

## **Network analysis of animal movements in a pork supply chain – Prediction and prevention of disease transmission**

Dipl.-Agr.Biol. Kathrin Büttner

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Joachim Krieter

Der Transport von lebenden Tieren stellt einen erheblichen Risikofaktor für die Ausbreitung hoch kontagiöser Tierseuchen, wie beispielsweise der Klassischen Schweinepest, dar. Durch die gesetzliche Aufzeichnungspflicht der Tierbewegungen wurde die Auswertung dieser Daten mit Hilfe der Netzwerkanalyse möglich. Dabei stellen die einzelnen Betriebe die Knoten und die Tierbewegungen zwischen diesen Betrieben die Kanten des Netzwerkes dar. Im Rahmen dieses Projektes wurden die Bewegungsdaten der Schweineproduktionskette einer Erzeugergemeinschaft in Norddeutschland ausgewertet. Insgesamt bestand das Netzwerk aus 658 Betrieben, die mit 15372 Kontakten verbunden waren. Die Daten wurden von Juni 2006 bis Mai 2009 aufgenommen. Im ersten und zweiten Kapitel dieser Arbeit wurden die Netzwerktopologie und die Zentralitätsparameter der einzelnen Betriebstypen in drei verschiedenen Zeitperioden ausgewertet: dem Netzwerk über den gesamten Beobachtungszeitraum sowie den Jahres- und Monatsnetzwerken. Um die Bedeutung der einzelnen Betriebstypen für die Schweineproduktionskette festzustellen, wurden die Zentralitätsparameter für Vermehrer, Ferkelerzeuger, Mäster und Kombi-Betriebe einzeln analysiert. Es zeigte sich, dass Vermehrer und Ferkelerzeuger durch die Vielzahl an ausgehenden Handelskontakten in allen untersuchten Zeitintervallen ein erhöhtes Risiko aufwiesen, eine Krankheit im Netzwerk zu verbreiten. Mäster und Kombi-Betriebe hatten dagegen ein erhöhtes Risiko infiziert zu werden. Zudem konnte für alle berechneten Zentralitätsparameter eine rechtsschiefe Verteilung festgestellt werden. Netzwerke mit einer solchen Zentralitätsverteilung werden als sehr robust hinsichtlich des zufälligen Entfernens von Betrieben eingestuft. Wurden dagegen gezielt die zentralsten Betriebe zuerst entfernt, z.B. durch selektive Impfung oder Keulung, zerfällt das Netzwerk relativ schnell in einzelne unverbundene Komponenten. Zudem zeigte sich die Wichtigkeit, Handelsnetzwerke von unterschiedlichen Zeitintervallen zu untersuchen und zu vergleichen, da sie keine statischen Abläufe darstellen, sondern sich mit der Zeit verändern. Trotzdem fanden sich in dieser Studie einige Betriebe, die immer in den oberen Rängen der Zentralitätsparameter, die die ausgehenden Handelskontakte berücksichtigen, einzuordnen waren. Auch wenn sich deren Werte mit der Zeit änderten, blieb die Rangierung weitestgehend unverändert. Die Zusammenhänge zwischen der Struktur des Handelsnetzwerkes und dessen Robustheit wurden im dritten Kapitel untersucht. Es sollte festgestellt werden, welcher Zentralitätsparameter für die Entfernung der Betriebe am geeignetsten ist, um das Netzwerk möglichst schnell, d.h. ohne dass viele Knoten entfernt werden müssen, in einzelne Komponenten zu zerteilen. Dabei erwiesen sich die zufällige Entfernung und die Entfernung anhand der Rangierung der Parameter In-Degree, Ingoing Infection Chain und Ingoing Closeness nicht als die geeignetsten Methoden. Viel effizienter war die Entfernung anhand der Parameter, die die ausgehenden Handelskontakte berücksichtigen. Maximal 7,0 % (im Durchschnitt 5,2 %) der Betriebe mussten entfernt werden, um die größte Netzwerkkomponente um mehr als 75 % zu reduzieren. Hierbei zeigte die Entfernung anhand des Parameters Out-Degree in allen untersuchten Zeitintervallen die schnellste Fragmentierung des Handelsnetzwerkes mit lediglich 1,4 % entfernter Betriebe. Im vierten Kapitel wurde mit Hilfe eines Simulationsmodells auf Basis der Handelskontakte die Effizienz unterschiedlicher Bekämpfungsmaßnahmen bewertet. Es zeigte sich, dass die Bekämpfungsmaßnahmen, die auf Zentralitätsparameter beruhen, deren Entfernung zu einer schnellen Fragmentierung des Handelsnetzwerkes führte, die Epidemiegröße deutlich reduzierten. Im Mittel mussten 0,3 bis 2,3 % weniger Betriebe entfernt werden als bei den Distanz abhängigen Bekämpfungsmaßnahmen im 1 bis 10 km Radius. Der Ausschluss der Vermehrer übte dabei den größten Einfluss auf die Effizienz der Kontrollmaßnahmen aus.