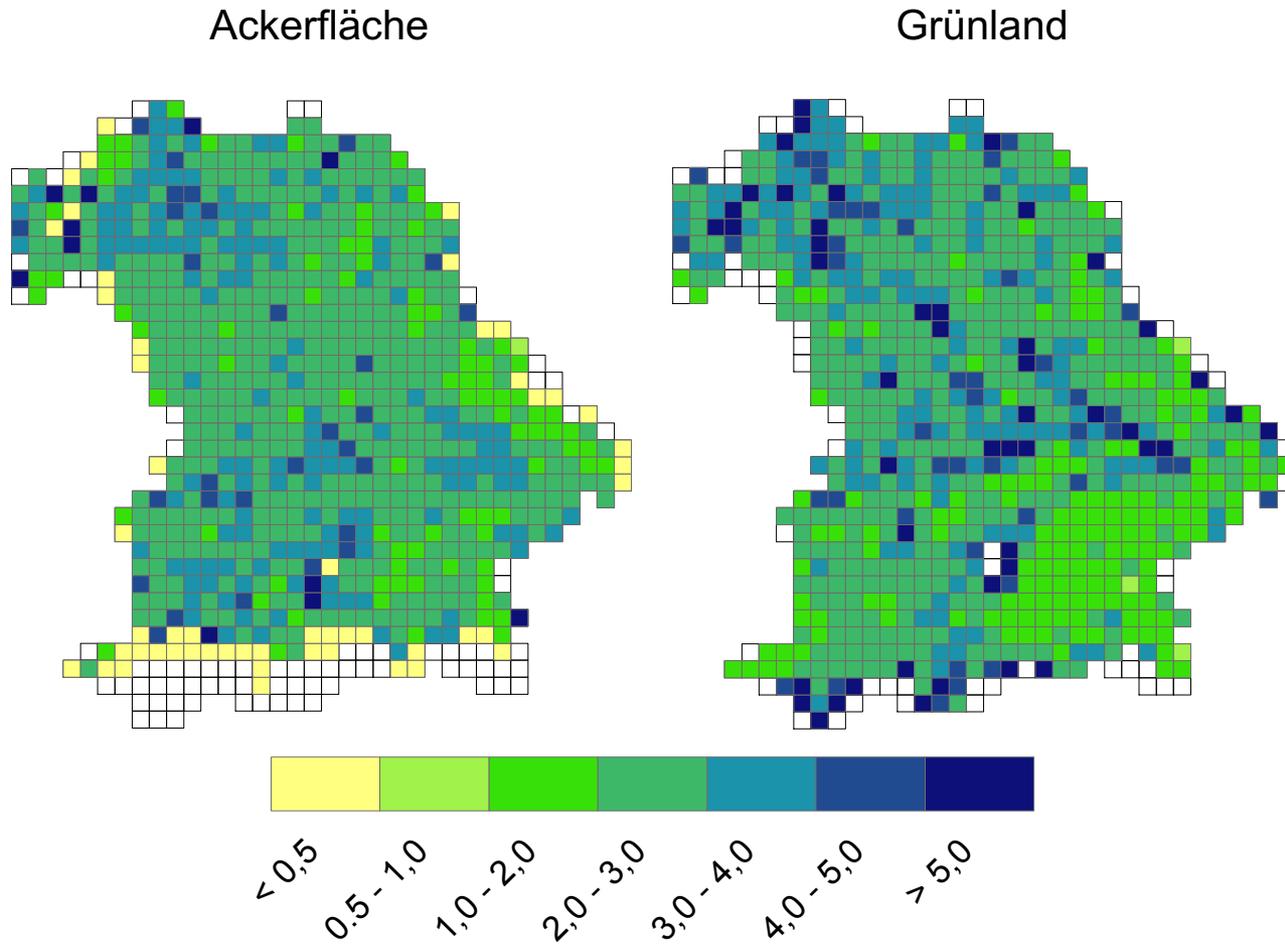
Landwirtschaftliche Transportentfernungen in BY

(Annahme: kürzeste Hof-Feld-Route; Angaben in km)

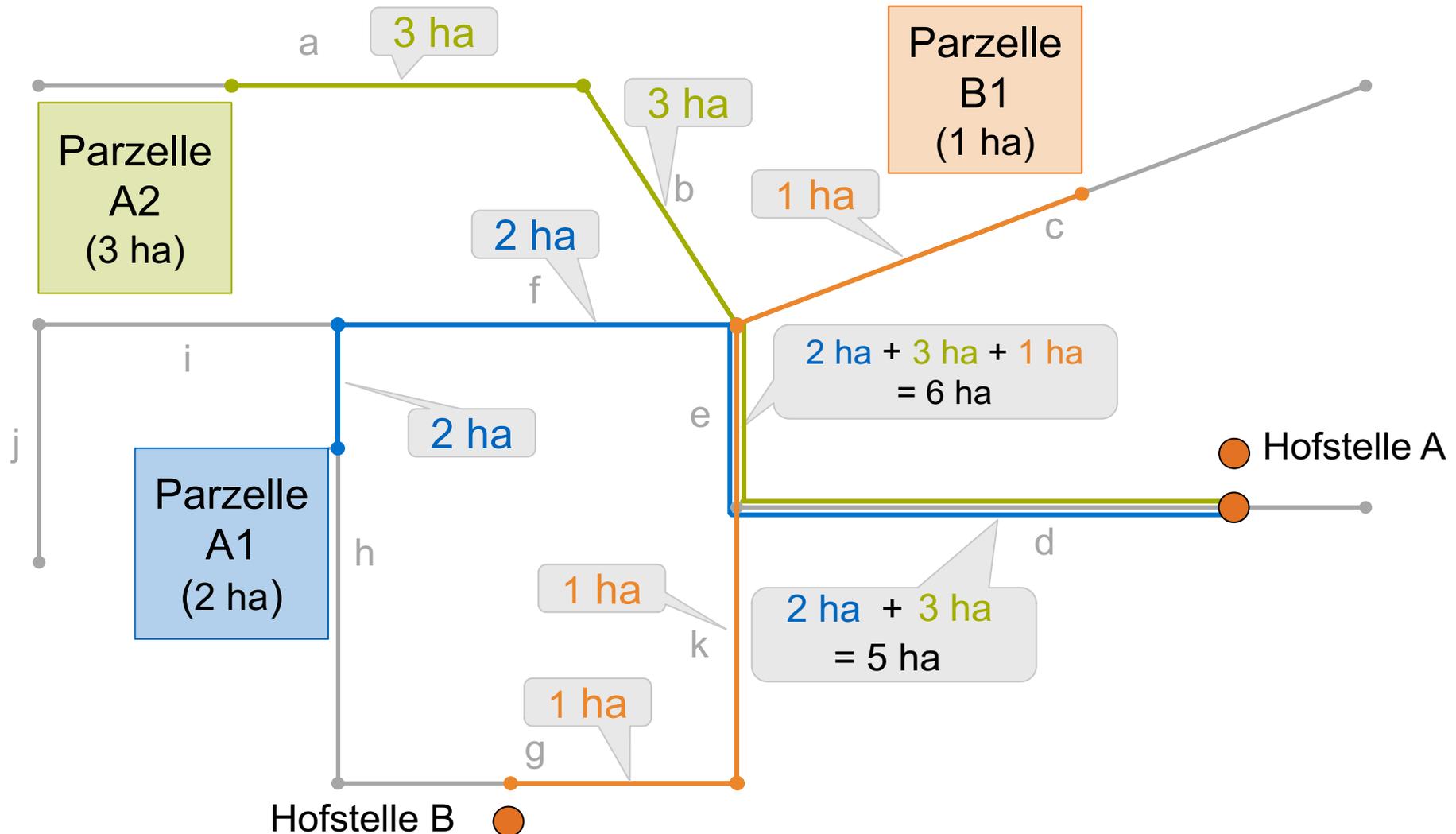


Landwirtschaftliche Transportentfernungen in BY

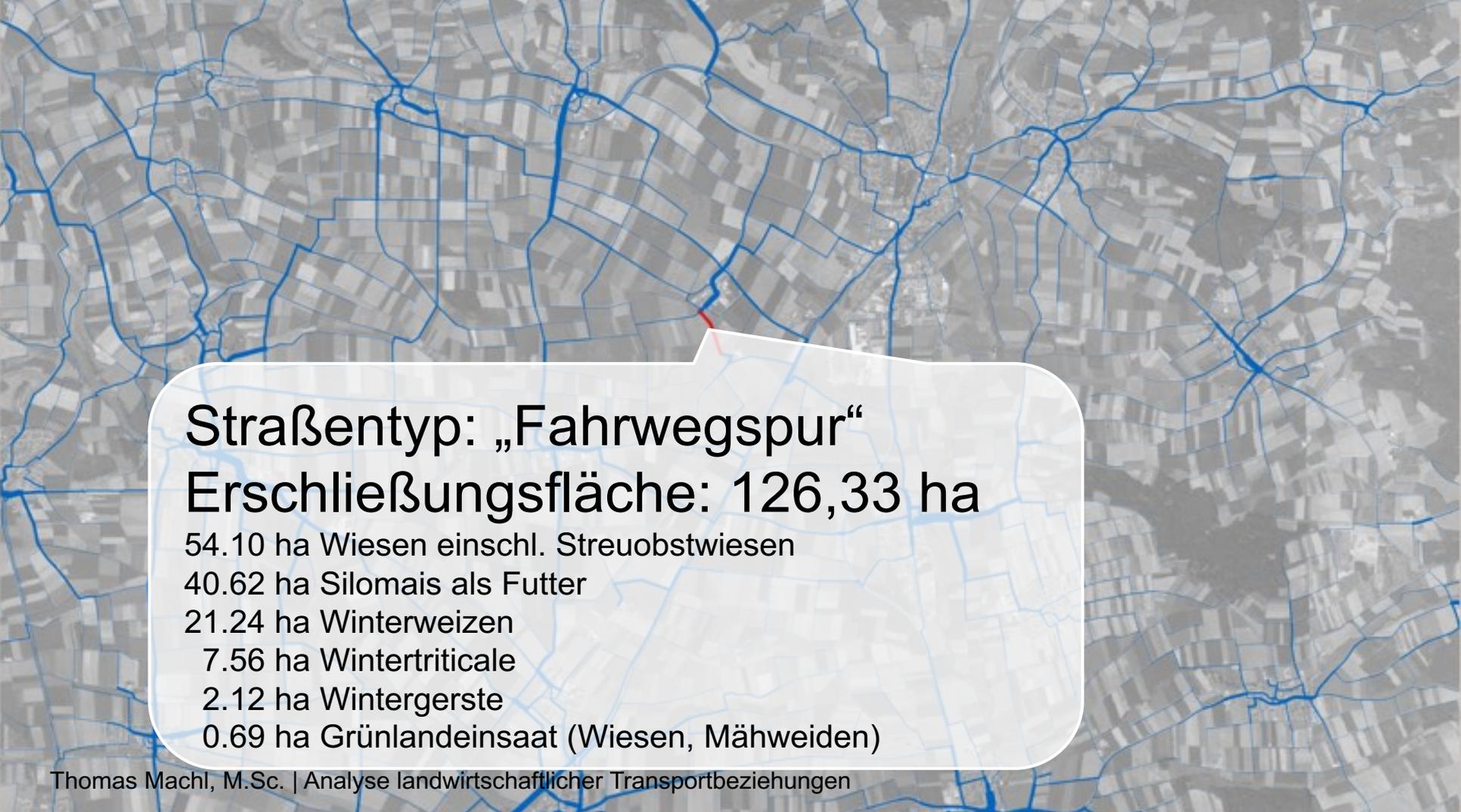
(Annahme: kürzeste Hof-Feld-Route; 75 %-Quantil; Angaben in km)



... vom Einzelpfad zur Erschließungsfläche



Geschätzte Erschließungsfläche



Straßentyp: „Fahrwegspur“
Erschließungsfläche: 126,33 ha

54.10 ha Wiesen einschl. Streuobstwiesen

40.62 ha Silomais als Futter

21.24 ha Winterweizen

7.56 ha Wintertriticale

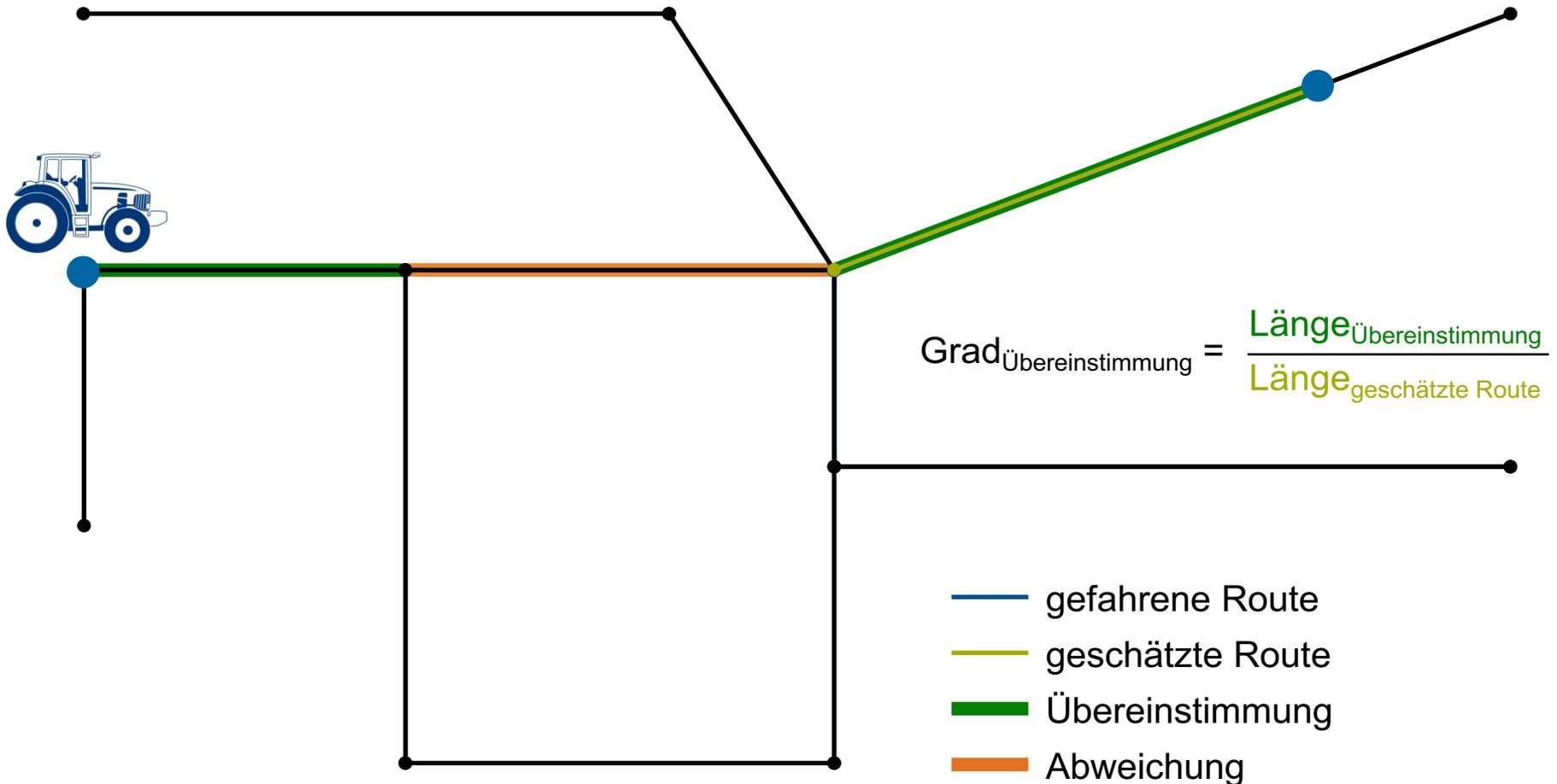
2.12 ha Wintergerste

0.69 ha Grünlandeinsaat (Wiesen, Mähweiden)

Geschätzte Erschließungsfläche



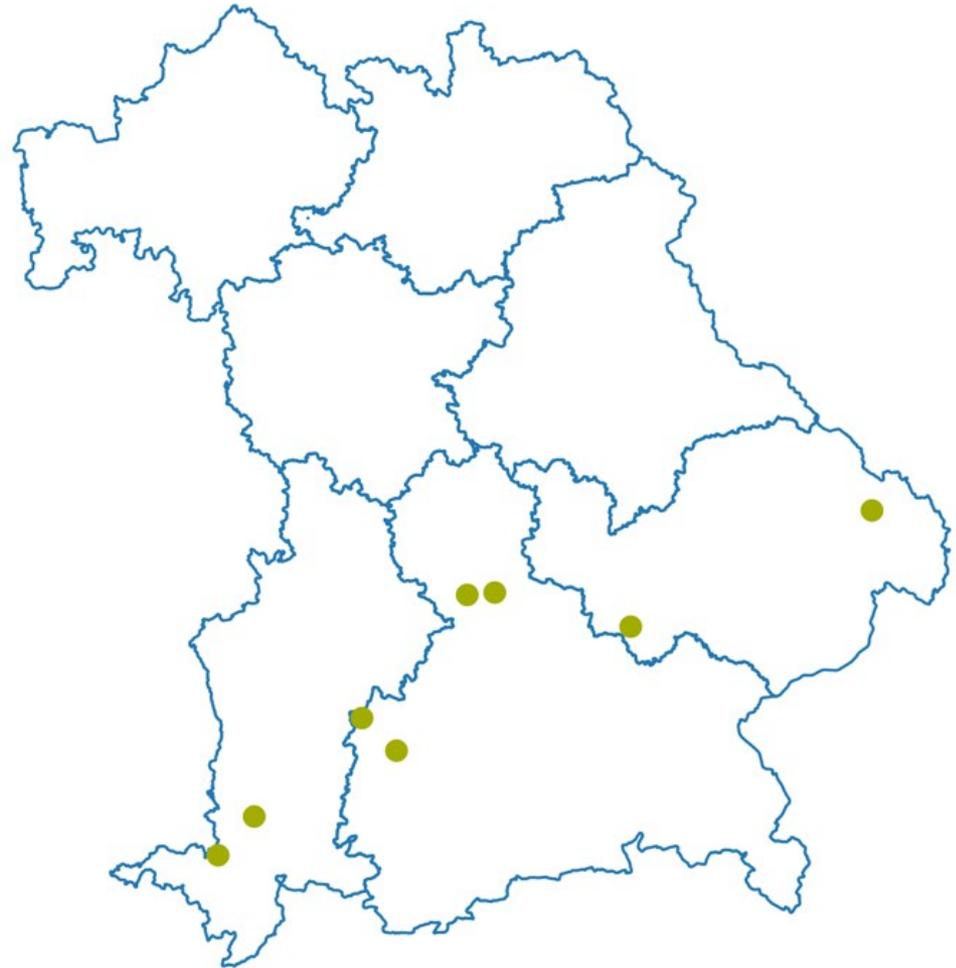
Validierung - Methode



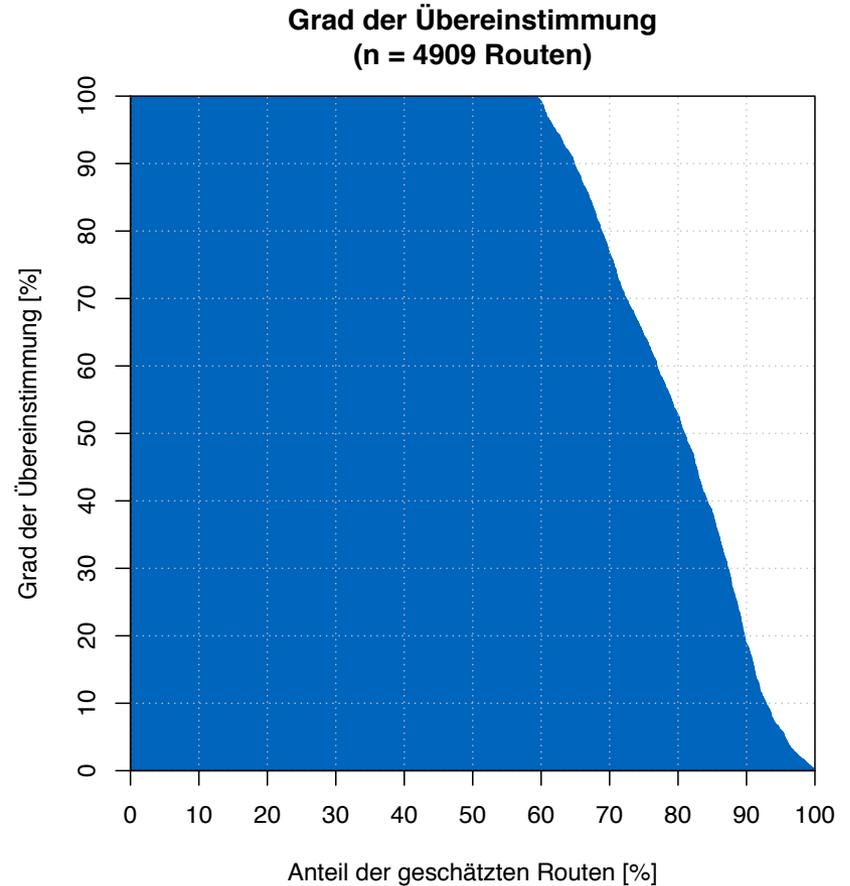
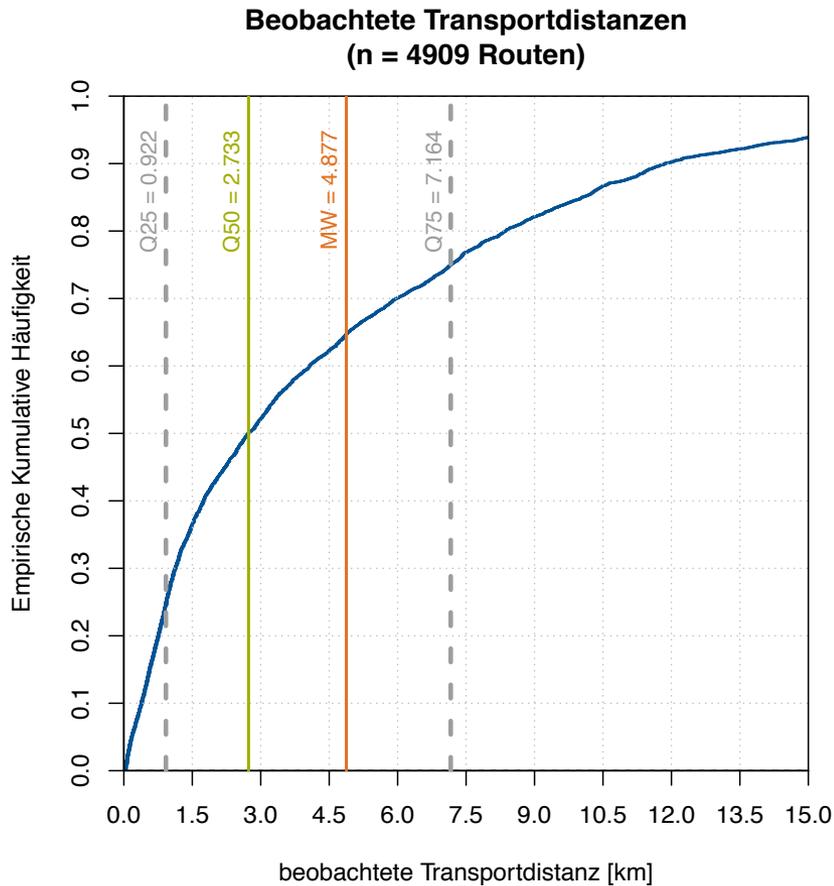
Validierung - Datengrundlage

Mehrjährige Prozessdaten zu
Ernteketten versch. Biogasanlagen

- Zeitraum 05/2012 – 09/2014
- 134 Fahrzeuge (Traktor, LKW, Feldhäcksler)
- 189 Fahrzeug-Anbaugerät-Kombinationen
- verschiedene Arbeitsgänge (Mähen, Schwaden, Transport)
- 11.433.389 Positionsdaten in hoher zeitlicher Auflösung (1 – 5 sec.)

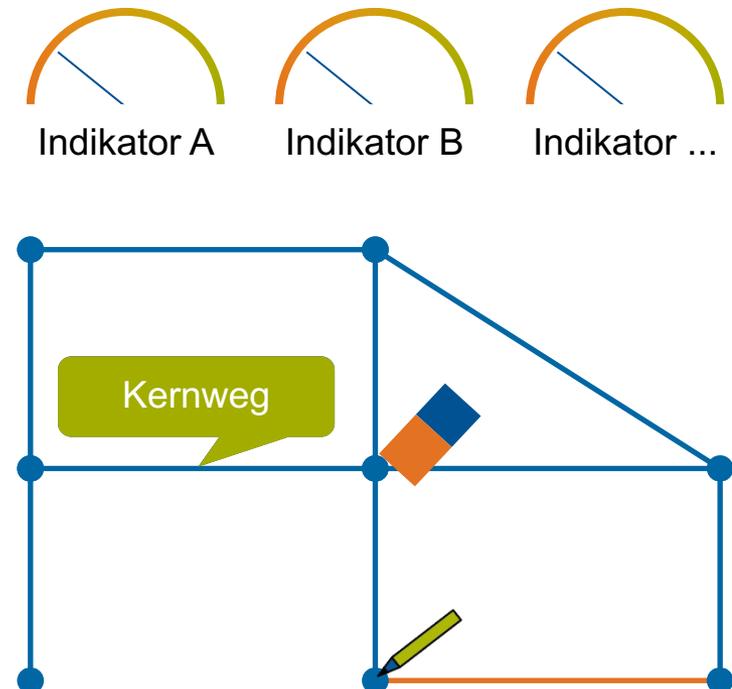


Validierung - Ergebnisse



Nutzung der entwickelten Werkzeuge und mögliche Weiterentwicklung

- **Konsistente Erfassung** und **synchronisierte Speicherung** von Information mit Bezug auf stabile Objekte (Zustand, Gräben, etc.)
- Nutzung der Analyseergebnisse im **Planungsprozess**
- Einsatz der für das Monitoring entwickelten Werkzeuge für die **Bewertung von Planungsszenarien**
- **Geodesign**: enge Kopplung von Entwurf und Wirkungsanalyse



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Thomas Machl
Lehrstuhl für Geoinformatik
Technische Universität München
Arcisstraße 21
80333 München

thomas.machl@tum.de

Projektförderung:



Bayerische Verwaltung
für Ländliche Entwicklung

Projektpartner:

