

# Shilling in Online-Auktionen

Christian Schmeißer

Institut für Wirtschaftsforschung Halle  
Kleine Märkerstr. 8  
06108 Halle (Saale)  
+49 (0) 345 7753 863

christian.schmeisser@iwh-halle.de

Ralf Peters

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Universitätsring 3  
06108 Halle (Saale)  
+49 (0) 345 55 23471

ralf.peters@wiwi.uni-halle.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Online-Auktionen sind neben anderen Manipulationen insbesondere dem sogenannten Shilling ausgesetzt. Dabei bietet ein Verkäufer unter falscher Identität in einer eigenen Auktion, um dadurch einen Vorteil zu erlangen. Dieser Beitrag schlägt ein neues Verfahren zur Identifikation dieser schwer erkennbaren Manipulationsform vor. Die bisher bekannten Ansätze werden um eine stochastische Analyse und das Konzept einer Indizien-Signatur erweitert, um eine höhere Trennschärfe hinsichtlich verschiedener Formen des Shilling zu erzielen. Dieses Verfahren wird anschließend auf Daten des Online-Auktionshauses eBay angewendet und zeigt die hohe Praxisrelevanz der Shilling-Manipulationen.

## Schlüsselwörter

Shilling, Shill-Bidding, Online-Auktionen

## 1. EINLEITUNG

Online-Auktionen sind aufgrund der weitgehenden Anonymität ihrer Teilnehmer in besonderem Maße verschiedenen Formen von Manipulationen ausgesetzt. Unter Shilling (auch Shill-Bidding) versteht man das Bieten eines Verkäufers in einer eigenen Auktion. Mit dem Shilling kann der Verkäufer unterschiedliche Ziele verfolgen, anhand derer sich verschiedene Shilling-Formen abgrenzen lassen. Hierzu zählen beispielsweise das Wettbewerbs-Shilling, mit dem der Verkäufer auf einen höheren Auktionspreis abzielt und das Reservationspreis-Shilling, mit dem ein Teil der Auktionsgebühr eingespart wird.

Shilling-Gebote werden vom Verkäufer typischerweise unter einer falschen Identität abgegeben, da Shilling in der Regel durch die Geschäftsbedingungen der Online-Auktionshäuser untersagt ist. Zudem würden die meisten Shilling-Formen ihr Ziel verfehlen, sobald die regulären Bieter die Manipulation erkennen. Da die meisten Online-Auktionshäuser keine starke Authentifizierung

ihrer Teilnehmer fordern, ist das Erlangen einer falschen Identität leicht möglich.

In der Literatur ist nicht zuletzt aufgrund der hohen Praxisrelevanz der Fragestellung ein großes Forschungsinteresse zu verzeichnen (Dong et al. (2010), Engelberg und Williams (2009), Ford et al. (2010), Goel et al. (2010), Kauffmann und Wood (2003), Rubin et al. (2005), Shah et al. (2003), Trevathan, Read (2009), Xu et al. (2009), Xu und Cheng (2007)). Die derzeit vorliegenden Verfahren dienen dazu, den tatsächlich vorliegenden Umfang des Shilling abzuschätzen. Sie bilden jedoch auch einen ersten Schritt hin zu einem praxistauglichen Verfahren, mit dem Shilling möglicherweise direkt im operativen Auktionsgeschehen erkannt und eingedämmt werden kann. Dies könnte das Vertrauen der Teilnehmer in die Online-Auktionshäuser erhöhen.

Der vorliegende Beitrag schlägt ein neues statistisches Verfahren zur Identifikation von Shilling vor, das teilweise auf bereits in der Literatur diskutierten Indizien aufbaut. In Kapitel 2 werden zunächst der aktuelle Stand der Forschung und bisherige Verfahren zur Identifizierung von Shilling dargestellt. Anschließend wird die stochastische Analyse des eigenen Ansatzes in Kapitel 3 beschrieben. In Kapitel 4 werden dann die der Analyse zugrundeliegenden Indizien diskutiert und in dem neuen Konzept der Indizien-Signatur zusammengeführt. Das neue Verfahren wird anschließend auf Daten eines Online-Auktionshauses angewendet. Die verwendeten Daten und die erzielten Ergebnisse werden in Kapitel 5 vorgestellt. Kapitel 6 schließt mit einer kurzen Zusammenfassung.

## 2. STAND DER FORSCHUNG

Der eindeutige Nachweis von Shilling setzt weitgehende Informationen über die Auktionsteilnehmer voraus. Er kann gelingen, falls Verkäufer und Bieter identische Namen und Adressen besitzen. Über einen darauf ausgerichteten Adressabgleich wurde beispielsweise in Großbritannien ein eBay-Händler überführt und erstmals strafrechtlich verfolgt.<sup>1</sup> In der Auktionspraxis liegen derart eindeutige Tatbestände jedoch nur selten vor, da Manipulationen in der Regel unter falscher Identität vorgenommen werden. Die in der Forschung entwickelten Verfahren zum Nachweis von Shilling konzentrieren sich daher auf den Vergleich charakteristischer Verhaltensmuster in Auktionen. Dabei werden alle Auktionen eines Verkäufers oder alle Auktionen, auf die ein Bieter geboten hat, zu einer Auktionsgruppe zusammengefasst und analysiert.

<sup>10</sup>th International Conference on Wirtschaftsinformatik,  
16<sup>th</sup> - 18<sup>th</sup> February 2011, Zurich, Switzerland

<sup>1</sup> <http://www.onlinemarktplatz.de/15911/in-groesbritannien-erstmal-straferfolgung-wegen-shill-bidding-bei-ebay/>. Abruf am 29.04.2010.

Die bisherigen Ansätze basieren vorwiegend auf Scoring-Modellen und Premium-Geboten.

Scoring-Modelle zur Identifizierung von Shilling dienen dazu, geeignete Verhaltensmuster von Auktionsteilnehmern zu analysieren und zu einer Kennzahl zu aggregieren, die die Intensität des Shilling ausweist. Xu et al. (2009) stellen einfache Verhaltensannahmen auf, die als Indizien für Shilling dienen. Sobald ein Bieter im Verlauf seiner Gebotshistorie eine bestimmte Anzahl dieser Verhaltensannahmen verletzt, wird dieser als Shill-Bieter identifiziert. Trevathan und Read (2009) nutzen ein ähnliches Modell. Die Verhaltensannahmen werden jedoch gewichtet in einen Score überführt. Mit zunehmendem Score steigt die Wahrscheinlichkeit, dass der betreffende Bieter Shilling betreibt. Dong et al. (2010) greifen auf die Dempster-Shafer-Theorie zurück, die Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenfasst und daraus die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses ermittelt. Mit Hilfe dieser Theorie und auf Basis mehrerer gewichteter Indizien bestimmen Dong et al. (2010) die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bieter Shilling betreibt.

Eine zweite Gruppe von Verfahren zum Nachweis von Shilling basiert auf der Analyse sogenannter Premium-Gebote. Premium-Gebote (Kauffmann und Wood 2003, S. 262) sind Gebote, die in einer Auktion abgegeben werden,

- obwohl der Preis in einer Parallelauktion mit identischer Ware niedriger oder maximal genauso hoch ist,
- die Auktion erst nach der Parallelauktion endet und
- der betreffende Bieter nicht in beiden Auktionen bietet.

Premium-Gebote werden als ein starkes Indiz für Shilling gewertet, da sich der betreffende Bieter durch ein Gebot in der Parallelauktion besser stellen könnte. Kauffman und Wood (2003) untersuchen die Premium-Gebote in insgesamt 622 Münzauktionen mit 237 unterschiedlichen Verkäufern. Sie zeigen, dass nicht alle Verkäufer gleichermaßen Shilling betreiben. Vielmehr ist Shilling ein Verhaltensmerkmal, dass jeden einzelnen Verkäufer über den betrachteten Zeitraum hinweg charakterisiert.

Ein auf Premium-Geboten basierender Ansatz wird ebenfalls von Xu und Cheng (2007) vorgestellt. Sie definieren Verhaltensweisen von Bieter, die entweder für oder gegen Shilling sprechen. Der Shilling-Verdacht kann sich so erhärten, aber auch verringern. Beide Einflüsse werden zu einem Indikator für Shilling aggregiert.

Neben den Scoring-Modellen und Verfahren auf Basis der Premium-Gebote wurden auch andere Methoden zum Nachweis von Shilling entwickelt. So konzentrieren sich Rubin et al. (2005) auf die Bieter-übergreifenden Verteilungen verschiedener Indizien. Bieter werden verdächtigt Shilling zu betreiben, falls sie bezüglich mehrerer Indizien auffällige Werte aufweisen. Ford et al. (2010) fassen die Bieter mit Hilfe eines hierarchischen Clusterings anhand ihrer Eigenschaften zu unterschiedlichen Klassen zusammen. Entsprechend der Bietercharakteristik wird den Klassen ein „normales“, „verdächtiges“ oder „sehr verdächtiges“ Verhalten zugeordnet. Goel et al. (2010) ermitteln die Wahrscheinlichkeit von Shilling anhand eines für diesen Zweck trainierten Bayes'schen Multi-State Netzwerk, das mehrere Indizien einer Auktion verarbeitet. Ein weiteres Verfahren wird von Engelberg und Williams (2009) vorgeschlagen. Sie konzentrieren sich auf die Beziehung zwischen Bieter und Verkäufern und ermitteln mit

Hilfe eines Probit-Modells eine Kennzahl, die „verdächtige“ Bieter identifiziert.

### 3. STOCHASTISCHE ANALYSE

Die derzeit vorliegenden Verfahren sind mit verschiedenen Problemen behaftet. Bei den Scoring-Modellen stellt sich beispielsweise die Frage, auf welcher Grundlage die verwendeten Indizien ausgewählt und gewichtet werden. Darüber hinaus besteht ein Interpretationsproblem dahingehend, ab welchem Scoring-Wert tatsächlich von Shilling auszugehen ist. Die verschiedenen Scoring-Modelle basieren hier zumeist auf nur schwach zu begründeten Annahmen. Premium-Gebote haben das Problem, dass die Analyse geeignete Parallelauktionen voraussetzt.

Vor dem Hintergrund dieser Probleme wird im Folgenden eine stochastische Analyse der Auktionsdaten vorgeschlagen. Den Ausgangspunkt bildet hierbei die Annahme, dass im Markt überwiegend ehrliche Verkäufer tätig sind. Als Kriterium für das Shilling eines Verkäufers wird darauf aufbauend betrachtet, ob sich dieser in den betrachteten Shilling-Indizien signifikant von den übrigen Verkäufern unterscheidet.

Die dazu notwendigen Hypothesentests erfolgen anhand des Wilcoxon-Rangsummentests. Ein Vorteil dieses nicht-parametrischen Tests für metrische Variablen besteht darin, dass keine Kenntnisse über Verteilungsparameter der untersuchten Stichproben benötigt werden. Die Analyse der verschiedenen Indizien kann so einheitlich und ohne zusätzliche Annahmen gestaltet werden.

Alle Hypothesentests werden bei einem vorgegebenen Signifikanzniveau  $\alpha$  durchgeführt. Dabei findet für jeden Verkäufer zu jedem Shilling-Indiz ein Einzeltest statt. Hierbei tritt das statistische Problem der  $\alpha$ -Fehler-Kumulierung auf, da multiple Tests in derselben Grundgesamtheit durchgeführt werden.

Aus diesem Grund müssen die lokalen Signifikanzniveaus bei der Aggregation der Einzeltests justiert werden. Eine Möglichkeit dazu bietet die Holm-Bonferroni-Korrektur (Holm, 1979). Dabei werden zunächst die p-Werte der Einzeltests der Größe nach aufsteigend sortiert. Mit  $k$  als Anzahl der Einzeltests wird dann auf Basis des vorgegebenen globalen Signifikanzniveaus  $\alpha_{global}$  dem  $i$ -ten p-Wert das lokale Signifikanzniveau

$$\alpha_{lokal} = \frac{\alpha_{global}}{k - i + 1}$$

zugeordnet. Anschließend wird in aufsteigender Reihenfolge der p-Werte überprüft, ob der zugehörige  $\alpha$ -Wert kleiner ist. Sobald dies der Fall ist, werden die zugehörige und alle folgenden Nullhypothesen beibehalten.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die verwendeten Indizien teilweise aus gemeinsamen Basisdaten abgeleitet werden. Die Einzeltests sind damit nicht immer stochastisch unabhängig. Für die  $\alpha$ -Fehler-Korrektur folgt daraus, dass diese mit steigender Abhängigkeit konservativer ausfällt (Bortz 1993, S.249). Die Validität der Shilling-Analyse wird durch eventuelle Abhängigkeiten daher nicht reduziert, sondern tendenziell erhöht. Als globales Signifikanzniveau der Analyse wird  $\alpha = 0,01$  gewählt.

## 4. INDIZIEN-SIGNATUREN DER SHILLING-FORMEN

In Online-Auktionen lassen sich verschiedene Formen des Shilling beobachten. Hierzu zählen das Reservationspreis-Shilling, das Wettbewerbs-Shilling, das Unmasking sowie das Buy-Back-Shilling. Die verschiedenen Formen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der damit verfolgten Ziele, als auch bezüglich der für die Analyse geeigneten Indizien.

### 4.1 Reservationspreis-Shilling

Verschiedene Online-Auktionshäuser verlangen Gebühren in Abhängigkeit des vom Verkäufer gewählten Startpreises einer Auktion. Dabei werden für Auktionen mit geringem Startpreis zumeist nur geringe Gebühren erhoben. Das Reservationspreis-Shilling zielt darauf ab, die Auktionsgebühr zu reduzieren, indem der Verkäufer die Auktion mit einem geringen Startpreis einstellt und dann mit Geboten unter fremdem Namen den Preis auf die Höhe seines tatsächlichen Reservationspreises anhebt.

Charakteristisch für das Reservationspreis-Shilling ist, dass diese Shilling-Gebote zumeist am Anfang der Auktion erfolgen, wohingegen reguläre Gebote typischerweise zu Auktionsende gehäuft stattfinden (Anwar et al. 2006). Kauffman und Wood (2003) nutzen die daraus resultierende Verschiebung des durchschnittlichen Gebotszeitpunktes als ein Indiz für Reservationspreis-Shilling.

In der folgenden Analyse werden mit der Gebotsanzahl und der relativen Gebotshöhe am Anfang der Auktion zwei weitere Indizien betrachtet, die mit dem Reservationspreis-Shilling typischerweise zunehmen. Die relative Gebotshöhe bezeichnet hierbei den Quotienten aus dem Auktionspreis nach Ablauf von zehn Prozent der Auktionszeit und dem in der Auktion erzielten Endpreis.

Die Anfangsphase der Auktion ist gegenüber Xu et al. (2009) mit zehn Prozent anstelle von 25 Prozent deutlich kürzer gewählt, um eine Fehlidentifikation früher Gebote zu vermeiden. Die empirische Analyse wurde vergleichend auch für den Wert von 25 Prozent durchgeführt, wobei sich jedoch nur geringfügige Verschiebungen in den detektierten Shilling-Quoten ergeben.

### 4.2 Wettbewerbs-Shilling

Das Wettbewerbs-Shilling (Competitive Shilling) zielt darauf ab, durch zusätzliche Gebote eine höhere Nachfrage zu simulieren, um so einen höheren Auktionspreis zu erzielen. Dabei kann zwischen aggressivem Shilling und Benign-Shilling unterschieden werden (Trevathan und Read 2007, S.64). Bei aggressivem Shilling findet ein wiederholtes Überbieten regulärer Gebote statt, um den Preis so weit wie möglich nach oben zu treiben. Das Benign-Shilling findet demgegenüber zu Auktionsbeginn statt, um damit andere Bieter zur Gebotsabgabe zu stimulieren.

Beide Formen des Wettbewerbs-Shilling finden typischerweise relativ früh im Auktionsverlauf statt, um den regulären Bietern ausreichend Zeit für ihre Gegengebote zu lassen. Die damit einhergehende Verschiebung des durchschnittlichen Gebotszeitpunktes wird in den Verfahren von Dong et al. (2010), Shah et al. (2003) sowie Trevathan und Read (2009) als Indiz verwendet. Ein weiteres Indiz bietet die durch das Shilling erhöhte Gebotsanzahl (Dong et al. 2010, Ford et al. 2010, Rubin et al. 2005 sowie Trevathan und Read 2009). In dem Verfahren von Xu et al. (2009)

wird als Indiz für das Benign-Shilling speziell die erhöhte Gebotsanzahl zu Beginn der Auktion betrachtet.

Als weiteres Indiz für Wettbewerbs-Shilling wird in der folgenden Analyse die relative Gebotsanzahl einzelner Bieter betrachtet. Nimmt ein einzelner Bieter in einer Auktion überdurchschnittlich viele Gebote vor, so kann dies ein Indiz für einen entsprechenden Shill-Bieter sein. Als Messgröße wird hierzu die Differenz aus der Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten und der durchschnittlichen Gebotsanzahl aller Bieter berechnet. Speziell für das Benign-Shilling wird auch die relative Gebotshöhe zu Auktionsbeginn verwendet, die durch die initialen Shill-Gebote steigt.

### 4.3 Unmasking

Das Unmasking ist eine Form des Shilling, die darauf abzielt, das aktuelle Höchstgebot in einer verdeckten Auktion aufzudecken. Dabei wird der Umstand genutzt, dass viele Bieter auf den internen Bietagenten der jeweiligen Online-Plattform zurückgreifen. Im Auktionsverlauf kann hierbei der Fall eintreten, dass das dem Bietagenten vorgegebene Maximalgebot ein Fremdgebot zwar übersteigt, die Differenz jedoch nicht für das in der Auktion geforderte Mindestinkrement ausreicht. Der interne Bietagent platziert in diesem Fall dennoch ein gültiges Gebot in Höhe des Maximalgebotes. Dies kann im Rahmen einer sogenannten „discover-and-stop“-Strategie (Engelberg 2009) dazu genutzt werden, das Maximalgebot anhand einer Folge von Shill-Geboten aufzudecken. Als Indizien für das Unmasking werden im Folgenden sowohl die hohe Gebotsanzahl als auch die hohe relative Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten verwendet.

Eine weitere Möglichkeit das Höchstgebot aufzudecken besteht darin, ein eigenes Höchstgebot zu platzieren und dieses anschließend zurückzuziehen. Während des temporären Höchstgebotes wird das zweithöchste Gebot sichtbar, und der Shill-Bieter kann den Auktionspreis mit dieser Information anschließend durch ein geringfügig kleineres Gebot erhöhen. In der folgenden Analyse wird diese Strategie jedoch nicht weiter betrachtet, da die vorliegenden Daten keine geeigneten Indizien bieten.

### 4.4 Buy-Back-Shilling

Beim Buy-Back-Shilling ersteigert der Verkäufer sein Auktionsgut unter falscher Identität selbst, weil beispielsweise nicht der erwartete Preis erzielt wurde. Diese Form des Shilling ist schwer nachweisbar, da sich das beobachtbare Verhalten auch als erfolgreiches Sniping interpretieren lässt. Ein mögliches Indiz kann darin bestehen, dass ein eindeutig identifizierbarer Artikel mehrmals von demselben Verkäufer eingestellt wird. Die für die folgende Analyse verwendeten Daten reichen für eine derartige Identifikation jedoch nicht aus. Das Buy-Back-Shilling wird daher im Rahmen dieses Beitrages nicht weiter betrachtet.

### 4.5 Verwendung der Indizien

Die anschließende Analyse erfolgt auf Basis der bereits vorgestellten Indizien. Neben den dargestellten Indizien werden in der Literatur noch einige weitere Indizien zur Identifizierung von Shilling vorgeschlagen, auf die jedoch aufgrund einer ungenügenden Datenlage nicht eingegangen wird.

Alle verwendeten Indizien sind für jeweils mehrere Shilling-Formen charakteristisch. In Tabelle 1 ist die Zuordnung der Indizien zu den Shilling-Formen dargestellt. Die Quellenangaben benennen den bereits aus der bestehenden Literatur bekannten

Einsatz einzelner Indizien. Die in diesem Aufsatz neu vorgeschlagenen Indizien und Zusammenhänge sind jeweils mit einem 'X' markiert. Untypische Indizien sind mit einem '-' gekennzeichnet.

Aus Tabelle 1 wird deutlich, dass die verschiedenen Shilling-Formen teilweise recht ähnliche Indizien-Signaturen aufweisen. Um eine trennscharfe Analyse zu gewährleisten, wird daher für die Detektion einer Shilling-Form gefordert, dass alle typischen Indizien vorliegen und alle untypischen Indizien fehlen müssen. Dies hat zur Folge, dass in der Analyse nur „reine“ Shilling-Formen erkannt werden. Ein gemeinsames Auftreten verschiedener Shilling-Formen wird demgegenüber in Abhängigkeit der jeweiligen Indizien-Signaturen nicht oder nur teilweise erfasst. Die in der Analyse ausgewiesenen Shilling-Quoten sind daher insofern konservativ, als dass sie das tatsächliche Shilling tendenziell unterschätzen.

**Tabelle 1: Überblick der in bestehenden Verfahren verwendeten und neu entwickelten Indizien**

Reservationspreis-Shilling	Benign-Shilling	Unmasking	aggressives Shilling
<b>Indiz 1: Durchschnittlicher Zeitpunkt der Gebote früher</b>			
Kauffmann, Wood (2003)	Dong et al. (2010); Shah et al. (2003); Trevathan, Read (2009)	-	Dong et al. (2010); Shah et al. (2003); Trevathan, Read (2009)
<b>Indiz 2: Überdurchschnittlich viele Gebote</b>			
-	Dong et al. (2010); Ford et al. (2010); Trevathan, Read (2009); Rubin et al. (2005)	X	Dong et al. (2010); Ford et al. (2010); Trevathan, Read (2009); Rubin et al. (2005)
<b>Indiz 3: Überdurchschnittlich viele Gebote zu Auktionsbeginn</b>			
X	Xu et al. (2009)	-	-
<b>Indiz 4: Überdurchschnittlicher Preisanstieg in der frühen Auktionsphase</b>			
X	X	-	-
<b>Indiz 5: Überdurchschnittliche Gebotsanzahl des Bieters mit den meisten Geboten</b>			
-	X	X	X

## 5. EMPIRISCHE ANALYSE

Die empirische Analyse wird mit realen Daten eines Online-Auktionshauses durchgeführt. Nach einer Beschreibung der verwendeten Daten werden zunächst die Ergebnisse der Einzelindizien und anschließend die detektierten Shilling-Formen dargestellt.

Die Auswertung erfolgt jeweils für drei Klassen von Verkäufern, die sich hinsichtlich der Anzahl der von ihnen durchgeführten Auktionen unterscheiden. Mit zunehmender Auktionszahl vergrößert sich zum einen die Stichprobe, die zu jedem Verkäufer vorliegt und damit auch die Belastbarkeit der Ergebnisse. Zum anderen können durch die Klassenbildung auch Verhaltensunterschiede zwischen Gelegenheitsanbietern und professionellen, meist gewerblichen Händlern aufgedeckt werden.

## 5.1 Verwendete Daten

Die verwendeten Daten wurden vom Online-Auktionshaus eBay (www.ebay.com) über eine dort zur Verfügung gestellte Schnittstelle per Internet gewonnen. Es konnten insgesamt über 80.000 Auktionen der Kategorie „US-Dollar-Münzen“, die zwischen Mai und August 2010 endeten, in die Stichprobe übernommen werden.<sup>2</sup> Die Informationen zu den Einzelauktionen beinhalten unter anderem die Start- und Endzeiten, Startgebote, Verkäufer-IDs, Artikelnummern und Titel sowie Daten zu den in den Auktionen abgegebenen Geboten.

Die extrahierten Daten umfassen mehr als 10.000 Verkäufer und über 440.000 Bieter, die mehr als 710.000 Gebote abgegeben haben. Aufgrund der Anonymisierung der Daten werden hierbei Bieter, die in mehreren Auktionen bieten, mehrfach gezählt. Jeder Bieter gibt in einer Auktion durchschnittlich 1,6 Gebote ab und jeder Verkäufer führt im Durchschnitt ungefähr acht Auktionen durch.

## 5.2 Ergebnisse der Einzelindizien

Zunächst werden die Auktionsdaten bezüglich der Einzelindizien untersucht. In Tabelle 2 sind die ermittelten Quoten dargestellt. Dabei werden als Klassen alle Verkäufer, Verkäufer mit mindestens 30 Auktionen sowie Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen getrennt ausgewertet. Ausgewiesen sind jeweils die absolute Anzahl und der prozentuale Anteil der Verkäufer, die das entsprechende Indiz aufweisen.

**Tabelle 2: Anzahl und Anteil der Indizien in verschiedenen Verkäufer-Klassen**

Indiz 1	Indiz 2	Indiz 3	Indiz 4	Indiz 5
<b>alle 10.855 Verkäufer (85.321 Auktionen)</b>				
363 (3%)	203 (2%)	124 (1%)	327 (3%)	251 (2%)
<b>445 Verkäufer (42.447 Auktionen) mit mindestens 30 Auktionen</b>				
127 (29%)	100 (23%)	40 (9%)	118 (27%)	124 (28%)
<b>95 Verkäufer (25.273 Auktionen) mit mindestens 100 Auktionen</b>				
36 (38%)	34 (36%)	13 (14%)	30 (32%)	49 (52%)

Die detektierten Quoten schwanken stark mit dem jeweiligen Indiz und der zugrundegelegten Verkäufer-Klasse. Der Minimalwert von 1% liegt bei Indiz 3 für die Klasse aller Verkäufer vor, der Maximalwert von 52% bei Indiz 5 für die Klasse der Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen.

Bei dem Vergleich der Einzelindizien fällt zudem auf, das Indiz 3 (überdurchschnittlich viele Gebote zu Auktionsbeginn) unabhängig von der betrachteten Verkäufer-Klasse deutlich seltener als die übrigen Indizien auftritt. Dies spiegelt sich auch später in den Quoten der Indizien-Signaturen wider.

Die Quoten nehmen bei allen Indizien mit der betrachteten Verkäufer-Klasse deutlich zu. Während die Indizien für die Klasse

<sup>2</sup> Es handelt sich dabei um aufsteigende Auktionen, die der Englischen und der Vickrey-Auktion ähneln und von eBay als „chinesische“ Auktionen bezeichnet werden. Siehe hierzu auch Steiglitz (2007) S. 25ff.

aller Verkäufer nur geringe Quoten aufweisen, wird bei den Verkäufern mit mindestens 100 Auktionen für vier von fünf Indizien eine Quote von über 30% ermittelt. Bezüglich der Einzelindizien sind professionelle Verkäufer damit deutlich auffälliger als Gelegenheitsverkäufer.

### 5.3 Ergebnisse der Shilling-Formen

Aufbauend auf den detektierten Einzelindizien werden im zweiten Schritt anhand der für jede Shilling-Form charakteristischen Indizien-Signatur die entsprechenden Shilling-Quoten ermittelt. Die Indizien-Signaturen wurden wie in Abschnitt 4.5 beschrieben mit dem Ziel einer hohen Trennschärfe und sehr restriktiv konstruiert. Dabei werden nur „reine“ Shilling-Formen detektiert und die ermittelten Quoten fallen tendenziell konservativ aus. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Zusätzlich ist in der rechten Spalte die Summe über alle Shilling-Formen ausgewiesen.

Die ermittelten Quoten schwanken wiederum stark mit der jeweiligen Shilling-Form und der zugrundegelegten Verkäufer-Klasse. Für das Reservationspreis-Shilling und das aggressive Shilling zeigen sich dabei unabhängig von der Verkäufer-Klasse nur geringe Quoten von bis zu 2%.

**Tabelle 3: Anzahl und Anteil der Shilling-Formen in verschiedenen Verkäufer-Klassen**

Reservationspreis-Shilling	Benign-Shilling	Unmasking	aggressives Shilling	Gesamt
<b>alle 10.855 Verkäufer (85.321 Auktionen)</b>				
41 (~0%)	55 (1%)	45 (~0%)	16 (~0%)	157 (1%)
<b>445 Verkäufer (42.447 Auktionen) mit mindestens 30 Auktionen</b>				
10 (2%)	26 (6%)	17 (4%)	10 (2%)	63 (14%)
<b>95 Verkäufer (25.273 Auktionen) mit mindestens 100 Auktionen</b>				
1 (1%)	12 (13%)	7 (7%)	1 (1%)	21 (22%)

Deutlicher häufiger treten demgegenüber das Benign-Shilling und das Unmasking auf. Hier zeigt sich auch wie bei den Einzelindizien eine starke Abhängigkeit von der betrachteten Verkäufer-Klasse. Während die Quoten für die Klasse aller Verkäufer bei nur 1% für Benign-Shilling und 0% für Unmasking liegen, steigen die Quoten bei der Einschränkung auf Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen auf 13% und 7% an. Es ist daher anzunehmen, dass diese Shilling-Formen gezielt von professionellen Verkäufern genutzt werden.

### 5.4 Diskussion der Ergebnisse

Ein Schwachpunkt aller vorliegenden Verfahren zur Erkennung von Shilling liegt in der Anwendung von in der breiten Auktionspraxis kaum verifizierbaren Indizien. Die Korrektheit der Ergebnisse basiert damit entscheidend auf der zielgenauen Konstruktion der zugrundeliegenden Indizien. Eventuelle Fehler in der Indizien-Konstruktion können dabei sowohl zum Unter- als auch zum Überschätzen der realen Quoten führen.

In dem vorgestellten Verfahren wird durch die Kombination verschiedener notwendiger Indizien zu einer hinreichenden Indizien-Signatur das Risiko einer überschätzten Quote deutlich reduziert. Im Gegenzug werden die realen Shilling-Quoten jedoch

systematisch unterschätzt, da auf „reine“ Shilling-Formen abgestellt und das gleichzeitige Vorliegen mehrerer Shilling-Formen in Abhängigkeit der beteiligten Signaturen nicht oder nur teilweise erkannt wird.

Darüber hinaus wurde das Signifikanzniveau in der empirischen Analyse mit  $\alpha_{\text{global}} = 0,01$  sehr restriktiv gewählt. Daher ist zu vermuten, dass die verschiedenen Shilling-Formen in der Praxis deutlich häufiger auftreten. Die ermittelten Quoten lassen sich somit als eine untere Schranke interpretieren.

Die aus der Literatur bekannten Schätzungen gehen allgemein von Shilling-Quoten zwischen 1% und 10%, teilweise auch von bis zu 18% (Ford et al. 2010) aus. Dies deckt sich mit der in Tabelle 3 für die Klasse aller Verkäufer dargestellten Gesamtquote von 1%. Für die Klasse der Verkäufer mit mindestens 100 Auktionen liefert das neue Verfahren demgegenüber eine deutlich höhere Quote von 22%. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der sehr restriktiven Konstruktion bemerkenswert.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

In dem vorliegenden Beitrag wurde ein neues Verfahren zur Identifizierung verschiedener Shilling-Formen in Online-Auktionen vorgestellt. Die Innovation des Ansatzes besteht zum einen in der Verwendung stochastischer Verfahren zur Differenzierung zwischen „normalen“ und „auffälligen“ Verkäufern. Damit wird eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit einer Fehlidentifizierung möglich. Zum anderen werden sowohl neue als auch bereits in der Literatur diskutierte Indizien zu Indizien-Signaturen zusammengeführt, die auf eine trennscharfe Detektion der verschiedenen Shilling-Formen abzielen.

Das neue Verfahren wurde auf Daten des Online-Auktionshauses eBay angewendet. Die verschiedenen Einzelindizien liefern mit einer Ausnahme recht ähnliche Werte. Für die darauf aufbauende Analyse der einzelnen Shilling-Formen ergeben sich jedoch deutlich unterschiedliche Quoten. Hohe Quoten treten vor allem bei dem Benign-Shilling und dem Unmasking auf. Auffällig ist, dass diese Shilling-Formen bei professionellen Verkäufern besonders häufig erkannt werden. Das Reservationspreis-Shilling und das aggressive Shilling sind nur schwach vertreten. Da das vorgeschlagene Verfahren sehr restriktiv konstruiert ist, sind die ermittelten Quoten tendenziell als eine untere Schranke zu interpretieren.

Das Verfahren wurde bislang nur auf das Auktionssegment „US-Dollar-Münzen“ angewendet. Ein interessanter nächster Schritt besteht darin, weitere Auktionssegmente vergleichend zu untersuchen.

## 7. LITERATUR

- [1] Anwar, S., McMillan, R., Zheng, M. 2006. Bidding behavior in competing auctions: evidence from eBay. *European Economic Review* 50, 2 (Februar 2006), 307-322. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2004.10.007>.
- [2] Ariely, D., Ockenfels, A., Roth, A. E. 2005. An experimental analysis of ending rules in internet auctions. *The RAND Journal of Economics* 36, 4 (Winter 2005), 890-907.
- [3] Bortz, J. 1993. *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Springer. 4. Auflage

- [4] Dong, F., Shatz, S. M., Xu, H. 2010. Reasoning under uncertainty for shill detection in online auctions using dempster shafer theory. Erscheint in *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 20 (November 2010).
- [5] Engelberg, J., Williams, J. 2009. eBay's proxy bidding: a license to shill. *Journal of Economic Behavior & Organization* 72, 1 (Oktober 2009), 509-526. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.jebo.2009.05.023>.
- [6] Ford, B. J., Xu, H., Valova, I. 2010. Identifying suspicious bidders utilizing hierarchical clustering and decision trees. In *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence* (Las Vegas, USA, 12.-15. Juli, 2010), 195-201.
- [7] Goel, A., Xu, H., Shatz, S. M. 2010. A multi-state bayesian network for shill verification in online-auctions. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering* (San Francisco, USA, 1.-3. Juli 2010), 279-285.
- [8] Hochberg, Y., Tamane, A. C. 1987. *Multiple comparison procedures*. Wiley & Sons.
- [9] Holm, S. 1979. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6, 2 (1979), 65-70.
- [10] Kauffman, R. J., Wood, C. A. 2003. Running up the bid: detecting, predicting, and preventing reserve price shilling in online auctions. In *Proceedings of the 5th International Conference on Electronic Commerce* (Pittsburgh, USA, 30. September – 5. Oktober 2003), 259-265. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/948005.948040>.
- [11] Rubin, S., Christodorescu, M., Ganapathy, V., Giffin, J., Kruger, L., Wang, H., Kidd, N. An auctioning reputation system based on anomaly detection. In *Proceedings of the 12th Conference on Computer and Communications Security* (Alexandria, USA, 7.-11. November 2005), 270-279. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1102120.1102156>.
- [12] Shah, H. S., Joshi, N. R., Sureka, A., Wurman, P. R. 2003. *Mining eBay: bidding strategies and shill detection*. Lecture Notes in Computer Science 2703 (2003), 17-34. DOI=[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39663-5\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39663-5_2).
- [13] Steiglitz, K. 2007. *Snipers, shills, & sharks – eBay and human behavior*. Princeton University Press.
- [14] Trevathan, J., Read, W. 2009. Detecting shill bidding in online english auctions. In: *Handbook of Research on Social and Organizational Liabilities in Information Security*, Gupta, M., Sharman, R., Ed. Information Science Reference, 446-470.
- [15] Trevathan, J., Read, W. 2007. Investigating shill bidding behavior involving colluding bidders. *Journal of Computers* 2, 10 (Dezember 2007), 63-75. DOI=<http://dx.doi.org/10.4304/jcp.2.10.63-75>.
- [16] Xu, H., Bates, C. K., Shatz, S. M. 2009. Real-time model checking for shill detection in live online auctions. In *Proceedings of the International Conference on Software Engineering Research and Practice* (Las Vegas, USA, 13. – 16. Juli 2009), 134-140.
- [17] Xu, H., Cheng, Y-T. 2007. Model checking bidding behaviors in internet concurrent auctions. *International Journal of Computer Science & Engineering* 22, 4 (Juli 2007), 179-191.