

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der dynamischen Eigenschaften des Verkehrs auf Ameisenpfaden. Basierend auf dem Wechselspiel zwischen Theorie und Empirie gliedert sich die Arbeit in zwei Teile. Beide Teile werden unabhängig voneinander entwickelt und in einer abschließenden Diskussion verglichen. Für die theoretischen Untersuchungen werden Methoden aus der Statistischen- und Nichtgleichgewichtsphysik verwandt. Es werden neue Modelle für bidirektionalen Verkehr auf bereits bestehenden Ameisenpfaden eingeführt. Zusätzlich wird das bereits bestehende unidirektionale Modell untersucht und zum besseren Verständnis detailliert diskutiert. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen werden mit den Vorhersagen der Modelle verglichen. Durch die Anwendung von Methoden aus der Verhaltensbiologie und des Verkehrswesen werden Daten zum Verkehrsfluss gewonnen. Grundsätzlich sind ähnliche Methoden schon erfolgreich auf Fahrzeugverkehr angewendet worden. Dennoch motiviert der grundlegende Unterschied zwischen den bereits untersuchten Systemen und dem Verkehr auf Ameisenstraßen die vorliegende Studie.

Die Kapitel 2, 3 und 4 bilden den theoretischen Teil. Kapitel 2 gibt eine breite Übersicht zu getriebenen Nichtgleichgewichtssystemen im Zusammenhang mit dem Fluß in Verkehrssystemen. Standardmodelle zur Beschreibung von Straßenverkehr, wie das Nagel-Schreckenberg Modell, werden diskutiert. Die Modelle zur Beschreibung des Verkehrs auf Ameisenstraßen basieren auf dem TASEP mit dynamisch-induzierter Unordnung. Daher wird der TASEP mit statischer teilchen- und gitterartiger Unordnung besprochen.

In Kapitel 3 wird das Modell für einspurige Ameisenpfade eingeführt. Pheromonmarkierungen induzieren unterschiedliche Hüpfpaten, die vom Abstand zur vorauslaufenden Ameise abhängen. Dies führt zu dynamisch-erzeugter teilchenartiger Unordnung. Eine Phasenseparation tritt ein, bei der die Ameisen sich in Kolonnen über den Pfad bewegen. Die Fundamentaldiagramme zeigen eine Nicht-Monotonizität bei der Dichte, bei der die teilchenartige Unordnung aufgelöst wird. Neue Untersuchungsmethoden, wie die Messung des Dichteprofiles, das von einem modifizierten passiven Teilchen gesehen wird, werden angewandt. Dadurch werden Analogien zum statischen Fall ermöglicht. Darüber hinaus wird die zeitliche Entwicklung der Phasenseparation untersucht. Offenbar wird diese durch ein Potenzgesetz beschrieben. Abhängig vom jeweiligen Bereich findet man zwei dynamische Exponenten.

Kapitel 4 diskutiert die Erweiterung des Einspur-Modells zu einem Mehrspur-Modell. Drei Modelle, die eine Koppelung zum Gegenverkehr als zusätzliche Wechselwirkung beinhalten, werden eingeführt. Diese Koppelung führt durch gegenseitige Behinderung zur Bildung einer lokalisierten Kolonne von Amei-

sen. Grundsätzlich werden die gleichen Untersuchungsmethoden wie für das Einspur-Modell verwendet. Basierend auf den so nachgewiesenen Symmetrien wird eine Molekularfeld-Beschreibung des stationären Zustandes entwickelt. Auch hier wird die Entstehung der Phasenseparation untersucht. Diese folgt wieder einem Potenzgesetz mit den gleichen dynamischen Exponenten wie auch das Einspur-Modell. Für niedrige Dichten wird zusätzlich das periodische Zerstören und Neubilden der sich bewegenden Ameisenkolonne untersucht.

In Kapitel 5 werden schließlich die empirischen Ergebnisse dargestellt. Die Methoden und Techniken zur Datengewinnung sowie die Konstruktion der Experimente werden beschrieben. Uni- und bidirektionale Pfade werden untersucht. Zusätzlich werden qualitative Untersuchungen durchgeführt und mit den Ergebnissen der Messungen verglichen. Die Einzelgeschwindigkeiten der Ameisen und der Abstand zur vorauslaufenden Ameise werden gemessen. Die dazugehörigen Verteilungen wie auch die Fundamentaldiagramme werden diskutiert. Als ein wesentliches Ergebnis stellt sich die Kolonnenbildung und deren Störung durch Gegenverkehr heraus. Schließlich werden die empirischen Ergebnisse mit den Vorhersagen der Modelle verglichen.

Kapitel 6 gibt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse - sowohl des theoretischen als auch des empirischen Teils. Abschließend wird ein Ausblick auf zukünftige Untersuchungen diskutiert.