

Robuste Reputationssysteme auf Elektronischen Märkten

Ralf Peters, Ivo Reitzenstein

Lehrstuhl für E-Business
Institut für Wirtschaftsinformatik und Operations Research der Martin-Luther-
Universität Halle-Wittenberg
06099 Halle
peters@wiwi.uni-halle.de
ivo.reitzenstein@wiwi.uni-halle.de

Abstract:

Reputationssysteme im E-Commerce sind in der Praxis verschiedenen Formen von strategischem Verhalten und Manipulationen ausgesetzt, die ihre korrekte Funktion beeinträchtigen können. Dieser Beitrag beschreibt ein Konzept, mit dem die Robustheit von Reputationssystemen gegenüber derartigen Angriffen untersucht werden kann. Hierzu wird ein Simulationsmodell auf Grundlage von Konzepten der Evolutionären Spieltheorie vorgestellt und in eine Multi-Agenten-Simulation überführt. Die vorliegenden Simulationsergebnisse zeigen, dass dieser Ansatz neue Aspekte zu robusten Reputationssystemen liefern kann.

1 Einleitung

Auf Elektronischen Marktplätzen werden Reputationssysteme eingesetzt, um Vertrauen und kooperatives Verhalten zwischen Vertragspartnern herzustellen. Hierbei bewerten sich die Teilnehmer im Anschluss an eine Transaktion gegenseitig hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit. Die Bewertungen werden gesammelt, aggregiert und allen Marktplatzteilnehmern zur Verfügung gestellt [Re00, S.46]. Die Marktplatzteilnehmer sind damit einerseits in der Lage, durch das Sammeln positiver Bewertungen eine Reputation als vertrauenswürdige Teilnehmer aufzubauen, und können sich andererseits vor dem Abschluss einer Transaktion über die bisherige Vertrauenswürdigkeit ihres potenziellen Vertragspartners informieren.

Der ökonomische Wert einer guten Reputation führt dazu, dass Reputationssysteme auch das Ziel von strategischem Verhalten und Manipulationen sind. Hierbei können verschiedene Manipulationsformen unterschieden werden. Die „Rest-on-the-laurels“ (ROTL)-Strategie besteht darin, dass ein Teilnehmer zunächst eine gute Reputation aufbaut, um dann deren Wert durch eine betrügerische Transaktion abzuschöpfen [De03a, S. 1419]. Scheintransaktionen mit anderen Teilnehmern können dazu dienen, positive Bewertungen zu sammeln (ballot-stuffing), um damit einen ROTL-Angriff vorzubereiten oder die Folgen einer negativen Bewertung auszugleichen. Auch kann eine Denunzierung von Konkurrenten mit negativen Bewertungen (bad mouthing) erfolgen, um diesen im Wettbewerb zu benachteiligen [De00 S. 2; ZMM99, S. 3]. Im Rahmen

einer „Sybil-Attack“ [Do02] erlangt ein einzelner Teilnehmer verschiedene Scheinidentitäten, um damit einen ballot-stuffing oder bad-mouthing-Angriff durchführen. Bei dem „Whitewashing“-Angriff führt ein Teilnehmer einen Identitätswechsel mit dem Ziel durch, seine schlechte Reputation „abzustreifen“ und sich so den negativen Folgen seines Handelns zu entziehen [FR98]. Trittbrettfahrer-Probleme [MRZ05, S. 1359] und die Androhung von Rachebewertungen [KS02, S. 24] führen dazu, dass Teilnehmer auf die Abgabe einer Bewertung verzichten.¹

Die beschriebenen Probleme zeigen, dass Reputationssysteme auf vielfältige Weise angreifbar und manipulierbar sind. In der Literatur werden bereits Lösungen zur Verbesserung von Reputationssystemen vorgeschlagen [FR98; De03b; ZMM99; De00; MRZ05; De03a], jedoch werden die beschriebenen Probleme bislang weitgehend isoliert betrachtet. Eine so vorgeschlagene Lösung kann damit geeignet sein, eine bestimmte Manipulationsmöglichkeit zu beseitigen, im Gegenzug jedoch andere Manipulationsmöglichkeiten erleichtern. Damit stellt sich die Frage, wie robust Reputationssysteme tatsächlich gegenüber der Vielzahl der möglichen Manipulationen sind.

Der hier vorgestellte Ansatz zur Bewertung der Robustheit von Reputationssystemen basiert auf Konzepten der Evolutionären Spieltheorie. Anhand eines evolutionären Modells lässt sich die Entwicklung von Strategien in Populationen untersuchen, wobei unterstellt wird, dass im Rahmen eines Selektionsprozesses erfolgreiche Strategien weniger erfolgreiche Strategien verdrängen [HS02, S. 3; Am99, S. 1f.; Pe98, S. 1f.]. Angewendet auf Reputationssysteme lässt sich damit analysieren, ob ein bestimmtes Reputationssystem die Verbreitung verschiedener Manipulationsstrategien erfolgreich verhindert.

Im folgenden Abschnitt wird zunächst ein evolutionäres Reputationsmodell zur Bewertung der Robustheit von Reputationssystemen vorgestellt. Anschließend wird im dritten Abschnitt das Verhalten der darin tätigen Käufer und Verkäufer modelliert. Im vierten Abschnitt werden dann Ergebnisse aus einer darauf aufbauenden Multi-Agenten-Simulation vorgestellt und diskutiert. Der fünfte Abschnitt bietet abschließend eine Zusammenfassung und einen Ausblick auf weitere Forschungsfragen.

2 Evolutionäres Reputationsmodell

In dem hier vorgestellten evolutionären Reputationsmodell wird auf einem hypothetischen Marktplatz ein homogenes Gut zwischen einer Menge von Käufern K und einer Menge von Verkäufern V gehandelt. Die Mengen der Käufer und Verkäufer sind disjunkt, jeder Akteur ist genau einer Marktseite zugeordnet. Das Marktgeschehen findet in Runden $t = 1, 2, \dots$ statt. Die Interaktion zwischen den Marktteilnehmern

¹ Untersuchungen auf dem Marktplatz eBay zeigen, dass nur in ungefähr der Hälfte aller Transaktionen eine Bewertung abgegeben wird. [RZ02, S. 141].

erfolgt paarweise, wobei in jeder Runde t im Rahmen eines "random matching" jedem Käufer $i \in K$ genau ein Verkäufer $j \in V$ zufällig zugeordnet wird.

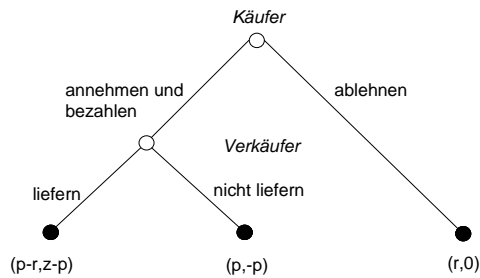


Abbildung 1: Einfaches Vertrauensspiel

Die Akteure eines Paares (k_i^t, v_j^t) stehen sich in der in Abbildung 1 dargestellten Entscheidungssituation gegenüber. Der Verkäufer hat für sein Gut eine Wertschätzung $r > 0$ und bietet es zu einem von ihm individuell festgelegten Preis $p_j^t \geq r$ an. Der Käufer hat eine Zahlungsbereitschaft von $z > 0$ und entscheidet, ob er das Angebot des Verkäufers annimmt oder ablehnt. Im Fall der Angebotsannahme entscheidet der Verkäufer anschließend, ob er das Gut wie vereinbart an den Käufer ausliefert oder aber den Vertrag bricht, indem er den vom Käufer gezahlten Preis einbehält und das Gut selbst konsumiert.²

Für den Verkäufer besteht hierbei grundsätzlich die Möglichkeit, seinen Gewinn durch einen Vertragsbruch um den Betrag $p_j^t - (p_j^t - r) = r$ zu erhöhen. Bleibt ein solcher Vertragsbruch ohne negative Konsequenzen, so besteht ein ökonomischer Anreiz zu unehrlichem Verhalten und es liegt eine so genannte Moral Hazard-Situation vor [Oc03]³.

Als Lösungsansatz für dieses Problem wird ein Reputationssystem betrachtet, mit dem der Käufer das Verhalten des Verkäufers im Anschluss an die Transaktion bewerten kann. Hierzu vergibt der Käufer nach jeder Interaktion eine Bewertung $r \in \{1, -1\}$, wobei $r = 1$ eine vertrauenswürdige und $r = -1$ ein betrügerisches Verhalten des Verkäufers kennzeichnet. Für jeden Verkäufer j werden die abgegebenen Bewertungen in einem Reputationsprofil $R_j = \{r_1, r_2, \dots\}$ gesammelt und als aggregierter Reputationswert $f(R_j)$ auf dem Marktplatz veröffentlicht.

In Anlehnung an die Praxis Elektronischer Marktplätze wie eBay wird für das Zustandekommen der Transaktion nur die Reputation auf Seiten des Verkäufers berücksichtigt. Da die Akteure in dem hier vorgestellten Basismodell nur auf jeweils genau einer Marktseite agieren, wird auf eine Käufer-seitige Reputation verzichtet. Eine

² Der Transaktionspreis ist im Fall der Angebotsannahme identisch mit dem Angebotspreis. Es werden keine Transaktionskosten wie beispielsweise Nutzungsgebühren für die Marktplattform betrachtet.

³ Eine Moral Hazard Situation kann auch auf der Seite der Käufer auftreten [SZ04, S. 158-159]. Hier kann beispielsweise trotz Lieferung die Zahlung an den Verkäufer des Gutes verweigert werden.

Erweiterung des Modells könnte darin bestehen, die Akteure abwechselnd auf beiden Marktseiten tätig werden zu lassen und das Reputationssystem dementsprechend auszuweiten.

Das Verhalten der einzelnen Akteure wird durch die von ihnen gewählte Strategie festgelegt. Für Käufer und Verkäufer existieren Strategiemengen S_k und S_v , aus denen jeder Akteur genau eine Strategie verfolgt. Die Interaktion eines Paares (k_i^t, v_j^t) ergibt sich damit aus den Strategien beider Teilnehmer und führt zu der in Abbildung 1 dargestellten Auszahlung. Als Maß für den Erfolg einer Strategie dient die durchschnittlich mit dieser Strategie erzielte Auszahlung, die so genannte Fitness [We02, S. 33].

Imitation und Robustheit

In der evolutionären Spieltheorie werden begrenzt rational handelnde Akteure betrachtet, die ihre Strategie von Zeit zu Zeit überdenken und sie ändern, falls eine andere Strategie erfolgreicher ist, also eine höhere Fitness aufweist [Sa97, S. 21-23].⁴ Im ökonomischen Kontext kann dies durch Imitation erfolgreicher Akteure geschehen [Am99, S. 48]. In dem hier betrachteten Modell vergleicht jeder Akteur in regelmäßigen Abständen seine Fitness mit der eines anderen, zufällig gewählten Teilnehmers. Ist die Fitness des Anderen höher, so wird dessen Verhalten imitiert, also dessen Strategie übernommen.⁵ Daraus ergibt sich ein Selektionsprozess, in dem sich erfolgreiche Strategien mit überdurchschnittlicher Fitness in einer Population ausbreiten, und Populationsanteile mit Strategien unterdurchschnittlicher Fitness abnehmen. Dieser Selektionsprozess kann zur Bildung von Gleichgewichten führen, bei denen sich die Anteile der Strategien in der betrachteten Population nicht mehr verändern [HS03, S. 948ff.].

Ausgehend von diesem Konzept lässt sich die Robustheit von Reputationssystemen im Rahmen eines evolutionären Ansatzes untersuchen. Ein Reputationssystem ist bezüglich einer bestimmten Manipulationsstrategie robust, falls der Selektionsprozess zu einer Verdrängung der Manipulationsstrategie und damit die Gesamtpopulation aller Akteure zu einem Gleichgewicht vertrauenswürdigen Verhaltens führt. Für ein derartiges Gleichgewicht stellt sich darüber hinaus die Frage, wie stabil es gegenüber anderen Manipulationsstrategien ist. Ein optimales Reputationssystem muss robust gegenüber jeder möglichen Manipulationsstrategie sein.

⁴ Gegenüber der klassischen Spieltheorie wird damit das strenge Konzept des rational handelnden Individuums relativiert, bei dem sich ein Akteur immer für die Alternative entscheidet, die den individuellen Nutzen maximiert und dabei alle zur Verfügung stehenden Informationen und Handlungsalternativen berücksichtigt [Va94, S. 98f.].

⁵ Diese einfache Imitationsstrategie unterstellt, dass die Auszahlungen anderer Akteure beobachtet werden können. In der Literatur werden auch auf anderen Annahmen basierende Imitationsstrategien diskutiert [Am99, S. 51-53; We02, S. 152-162]. Diese alternativen Konzepte führen formal zu demselben Selektionsprozess und sollten damit keine Veränderungen am Simulationsverhalten zeigen.

3 Verhalten der Akteure

Eine wesentliche Komponente jedes Reputationsszenarios bildet das Verhalten der beteiligten Akteure. Im Folgenden werden für die Käufer und die Verkäufer verschiedene Strategien modelliert.

3.1 Käuferstrategie

Ein Käufer steht in jeder Interaktion vor der Entscheidung, ob er das Angebot des ihm zufällig zugeordneten Verkäufers annimmt oder ablehnt. Das Ablehnen eines Angebotes führt zu einer sicheren Auszahlung von Null. Die Annahme des Angebotes führt zu zwei möglichen Zuständen, entweder der vertragsgemäßen Auslieferung des Gutes oder einem Verlust in Höhe des Kaufpreises, falls der Verkäufer das Gut nicht ausliefert. Die Entscheidung über die Annahme des Angebotes ist eine Entscheidung unter Unsicherheit, da das Verhalten des Verkäufers ex-ante unbekannt ist.

Für diese Entscheidung muss der Käufer eine Wahrscheinlichkeit für den Erfolg der Transaktion bei Annahme des Angebotes bilden. Hierzu liefert das Reputationssystem eine auf dem Reputationsprofil $R_j = \{r_1, r_2, \dots\}$ des Verkäufers basierende Erfolgswahrscheinlichkeit $p_{rep} = f(R_j)$ für die Transaktion. Ein wesentliches Merkmal des untersuchten Reputationssystems bildet hierbei die Ausgestaltung der Reputationsfunktion $f(R_j)$, die beispielsweise als Anteil der erfolgreichen Transaktionen im Reputationsprofil berechnet werden kann.

Neben der vom Reputationssystem gelieferten Erfolgswahrscheinlichkeit sammeln die einzelnen Käufer im Rahmen ihrer Transaktionen eigene Erfahrungen. Hierbei sei angenommen, dass aufgrund der Größe des Marktes in der Regel keine wiederholten Interaktionen mit demselben Transaktionspartner stattfinden [RZ02; BKO04; S.185]. Auf Basis der so gesammelten Erfahrungen kann jeder Käufer eine subjektive Erfolgswahrscheinlichkeit $p_{sub} = |\text{Anzahl erfolgreicher Transaktionen}| / |\text{Anzahl aller Transaktionen}|$ berechnen.

Die beiden Erfolgswahrscheinlichkeiten unterscheiden sich voneinander grundsätzlich darin, dass p_{rep} die Reputation eines bestimmten Verkäufers auf Basis aller seiner bisherigen Transaktionen, p_{sub} hingegen die subjektiven Erfahrungen eines Käufers mit einer zufällig gewählten Teilmenge der Verkäufer ausweist.

Die Käuferstrategie verwendet als Erfolgswahrscheinlichkeit einen gewichteten Mittelwert

$$p_{erfolg} = g \cdot p_{rep} + (1 - g) \cdot p_{sub} \quad 0 \leq g \leq 1 \quad (1)$$

beider Größen, wobei der Gewichtungsfaktor g das „Vertrauen“ des Käufers in die Korrektheit des Reputationssystems abbildet. Besitzt der Käufer uneingeschränktes Vertrauen in das Reputationssystem, so gilt $g = 1$. Verhält sich ein Verkäufer in einer Transaktion trotz guter Reputation betrügerisch, ist dies möglicherweise ein Anzeichen

dafür, dass das Reputationssystem manipuliert wurde. In diesem Fall erfolgt eine Verringerung von g , sodass der Einfluss des Reputationssystems bei der Berechnung der Transaktionswahrscheinlichkeit gesenkt und die eigenen Erfahrungen des Käufers stärker gewichtet werden. Analog erfolgt eine Erhöhung von g , wenn sich der Verkäufer entsprechend seiner guten Reputation vertragskonform verhält.

Auf der Basis der Erfolgswahrscheinlichkeit p_{erfolg} kann die erwartete Auszahlung $E(a)$ für den Fall berechnet werden, dass der Käufer das Angebot annimmt:

$$E(a) = (z - p_j^t) \cdot p_{\text{erfolg}} - p_j^t \cdot (1 - p_{\text{erfolg}}) \quad (2)$$

Daraus ergibt sich als Entscheidungsregel für den Käufer, dass dieser das Angebot genau dann annimmt, falls die zu erwartete Auszahlung größer als die sichere Auszahlung bei Ablehnung des Angebotes ist:⁶

$$s_k = \begin{cases} \text{annehmen} & \text{falls } E(a) > 0 \\ \text{ablehnen} & \text{sonst} \end{cases} \quad (3)$$

Diese Entscheidungsregel hat die Eigenschaft, dass der Käufer bei guter Reputation einen höheren Preis akzeptiert. Analog impliziert eine schlechte Reputation ein hohes Ausfallrisiko und reduziert den maximal akzeptierten Preis.

3.2 Strategien der Verkäufer

Ein Verkäufer entscheidet in jeder Interaktion zunächst darüber, zu welchem Preis er anbietet. Im Falle einer Angebotsannahme trifft er anschliessend die Entscheidung, ob er vertragskonform kooperiert oder die Handlungsoption „nicht liefern“ wählt.

Angebotspreis

Unter dem Ziel der Gewinnmaximierung strebt der Verkäufer an, den Angebotspreis an die aktuelle Zahlungsbereitschaft der Käufer anzupassen. Die Anpassung erfolgt im Simulationsmodell anhand einer "Derivation-Follower" Strategie (vgl. [Za01, S. 89-90]), die den Angebotspreis abhängig vom Erfolg der Transaktion in der vorangegangenen Runde verändert. Dabei erhöht der Verkäufer den Angebotspreis in der nächsten Runde um einen Betrag b , falls der Preis in der letzten Runde von dem zufällig zugeordneten Käufer akzeptiert wurde, andernfalls verringert er ihn um b . Die Anpassungsregel lautet damit:

⁶ Die hier beschriebene Entscheidungsregel unterstellt Risikoneutralität der Käufer. Eine Erweiterungsmöglichkeit bieten hier andere Risikopräferenzen auf der Käuferseite. So bevorzugen risikoaverse Käufer bei identischem Erwartungswert die sichere Variante, während risikoaffine Käufer die unsichere Alternative bevorzugen. Die Berücksichtigung solcher Risikopräferenzen kann durch die Verwendung von Erwartungsnutzenfunktionen [Bi81] erfolgen.

$$p_t = \begin{cases} p_{t-1} + b & \text{falls Transaktion in } t-1 \text{ erfolgreich} \\ p_{t-1} - b & \text{sonst} \end{cases} \quad (4)$$

Der Betrag b wird in jeder Runde zufällig aus dem Intervall $[0, s]$ gezogen, wobei s den maximal möglichen Anpassungsschritt angibt. In [Za01, S. 90] wird als alternative Anpassungsregel eine „Reputation-Follower“-Strategie auf der Grundlage der eigenen Reputation beschrieben, die in Experimenten jedoch zu ähnlichem Verhalten führt.

Kooperationsentscheidung

Bezüglich der Kooperationsentscheidung stehen dem Verkäufer neben einem vertragskonformen Verhalten die verschiedenen in Abschnitt 1 beschriebenen Manipulationsansätze zur Verfügung. Für die Simulation wurden hiervon zunächst das vertragskonforme Verhalten im Rahmen der „kooperieren“-Strategie, sowie die „Rest-on-the-laurels“- (ROTL) und die „Whitewashing“-Strategie umgesetzt.

Die ROTL-Strategie [De03a, S. 1419] zielt darauf ab, den ökonomischen Wert einer guten Reputation durch einen einmaligen Betrug abzuschöpfen. Die hier verwendete ROTL-Strategie kooperiert zunächst für eine vorgegebene Anzahl von n Runden. Anschließend wird einmalig die Handlungsoption „nicht liefern“ gewählt, worauf dann erneut für n Runden kooperiert wird. Die ROTL-Strategie führt dazu, dass der Verkäufer einen Anteil negativer Bewertungen in seinem Reputationsprofil ansammelt.

Die Whitewashing-Strategie erweitert diesen Manipulationsansatz darum, dass der Verkäufer nach erfolgtem Betrug einen Identitätswechsel auf dem Marktplatz durchführt. Der erneut angemeldete Verkäufer erhält ein neues, leeres Reputationsprofil und kann sich damit den negativen Folgen seines Handelns entziehen. Dies ist in der Praxis oft anhand einer erneuten Anmeldung mit gefälschter Identität möglich.

4 Simulationsergebnisse

Die Analyse des evolutionären Reputationsmodells erfolgt anhand eines Multi-Agenten-Systems (MAS). Diese Forschungsmethode bietet sich an, da die einzelnen Akteure des vorgestellten Modells weitgehend bruchfrei in das softwaretechnische Konzept eines Agenten überführt werden können [De04, S. 10f.; GS05, S. 2-5; BB01, S. 149]. Für die Implementierung wurde das *Java Agent Development Environment* (JADE)-Framework verwendet. Das entwickelte Multi-Agenten-System besteht aus einer Menge von Käufer- und Verkäufer-Agenten, die sich entsprechend der vorgestellten Strategien verhalten. Zusätzlich wird noch ein „Marktplatz-Agent“ verwendet, der die Aufgaben des Marktplatzes und der Simulationssteuerung übernimmt.

In den nachfolgend dargestellten Experimenten werden verschiedene einfache Reputationszenarien mit einer Populationsgröße von je $n=100$ Käufer- und Verkäuferagenten betrachtet. Zu Beginn jedes Simulationslaufes verfolgen zunächst alle Verkäufer-Agenten die Strategie „kooperieren“. Dieses Gleichgewicht wird in Runde 50

durch eine kleine Mutation gestört, indem ein Agent aus der Verkäufer-Population zu einer der beschriebenen Angreifer-Strategien wechselt. Die Zahlungsbereitschaft der Käufer z und der Reservationspreis der Verkäufer r sind dabei auf $z=1$ und $r=0,1$ festgelegt, sodass sich ein Preisintervall $P=(0,1; 1)$ für das gehandelte Gut ergibt.

Als Ausgangsszenario wird ein einfaches Reputationssystem untersucht, bei dem die Erfolgswahrscheinlichkeit $p_{rep} = f(R_j)$ als Anteil der positiven Bewertungen im Reputationsprofil ermittelt wird. Als Angreifer wird eine ROTL-Strategie betrachtet, die in jeder $n = 150$. Runde betrügt. In Abbildung 2 ist hierzu die Entwicklung der Populationsanteile dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Strategie „kooperieren“ im Simulationsverlauf durch die ROTL-Strategie verdrängt wird.

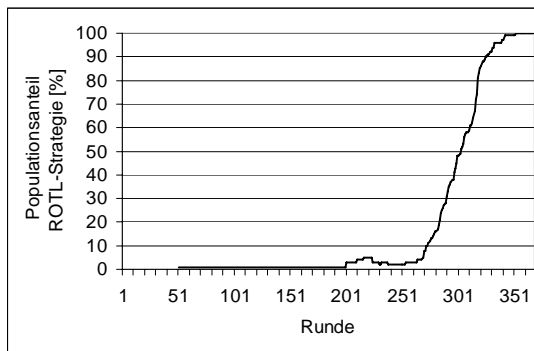


Abbildung 2: Populationsentwicklung im Ausgangsszenario.

Abbildung 3 verdeutlicht die Wirkungszusammenhänge dieses Selektionsprozesses. Zunächst nutzt der Angreifer in Runde 200 seine Reputation für einen Betrug, womit sich seine Fitness erhöht. Die damit einhergehende Verschlechterung seiner Reputation führt in der folgenden Runde zu einer Ablehnung seines Angebotes. Aufgrund des Derivation-Follower-Verhaltens senkt er daraufhin seinen Angebotspreis, woraufhin er erfolgreich eine weitere Transaktion durchführen kann. Dies führt schließlich dazu, dass sich sein Reputationswert verbessert und auch der Angebotspreis in der nächsten Runde erhöht. Das Derivation-Follower-Verhalten kompensiert damit den zeitweiligen Reputationsverlust erfolgreich durch eine Senkung des Angebotspreises.

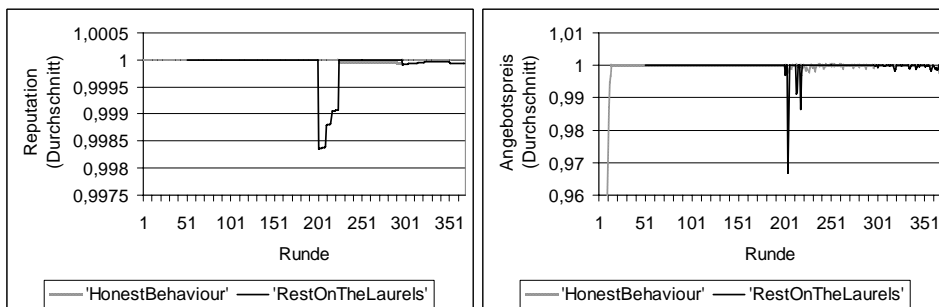


Abbildung 3: Entwicklung der Reputation (a) und des Angebotspreises (b)

Weitere Simulationsläufe haben gezeigt, dass dieser Verlauf nur bei gelegentlichem Betrug der ROTL-Strategie auftritt. Wird die Zahl der Runden bis zum nächsten Betrug beispielsweise auf $n = 100$ Runden reduziert, so verschlechtert sich die Reputation der Angreifer im Zeitverlauf kontinuierlich und das Gesamtsystem kehrt zu einer rein kooperativen Verkäuferpopulation zurück. Damit ist auch die maximale Betrugsquote in diesem Szenario begrenzt. Insgesamt zeigt sich jedoch, dass das hier untersuchte Reputationssystem nicht grundsätzlich robust gegenüber der ROTL-Strategie ist.

Als mögliche Lösung wird in der Literatur eine stärkere Gewichtung neuer Bewertungen vorgeschlagen [De03a, S. 1419f.]. In einem weiteren Experiment wurde dazu die Reputationsfunktion $f(R_j)$ dahingehend verändert, dass die Einzelbewertungen des Reputationsprofils $R_j = \{r_1, r_2, \dots\}$ mit einer degressiven Gewichtung entsprechend ihrer Aktualität in die Berechnung eingehen. Abbildung 4 zeigt, dass mit dieser Veränderung eine relativ schnelle Verdrängung der ROTL-Strategie stattfindet.

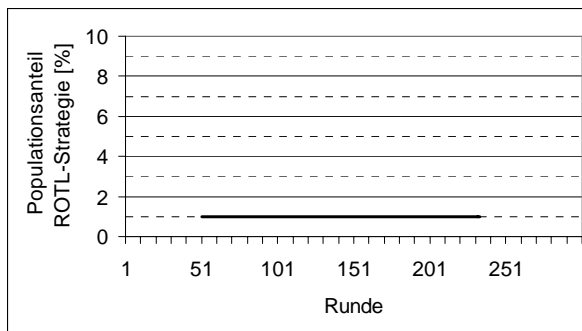


Abbildung 4: Populationsentwicklung bei degressiver Reputationsfunktion

In der Praxis können Reputationssysteme auch simultan verschiedenen Manipulationen ausgesetzt sein. Als Beispiel eines solchen Szenarios wurde das simultane Auftreten einer ROTL- und einer Whitewashing-Strategie untersucht. Abbildung 5 zeigt die Populationsentwicklung, in der die Whitewashing-Strategie alle anderen Strategien vollständig verdrängt.

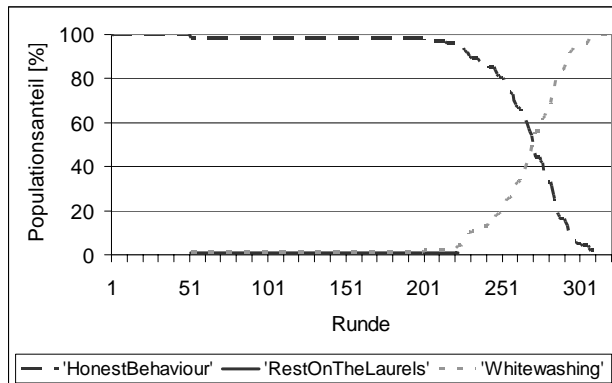


Abbildung 5: Populationsentwicklung mit einer zusätzlichen Whitewashing-Strategie

Die Ursache liegt hier darin, dass der Betrug der Whitewashing-Strategie aufgrund der Neuanmeldung ohne Konsequenzen bleibt. Um eine erfolgreiche Manipulation durch die Whitewashing-Strategie zu verhindern, wird in der Literatur vorgeschlagen, die Neuanmeldung mit Kosten zu belegen [FR98]. Dies kann beispielsweise in Form einer Anmeldegebühr geschehen. In weiteren Simulationsläufen konnte für dieses Reputationsszenario ermittelt werden, dass bereits eine Anmeldegebühr in Höhe von mindestens 7% des aktuellen Transaktionspreises die Robustheit gegenüber der Whitewashing-Strategie herstellt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte Konzept des evolutionären Reputationsmodells zielt darauf ab, Reputationssysteme hinsichtlich ihrer Robustheit zu untersuchen und vergleichend zu bewerten. Das Konzept wurde im Rahmen eines Multi-Agenten-Systems implementiert und zunächst für erste explorative Tests eingesetzt. Dazu wurden einige grundlegende Reputationsszenarien modelliert und hinsichtlich in der Literatur vorgeschlagener Verbesserungsmaßnahmen untersucht. Hierbei konnte zum einen die Wirksamkeit dieser Maßnahmen bestätigt werden. Zum anderen konnten mit der begrenzten Betrugshäufigkeit der ROTL-Strategie und der minimalen Anmeldegebühr im Falle der Whitewashing-Strategie auch neue, quantitative Aspekte zur Robustheit aufgezeigt werden.

Insgesamt zeigt sich, dass der hier vorgeschlagene evolutionär-simulativ orientierte Forschungsansatz die bislang überwiegend analytisch orientierten Forschungsarbeiten sinnvoll ergänzen kann. Er ermöglicht es, sowohl verschiedene Reputationssysteme hinsichtlich ihrer Robustheit vergleichend zu bewerten, als auch die Wechselwirkungen zwischen simultanen auftretenden Manipulationsstrategien zu untersuchen. Im weiteren Verlauf des Forschungsvorhabens ist geplant, das Spektrum der betrachteten Manipulationsstrategien und Reputationsmodelle wesentlich zu erweitern. Hierzu zählen sowohl in der Praxis eingesetzte als auch bislang nur in der Literatur vorgeschlagene

Reputationssysteme [ZMM99; MHM02; DMS03]. Diese Untersuchungen sollen einen weiteren Beitrag zur Konstruktion und Bewertung robuster Reputationssysteme liefern.

Literaturverzeichnis

- [Am99] Amann, E. Evolutionäre Spieltheorie: Grundlagen und neue Ansätze. Physica-Verlag, 1999.
- [BB01] Bertels, K.; Boman, M.: Agent-Based Social Simulation in Markets. In: Electronic Commerci Research 1-2 (2001) 1, S. 149-158.
- [Bi81] Bitz, M.: Entscheidungstheorie. Vahlen-Verlag, 1981.
- [BKO04] Bolton, G. E.; Katok, E.; Ockenfels, A.: Trust among Internet Traders. In: Analyse & Kritik. 26 (2004) 1, S. 185-202.
- [De00] Dellarocas, C.: Immunizing Online Reputation Reporting Systems Against Unfair Ratings and Discriminatory Behavior. In: Proceedings of the 2nd ACM conference on Electronic commerce. Minneapolis, Minnesota, 2000.
- [De03a] Delarocas, C.: The Digitization of Word of Mouth: Promise and Challenges of Online Feedback Mechanisms. In: Management Science. 49 (2003) 10, S. 1407-1424.
- [De03b] Dellarocas, C.: Efficiency and Robustness of eBay-like Online Feedback-Mechanisms in Environments with Moral Hazard. MIT Sloan School of Management, Working-Paper Nr. 4297-03, <http://ccs.mit.edu/dell/SITE%202002.pdf>, Abruf am 2007-09-16.
- [De04] Deguchi, H.: Economics as an Agent-Based Complex System: Toward Agent-Based Social System Sciences. Springer-Verlag, 2004.
- [DMS03] Dingleline, R.; Mathewson, N.; Syverson, P.: Reputation in P2P Anonymity Systems. In: Proceedings of Workshop in Economics of Peer-to-Peer-Systems, 2003, <http://www2.sims.berkeley.edu/research/conferences/p2pecon/papers/s2-dingleline.pdf>, Abruf am 07-09-17.
- [Do02] Douceur, J.: The Sybil Attack. Proceedings of the IPTPS02 Workshop, Cambridge, MA (USA), März 2002.
- [FR98] Friedmann, E.; Resnick, P.: The Social Cost of Cheap Pseudonyms. <http://www.si.umich.edu/~presnick/papers/identifiers/081199.pdf>, Discussion Paper, 1999, Abruf am 2007-09-16.
- [GS05] Giorgini, P.; Henderson-Sellers, B.: Agent-Oriented Methodologies: An Introduction. In: Henderson-Sellers B.; Giorgini, P.: Agent-Oriented Methodologies. Idea Group Publishing, 2005, S. 1-19.
- [HS03] Hammerstein, P.; Selten, R.: Game Theory and Evolutionary Biology. In: Aumann, R.; Hart, S.: Handbook of Game Theory: Volume 2. 2. Auflage, Elsevier, 2003, S. 929-993.
- [HS02] Hofbauer, J.; Sigmund, K.: Evolutionary Games and Population Dynamics. Cambridge University Press, 2002.
- [KS02] Kennes, J.; Schiff, A.: The Value of a Reputation System. Working-Paper, The University Auckland. Dezember 2002, <http://econwpa.wustl.edu:80/eps/io/papers/0301/0301011.pdf>, Abruf am 2007-09-16.
- [MHM02] Mui, L.; Halberstadt, A.; Mohtashemi, M.: Notions of Reputation in Multi-Agents Systems: A Review. In: Proceedings of AAMAS'2002, ACM Press, 2002, S. 280-287.
- [MRZ05] Miller, N.; Resnick, P.; Zeckhauser, R.: Eliciting Informative Feedback: The Peer-Prediction Method. In: Management Science 9 (2005) 51, S. 1351 – 1373.
- [Oc03] Ockenfels, A.: Reputationsmechanismen auf Internet-Marktplatzformen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB). 73 (2003) 3, S.295-315.
- [Pe98] Evolutionäre Stabilität in sozialen Modellen. Accedo-Verlag, 1998.
- [Re00] Resnick, P. et. al.: Reputation Systems. In: Communications of the ACM. 43 (2000) 10, S. 45-48.

- [RZ02] Resnick, P.; Zeckhauser, R: Trust Among Strangers in Internet Transactions: Empirical Analysis of eBay's Reputation System. In: Michael R. Baye (Hrsg.): The Economics of the Internet and E-Commerce. Amsterdam 2002. S. 127-158.
- [Sa97] Samuelson, L.: Evolutionary Games and Equilibrium Selection. MIT-Press, 1997.
- [SZ04] Snijders, C; Zijdemans, R.: Reputation and Internet Auctions: eBay and Beyond. In: Analyse & Kritik 1 (2004) 26, S. 158-184.
- [Va94] Varian, H. R.: Mikroökonomie. 3. Auflage, Oldenbourg-Verlag, 1994.
- [We02] Weibull, J. W.: Evolutionary Game Theory. 5. Auflage, MIT-Press, 2002.
- [Za01] Zacharia, G. et. al.: Economics of Dynamic Pricing in a Reputation Brokered Agent Mediated Marketplace. In: Electronic Commerce Research. 1 (2001) 1-2, S. 85-100.
- [ZMM99] Zacharia, G; Moukas A; Maes, P: Collaborative Reputation Mechanisms in Electronic Marketplaces. Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, 1999.