

Neue Wege für die Zukunft? Erfahrungen aus dem Einsatz neuer Planungsgrundlagen für die Konzeption ländlicher Kernwegesysteme

THOMAS MACHL¹ & WOLFGANG EWALD²

Zusammenfassung: Ein funktionierendes, bedarfsgerecht sowie multifunktional ausgestaltetes Verkehrsnetz bildet eine wesentliche Voraussetzung für die nachhaltige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit land- und forstwirtschaftlicher Betriebe sowie für eine Aufrechterhaltung vitaler ländlicher Räume. Bedingt durch strukturelle Veränderungen in der Landwirtschaft haben sich jedoch die Anforderungen an die landwirtschaftliche Infrastruktur deutlich gewandelt, so dass ländliche Wege vielfach nicht mehr in der Lage sind, den Bedürfnissen der modernen Landwirtschaft und integrierten Gemeindeentwicklung gerecht zu werden. Ein Modul des Forschungsprojekts LandModell^{TUM} beschäftigt sich vor diesem Hintergrund mit der Entwicklung von Konzepten und Werkzeugen für ein landesweites Monitoring landwirtschaftlicher Hof-Feld-Transportbeziehungen. Die entwickelten Methoden liefern erstmalig flächendeckend detaillierte Aufschlüsse zu landwirtschaftlichen Hof-Feld-Transportfahrten. Erstmals wurden die Ergebnisse der Analysen als Grundlage zur Entscheidungsunterstützung im Zusammenhang mit der Konzeption eines interkommunalen Kernwegekonzepts eingesetzt. Dieser Beitrag behandelt die Erfahrungen aus dem Einsatz dieser neuartigen Planungsgrundlagen.

1 Hintergrund

Strukturelle Veränderungsprozesse in der Landwirtschaft haben die Anforderungen an das landwirtschaftliche Wegesystem verändert (stellvertretend für viele DWA, 2016). Landwirtschaftliche Parzellen werden zunehmend gemarkungs- bzw. gemeindeübergreifend (vgl. SOBOTH 2012; GOCKEL 2012) sowie verstärkt auch überbetrieblich (vgl. DWA, 2016) bewirtschaftet. Parzellen liegen vielfach verstreut und Hof-Feld-Transportdistanzen nehmen zu (SOBOTH 2012). Im Zuge einer zunehmenden Rationalisierung der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Parzellen werden die eingesetzten Maschinen mit wachsender Schlagkraft und Leistungsfähigkeit vielfach schwerer, größer und insbesondere im Straßentransport auch schneller (MACHL et al. 2016). Das landwirtschaftliche bzw. ländliche Wegenetz ist vielerorts nicht mehr in der Lage, den veränderten Ansprüchen der modernen Landwirtschaft gerecht zu werden (SOBOTH 2012).

Die bedarfsgerechte Umgestaltung bzw. der Aus- und Aufbau eines interkommunalen Kernwegesystems ist mit hohen Kosten verbunden. Es sind daher sowohl Schwerpunkte zu setzen als auch zeitliche Prioritäten festzulegen (BROMMA 2014). Neben dem baulichen Zustand der Wege, der Wegfunktion und verschiedenen naturräumlichen Aspekten ist insbesondere die Überol-

¹ Technische Universität München, Lehrstuhl für Geoinformatik, Arcisstraße 21, D-80333 München, E-Mail: thomas.machl@tum.de

² Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, Referat E1 „Integrierte Ländliche Entwicklung, Flurneuordnung“, Ludwigstraße 2, D-80539 München, E-Mail: wolfgang-guenther.ewald@stmelf.bayern.de

lungshäufigkeit bzw. die erschlossene Fläche durch einzelne Wegsegmente wesentliche Entscheidungsgrundlagen für die Priorisierung des Ausbaus. Die Erhebung solcher Parameter ist aufgrund unzureichender Datenverfügbarkeit mit enormem Aufwand verbunden (BERTLING et al. 2015).

2 Neue Ansätze zur Ableitung der Erschließungsfläche aus Hof-Feld-Transportpfaden

Vor diesem Hintergrund beschäftigte sich ein Modul des Forschungsprojekts LandModell^{TUM}, welches derzeit im Auftrag der Bayerischen Verwaltung für Ländliche Entwicklung am Lehrstuhl für Geoinformatik der Technischen Universität München (TUM) bearbeitet wird, mit der Entwicklung von Konzepten und Werkzeugen für ein landesweit flächendeckendes Monitoring landwirtschaftlicher Hof-Feld-Transportpfade.

Die Analysen stützen sich im Wesentlichen auf anonymisierte Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) sowie auf Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS). Während die Daten des InVeKoS Aufschluss zur Lage landwirtschaftlicher Parzellen, den angebauten Kulturen sowie zur Lage der jeweils bewirtschafteten Betriebe zulassen, liefern die Daten zum Verkehrswegenetz aus ATKIS ein geometrisches Liniennetzwerk bestehend aus einzelnen Wegsegmenten, welches sich durch Ableitung von Inzidenz- und Adjazenzbeziehungen aus der impliziten Netztopologie in eine Graphstruktur überführen lässt.

Unter Minimierung der Kostensumme (Algorithmus nach Dijkstra, 1959) lassen sich basierend auf der Lage landwirtschaftlicher Betriebe sowie der zugehörigen Parzellen landesweit flächendeckend landwirtschaftliche Hof-Feld-Transportpfade abschätzen. Zur Berücksichtigung von Präferenzen für einzelne Wegekategorien werden den einzelnen Kanten (= Segmenten des Netzwerks) angenommenen Geschwindigkeiten zugeordnet, so dass sich die Kosten für das Überfahren eines Wegsegments aus der Segmentlänge und der angenommenen Geschwindigkeit ergeben und äquivalent zur benötigten Fahrzeit sind.

Die Abbildung der errechneten Pfade erfolgt kleinteilig in Form von Referenzen auf die beteiligten Elemente des Verkehrsnetzes sowie die zugehörigen Parzellen und Hofstellen. Dadurch lassen sich einerseits detaillierte Angaben zur Zusammensetzung von Einzelpfaden ableiten und andererseits können durch Aggregation Erschließungsflächen für einzelne Segmente abgeleitet werden (eine detaillierte Beschreibung findet sich in MACHL et al., 2016).

3 Modellprojekt „NES-Allianz“

Im Rahmen des Modellprojekts „Kernwegekonzept NES-Allianz“ (Zusammenschluss von 14 Gemeinden im unterfränkischen Landkreis Rhön-Grabfeld) wurden die Analyseergebnisse erstmals im Zusammenhang mit der Konzeption eines interkommunalen Kernwegesystems innerhalb einer Region mit Integrierter Ländlicher Entwicklung (ILE) eingesetzt und einerseits hinsichtlich der Qualität des gewählten Schätzansatzes sowie andererseits bezüglich des möglichen Nutzens als zusätzliche Planungs- bzw. Entscheidungsgrundlage evaluiert.

Zentrale Fragestellungen des Modellprojekts sind daher:

- Wie gut können tatsächliche Hof-Feld-Transportpfade durch wegekategorie-spezifische Kantengewichtung und Algorithmen abgebildet werden? Was sind die Ursachen von Abweichungen zwischen geschätzten und tatsächlichen Pfaden.
- Liefert die geschätzte Erschließungsfläche einzelner Wegesegmente hilfreiche Aufschlüsse für die Konzeption überregionaler ländlicher Kernwegesysteme?
- Wo liegen Grenzen des Ansatzes und worin bestehen Einschränkungen der genutzten Methode?

3.1 Abgleich zwischen geschätzten und tatsächlichen Hof-Feld-Transportpfaden

Der Abgleich zwischen geschätzten und tatsächlichen Hof-Feld-Pfaden erfolgte durch Befragung von 13 landwirtschaftlichen Betrieben sowie einem Biogasanlagenbetreiber vor Ort. Die Betriebsgrößen bewegten sich in einem Bereich von 20 bis deutlich über 1000 ha (25 %-Quantil: 78 ha, Median 122 ha, 75 %-Quantil: 181 ha). Für jede bewirtschaftete Parzelle wurde eine Karte mit den geschätzten Pfaden vorgelegt und mit den tatsächlichen Routen abgeglichen. Abweichungen wurden mit Ursache und Verlauf festgehalten. Insgesamt wurden im Rahmen der Befragung 797 Parzellen abgefragt. Die Schätzqualität wurde mit Hilfe des Indikators „Grad der Übereinstimmung“ (GDÜ) quantifiziert. Dieser ergibt sich aus dem Quotienten der Länge des übereinstimmenden Verlaufs und der Länge des geschätzten Pfades. Für 73 % der abgefragten Pfade ergab sich eine vollständige Übereinstimmung, 76 % der Pfade wiesen eine Übereinstimmung von mindestens 90 % auf und für 81 % der Routen ergab sich eine Übereinstimmung von mehr als 80 % der Pfadlänge.

Neben dem Meiden von Ortschaften, stark frequentierten Hauptstraßen, Verkehrswegen mit schlechter Qualität sowie zu gering dimensionierten Verkehrsbauwerken erwies sich bei der Befragung insbesondere die Steigung einzelner Wege- und Straßensegmente als Hauptursache für Abweichungen zwischen tatsächlicher und errechneter Transportrouten. Während sich die ersten beiden Ursachen mit Hilfe veränderter Kantengewichte für einzelne Wegekategorien in die Schätzung miteinbeziehen lassen, erfordern die übrigen Ursachen die Erhebung zusätzlicher Information bzw. die Ableitung weiterer Parameter aus anderen Datenbeständen.

Insgesamt liefert die Schätzung der Hof-Feld-Transportpfade jedoch sehr zufriedenstellende Ergebnisse und lässt daher eine gute Schätzqualität der errechneten Erschließungsflächen für Einzelsegmente erwarten.

3.2 Nutzen der Analyseergebnisse im Zusammenhang mit der Erstellung interkommunaler Kernwegesysteme

Als Grundlage zur Entscheidungsunterstützung wurden die um die Ergebnisse der geschätzten Erschließungsfläche angereicherten ATKIS-Wegesegmente dem mit der Konzeption des landwirtschaftlichen Kernwegenetzes beauftragten Planungsbüro (BBV-Landsiedlung GmbH Würzburg) bereitgestellt. Den geschätzten Erschließungsflächen je Einzelsegment liegen mehr als 80.000 Einzelpfade zu Grunde, welche eine potentielle Fahrbeziehung innerhalb bzw. über die Grenzen der ILE-Region hinausreichende Fahrbeziehung darstellen. Damit ist die regionale wie auch die überregionale Erschließungsfunktion einzelner Segmente berücksichtigt. Neben

reinen Hof-Feld-Pfaden wurden auch die Fahrbeziehungen zwischen den Parzellen der Region und vier größeren Biogasanlagen der Region in den Schätzungen berücksichtigt.

Nach Angaben des beauftragten Planungsbüros liefern die geschätzten Angaben zur Erschließungsfläche einzelner Wegsegmente einen wesentlichen Anhaltspunkt sowie eine objektive Grundlage zur Erkennung von Haupt- und Nebenachsen des Verkehrswegenetzes. Dadurch wird eine gezieltere Begutachtung einzelner Wegtrassen bei Vor-Ort Befahrungen möglich. Darüber hinaus bietet die Erschließungsfläche als Indikator eine objektive Argumentationsgrundlage für die Diskussion mit den Planungsbeteiligten vor Ort. Durch die über die ILE-Region hinausgehende Betrachtung der Transportbeziehungen und damit auch der überregionalen Erschließungsfunktion einzelner Wege lassen sich zudem Anschlussstellen zu benachbarten Wegenetzen detektieren. Als objektiver Indikator für die Bedeutung einzelner Segmente im Gesamtnetz liefert die aus Einzelrouten abgeleitete Erschließungsfläche einzelner Wegsegmente insgesamt eine wichtige Grundlage zur Entscheidungsunterstützung im Zusammenhang mit der Konzeption interkommunaler Kernwegenetze für die Landwirtschaft.

Neben der Betrachtung des Ist Zustandes können mit Hilfe des Werkzeugs unter dem Aspekt des Geodesigns zudem mögliche künftige Zustände der Realwelt bereits in einem virtuellen Abbild der Realität erfasst, evaluiert und hinsichtlich der möglichen Lenkung des landwirtschaftlichen Verkehrs analysiert werden. So können Wege im digitalen Abbild der Realität virtuell ausgebaut und Effekte der Planung bereits in einer frühen Phase - *ceteris paribus* - betrachtet und diskutiert werden.

4 Diskussion

Der vorgestellte Ansatz zur Ableitung der Erschließungsfläche aus einzelnen Hof-Feld-Transportrouten stützt sich auf tatsächliche Hof-Feld-Transportbeziehungen und bezieht dabei sowohl die regionale wie auch die überregionale Erschließungsfunktion einzelner Wege mit ein. Dabei lässt der im Rahmen der Untersuchungen angetroffene hohe Grad der Übereinstimmung zwischen geschätzten und tatsächlich gewählten Routen eine realitätsnahe Abbildung der über ein Segment erschlossenen Fläche erwarten.

Aufgrund des Wegfalls von Betrieben, wechselnder Pachtverhältnisse oder aber der Veränderung der landwirtschaftlichen Produktionsrichtung unterliegen die bestehenden Fahrbeziehungen einem steten Wandel, was eine Prognose hinsichtlich künftiger Entwicklungen erschwert. Aus diesem Grund sind neben der Erschließungsfläche zusätzliche, komplementäre Kriterien wie beispielsweise die Rolle einzelner Wegsegmente für die Anbindung von Parzellen an das übergeordnete Verkehrswegenetz heranzuziehen. In diesem Zusammenhang wurden am Lehrstuhl für Geoinformatik der TUM bereits entsprechende Werkzeuge entwickelt.

5 Fazit

Das im Rahmen des Forschungsprojekts LandModell^{TUM} konzipierte Werkzeug zur Analyse landwirtschaftlicher Transportpfade liefert für die gewählte Modellregion eine realitätsnahe Abbildung tatsächlicher Hof-Feld-Routen. Die wegen fehlender Angaben hinsichtlich Zufahrtsbeschränkungen (z.B. Einbahnstraßen) oder Abbiegevorschriften eingeschränkte Routingtauglich-

keit des ATKIS-Verkehrsnetzes zeigte im Modellprojekt keine wesentlichen Effekte auf die Qualität der Routenberechnung.

Durch wegekategorie-spezifische Kantengewichtung konnten die Routenwahl der Landwirte gut abgebildet werden. Zusätzliche, für die Routenwahl entscheidende Einflussparameter wie die Steigung von Wegsegmenten oder die zu gering ausgelegte Dimensionierung von Brücken oder Unterführungen sind durch Einbezug zusätzlicher Datenquellen bzw. Erhebung vor Ort zu berücksichtigen. An dieser Stelle könnte sich ein digitales Wegekataster als sehr hilfreich erweisen. Das entwickelte Werkzeug ist aufgrund des modularen Aufbaus zudem in der Lage, neben einer Betrachtung der Ist-Situation auch verschiedene Planungsszenarien zu analysieren. Einzelne Wege können in einem digitalen Abbild einer möglichen zukünftigen Realität virtuell ertüchtigt und die Effekte dieses Ausbaus auf die Transportströme bereits in einer frühen Planungsphase sichtbar gemacht werden.

6 Dank

Die Finanzierung des Forschungsprojekts LandModell^{TUM} erfolgt durch die Bayerische Verwaltung für Ländliche Entwicklung

7 Literatur

- BERTLING, H., KRIESE, H. & LÜTKEMEIER, H., 2015: Neue Planungsansätze im ländlichen Wegebau. *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, **140**(5), 320-326.
- BROMMA, R., 2014: Konzeption und Umsetzung eines ländlichen Kernwegenetzes in der Allianz »Fränkischer Süden«. *Mitteilungen des DVW- Bayern e.V.*, **66**(4), 379-389.
- DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V, 2016: Richtlinien für den Ländlichen Wegebau (RLW) – Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege. DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 904-1.
- GOCKEL, R., 2012: Zukunftsfähige ländliche Infrastruktur – Welche Hilfen benötigt die Landwirtschaft? DLKG (Hrsg.): *Wege in die Zukunft!? – Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen*. Schriftenreihe der DLKG **9**, 31-37.
- MACHL, T., EWALD, W.G., DONAUBAUER, A. & KOLBE, T.H., 2016: Entwicklung eines Werkzeugs zur landesweit flächendeckenden Analyse landwirtschaftlicher Transportbeziehungen in Bayern. *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, **141**(3), 197-205.
- SOBOTH, A., 2012: Notwendigkeiten und Möglichkeiten von Kooperationen gemeindeübergreifender Wegenetze. DLKG (Hrsg.): *Wege in die Zukunft!? – Neue Anforderungen an ländliche Infrastrukturen*. Schriftenreihe der DLKG, **9**, 39-44.