

Bedeutung von vektorspezifischen Datenbeständen bei der Analyse von Handelsstrukturen in der Fleisch erzeugenden Kette

Maria Kasper¹, Hartmut Lentz¹, Brigitte Petersen², Thomas Selhorst¹

¹ Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Epidemiologie, Seestraße 55, 16868 Wusterhausen, Maria.Kasper@fli.bund.de ² Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Präventives Gesundheitsmanagement, Katzenburgweg 7-9, 53115 Bonn

Abstract: Bei der Verbreitung von Krankheitserregern und bei der Rückverfolgbarkeit von Tieren im Krisenfall spielt unter anderem der Handel mit Tieren entlang der Produktionskette eine bedeutende Rolle. Mit Hilfe der Netzwerkanalyse wurden Tierbewegungsdaten aus der Datenbank des Herkunfts- und Informationssicherungssystems für Tiere (HI-Tier) zwischen schweinehaltenden Betrieben untersucht, und es wurden Parameter verwendet, um die Topologie des Handelsnetzes zu beschreiben. Dazu zählen der In- und der Aus-Grad (Anzahl der Zu- und Verkäufe eines Betriebes), die Zwischenzentralität (gibt an, wie häufig ein Betrieb auf den kürzesten Verbindungen zwischen allen Betrieben des Netzwerkes liegt), die Reichweite (wie viele Betriebe können maximal von diesem Betrieb erreicht werden) und die Modularität (Dichteverteilung von Handelsverbindungen im gesamten Handelsnetz - Clusterbildung). Mit Hilfe dieser Parameter kann die Struktur des Handelsnetzes in der Schweinefleisch erzeugenden Kette deutlich dargestellt werden.

1 Einleitung

Tierseuchen verbreiten sich durch den Kontakt von empfänglichen Tieren mit infizierten Tieren. Somit stellt der Handel mit lebenden Tieren einen bedeutenden Risikofaktor hinsichtlich des Eintrags und der Weiterverbreitung von Krankheitserregern dar [F00; O06]. Von besonderem Interesse ist hierbei der Handel mit Tieren entlang der Produktionskette, da dieser sowohl bei der Verbreitung von Krankheitserregern als auch bei der Rückverfolgbarkeit von Tieren im Krisenfall eine bedeutende Rolle einnimmt. Mit Hilfe von Informationen aus Datenbanken kann die Handelsstruktur durch Methoden der Netzwerkanalyse beschrieben und bewertet werden.

2 Material und Methoden

In dieser Arbeit werden exemplarisch die in HI-Tier (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere) verzeichneten Tierbewegungen im Zeitraum vom 01.01.2006 –

31.12.2008 zwischen schweinehaltenden Betrieben in Deutschland mit Methoden der Netzwerkanalyse untersucht. Die HI-Tier-Datenbank erfasst u.a. Daten zum Handel mit Schweinen und wird im Auftrag der obersten Veterinärverwaltungen der Länder von dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten verwaltet.

Für die Analyse stehen in der HI-Tier-Datenbank folgende Informationen über den Handel mit Tieren zur Verfügung: der Vor- und Nachbesitzer (über die Betriebsnummer), der Zeitpunkt der Tierbewegung (Zugangsdatum) und die Größe der Charge und der Betriebstyp [HIT09]. Eine Verbindung zwischen zwei Betrieben besteht genau dann, wenn im betrachteten Zeitraum mindestens eine Tierbewegung zwischen den Betrieben stattgefunden hat.

Netzwerke (Graphen) werden durch Knoten und Kanten aufgespannt. Eine Kante verbindet dabei jeweils zwei Knoten. In dieser Arbeit entsprechen landwirtschaftliche Betriebe den Knoten und Handelsbeziehungen zwischen zwei Betrieben den Kanten. Die Begriffe Knoten und Betrieb bzw. Kanten und Handelsverbindung werden im Folgenden synonym verwendet [L09; K09]. Da Handelsbewegungen gerichtet sind, entstehen gerichtete Graphen.

Das Handelsnetz kann mit Hilfe unterschiedlicher Parameter hinsichtlich seiner Struktur beschrieben werden. Dazu zählen Parameter wie In- und Aus-Grad (Anzahl der Zu- und Verkäufe eines Betriebes), die Zwischenzentralität (gibt an, wie häufig ein Betrieb auf den kürzesten Verbindungen zwischen allen Betrieben des Netzwerkes liegt), die Reichweite (wie viele Betriebe können maximal von diesem Betrieb erreicht werden) und die Dichteverteilung von Handelsverbindungen im gesamten Handelsnetz mit dem Ziel der Clusterbildung [Ka09]. Insbesondere die Cluster sind aus epidemiologischer Sicht von besonderer Bedeutung, da Betriebe innerhalb der Cluster stärker untereinander vernetzt sind als Betriebe in unterschiedlichen Clustern. Die Cluster können somit auch als in sich geschlossene epidemiologische Einheiten angesehen werden und werden auf Unterschiede in den Netzwerkparametern untereinander untersucht.

4 Ergebnisse

Das untersuchte Handelsnetz besteht aus $V = 119.132$ Betrieben (Knoten) und $E = 349.593$ gerichteten Kanten (Handelsverbindungen). In aktuell laufenden Untersuchungen zeigt sich, dass Deutschland in verschiedene Handelscluster eingeteilt werden kann. 97% aller Betriebe können in zehn Cluster eingruppiert werden (Abb.1).

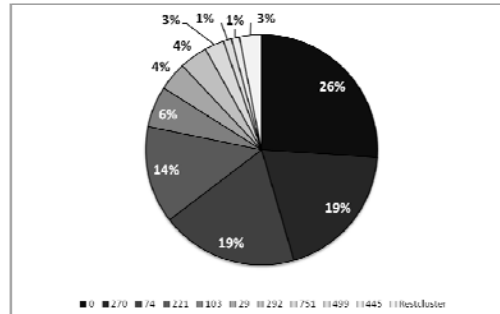


Abbildung 1: prozentuale Clusteraufteilung in Deutschland (Clusternamen sind die Nummern in der Legende)

Beispielhaft wird in diesem Beitrag der In- und Ausgrad für die zehn Cluster dargestellt (Abb. 2).

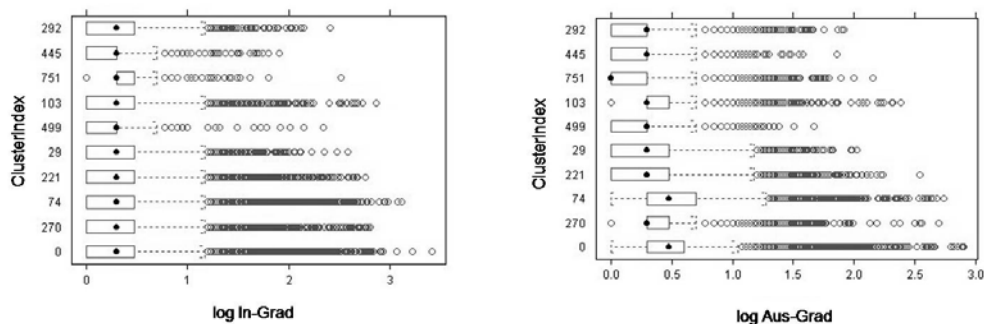


Abbildung 2: logarithmische Darstellung des In-Grad und des Aus-Grad der zehn Hauptcluster im Schweinehandelsnetz Deutschlands

In Abb. 2 fällt auf, dass die Cluster 751, 445 und 499 sich (wenn auch statistisch nicht signifikant) im In-Grad von den anderen Clustern unterscheiden. Beim Aus-Grad unterscheiden sich Cluster 103, 270, 74 und 0 von den restlichen. Inwieweit geographische, historische, gesellschaftliche oder vertragliche Gründe sich dahinter verbergen wird zurzeit noch untersucht.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Bei der Ausbreitung von Infektionserregern zwischen landwirtschaftlichen Nutztieren spielt der Handel eine bedeutende Rolle. Informationen über die Tierbewegungen von Rindern und Schweinen stehen für ganz Deutschland zur Verfügung und konnten in dieser Arbeit für den Schweinehandel in Deutschland mit Hilfe der Netzwerkanalyse ausgewertet werden. Voraussetzung dafür sind die Daten der HI-Tier-Datenbank. Allein

durch die Angaben zu Vor- und Nachbesitzer, des Handelsvolumens und des Handelszeitpunktes kann man wichtige Aussagen zur Handelsstruktur des deutschen Schweinehandels erhalten. So lassen sich z.B. zehn Cluster identifizieren, die es in weiteren Untersuchungen hinsichtlich ihrer Parameter und Eigenschaften zu analysieren gilt. Durch dieses Clustering und die deskriptive Handelsnetzanalyse können Rückschlüsse auf wichtige Handelsbewegungen gezogen, und somit Hochrisikobetriebe in der Handelsstruktur identifiziert und lokalisiert werden. Durch die Erkennung dieser Betriebe könnten gezielte Präventivmaßnahmen ergriffen werden, um die Ausbreitung einzudämmen. Die Analyse des Handelsnetzes unter der Nutzung der HI-Tierdaten kann dazu genutzt werden, um eine bessere Überwachung und Prävention zu betreiben, um somit für evtl. Krankheitsausbrüche besser gerüstet zu sein und dadurch den wirtschaftlichen Schaden so gering wie möglich zu halten. Zusätzlich ist es auch möglich, Bekämpfungsmaßnahmen, wie die Einteilung in Sperr- und Beobachtungszonen im Akutfall, zu überdenken bzw. anzupassen.

Um die Dauer einer Epidemie und die Zahl der betroffenen Betriebe ermitteln zu können, ist eine Ausbruchssimulation auf einem Handelsnetz notwendig. Hiermit können auch Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen des Netzes und den Kenngrößen der Epidemie bestimmt werden. Untersuchungen zur epidemiologischen Ausbruchssimulation sind momentan in Arbeit.

Weiterhin gilt, dass ein Handelsnetz nur ein Teilaspekt hinsichtlich der Ausbreitung von Infektionskrankheiten in landwirtschaftlichen Nutztierpopulationen ist. Will man die gesamte Dynamik erfassen, so müssten die Übertragungswege durch Personen, Fahrzeuge und andere Vektoren, sowie die Krankheitsdynamik innerhalb der Bestände mit erfasst werden. Insbesondere hinsichtlich dieser weiteren Übertragungswege ist entweder kein oder nur schwer zugängliches Datenmaterial vorhanden.

Literaturverzeichnis

- [F00] J. Fritzemeier, J. Teuffert, I. Greiser-Wilke, Ch. Staubach, H. Schlüter & V. Moennig (2000): Epidemiology of classical swine fever in Germany in the 1990s. In: *Veterinary Microbiology*, Volume 77, Issues 1-2, 15 November 2000, Pages 29-41
- [O06] Oritz-Pelaez A., Pfeiffer D.U., Soares-Magalhães R.J., & F.J. Guitian (2006): Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movement in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. In: *Prev.Vet. Med.*, 76:40-55.
- [HIT09] Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, Stand: 01.01.2009. <http://www.hi-tier.de>
- [L09] Lentz H.; Kasper M. & T. Selhorst (2009): Beschreibung des Handels mit Rindern in Deutschland mittels Netzwerkanalyse – Ergebnisse von Voruntersuchungen. In: *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 122, 193-198
- [K09] Kasper M.; Lentz H.; Selhorst T. & B. Petersen (2009): Ausbreitung von Infektionskrankheiten auf Kontaktnetzwerken. In: Bill R.; Korduan P.; Theuvsen L., & M. Morgenstern (Eds.): Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung. Referate der 29. GIL-Jahrestagung 09.-10. März 2009 in Rostock
- [Ka09] Kasper M.; Lentz H.; Petersen B. & T. Selhorst (2009): Analysis of spread dynamics of infectious diseases on trade networks; Poster at ISVEE XII, Durban, South Africa, 2009