

Eine Spieltheoretische Analyse von
Internetauktionen

Christoph Eichhorn

4. Juli 2004

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung und Gang der Untersuchung	1
1.2 Gegenstand und Regeln bei Internet-Auktionen	1
2 Auktionen	2
2.1 Auktionen als Objekt der Spieltheorie	2
2.2 Grundformen der Auktionsgestaltung	3
3 Spieltheoretische Betrachtung einer Internet-Auktion	4
3.1 Annahmen des Modells	4
3.2 Herleitung der optimalen Strategie	5
3.3 Ein Nash-Gleichgewicht der Auktion	5
3.4 Zeitlich optimale Gebotsabgabe	6
4 Zusammenfassung und Ausblick	7
Literaturverzeichnis	8

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung und Gang der Untersuchung

Mit der steigenden Zahl von Internet-Nutzern und dem rasanten Wachstum des Electronic Commerce sind Auktionen im Internet zu einem beliebten Mittel des Online-Einkaufs geworden.

Auch in der Literatur haben diese Online-Versteigerungen Beachtung gefunden, jedoch wird eher die Geschäftsidee beschrieben als auf die dahinterstehende ökonomische Theorie eingegangen (vgl. Reichwald et al. (2000)).

Im Mittelpunkt dieses Artikels stehen die Modi, nach denen Versteigerungen zwischen Privaten im Internet durchgeführt werden. Insbesondere wird der Versuch unternommen, ein einfaches Modell einer Auktion mit Methoden der Spieltheorie zu analysieren und darauf aufbauend die Auswirkungen einzelner Besonderheiten des von Internetauktionshäusern verwendeten Auktionsdesigns zu erklären.

In Abschnitt 1.2 erfolgt eine Darstellung der wichtigsten bei Internet-Auktionen verwendeten Regeln.

In Abschnitt 2 wird eine Auktion modelliert wie sie im Internet durchgeführt wird. Daraufhin werden bei Auktionshäusern verwendete Besonderheiten eingeführt und erklärt, ohne jedoch auf das äußerst komplizierte Problem der Optimalität des Auktionsdesigns näher einzugehen.

Der Artikel schließt mit einer Zusammenfassung und dem Ausblick auf weiterführende Fragestellungen und diese behandelnden Arbeiten in Abschnitt 3.

1.2 Gegenstand und Regeln bei Internet-Auktionen

Ohne auf die Details einzugehen, wird in diesem Abschnitt das grundlegende Verfahren zur Teilnahme an einer Internet-Auktion insbesondere als Bieter dargestellt.¹

Internet-Auktionen stellen einen Transaktionsmechanismus dar, mit dem Gegen-

¹Die Darstellung basiert auf den zur Zeit der Fertigstellung der Arbeit geltenden Nutzungsbedingungen des größten Internetauktionshauses, der eBay International AG (eBay). Sie unterscheiden sich von denen anderer Internetauktionshäuser nur in für diese Arbeit nicht relevanten Teilen.

stände unterschiedlichster Art angeboten werden: von elektronischen Geräten über Reisen bis hin zu Autos (vgl. Lucking-Reiley (1999, S. 7ff.) für eine ausführlichere Darstellung des US-amerikanischen Marktes von Internetauktionenhäusern und den dort angebotenen Waren). Für diese Arbeit von Interesse ist allein die Ausgestaltung der Auktionsregeln (vgl. Lucking-Reiley (1999, S. 16ff.) für eine Darstellung der Auktionsformate US-amerikanischer Internetauktionenhäuser).

Nach einer Registrierung hat der Benutzer die Möglichkeit entweder selbst ein Gut zu versteigern oder Kaufgebote für ein von einem anderen Benutzer angebotenes Gut abzugeben.

Eine Internet-Auktion erstreckt sich in der Regel über mehrere Tage. In dieser Zeit kann das sichtbare, höchste Gebot durch Online-Eingabe eines eigenen, höheren Gebots gesteigert werden. Nach Ablauf der Auktionsperiode erhält der Bieter mit dem höchsten Gebot den Zuschlag (Englische Auktion, s.a. Abschnitt 2.2).

Die Kosten der Auktion trägt der Verkäufer. Sie bestehen grundsätzlich aus einer Aufnahmegebühr und einer Abschlussgebühr, jeweils abhängig vom Startpreis (im Sinne eines Reservationspreises) bzw. vom Höchstgebot.

2 Auktionen

2.1 Auktionen als Objekt der Spieltheorie

Auktionstheorie ist ein Teilgebiet der Spieltheorie. Dabei wird die folgende Situation analysiert: Eine Menge von Objekten, der Auktionsgegenstand, soll verkauft werden. Der zu zahlende Preis und der Erwerber des Objektes werden über einen Mechanismus ermittelt, die Auktion, bei dem die Interessenten Preisgebote für den Auktionsgegenstand abgeben. Der Zuschlag erfolgt an den Höchstbietenden, der Preis richtet sich nach den Auktionsregeln. Bei der Gebotsabgabe handelt es sich um eine Situation interpersoneller und interdependenter Entscheidungen über die Preisgebote. Die Spieltheorie ist also grundsätzlich anwendbar. Insbesondere die Bietstrategie in einer Auktion ist Gegenstand spieltheoretischer Analyse, weil die optimale Höhe des eigenen Gebots nicht allein von der eigenen Zahlungsbereitschaft abhängt, sondern auch von den Geboten (und der zugrundeliegenden Zahlungsbereitschaft) der Mitbieter. Auch die optimale Erstellung von

Regeln, nach denen eine Auktion durchgeführt werden soll, ist eine Fragestellung der Spieltheorie (sog. Auktionsdesign).

Diese Arbeit beschäftigt sich nun insbesondere mit der weniger beachteten Ausgestaltung von Internet-Auktionen.

2.2 Grundformen der Auktionsgestaltung

Um zu verstehen, welche Preise bei einer Auktion zustandekommen, unterscheidet man zwei Modelle (vgl. McAfee and McMillan (1987), Milgrom (1989)). Das *Independent-private-values*-Modell geht davon aus, dass jeder Bieter eine persönliche Bewertung des Auktionsgegenstandes unabhängig von den anderen Bietern besitzt.

Im Gegensatz dazu geht das *Common-value*-Modell davon aus, dass der Auktionsgegenstand einen objektiven, aber unbekanntem Wert hat, der von den Auktionsteilnehmern geschätzt wird. Hier tritt das Problem des Winner's Curse auf, weil gerade der Bieter den Zuschlag erhält, dessen Schätzung am höchsten ist (vgl. Thaler (1988)).

Nach der grundlegenden Ausgestaltung der Offertenabgabe und Preisfestsetzung lassen sich folgende Arten von Auktionen unterscheiden (vgl. Milgrom (1989)):

1. Die Offene Englische Auktion

Die Offene Englische Auktion stellt die wohl meistbekannte Form der Auktion dar. Der Preis wird ausgehend von einem Mindestgebot solange angehoben, bis nur noch ein Bieter den Auktionsgegenstand ersteigern möchte. Dieser erhält das Objekt zum genannten Preis seines Gebots.

2. Sealed-bid Second-price Auktion

Jeder der Bieter gibt ein einziges Gebot ab, ohne die Gebote der Mitbieter zu kennen. Der Bieter mit dem höchsten Gebot bekommt den Auktionsgegenstand zum Preis des zweithöchsten Gebots. Diese Auktionsart wird nach ihrem Erfinder auch als Vickrey-Auktion bezeichnet.

3. Sealed-bid First-price Auktion

Wieder gibt jeder der Bieter ein einziges Gebot ab, ohne die Gebote der Mitbieter zu kennen. Der Bieter mit dem höchsten Gebot bekommt den Auktionsgegenstand nun zum Preis seines eigenen (und damit höchsten) Gebots.

4. Holländische Auktion

Ausgehend von einem hohen Startwert wird der Preis solange gesenkt bis ein Bieter zum aktuellen Preis ein Gebot abgibt.

Eine wichtige Frage der Auktionstheorie als Teil der Spieltheorie ist die nach der optimalen Ausgestaltung des Auktionsmechanismus (Mechanism Design).

3 Spieltheoretische Betrachtung einer Internet-Auktion

Dieser Abschnitt bildet eine Internet-Auktion als Spiel ab. Dabei wird eine Englische Auktion zugrundegelegt (vgl. Lucking-Reiley (1999) für eine empirische Auswertung der Häufigkeit einzelner Auktionsformate bei Internet-Auktionen in den USA). In Abschnitt 3.4 wird versucht, die Auswirkungen der Besonderheit der zeitlichen Beschränktheit von Internet-Auktionen auf das Bietverhalten zu erläutern.

3.1 Annahmen des Modells

Angenommen in einer Auktion konkurrieren n Bieter um einen Auktionsgegenstand. Jeder Bieter i kennt seine eigene Zahlungsbereitschaft $\phi_i \in [0, \infty)$. Die Darstellung basiert also auf dem Independent-private-values-Modell. Da nur Auktionen zwischen Privaten betrachtet werden, ist diese Annahme wohl dem Common-value-Modell vorzuziehen (im Gegensatz dazu Bajari and Hortacsu (2000), die bei Auktionen von Sammlermünzen von gewinnorientierten Bietern ausgehen). Die jeweilige Zahlungsbereitschaft der Bieter ist dem Verkäufer nicht bekannt (sonst wäre ein direkter Verkauf an denjenigen mit der höchsten Zahlungsbereitschaft möglich).

Die Entscheidung des Bieters (Spielers) i besteht in der Wahl einer Strategie s_i aus dem möglichen Strategienraum S_i . Dieser Strategienraum stellt sich für Bieter i folgendermaßen dar: er kann zu jedem Zeitpunkt der Auktionsperiode ein Gebot ξ_i abgeben mit $\xi_i \in [0, \infty)$. Auf eine Indexierung der Gebote mit einem Zeitindex wird verzichtet, denn der einzige für das Ergebnis wichtige Teil der Strategie jedes Spielers ist das Gebot $\tilde{\xi}_i$, bis zu dem er weiter an der Auktion teilnimmt (sein höchstes Gebot).

3.2 Herleitung der optimalen Strategie

Der Strategienraum für einen beliebigen Spieler, S_i lässt sich in drei Bereiche untergliedern:

- $\tilde{\xi}_i > \phi_i$, d.h. der Spieler bietet strikt mehr als seine Zahlungsbereitschaft;
- $\tilde{\xi}_i = \phi_i$, d.h. der Spieler bietet genau seine Zahlungsbereitschaft;
- $\tilde{\xi}_i < \phi_i$, d.h. der Spieler bietet strikt weniger als seine Zahlungsbereitschaft.

Betrachten wir nun die Auszahlung des Spielers in Abhängigkeit vom Höchstgebot der Auktion $\tilde{\xi} := \max_i \tilde{\xi}_i$:

- $\tilde{\xi} > \tilde{\xi}_i$, d.h. Spieler i erhält nicht den Zuschlag, er hat nicht das Höchstgebot abgegeben. Seine Auszahlung ist Null;
- $\tilde{\xi} = \tilde{\xi}_i$, d.h. Spieler i hat das Höchstgebot abgegeben und erhält den Zuschlag zum Preis seines Gebots. Sein Nutzen hängt von der Relation zwischen Zahlungsbereitschaft und Gebot ab und ist gegeben durch:

$$u_i(s_i, s_{-i}) = \varphi_i - \tilde{\xi}_i \begin{cases} > 0 \text{ für } \tilde{\xi}_i < \varphi_i \\ = 0 \text{ für } \tilde{\xi}_i = \varphi_i \\ < 0 \text{ für } \tilde{\xi}_i > \varphi_i \end{cases} \quad (1)$$

Hat er mehr geboten als seine Zahlungsbereitschaft, so ist sein Nutzenwert kleiner Null. Also ist es für Spieler i besser, nicht mehr als seine Zahlungsbereitschaft zu bieten, denn den Nutzenwert Null kann er immer erreichen, beispielsweise indem er $\tilde{\xi}_i = 0$ bietet. Die Strategie $\tilde{\xi}_i = 0$ dominiert also jede Strategie $\tilde{\xi}_i > \phi_i$.

Bietet er nicht mehr als seine Zahlungsbereitschaft und erhält den Zuschlag, so ist sein Nutzen gleich der Differenz zwischen Zahlungsbereitschaft und Gebotshöhe. Er nimmt den Wert Null an, falls das Gebot gerade seiner Zahlungsbereitschaft entspricht.

3.3 Ein Nash-Gleichgewicht der Auktion

Nehmen wir an, jeder andere Bieter $j \neq i$ verhält sich nach der folgenden Strategie: Biete bis zur maximalen Zahlungsbereitschaft $\tilde{\xi}_j = \phi_j$. Welche Strategie ist dann für Bieter i optimal?

Gegeben alle Bieter bieten bis $\tilde{\xi}_j = \phi_j$ ist es gemäß der oben geführten Argumentation auch für i optimal bis zu seiner maximalen Zahlungsbereitschaft zu bieten. Die Strategienkombination $(\tilde{\xi}_i, \tilde{\xi}_{-i})$ mit $\tilde{\xi}_i = \phi_i$ und $\tilde{\xi}_{-i} = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_{i-1}, \phi_{i+1}, \dots, \phi_n)$ bildet also ein *Nash-Gleichgewicht*.

Weitere Nash-Gleichgewichte sind möglich, werden hier aber nicht betrachtet.

3.4 Zeitlich optimale Gebotsabgabe

Grundsätzlich ist es möglich, das bisherige Höchstgebot durch marginale Erhöhung um ϵ zu überbieten. In einer nicht im Internet stattfindenden Englischen Auktion ist unmittelbar einsichtig, dass eine Erhöhung um mehr als ϵ dominiert wird von einer Erhöhung um dieses kleinstmögliche Inkrement. Falls das Gebot nämlich die Zahlungsbereitschaft aller anderen Bieter übertrifft, erfolgt der Zuschlag zu diesem Gebot. Die Englische Auktion wäre damit strategisch äquivalent einer Sealed-bid Second-price Auktion (s. Abschnitt 2.2).

Allerdings ist diese Schlussfolgerung für Internet-Auktionen nicht zulässig, berücksichtigt sie doch nicht, dass Internet-Auktionen zeitlich begrenzt sind. Damit gilt es noch zu entscheiden, wann der Bieter sein Gebot ξ_i abgeben sollte.

Zwar werden die Zahlungsbereitschaften der anderen Bieter nicht durch sein Gebot beeinflusst – es handelt sich um ein Independent-private-values-Modell – aber die Gebote sehr wohl, denn jeder Bieter erhöht das letzte Gebot um ϵ , falls es unter seiner Zahlungsbereitschaft liegt.

Nehmen wir an, die Auktion startet mit einem Reservationspreis r , mit $r > 0$. Dieser Reservationspreis induziert Gebote von Bieter mit $\phi_i \geq r$. Das nächste zu erwartende Gebot wäre $r + \epsilon$. Nach m jeweils höheren Geboten wäre der Auktionspreis damit auf $r + m\epsilon$ angestiegen. Dieses gegenseitige Überbieten (bidding wars) wird vermieden durch eine möglichst späte Abgabe des Gebots. Ohne dies formal zu zeigen, lässt sich nachweisen, dass ein früheres Gebot dominiert wird von einer späten Gebotsabgabe, möglichst in der letzten Sekunde der Auktion (vgl. Roth and Ockenfels (2002)).

Diese Bietstrategie ist auch empirisch zu beobachten.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Modellierung in Abschnitt 3.2 konnte unter den Annahmen aus Abschnitt 3.1 illustrativ gezeigt werden, dass eine Englische Auktion wie sie bei Internet-Auktionen verwendet wird grundsätzlich strategisch äquivalent ist zu einer Sealed-bid-second-price Auktion. Wird zusätzlich einbezogen, dass Internet-Auktionen ein festes Ende haben, ändert sich die Aussage grundlegend. Das Gleichgewichtsergebnis entspricht einer Sealed-bid-second-price Auktion, in der nicht zu erwarten ist, dass die Bieter ihre maximale Zahlungsbereitschaft bieten.

Literatur

- Patrick Bajari and Ali Hortacsu. Winner's curse, reserve price and endogenous entry: Empirical insights from ebay auctions. Working Paper, 2000.
- David Lucking-Reiley. Auctions on the internet: What's being auctioned, and how? Working Paper, 1999.
- Preston McAfee and John McMillan. Auctions and bidding. *Journal of Economic Literature*, 25:699–738, 1987.
- Paul Milgrom. Auctions and bidding: A primer. *Journal of Economic Perspectives*, 3:3–22, 1989.
- Ralf Reichwald, Michael Hermann, and Florian Bieberbach. Auktionen im Internet. *WISU*, 29:542–552, 2000.
- Alvin Roth and Axel Ockenfels. Last-minute bidding and the rules for ending second-price auctions: Evidence from ebay and amazon on the internet. *American Economic Review*, 92:1093–1103, 2002.
- Richard H. Thaler. Anomalies: The winner's curse. *American Economic Review*, 2:191–202, 1988.