

Handelsnetzanalyse – Entwicklung von Entscheidungshilfen in der Lebensmittelproduktion für den Krisenfall (am Beispiel der Schweinefleischproduktion)

Maria Kasper¹, Hartmut Lentz¹, Brigitte Petersen², Thomas Selhorst¹

¹Institut für Epidemiologie,
Friedrich-Loeffler-Institut
Seestraße 55
16868 Wusterhausen
Maria.Kasper@fli.bund.de

²Institut für Tierwissenschaften, Abteilung Präventives Gesundheitsmanagement
Universität Bonn
Katzenburgweg 7-9
53115 Bonn

Abstract: In der heutigen Zeit werden enorme Datenmengen sowohl in privatwirtschaftlichen als auch in behördlichen Datenbanken erfasst und gespeichert. Diese Daten gilt es für die Prävention von Krisen und der Rückverfolgbarkeit im Fall der Krise bestmöglich zu untersuchen, zu bewerten und entsprechende Tools zur Nutzung zu entwickeln. Am Beispiel der Tierbewegungsdaten (Handel mit Schweinen) aus der Datenbank des Herkunfts- und Informationssicherungssystems für Tiere (HI-Tier) zeigt sich dass sich das Handelsnetz „Schwein“ in Deutschland unter zu Hilfenahme von Methoden der Netzwerkanalyse in verschiedene Handelscluster einteilen lässt. Durch dieses Clustering und die deskriptive Handelsnetzanalyse können Rückschlüsse auf wichtige Handelsbewegungen gezogen, und somit Hochrisikopunkte in der Handelsstruktur identifiziert und lokalisiert werden. Als eine mögliche Ergänzung für bereits bestehende Dokumentations- und Rückverfolgbarkeitssysteme können die Ergebnisse der Handelsnetzanalyse als Entscheidungshilfen im Krisenfall dienen und damit die Krisenbekämpfung und -prävention unterstützen.

1 Einleitung

In der Lebensmittelproduktion ist die Sammlung und Speicherung von Prozessdaten in privatwirtschaftlichen und behördlichen Datenbanken zur Sicherstellung einer möglichst lückenlosen Dokumentation und Rückverfolgbarkeit essentiell. Die Datenmengen, die dabei anfallen sind jedoch enorm. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Lösungsansatz aufzuzeigen mit dessen Hilfe man diese Datenmengen für bestimmte Szenarien aufbereiten kann, d.h. zu sortieren, zu untersuchen, zu bewerten, um daraus entsprechende Tools zur Nutzung im Krisenfall zu entwickeln. In dieser Arbeit bedeutet der Krisenfall die Aus-

breitung von Tierseuchen. 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]. Am Beispiel der Handelsnetzanalyse von Tierbewegungsdaten (Handel mit Schweinen) aus der Datenbank des Herkunfts- und Informationssicherungssystems für Tiere (HI-Tier) soll ein Ansatz zur Datenaufbereitung und -bewertung, sowie eine mögliche Nutzungsweise im Folgenden vorgestellt werden.

2 Material und Methoden

In dieser Arbeit werden exemplarisch die in HI-Tier 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 (Kante) zwischen zwei Betrieben (Knoten) besteht genau dann, wenn im betrachteten Zeitraum mindestens eine Tierbewegung zwischen den Betrieben stattgefunden hat [L09; K09].

Die Struktur des Handelsnetzes in der Schweinefleischerzeugenden Kette kann mit Hilfe unterschiedlicher Parameter deutlich 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 Modularity (Dichteverteilung von Handelsverbindungen im gesamten Handelsnetz – Clusterbildung) [K10]. 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.

3 Ergebnisse

Das untersuchte Handelsnetz besteht aus $V = 119.132$ Betrieben (Knoten) und $E = 349.593$ gerichteten Kanten (Handelsverbindungen). Beispielhaft für die oben genannten Parameter sollen hier die Ergebnisse des Parameters „Modularity“ gezeigt werden. Hinsichtlich der Ausbreitung von Krankheitserregern ist die Aufteilung des Netzwerks in sogenannte Cluster von besonderem Interesse. 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).

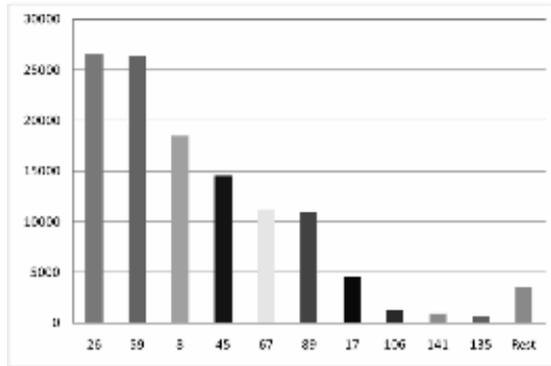


Abbildung 1: Anzahl der Betriebe in den Clustern

Nach der Berechnung der „Modularity“ wurden die Betriebe auf Gemeindeebene geographisch zugeordnet. In Abbildung 2 ist deutlich zu erkennen, dass die Grenzen dieser Hauptcluster deutlich abgegrenzt sind. Weiterhin ist es auffällig dass die meisten Cluster Bundesländerübergreifend lokalisiert sind. Für die einzelnen Bundesländer könnte dies eine besondere Bedeutung bekommen, da die Tierseuchenbekämpfung in ihrer Verantwortung liegt und sie somit vor neuen Herausforderungen hinsichtlich der Zusammenarbeit im Krisenfall stehen könnten.



Abbildung 2: 10 Hauptcluster in Deutschland (Clusternamen sind zufällig gewählt)

4 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 Schweine-

handels 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, sowie die Bedeutung der Cluster hinsichtlich der Krankheitsausbreitung (Bleibt die Krankheit innerhalb des Clusters? Wie ist die Übertragungsrate zwischen den Clustern? usw.) 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*, 77, Issues 1-2, 15 November 2000, 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: 1.1.2009. 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.
- [K10] Kasper M.; Lentz H.; Teske K. & T. Selhorst (2010): Importance of the tradenetwork structure of the meat production chain in relations to the spread of infectious diseases. Poster at SVEPM 2010, Nantes, France, 2010.