

# Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen

Autoren:  
Lorenz Nett  
Ulrich Stumpf

Bad Honnef, November 2011

## Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik.org](mailto:info@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>III</b>
<b>Summary</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Allgemeine Erörterungen</b>	<b>5</b>
2.1 Warum Regulierungsbehörden Auktionen als Verfahren für die Vergabe von Frequenzen verwenden sollten	5
2.2 Rechtlicher Rahmen: Ziele der Frequenzzuteilungen nach dem Telekommunikationsgesetz	6
2.3 Regulierungsökonomische Zielsetzungen der Versteigerung von Frequenzen	7
2.4 Zu spezifizierende Elemente bei der Gestaltung eines angemessenen Auktionsdesigns	9
2.5 Grundsätzliche Erwägungen zur Wahl eines angemessenen Auktionsdesigns	12
2.6 Mögliche Probleme im Zusammenhang mit einer Versteigerung mit Beispielen aus Frequenzauktionen	13
2.7 Erfolgsindikatoren bei der Bewertung von Auktionsergebnissen	15
2.8 Die Bedeutung der Übertragbarkeit von Frequenznutzungsrechten für das Auktionsdesign.	16
<b>3 In der Vergangenheit durchgeführte Frequenzauktionen</b>	<b>17</b>
3.1 Eine selektive Übersicht von Frequenzversteigerungen in den zurückliegenden Jahren	17
3.2 Primären Trends in der Entwicklung von Frequenzauktionen	19
3.3 Versteigerung von Frequenzen im Bereich 2,6 GHz	22
<b>4 Prominente Versteigerungstypen zur Vergabe von Frequenznutzungsrechten</b>	<b>27</b>
4.1 Sequentielle Auktionen für einzelne Frequenzpakete bzw. -blöcke	27
4.2 Traditionell Simultan Mehrstufige Auktionen	27
4.2.1 Grundsätzliche Charakteristika	27
4.2.2 Spezifische Elemente	28
4.2.3 Bewertung der Traditionell Simultan Mehrstufigen Auktion	32
4.3 Simultan Mehrstufige Auktion mit Wechselmöglichkeit (augmented switching) - SMA-S	36
4.3.1 Grundsätzliche Darstellung des Verfahrens	36
4.3.2 Bewertung der SMA+S	39

4.4	Kombinatorische Auktionen	40
4.4.1	Generelle Betrachtungen	40
4.4.2	Kombinatorische Clock-Auktion	44
4.4.3	Kombinatorische Einrunden-Auktionen	63
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>69</b>
<b>Anhang A:</b>	<b>Biet-Beschränkung mit Blick auf die möglichen Gebote in der zusätzlichen Auktionsrunde</b>	<b>72</b>
<b>Anhang B:</b>	<b>Bestimmung der Kernallokation</b>	<b>78</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispiele von weltweit angewendeten Auktionsformaten	17
Tabelle 2:	2,6 GHz Vergabe in ausgewählten Ländern	25
Tabelle 3:	Mögliche Gebote im Rahmen der 450 MHz-Auktion in Österreich	67
Tabelle A - 1:	Relevante Rundenpreise	76
Tabelle A - 2:	Maximalgebote für die verdeckte Bietphase – Beispiel 2	76

## Zusammenfassung

Seit Mitte der 90er Jahre werden Frequenzauktionen durchgeführt. In Europa fand die erste Frequenzauktion in Deutschland statt. Dies war die ERMES-Auktion im Jahre 1996. Andere Länder in Europa, unter anderen Dänemark, Großbritannien, Österreich, die Niederlande, Schweden und die Schweiz haben mittlerweile Frequenzen versteigert. Die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (heute Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen) entschied sich bereits damals für eine elektronische simultan-mehrstufige Auktion. Dieses Verfahren hat sich als weitgehend effektiv in der Anwendung in Deutschland erwiesen und kann wohl zwischenzeitlich als der in den zurückliegenden 15 Jahren am häufigsten angewendete Versteigerungstyp zur Vergabe von Frequenznutzungsrechten bezeichnet werden.

In Deutschland wurde zur Frequenzvergabe bisher ausschließlich die Traditionelle Simultan-Mehrstufige Auktion (TSMA) als Vergabeverfahren verwendet. Im Detail wurden jedoch spezifische Ausgestaltungen des Designs der jeweiligen Vergabesituation angepasst. Hierbei wurden immer wieder innovative Elemente in das Auktionsdesign integriert. Das Festhalten an dieser Grundform des Auktionsdesigns begründete sich aus Sicht der Bundesnetzagentur darin, dass der Wirkungsmechanismus des Designs sowie die tatsächlichen Ergebnisse mit den Zielsetzungen des Telekommunikationsgesetzes in Einklang stand. In anderen Ländern kamen jedoch auch andere Auktionsverfahren zur Anwendung. Hervorgehoben seien an dieser Stelle die modifizierte simultan mehr-rundige Auktion mit impliziten Wechselmöglichkeiten sowie kombinatorische Auktionen, in denen die Bieter nicht nur für einzelne angebotene Frequenzpakete Gebote abgeben können, sondern explizit für ein Portfolio von Frequenzpaketen bieten. Eine gewisse Popularität erlangte in der letzten Zeit die kombinatorische Clock-Auktion. Diese fand beispielsweise in Großbritannien, den Niederlanden, Österreich und Dänemark Anwendung und ist darüber hinaus auch das in der Schweiz intendierte Vergabefahren für die Versteigerung der Mobilfunkfrequenzen im Jahre 2011.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die angewandten bzw. geplanten Auktionsverfahren in Europa einer vergleichenden theoretischen und empirischen Bewertung zu unterziehen.

## Summary

Since the mid-nineties, spectrum auctions became a standard tool to assign frequency user rights worldwide. In Europe, Germany was the pioneer in using an electronic simultaneous multiple round auction for the allocation of ERMES-licences. Meanwhile other European countries like Austria, Denmark, the Netherlands, Sweden, Switzerland and the United Kingdom auctioned off spectrum.

Since 1996, the German regulatory authority BNetzA (then RegTP) conducted five spectrum auctions. The BNetzA always used an auction format classified as the traditional simultaneous multiple round auction. Beyond common basic elements that characterize this auction format, specific auction rules have been designed to cover the specific assignment situation. Several innovative elements have been introduced over the years, some of them also adopted by other spectrum management institutions: auctioning generic instead of specific blocks, flexible spectrum packaging instead of fixed structured spectrum packages, essential amounts of frequency user rights etc. Judging the results of the spectrum auctions, the respective auction designs proved to be effective. According to the judgment of the Bundesnetzagentur the approach and the corresponding results have been in line with the objectives of the German Telecommunications Act.

Meanwhile other European countries applied different spectrum auction designs. The most popular alternative designs are the simultaneous multiple round auction with augmented switching (SMA-S) and the combinatorial clock auction (CCA). While the first one is mainly applied in Northern Europe, the CCA was recently used in the Netherlands, Austria, Denmark, the United Kingdom and will be used in Switzerland at the spectrum auction forthcoming this year. The present paper presents the auction formats and discusses the main characteristics of their designs.

## 1 Einleitung

Seit Mitte der 90er Jahre werden Frequenzauktionen durchgeführt. In Europa fand als erste Frequenzauktion in Deutschland dieERMES-Auktion im Jahre 1996 statt. Andere Länder in Europa, unter anderen Dänemark, Großbritannien, Österreich, die Niederlande Schweden, Schweiz haben mittlerweile Frequenzen versteigert. Die Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation entschied sich bereits damals für eine elektronische Simultane Mehrroundenauktion über lokal vernetzte Computer. Die Regulierungsbehörde folgte dabei in der Grundstruktur des Auktionsdesigns der Vorgehensweise der Federal Communications Commission in den Vereinigten Staaten von Amerika. Nach negativen Erfahrungen mit Beauty Contests und Lotterien hatte diese sich im Jahre 1994, der Beratung namhafter Spieltheoretiker folgend, für ein komplexes Auktionsverfahren entschieden, bei dem die Bieter in einer offenen Auktion in jeder Auktionsrunde für das von Ihnen bevorzugte Frequenzportfolio gemäß spezifizierter Auktionsregeln bieten konnten. Dieses Verfahren hat sich als weitgehend effektiv in der Anwendung erwiesen und kann wohl zwischenzeitlich als der in den zurückliegenden 15 Jahren am häufigsten angewendete Versteigerungstyp zur Vergabe von Frequenznutzungsrechten bezeichnet werden.

Alle Auktionsverfahren haben spezifische Eigenschaften und damit verbunden ihre Stärken und Schwächen. Hinzu kommt, dass die Ausgestaltung eines optimalen, first-best Verfahrens i.a. nur bei vollständiger Information des Designers möglich ist. Die für die Ausgestaltung der Auktion verantwortliche Behörde sowie die zur Unterstützung herangezogenen Berater verfügen jedoch gemeinhin nicht über das, was die Ökonomen mit vollständiger Information bezeichnen. Schließlich ist es insbesondere die unvollständige Information über die Wertigkeit der Frequenzen und von Wertzusammenhängen einzelner Frequenzblöcke, die die Behörde dazu bewegt, Frequenznutzungsrechte zu versteigern. Über das Bietverhalten soll ermittelt werden, welche potentiellen Nutzer die höchste Zahlungsbereitschaft haben. Vorausgesetzt die Gebote sind rational begründet, erhalten demnach diejenigen Unternehmen die Frequenznutzungsrechte, welche die Frequenzen am effizientesten nutzen können (Bemerkung: Bei vollständiger Information der Behörde hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft der Unternehmen wäre diese in der Lage unmittelbar die Frequenzen den Interessenten in effizienter Weise zuzuteilen.).

Die Frequenzvergabesituationen auch für national vergebene Frequenznutzungsrechte wurden im Laufe der Jahre insbesondere in Europa mit Blick auf Mobilfunkfrequenzen zunehmend komplexer. Veranschaulicht werden kann dies an der Situation in Deutschland, das mit Blick auf die Versteigerung von Mobilfunkfrequenzen eine gute Referenz darstellt. Zunächst wurden hier lediglich Komplementärfrequenzen im Bereich 1800 MHz an im Markt befindliche Mobilfunknetzbetreiber versteigert. Diese Frequenzen waren ausschließlich für GSM nutzbar, Neueinsteiger waren nicht zugelassen. Die Frequenzen wurden primär zur Kapazitätserweiterung der beiden Marktführer (T-Mobile und Vodafone) benötigt, da die schwächeren Konkurrenten seinerzeit über einen hinrei-

chenden Umfang an Frequenznutzungsrechten in dieser Frequenzlage verfügten. Vergeben wurden lediglich abstrakte Frequenzblöcke, da selbige als homogen angesehen wurden. Die sich final ergebende Frequenzzuteilung - eine (nahezu) symmetrische Aufteilung der Frequenznutzungsrechte unter den Markführern mit Blick auf den Umfang der erworbenen Frequenznutzungsrechte war alles andere als unerwartet. Den Marktkennern erschien auch keine andere Frequenzallokation als effizienter bzw. regulierungsökonomisch wünschenswerter – weder a priori noch a posteriori.

Die Vergabe von UMTS-Frequenzen im Jahre 2010 stellte die Regulierungsbehörde vor neue Herausforderungen. Diese sollten für eine neue Mobilfunktechnologie, die sogenannte 3. Generation verwendet werden. Newcomer sollten eine Chance erhalten, in den Markt einzutreten. Es gab zudem zwei Frequenzarten - gepaarte und ungepaarte Frequenzblöcke - die im 2.0 GHz Bereich verfügbar waren, aber im Vergleich zueinander aus frequenzökonomischer Sicht nicht als homogen angesehen werden können. Allerdings waren diese Frequenzen ausschließlich für UMTS nutzbar, sodass die Regulierungsbehörde von einem neuen relevanten Markt ausging, der mit dem GSM-Markt nur bedingt verbunden erschien.

Im Zuge der Liberalisierung der Frequenznutzungsrechte werden bestimmte Frequenzbereiche nicht mehr für spezifische Technologien wie GSM oder die IMT-2000 Familie reserviert. Vielmehr erfolgt die Vergabe von Frequenzen weitgehend technologie- und diensteneutral. Dies implizierte mit Blick auf den mobilen Breitbandzugang, dass Mobilfunkfrequenzen aus den Bereichen 0,8 GHz, 1,8 GHz, 2,0 GHz und 2,6 GHz insgesamt im Umfang von 360 MHz gleichzeitig zur Vergabe für den drahtlosen Zugang zu Mobilfunkdiensten zur Verfügung standen. In diesem Zusammenhang waren eine Vielzahl weiterer Aspekte bei der Ausgestaltung des Verfahrens mit zu beachten. Nunmehr galt es nicht nur den Newcomern, die Möglichkeit zum Markteintritt durch den Erwerb von Frequenzen in hinreichendem Umfang zu ermöglichen, sondern auch die Implikationen auf die Wettbewerbssituation im Mobilfunkmarkt generell, insbesondere aufgrund der frequenzökonomisch besseren Frequenzen im Bereich 800 MHz, mit in Betracht zu ziehen. Zum Zeitpunkt der Vergabe war davon auszugehen, dass die Frequenzen aufgrund eines absehbaren Parallelbetriebs von drei Mobilfunknetzen für drei unterschiedliche Technologien GSM, UMTS und LTE genutzt werden. Einzelne Frequenzblöcke konnten Substitute aber auch Komplemente zueinander sein. Die Auktionsteilnehmer sollten zudem die Möglichkeit haben, für gewünschte Frequenzportfolios in den jeweiligen Frequenzbereichen zu bieten. Die 800 MHz-Frequenzen sollten zudem die Lücken der Breitbandversorgung in dünn besiedelten Gebieten („Weiße Flecken“) beseitigen. Weiterhin waren in technischer Hinsicht die Frequenznutzungsbedingungen derart zu formulieren, dass technologie- und diensteneutral unterschiedliche Technologien in benachbarten Frequenzbändern genutzt werden konnten. Derartige Tendenzen sind auch in anderen Ländern Europas aufgrund der Harmonisierung von Frequenzmanagemententscheidungen auf europäischer Ebene anzutreffen. Ein noch mehr Frequenzen in unterschiedlichen Frequenzlagen umfassendes Vergabefahren ist in der

Schweiz für 2012 angekündigt. Dort werden nunmehr alle Frequenznutzungsrechte für den drahtlosen Zugang zu Mobilfunkdiensten umfänglich neu bzw. erneut vergeben.

In Deutschland wurde zur Frequenzvergabe bisher ausschließlich die traditionelle Simultan Mehrstufige Auktion als Vergabeverfahren verwendet. Im Detail wurden jedoch spezifische Ausgestaltungen des Designs der jeweiligen Vergabesituation angepasst. Hierbei wurden immer wieder innovative Elemente in das Auktionsdesign integriert. Das Festhalten an dieser Grundform des Auktionsdesign begründete sich aus Sicht der Bundesnetzagentur darin, dass der Wirkungsmechanismus des Designs sowie die tatsächlichen Ergebnisse mit den Zielsetzungen des TKG in Einklang stand und sich der BNetzA als ein bewährtes Verfahren darstellte. Dies wird nachfolgend noch im Detail erläutert werden. In anderen Ländern kamen jedoch zunehmend auch andere Auktionsverfahren zur Anwendung. Hervorgehoben seien an dieser Stelle die modifizierte simultan mehr-rundige Auktion mit impliziten Wechselmöglichkeiten (insbesondere in nordischen Ländern Europas) sowie kombinatorische Auktionen, in denen die Bieter nicht nur für einzelne angebotene Frequenzpakete Gebote abgeben können, sondern auch explizit für ein Portfolio von Frequenzpaketen bieten können. Eine gewisse Popularität erlangte in der letzten Zeit die kombinatorische Clock-Auktion. Diese fand beispielsweise Anwendung in Großbritannien, den Niederlanden, Österreich und Dänemark und ist auch das in der Schweiz intendierte Vergabeverfahren für die Versteigerung der Mobilfunkfrequenzen im Jahre 2011. Allerdings wird auch die traditionelle simultan mehrstufige Auktion weiterhin vielfach angewendet, beispielsweise 2011 sowohl in Griechenland als auch in Italien, Portugal und Spanien.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die angewandten bzw. geplanten Verfahren in Europa einer vergleichenden theoretischen und empirischen Bewertung zu unterziehen, um daraus Empfehlungen für zukünftige Frequenzversteigerungen in Deutschland abzuleiten.

Die Studie gliedert sich wie folgt: Zunächst beginnen wir im 2. Kapitel mit allgemeinen Erörterungen mit Blick auf Auktionen. Hierzu wird zunächst dargestellt, warum Auktionen für die Zuteilung der Frequenznutzungsrechte das angemessene Vergabeverfahren darstellen (Kapitel 2.1). Im Anschluss wird der rechtliche Rahmen des deutschen Telekommunikationsgesetzes dargestellt und hierbei insbesondere die Zielsetzungen nach dem TKG. In Kapitel 2.3 werden die regulierungsökonomischen Zielsetzungen des Versteigerungsverfahrens nochmals intensiver erörtert. Die sich daraus ergebenden grundsätzlichen Erwägungen zur Wahl eines angemessenen Auktionsdesigns finden sich dann in Kapitel 2.5. In der Vergangenheit durchgeführte Frequenzauktionen offenbarten Probleme, die bei der Durchführung von Frequenzauktionen auftreten können. Einige Beispielfälle dazu werden in Kapitel 2.6 angeführt. Eine umfassende wohlfahrtstheoretische Bewertung eines Auktionsergebnisses ist aufgrund fehlender Informationen am Ende einer Auktion gemeinhin nicht möglich. Mögliche Erfolgsindikatoren eines Auktionsergebnisses werden allerdings in Kapitel 2.7 dargestellt. Nach dem TKG sind Fre-

quenznutzungsrechte übertragbar. In Kapitel 2.8 erörtern wir, warum trotzdem die Wahl eines angemessenen Auktionsdesigns von Bedeutung ist.

Kapitel 3 gibt einen Überblick der Auktionstypen, die in den vergangenen Jahren primär für Frequenzauktionen zur Anwendung kamen. Zudem haben wir einige Trends ausgemacht, die über die Jahre hinweg bei der Ausgestaltung von Frequenzauktionen insbesondere in Europa zu verzeichnen waren (siehe Kapitel 3.2). Für die Vergabe von Frequenzen im Bereich 2,6 GHz präsentieren wir eine ausführlichere Darstellung.

Kapitel 4 ist das zentrale Kapitel des vorliegenden Diskussionsbeitrags. Hier werden die verschiedenen Auktionstypen in ihren wesentlichen Merkmalen dargestellt, die in den vergangenen Jahren primär in Europa zur Anwendung kamen. Zunächst erläutern wir, warum die sequentielle Versteigerung von Frequenzblöcken heutzutage nicht mehr als opportun angesehen wird (siehe Kapitel 4.2). Im Anschluss stellen wir die Traditionell Simultan Mehrstufige Auktion, die bisher in Deutschland angewendet wurde, explizit in ihren Charakteristika und den spezifischen Regelementen dar und bewerten das Design. Der Auktionstyp stellt zumindest aus Sicht der Bundesnetzagentur das Referenzdesign dar, an dem sich die alternativen Designs messen müssen. Schließlich sind alle bisher in Deutschland durchgeführten Frequenzauktionen aus Sicht der Behörde als erfolgreich anzusehen. In nördlichen, europäischen Ländern wurde in den zurück liegenden Jahren die TSMA insoweit modifiziert, dass den Bietern eine Wechselmöglichkeit zwischen den Paketen ohne daran anknüpfende unmittelbare potentielle Zahlungsverpflichtungen eingeräumt wurde. Dieser Auktionstyp wird in Kapitel 4.3 ausführlich erörtert und einer Beurteilung unterzogen. Simultan Mehrstufige Auktionen sind mit Blick auf die Regeln und die Anwendung in der Software in der Tendenz einfach und verständlich für die Auktionsteilnehmer, allerdings bergen sie den Nachteil, dass Auktionsteilnehmer lediglich individuell für Frequenzblöcke bieten können. Wertinterdependenzen in der Bewertung werden allenfalls implizit zum Ausdruck gebracht. Kombinatorische Auktionen beseitigen dieses Manko. Hierbei können die Auktionsteilnehmer für Pakete von angebotenen Frequenzblöcken atomisch Gebote abgeben. Kombinatorische Auktionen galten über lange Zeit hinweg als zu komplex. Neuerdings finden diese jedoch vermehrt Anwendung. In Kapitel 4.4 stellen wird daher kombinatorische Auktionen dar. Die kombinatorische Clock-Auktion ist die in Europa gegenwärtig populärste alternative Auktionsform gegenüber den Simultan Mehrstufigen Auktionen. Von daher wird diese in ihrer Wesensart und ihren Spezifika in Kapitel 4.4.2 darstellt und kritisch bewertet. Allerdings gelangten auch ein-rundige kombinatorische Auktionen in der Vergangenheit zur Anwendung. Die ersten dieser Art, nämlich die nigerianische Auktion und die Frequenzvergabe im Frequenzbereich 450 MHz in Österreich werden als Beispiele hier dargestellt und bewertet. In Frankreich wurde kürzlich ebenfalls für die Versteigerung von Frequenzen im Bereich 800 MHz als auch für die Frequenzen im Bereich 2.6 GHz jeweils eine ein-rundige kombinatorische Pay-as-you-bid Aktion angewendet.

## 2 Allgemeine Erörterungen

### 2.1 Warum Regulierungsbehörden Auktionen als Verfahren für die Vergabe von Frequenzen verwenden sollten

Der Vorteil einer Versteigerung besteht insbesondere im Vergleich zu alternativen Vergabeverfahren. Als solche zu nennen sind Lotterien, First-come first-served Zuteilungen sowie ein Schönheitswettbewerb („Beauty Contest“). Die beiden ersten Vergabeverfahren zeichnen sich zwar durch geringe administrative Kosten des Vergabeverfahrens aus, zudem sind selbige als objektiv, transparent und nachvollziehbar anzusehen. Allerdings bewirken diese Mechanismen nicht notwendigerweise eine Zuteilung an diejenigen Antragssteller, welche die Frequenzen am effizientesten nutzen können. Bei einer Lotterie wird die Zuteilung dem reinen Zufall überlassen. Im Fall des First-come first-served erhält derjenige das Nutzungsrecht, welcher zuerst den Frequenznutzungsantrag gestellt hat. Die Zuteilung im Fall eines Beauty Contests erfolgt nach Auswertung der einzureichenden Unterlagen, die eine Bewertung nach einem im Vorfeld festgelegten Kriterienkatalog beinhaltet. Gemeinhin ist dies mit einem hohen administrativen Aufwand verbunden. Die Transparenz der Auswahl und die Nachvollziehbarkeit ist i.d.R. allenfalls bedingt gegeben, sodass hier häufig der Vorwurf der subjektiven Auswahl erhoben wird. Dies bedingt nicht selten Klagen der nicht erfolgreichen Antragsteller vor Gericht.

Aus ökonomischer Sicht ist die Anwendung von Auktionen bei Vorliegen von Knappheit wohl begründet - vorausgesetzt, dass der Vergabemechanismus angemessen ausgestaltet ist. Zum einen liegt dies in den positiven Eigenschaften einer Auktion begründet, zum anderen an den Nachteilen anderer Auswahlmechanismen wie Beauty Contest, Lotterien oder dem First-come first-served Verfahren. Die Radio Spectrum Policy Group führt die folgenden Hauptgründe an, warum Auktionen als Vergabeverfahren verwendet werden sollten:<sup>1</sup>

- Der Ansatz bewirkt eine effiziente Zuteilung der Frequenznutzungsrechte aufgrund des Prinzips, dass diejenigen Teilnehmer die Frequenzen erhalten, die sie am höchsten bewerten.
- Auktionen stellen ein objektives, transparentes und nachvollziehbares Auswahlverfahren mit wenig subjektiven Bewertungsmerkmalen dar. Aufgrund dessen ist das Klagerisiko gegen das Vergabeverfahren geringer als bei Beauty Contests.
- Schwierige administrative Auswahlentscheidungen werden vermieden, sodass vergleichsweise schnell eine Selektion vorgenommen werden kann.
- Staatseinnahmen in nicht unbeträchtlichem Umfang können erzielt werden. Hierbei ist zu erwähnen, dass diese Art der Erzielung öffentlicher Einnahmen als

---

<sup>1</sup> Vgl. European Commission (2009): Radio Spectrum Policy Report on Assignment and pricing methods, RSPG09-298, 22.October 2009, S. 9.

mit geringen ökonomischen Verzerrungen verbunden angesehen wird. Letztendlich handelt es sich um eine Art „lump-sum“ Transfer.

- Als Ergebnis der Versteigerung resultieren Preise, die dem Markt ein klares Signal über die Wertigkeit dieser Frequenzen geben. Diese Information ist für das Frequenzmanagement der Bundesnetzagentur aber auch bei den Frequenznutzern von nicht unerheblicher Bedeutung.

## 2.2 Rechtlicher Rahmen: Ziele der Frequenzteilungen nach dem Telekommunikationsgesetz

Nach §1 des gegenwärtig geltenden Telekommunikationsgesetzes (TKG)<sup>2</sup> ist es das Ziel durch technologie neutrale Regulierung den Wettbewerb im Bereich der Telekommunikation und leistungsfähige Telekommunikationsinfrastrukturen zu fördern und flächendeckend angemessene und ausreichende Dienstleistungen zu gewährleisten. Von den in § 2 TKG spezifizierten Zielen ist bei der Vergabe von Funkfrequenzen insbesondere von Relevanz, dass eine derartige hoheitliche Aufgabe

- auf die Sicherstellung eines chancengleichen Wettbewerbs und die Förderung nachhaltig wettbewerbsorientierter Märkte der Telekommunikation im Bereich der Telekommunikationsdienste und -netze sowie der zugehörigen Einrichtungen und Dienste, auch in der Fläche, abzielen soll,
- effiziente Infrastrukturinvestitionen fördern und Innovationen unterstützen soll,
- die Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Nutzung von Frequenzen, auch unter Berücksichtigung der Belange des Rundfunks, gewährleisten soll.

Zur Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Nutzung von Frequenzen und unter Berücksichtigung der in § 2 Abs. 2 TKG genannten weiteren Ziele werden der Frequenzbereichszuweisungsplan und der Frequenznutzungsplan aufgestellt, Frequenzen zugeteilt und Frequenznutzungen überwacht.

Frequenzen werden dann zugeteilt (vgl. §55 Abs. 5 TKG), wenn sie für die vorgesehene Nutzung im Frequenznutzungsplan ausgewiesen sind, sie verfügbar sind, die Verträglichkeit mit anderen Frequenznutzungen gegeben ist und eine effiziente und störungsfreie Frequenznutzung durch den Antragsteller sichergestellt ist. Frequenzen werden in der Regel befristet zugeteilt, eine Verlängerung der Befristung ist möglich. Die Befristung muss für den Dienst angemessen sein (vgl. §55 Abs. 8 TKG).

Sofern eine Knappheit vorliegt (Vgl. §55 Abs. 9 TKG) - für Frequenzteilungen sind nicht in ausreichendem Umfang verfügbare Frequenzen vorhanden oder für bestimmte Frequenzen sind mehrere Anträge gestellt worden - kann die Bundesnetzagentur ein spezifisches Vergabeverfahren nach §61 TKG festlegen. Hierbei ist grundsätzlich eine

---

<sup>2</sup> Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Februar 2010 (BGBl. I S. 78) geändert worden ist.

Versteigerung durchzuführen. Mit der Versteigerung soll festgestellt werden, welcher oder welche der Antragsteller am besten geeignet sind, die zu vergebenden Frequenzen effizient zu nutzen (§61 Abs. 4 TKG). Die von der Bundesnetzagentur festzulegenden Auktionsregeln müssen objektiv, nachvollziehbar und diskriminierungsfrei sein und die Belange kleiner und mittlerer Unternehmen berücksichtigen. Ferner kann die BNetzA ein Mindestgebot für die Teilnahme am Versteigerungsverfahren festsetzen.

Frequenzzuteilungen können nach § 63 TKG widerrufen werden, wenn nicht innerhalb eines Jahres nach der Frequenzzuteilung mit der Nutzung der zugeteilten Frequenz im Sinne des mit der Zuteilung verfolgten Zwecks begonnen wurde oder wenn die Frequenz länger als ein Jahr nicht im Sinne des mit der Zuteilung verfolgten Zwecks genutzt worden ist.

### **2.3 Regulierungsökonomische Zielsetzungen der Versteigerung von Frequenzen**

Die Versteigerung der Frequenzen sollte schließlich darin münden, dass diejenigen die Frequenznutzungsrechte erhalten, die durch ihre Nutzung den höchsten volkswirtschaftlichen Nutzen generieren. Dies sollte dazu führen, dass eine Vielfalt an Endprodukten zu niedrigen Preisen resultiert. Der angebotene Dienst sollte einfach nutzbar sein, erschwinglich und von hoher Qualität. Mit Blick auf die Zuteilung von Frequenzen für mobilen Breitbandzugang sollten beispielsweise Alternativen für den festen Breitbandzugang über das Festnetz (DSL, FTTC, FTTH/B-Varianten) oder Kabel geschaffen werden. Zudem sollte in dünn besiedelten Gebieten der drahtlose Zugang zu Breitbanddiensten genutzt werden, bisher „Weiße Flecken“ zu abzudecken, da die Netzaufbaukosten zur Anbindung der Haushalte in dünn besiedelten Regionen weitaus geringer ausfallen können als ein kabelgebundener Zugang, der vergleichbare Datenübertragungsraten ermöglicht. Die Schaffung eines infrastrukturbasierten Wettbewerbs ist aus Sicht der Bundesnetzagentur in hohem Maße wünschenswert. In der Tendenz bewirkt die Beachtung der nachfolgend angeführten Prinzipien, dass ein derartiges Ergebnis erzielt wird. Sofern unvermeidliche Zielkonflikte bei der Umsetzung zwischen den einzelnen Prinzipien entstehen, ist eine Abwägung in der Weise vorzunehmen, dass die letztendliche Zielsetzung attraktiver Angebote zu niedrigen Preisen für die Endkunden am besten erfüllt wird.

- Für die Auktionsteilnehmer sollten Anreize geschaffen werden, in einer Weise zu bieten, sodass letztendlich eine volkswirtschaftlich effiziente Nutzung der Frequenzen erfolgt.
- Ein Auktionsdesign sollte so gestaltet sein, dass wettbewerblichen Belangen hinreichend Rechnung getragen wird. Dies bedeutet insbesondere, dass ein Entstehen von marktbeherrschenden Stellungen verhindert wird. Die Förderung von infrastrukturbasiertem Wettbewerb ist eine weitere Zielsetzung, die bei der Frequenzzuteilung beachtet werden sollte. Dieser ist nachhaltiger als reiner

Dienstwettbewerb und erfordert geringere regulatorische Eingriffe, da er im Idealfall selbst tragend ist.

- Das Risiko des Winner's Curse sollte so gering wie möglich gehalten werden. Frequenzen, die für den gleichen Zweck genutzt werden, haben in der Tendenz für alle Unternehmen faktisch einen annähernd gleich hohen Wert (common value). Die Bestimmung dieses Wertes unterliegt jedoch der Ungewissheit. Hierbei kann es zu individuell unterschiedlichen Überschätzungen des ökonomischen Wertes kommen. In einer Auktion erhält derjenige den Zuschlag, der das höchste Gebot abgibt. Die Höhe der Gebote entspricht gemeinhin der betriebswirtschaftlichen Wertschätzung. Damit geht das Frequenznutzungsrecht grundsätzlich an denjenigen, der den Wert am stärksten überschätzt. Sofern in einer Auktion Informationen generiert werden, sodass unrealistische Erwartungen über den Wert der Frequenznutzungsrechte revidiert werden, ist dies zu begrüßen. Nur dann, wenn die Gebote aller Auktionsteilnehmer auf weitgehend realistischen Erwartungen mit Blick auf die Wertigkeit der dazu korrespondierenden Frequenznutzungsrechte basieren, ist eine effiziente Frequenzallokation zu erwarten. Bei Geboten und entsprechenden Zahlungsverpflichtungen, die weit über den tatsächlichen wirtschaftlichen Wert hinaus gehen, droht im Anschluss ein Konkurs des Unternehmens mit daran anknüpfenden negativen volkswirtschaftlichen Implikationen.
- Das Auktionsdesign sollte einen Anreiz für möglichst viele potentielle Interessenten schaffen, an der Auktion teilzunehmen. Damit wird der Biet-Wettbewerb erhöht, sodass in der Tendenz eher Preise erzielt werden, die dem Marktwert der Nutzungsrechte für die Frequenzblöcke entsprechen.
- Frequenzblöcke, sollten vom Umfang und der Größe her so gestaltet sein, dass mögliche Ineffizienzen wie beispielsweise eine Fragmentierung der Frequenznutzungsrechte verhindert wird. Gleiches ggf. gilt für die Frage der regionalen Separierung von Frequenznutzungsrechten.
- Andererseits sollten die angebotenen Frequenzblöcke in möglichst kleinen Einheiten angeboten werden, damit alle frequenzökonomisch denkbar effizienten Frequenzzuteilungen ermöglicht werden.
- Alle verfügbaren bzw. in naher Zukunft verfügbaren Frequenznutzungsrechte, die für die gleichen Dienste bzw. Technologien nutzbar sind, sollten im Rahmen einer Versteigerung angeboten werden. Damit wird eine künstliche Verknappung der Ressource vermieden und die Unternehmen haben die Möglichkeit, für das bevorzugte Frequenzportfolio zu bieten.
- Bei der Versteigerung mehrerer Frequenzpakete in unterschiedlichen räumlichen Regionen oder aber unterschiedlichen Frequenzlagen sollten diese so festgelegt sein, dass die Bieter in ihrem Bietverhalten Wertinterdependenzen angemessen mitberücksichtigen und zum Ausdruck bringen können.

- Ein Auktionsdesign sollte fair und transparent sein. Transparenz sollte insbesondere dahingehend gewährleistet sein, dass die Auswahlentscheidung für alle Auktionsteilnehmer nachvollziehbar ist.
- Ein Auktionsdesign sollte für die Teilnehmer hinreichend verständlich sein, sodass selbige angemessene Biet-Strategien entwickeln können und nicht abgeschreckt werden, an der Auktion teilzunehmen.
- Eine schnelle und kosteneffektive Durchführung sollte möglich sein, sodass die mit der Frequenzversteigerung verbundenen Transaktionskosten gering sind.
- Eine Preisdiskriminierung sollte vermieden werden. Eine Preisdiskriminierung liegt dann vor, wenn signifikant unterschiedliche Preise für an sich homogene Frequenzblöcke zu entrichten sind.
- Bereits mehrfach angewendete Auktionsformate bergen den Vorteil, dass sie bereits erprobt sind. Je häufiger sie verwendet wurden, umso größer die Wahrscheinlichkeit, dass anfängliche Schwächen beseitigt wurden. Dies gilt zumindest dann, wenn das Auktionsdesign sich auch mit Blick auf das Auktionsergebnis bewährt hat. Zudem wird das Risiko des durch Verständnisschwierigkeiten induzierten Fehlverhaltens beim Bieten verringert.
- Manipulationsmöglichkeiten sollten ebenso wie kollusives Verhalten weitestgehend ausgeschlossen werden. Kollusives Verhalten kann das Ergebnis der Auktion beeinflussen. Insbesondere kann dies zu niedrigeren Einnahmen für den Auktionator führen.
- Von zentraler Bedeutung ist auch, dass die Behörde klar definierte Regeln für alle wesentlichen Elemente der Auktion festlegt und sich auch an diese hält. Dies macht es insbesondere erforderlich, Regeln für den Fall festzulegen, dass Auktionsteilnehmer miteinander verbundene Unternehmen sind, eine Konsolidierung auftritt oder aber Unternehmen für die Auktion nicht antreten.

## **2.4 Zu spezifizierende Elemente bei der Gestaltung eines angemessenen Auktionsdesigns**

Frequenzen stellen eine knappe natürliche Ressource dar, die für die Bereitstellung von elektronischen Kommunikationsdiensten von zentraler Bedeutung sind. Das verfügbare Spektrum ist häufig begrenzt. Konkret tritt Knappheit dann auf, wenn die Nachfrage nach den verfügbaren Frequenzen das Angebot übersteigt. In diesem Fall ist es notwendig, ein Auswahlverfahren anzuwenden, das die Knappheitssituation löst.

Um eine effiziente Frequenzzuteilung zu erreichen, empfiehlt sich die Anwendung von Marktmechanismen. In solchen Verfahren wird über den Marktpreis entschieden, wer die Frequenznutzungsrechte erhält. Aus regulierungsökonomischer Sicht sind Auktionen das angemessene Verfahren, um eine Frequenzzuteilung in Knappheitssituationen vorzunehmen. Auch nach dem Telekommunikationsgesetz wird einer Auktion bei

Knappheit von Frequenzen der Vorrang eingeräumt. Eine Auktion ist nach McAfee und McMillan (1987, S. 700)<sup>3</sup> eine Markttransaktion auf der Basis expliziter Regeln, die eine Ressourcenallokation und Preise aufgrund eines Vergleichs von Geboten der Marktteilnehmer vornimmt. Begrifflich basiert dieser Ausdruck auf dem lateinischen „augere“, welches in der wörtlichen Übersetzung „erhöhen“ bedeutet. Die Höhe der Gebote korrespondiert gemeinhin mit der Höhe der Zahlungsbereitschaft und diese wiederum mit der ökonomischen Wertschätzung des Nutzers für die Ressource. Der zu zahlende Preis wird durch die abgegebenen Gebote bestimmt. Dies muss nicht notwendigerweise das höchste Gebot sein. Als ökonomisch legitimierte Alternativen bieten sich Zahlungsregeln an, nach denen die Opportunitätskosten zu entrichten sind. Im Fall der Versteigerung eines Auktionsobjektes entspricht dies dem zweithöchsten geboten Preis bzw. dem Minimalgebot, sofern kein alternatives Gebot abgegeben wurde.

Es gibt eine Reihe von unterschiedlichen Auktionstypen, die sich zudem in einer Fülle von Details unterscheiden können. Nicht alle Auktionsdesigns enden notwendigerweise mit dem gleichen Ergebnis. Vielmehr können scheinbar kleine Unterschiede einen wesentlichen Einfluss auf das Auktionsergebnis haben. Auktionsdesigns können sich in den folgenden Aspekten unterscheiden:

- Auktionsformat bzw. Auktionstyp;
- detaillierte Regeln des Versteigerungsverfahrens;
- administrative Umsetzung des Versteigerungsverfahrens.

Das Auktionsformat bestimmt sich im Wesentlichen durch die nachfolgenden Kriterien:

- ein-rundige oder mehr-rundige Auktion;
- offene oder verdeckte Gebote;
- gleichzeitige Versteigerung mehrerer Objekte oder getrennte bzw. sequentielle Versteigerung mehrerer Objekte.
- Kann für eine Kombination von Objekten ein einziges Gebot abgegeben werden (kombinatorische Auktion) oder erfolgt für ein Auktionsobjekt jeweils ein separates Gebot?
- Welcher Preis ist nach Ende der Auktion von den Auktionsteilnehmern zu entrichten?

Detaillierte Elemente eines Versteigerungsdesigns beinhalten beispielsweise:

- Biet-Rechte eines Auktionsteilnehmers zu Beginn der Auktion;
- Aktivitätsregeln in einer Auktion, welche festlegen, wie aktiv ein Auktionsteilnehmer bieten muss, um keine Bietrechte zu verlieren;

---

<sup>3</sup> McAfee, R.P., McMillan, J. (1987): Auctions and bidding, Journal of Economic Literature Vol. XXV, S. 699-738.

- Mindestinkremente, welche vorgeben, um welchen Betrag ein geltendes Höchstgebot mindestens überboten werden muss, damit es als (valides) Gebot gewertet wird.
- Können in einer Auktion die Gebote frei gewählt werden oder erfolgt ein Click-Box-Bidding? Im Falle von Click-Box-Bidding wird durch vorgezeichnete Felder (Buttons) genau vorgeben, welche Beträge geboten werden können.
- Haben Auktionsteilnehmer die Möglichkeit während einer Auktion Gebote zurückzuziehen?
- Können Auktionsteilnehmer während einer Auktion ausgeschlossen werden?
- Sind Vorauszahlungen für die Teilnahme bzw. eingeräumte Bietberechtigungen notwendig?
- Sind Bankgarantien zu erbringen?
- Etc.

Bei der administrativen Umsetzung sind insbesondere nachfolgend angeführten Aspekte zu adressieren:

- Wann findet die Auktion statt?
- Wer (autorisierte Personen) darf wann welche Gebote abgeben?
- Wie werden Auktionsteilnehmer über den Anfang und das Ende einer Auktion informiert?
- Welche Verantwortlichkeiten bestehen mit Blick auf die Durchführung der Auktion?
- Wird die Auktion elektronisch mittels einer Auktionssoftware, in Papierform oder über Fax durchgeführt?
- Welche Maßnahmen werden getroffen, um zu verhindern, dass Unbefugte die Auktion stören?
- Welche Kommunikationsmöglichkeiten bestehen zwischen Auktionator und den Bietern während der Auktion?
- Findet die Auktion dezentral oder an einem klar festgelegten Ort (z.B. Gebäude der Bundesnetzagentur in Mainz) statt?

Zugegebenermaßen sind die Grenzen zwischen den obigen drei Kategorien fließend. Wesentlich bei der Bestimmung des Auktionsdesigns ist letztendlich, dass alle essentiellen Elemente klar spezifiziert sind.

## 2.5 Grundsätzliche Erwägungen zur Wahl eines angemessenen Auktionsdesigns

Mit Blick auf die Entscheidung über ein angemessenes Auktionsdesign erscheinen uns nachfolgende Ausführungen einerseits von Paul Milgrom, einem der Väter der Simultan Mehrstufigen Frequenzauktion, und andererseits von Paul Klemperer, der als einer der führenden Auktionstheoretiker weltweit gilt und der an die Entwicklung des UMTS-Versteigerungsdesigns in Großbritannien beteiligt war, aufschlussreich:

*„It is equally clear that designing real auctions raises important practical questions for which theory currently offers no answers. The „bounded rationality“ constraints that limit the effectiveness of the generalized Vickrey auction are important ones and have so far proved particularly resistant to simple analysis. Because of such limits to our knowledge, auction design is a kind of engineering activity. It entails practical judgments, guided by theory and all available evidence, but it also uses ad hoc methods to resolve issues about which theory is silent. As with other engineering activities, the practical difficulties of designing effective, real auctions themselves inspire new theoretical analyses, which appears to be leading to new, more efficient and more robust designs.“*

Quelle: Milgrom, 2000, S. 271.

*“What really matters in auction design are the same issues that any industry regulator would recognise as key concerns: discouraging collusive, entry-detering and predatory behaviour. In short good auction design is mostly good elementary economics.”*

Quelle: Klemperer, 2004, S. 104.

Das Design erfolgt häufig auch unter unvollständiger Information über Parameter, deren Kenntnis eigentlich für ein optimales Design des Auktionsverfahrens notwendig ist. (Beispielsweise war bei der deutschen UMTS-Auktion a priori nicht letztendlich bekannt, ob ein Teilnehmer 2 x 10 MHz oder 2 x 15 MHz an Grundausstattung benötigt. Ferner gab es Unsicherheit über die volkswirtschaftlich optimale Marktstruktur.) Dieser Umstand rechtfertigt in einem gewissen Maße den Ausspruch:

*„Auction design is more a matter of art than of science“.*

Quelle: Paul Milgrom, 2000.

Aufgrund dieser Äußerungen werden folgende wesentliche Aspekte deutlich, die bei der Bestimmung eines adäquaten Auktionsdesigns für die Vergabe von Frequenzen von Bedeutung sind. Die Auktionstheorie liefert uns keine ultimativen Leitlinien im Sinne eines Manuals. Vielmehr ist eine genaue Analyse der Ausgangssituation notwendig (wer sind die potentiellen Teilnehmer an der Auktion; was sind die genauen Auktionsgegenstände, die zur Auswahl stehen; wie sind die Wertinterdependenzen zwischen den Auktionsgegenständen; was soll mit Hilfe der angebotenen Frequenzen letztendlich erstellt werden; wie stellt sich die Marktsituation für die Endprodukte dar? etc.). Diese Situation vor Augen kann die Festsetzung der Regeln letztendlich nur auf generellen regulierungsökonomischen Erwägungen beruhen, die nachfolgend dargestellt werden. Hierbei ist insbesondere auch zu beachten, dass die Ausgangslage dem Auktionator nur unvollständig bekannt ist. Wie die Wertinterdependenzen der Auktionsteilnehmer exakt für alle Teilnehmer sind, weiß er gemeinhin nicht. Ebenso besteht keine exakte Kenntnis a priori dahingehend, wie sich die optimale Marktstruktur gestaltet. Um vermeidbare Designfehler nicht aufkommen zu lassen, empfiehlt es sich von daher auch, die beabsichtigten Auktionsregeln zur Versteigerung der Frequenznutzungsrechte unter den Betroffenen zur Konsultation zu stellen. Schließlich sind es diese, welche am besten über die Wertigkeit der zu versteigernden Frequenzblöcke und deren Wertinterdependenzen informiert sind.

## 2.6 Mögliche Probleme im Zusammenhang mit einer Versteigerung mit Beispielen aus Frequenzauktionen

Grundsätzlich gilt, dass ein Auktionsdesign für die spezifische Vergabesituation entsprechend ausgestaltet sein sollte („a horse for a course“ wie die Engländer zu sagen pflegen). Einige Aspekte, die zu Fehlern bei der Ausgestaltung des Auktionsverfahrens führen können, seien hier angeführt.<sup>4</sup>

*Schaffung falscher Anreize für die Teilnahme an einer Auktion:* Dies können Auktionsregeln sein, die die etablierten Unternehmen bevorzugen (und eine Konsolidierung fördern) oder schlichtweg Minimalgebote, die entweder zu hoch oder zu gering sind. Hierzu können die folgenden Beispiele angeführt werden: In der UMTS-Auktion in Frankreich wurden die Minimalgebote in Referenz zu dem Ergebnis der UMTS-Auktion in Deutschland derart hoch gesetzt, dass es für die vier angebotenen Lizenzen nur 2 interessierte Unternehmen gab. In der UMTS-Auktion der Schweiz wurden vier Lizenzen angeboten, es gab zunächst 8 Antragsteller, die an der Auktion teilnehmen wollten. Die Regierung rechnete insbesondere von daher mit einem hohen Biet-Wettbewerb. Angesichts „sehr“ geringer Mindestgebote konsolidierte sich jedoch die Bieterzahl auf vier Teilnehmer, die dann die Lizenzen jeweils zum Minimalgebot erwarben.

---

<sup>4</sup> Vgl. hierzu auch Richard Marsden (2009): Auction Design and Implementation: Why auction design and spectrum packaging matters, Prepared for the Spectrum Economics workshop at the Auditorium, SKMM Cyberjaya, 29 April 2009.

*Zu geringe Mindestinkremente oder unangemessene Aktivitätsregeln*, die unverhältnismäßig lange Auktionen zur Folge haben: In einer Mobilfunklizenzauktion in Neuseeland waren die Mindestinkremente so gering und die Aktivitätsregel derart schwach, dass die Auktion nahezu ein Jahr andauerte. Dies war nachteilig für alle in der Auktion involvierten Parteien. Hierbei ist auch zu bemerken, dass bei mehr-rundigen Auktionen, sei es einer traditionell Simultan Mehrstufigen Auktion oder auch einer Clock-Auktion, die Höhe der Mindestgebote für die Dauer der Auktion bedeutend ist. Zu geringe Mindestgebote, insbesondere dann wenn eine Vielzahl von Auktionsobjekten angeboten werden, bedingen bei intensivem Biet-Wettbewerb einen langen Auktionsverlauf. In derartigen Situationen kann es durchaus sinnvoll sein, die Mindestgebote höher zu setzen als die administrativen Kosten des Vergabeverfahrens auf Seiten des Frequenzmanagers.

*Induzierte Wettbewerbsprobleme durch ein falsches Auktionsdesign*: In einer Mobilfunklizenzauktion im Jahre 2000 wurde in der Türkei eine sequentielle Versteigerung gewählt. Der Minimalpreis für die zweite Lizenz wurde nach den Versteigerungsregeln gleich dem erzielten Auktionspreis für die erste Lizenz gesetzt. Im Ergebnis bot ein Auktionsteilnehmer für die erste Lizenz einen sehr hohen Preis, um eine Monopolsituation zu kreieren. Dies hatte zur Konsequenz, dass aufgrund des hohen Minimalpreises die zweite Lizenz für andere potentielle Bieter nicht mehr attraktiv war. Auch die französische UMTS-Auktion war durch zu hohe Reservationspreise (Minimalgebote) charakterisiert, die sich an den Auktionserlösen der UMTS-Auktion in Deutschland orientierten. Dies kann als ein Beispiel dafür angeführt werden, wie durch falsch gewählte Auktionsparameter eine Wettbewerbsverzerrung resultiert bzw. weniger kompetitive Märkte resultieren können.

*Geringe Auktionserlöse*: Die meisten Regulierungsbehörden, so auch die Bundesnetzagentur, verfolgen mit der Frequenzvergabe nicht das Ziel, möglichst hohe Einnahmen zu erzielen. Im Telekommunikationsgesetz ist diese Zielsetzung auch nicht zu finden. Gleichwohl werden hohe Auktionserlöse häufig als ein Erfolgsindikator einer Frequenzauktion angesehen. In den Augen der an spektakulären Ereignissen interessierten Öffentlichkeit ist dies wohl zunächst der primäre vielleicht sogar der einzige Erfolgsparameter. Spätestens seit der UMTS-Auktion im Jahre 2000 ist die Öffentlichkeit auf Staatseinnahmen in Milliardenhöhe fokussiert. Geringere Auktionserlöse in nachfolgenden Frequenzauktionen wurden von der Presse häufig als enttäuschend eingeschätzt und das Ergebnis somit auch zumindest implizit als negativ bewertet, wenngleich es mit Blick auf eine effiziente Allokation keine negative Indikatoren gab und von selbigen Kritikern nicht identifiziert wurden. Ökonomen sehen hohe Veräußerungspreise als einen Erfolgsindikator an, weil damit die Vermutung einher geht, dass man die Ressource nicht unter ihrem Marktwert veräußert. Damit geht ferner auch die Vermutung einher, dass das Auktionsdesign kollusives und strategisches Verhalten unterbunden hat und somit als gut anzusehen ist. Nur in speziell motivierten Fällen weichen einzelne Ökonomen von dieser Bewertung ab. Andererseits ist eine effiziente Ressourcenallokation auch bei niedrigen Einnahmen nicht nur denkbar, sondern im Fall niedriger Mindestgebote auch häufiger zu beobachten. Zudem stellt sich in diesem Zusam-

menhang die Frage, ob bei einer gleichen Frequenzzuteilung an die Interessenten es besser ist, dass diese einen geringen oder einen hohen Betrag an die Staatskasse zahlen. Schließlich verbleiben den Unternehmen mehr finanzielle Mittel für Netzinvestitionen, wenn die Auktionserlöse niedriger ausfallen. Bei der Beantwortung dieser Frage gehen die Meinungen der Ökonomen sicherlich auseinander. Nicht alle Ökonomen teilen die durch eine simple mikroökonomische Betrachtung legitimierte Auffassung, dass im Fall von Einmalzahlungen diese Sunk Costs darstellen, die keine ökonomischen Verzerrungen im Folgenden bedingen.

*Mögliche Preisdiskriminierungen:* Erhebliche Preisunterschiede pro MHz für bestimmte Frequenzblöcke können bei derzeit angewendeten kombinatorischen Clock-Auktionen auftreten. Bei der Versteigerung der 2,5 GHz Frequenzen in Dänemark 2010 zahlten Hi3G für 2x10 MHz gepaarte Frequenzen plus 25 MHz ungepaarte Frequenzen lediglich 7,09 Millionen DKK, während TDC für 2x20 MHz gepaarte Frequenzen 333,33 Millionen zahlte. Der Preisunterschied pro MHz betrug somit mehr als das 23-fache. Geht man von einem konkaven Verlauf eines einheitlichen unternehmensindividuellen Wertes des Frequenzspektrums aus, so ist der Unterschied noch um ein Vielfaches höher anzusehen.

## 2.7 Erfolgsindikatoren bei der Bewertung von Auktionsergebnissen

Eine detaillierte wohlfahrtstheoretische Bewertung des Ergebnisses einer Frequenzauktion ist nur dann möglich, wenn sämtliche dazu erforderlichen Informationen vorliegen. Dies ist im allgemeinen nicht gegeben. Nach unserer Ansicht gibt es jedoch einige Erfolgsindikatoren, die nachfolgend angeführt werden. Allerdings handelt es sich dabei um Partialindikatoren, die nur im Gesamtkontext zur Bewertung herangezogen werden können.

*Nicht fragmentierte Frequenznutzungsrechte:* Die erfolgreichen Auktionsteilnehmer erwerben innerhalb eines Frequenzbereiches zusammenliegende Frequenzen und keine fragmentierten Frequenzblöcke. Eine Zuteilung fragmentierter Frequenzblöcke wird jedoch heutzutage bei der Vergabe dadurch vermieden, dass in den Frequenzbereichen zunächst generische (abstrakte) Frequenzblöcke angeboten werden. Bei der Zuteilung in spezifischen Lagen werden nur solche zugelassen, die zusammenliegendes Spektrum bei den Nutzern bedingen.

*Intensive Nutzung der Frequenzen im Anschluss.* Eine unmittelbare Nutzung der Frequenzen im Anschluss an die Auktion sowie ein damit einhergehender Netzaufbau und das Angebot attraktiver Dienste für die Nutzer sind wohl die augenscheinlichsten Indikatoren für eine effiziente Frequenznutzung. Dies ist jedoch aufgrund des dafür erforderlichen Zeitintervalls gemeinhin erst nach einer gewissen Zeit bezogen auf den Zeitpunkt der Zuteilung der Frequenznutzungsrechte feststellbar. Auf eine vorübergehend ineffiziente Nutzung ließe sich schließen, wenn die erworbenen Frequenznutzungsrechte zurückgegeben, übertragen oder gar von Seiten der Behörde widerrufen würden.

*Weitgehend breite Streuung der Frequenznutzungsrechte unter den Wettbewerbern:* Sofern eine Vielzahl von Frequenzblöcken angeboten wurden und Bieter für flexible Frequenzportfolios bieten konnten, kann es als ein Erfolg gewertet werden, wenn möglichst viele Teilnehmer Frequenznutzungsrechte erwerben. Die damit einhergehende potentiell kompetitive Marktstruktur ist im Sinne der Verbraucher und damit auch im Interesse des Regulierers.

*Hohe Auktionserlöse:* Das Finanzministerium oder die Öffentlichkeit sehen hohe Auktionserlöse als einen Erfolgsindikator für das Ergebnis der Auktion an. Sofern die finalen Preise merklich über den Mindestgeboten liegen, ist sicherlich ein intensiver Bietwettbewerb zu konstatieren. Folglich hat das Auktionsdesign kollusives Verhalten weitgehend unterbunden. Allerdings sollte auch die Streuung der Frequenznutzungsrechte bei einer Bewertung mit in Betracht gezogen werden, wenn es darum geht, eine regulierungsökonomische Bewertung der finalen Frequenzverteilungen vorzunehmen. Mit hohen Auktionserlösen einhergehende monopolistische Frequenzverteilungen sind sicherlich nicht als wünschenswert anzusehen.

## **2.8 Die Bedeutung der Übertragbarkeit von Frequenznutzungsrechten für das Auktionsdesign.**

Nach dem Telekommunikationsgesetz ist eine Übertragung der Frequenznutzungsrechte möglich: Nach § 55 (7) TKG sind Frequenzen übertragbar, sofern der Wettbewerb auf dem relevanten Markt dadurch nicht verzerrt wird sowie eine effiziente Nutzung ohne Interferenzen stattfindet. Dies kann durch Einzel- oder Gesamtrechtsnachfolge geschehen, auf ein verbundenes Unternehmen im Sinne des § 15 Aktiengesetz, von einer natürlichen Person auf eine juristische Person, an der die natürliche Person beteiligt ist oder als Erbe. Daneben kann die Bundesnetzagentur nach Anhörung der betroffenen Kreise Frequenzbereiche für den Handel freigeben sowie die Rahmenbedingungen und das Verfahren für den Handel festlegen, wenn Interesse an Frequenzhandel für das entsprechende Frequenzspektrum besteht. Die Rahmenbedingungen und das Verfahren haben nach § 62 TKG insbesondere sicherzustellen, dass die Effizienz der Frequenznutzung gesteigert oder gewahrt wird, das ursprüngliche Vergabeverfahren der Frequenzallokation nach Frequenzhandel nicht entgegensteht, keine Verzerrung des Wettbewerbs auf dem sachlich und räumlich relevanten Markt zu besorgen ist, die sonstigen rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere die Nutzungsbestimmungen und internationale Vereinbarungen zur Frequenznutzung eingehalten werden und die Regulierungsziele nach § 2 Abs.2 TKG sichergestellt werden. (Bisher wurde allerdings noch kein Frequenzbereich identifiziert, in dem Frequenzhandel stattfinden kann.)

### 3 In der Vergangenheit durchgeführte Frequenzauktionen

#### 3.1 Eine selektive Übersicht von Frequenzversteigerungen in den zurückliegenden Jahren

Zur Versteigerung der UMTS-Frequenzen wurde in Europa und Asien meist der Auktionsstyp einer Traditionell Simultan Mehrstufigen Auktion verwendet. In den darauffolgenden Jahren kamen zunehmend alternative Auktionstypen wie die „SMRA with augmented switching“, kombinatorische Auktionen und seit nunmehr 2008 auch die kombinatorische Clock-Auktion zur Anwendung. Die nachfolgende Abbildung bringt dies zum Ausdruck.

Tabelle 1: Beispiele von weltweit angewendeten Auktionsformaten

Auktion	Jahr	Format	Sealed-bid oder Mehr-runden-auktion	Geschnürte oder flexible Frequenzpakete	Paket-gebote erlaubt?
Norwegen 3,5 GHz	2004	SMRA (augmented switching)	mehrstufig	flexibel	nein
Dänemark 3G (1 Lizenz)	2005	First-price sealed-bid	sealed bid	geschnürt	nein
USA AWS (2,1 GHz)	2006	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
UK 412 MHz	2006	Sealed-bid mit Paketgeboten	sealed bid	flexibel	ja
Singapore 2,4 GHz	2005	SMRA	mehrstufig	geschnürt	nein
Indonesien 3 G	2006	Sealed bid (zweistufig)	sealed bid	n.a.	nein
Schweden 2,6 /3,8 GHz	2007	SMRA (augmented switching)	Mehrstufig	flexibel	nein
Neuseeland 2,3 / 2,5 GHz	2007	SMRA	mehrstufig	geschnürt	nein
UK 10-40 GHz	2008	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
UK L-Band	2008	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Irland 2,6 GHz	2008	Sealed bid mit Paketgeboten	sealed bid	flexibel	ja
Norwegen 2,6 GHz	2008	SMRA (augmented switching)	mehrstufig	flexibel	nein
USA 700 MHz Auktion	2008	SMRA mit hierarchischen Paketgebote	mehrstufig	flexibel	beschränkt
Canada AWS (2,1 GHz)	2008	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein

Auktion	Jahr	Format	Sealed-bid oder Mehr-runden-auktion	Geschnürte oder flexible Frequenzpakete	Paket-gebote erlaubt?
Schweden 2,5 GHz	2008	SMRA (augmented switching)	mehrstufig	gemischter Ansatz	nein
Hong Kong 2,3 / 2,5 GHz	2009	SMRA	mehrstufig	gemischter Ansatz	nein
Finnland	2009	SMRA (augmented switching)	mehrstufig	flexibel	nein
UK 2,5 GHz	2009 (Design-entwurf)	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Niederlande 2,5 GHz	2010	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Deutschland 0,8 GHz/1,8 GHz / 2,0 GHz / 2,6 GHz	2010	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
Dänemark 2,6 GHz	2010	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Österreich 2,6 GHz	2010	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Schweiz 0,8 GHz / 0,9 GHz/ 1,8 GHz/ 2,0 GHz / 2,6 GHz	2011	Kombinatorische Clock-Auktion	mehrstufig	flexibel	ja
Schweden - 800 MHz Auktion	2011	SMRA with augmented switching	mehrstufig	flexibel	nein
Spanien 0,8 GHz / 0,9 GHz, 2,6 GHz	2011	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
Italien 800 MHz / 900 MHz / 1,8 GHz / 2,6 GHz	2011	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
Portugal 450 MHz / 800 MHz, 900 MHz / 1,8 GHz / 2,1 GHz / 2,6 GHz	2011	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
Griechenland 900 MHz / 1,8 GHz	2011 (Design-entwurf)	SMRA	mehrstufig	flexibel	nein
Frankreich 800 MHz	2011	einrundige kombinatorische Pay-as-you-bid Auktion	einrundig	flexibel	ja
Frankreich 2,6 GHz	2011	einrundige kombinatorische Pay-as-you-bid Auktion	einrundig	flexibel	ja

Quelle: dotEcon/WIK-Consult

### 3.2 Primären Trends in der Entwicklung von Frequenzauktionen

*Flexibilisierung und Liberalisierung der Frequenznutzungsrechte und die damit verbundenen Effekte auf die Versteigerung von Frequenzen:* Im Jahre 2004 startete die Europäische Kommission die so genannte WAPECS (Wireless Access Policy for Electronic Communications Services) Initiative.<sup>5</sup> WAPECS schafft einen Rahmen, nach dem Frequenzbänder identifiziert werden, in denen eine Reihe von elektronischen Kommunikationsnetzen und Diensten in einer technologie- und diensteneutralen Weise genutzt werden können. Hierbei sollen Interferenzen jedoch soweit wie möglich vermieden werden. Letztendlich ist eine effektivere und effiziente Nutzung der Frequenzen angestrebt, wobei Wettbewerbsverzerrungen vermieden werden sollen. Der Terminus WAPECS wurde als Begriff verwendet, der eine Abkehr von bisherigen engen Frequenznutzungsbedingungen zu liberaleren Nutzungsbedingungen signalisieren soll. In der Umsetzung der Flexibilisierung der Nutzungsbedingungen wurden mit der Zeit verschiedenen Frequenzbänder für die gleiche Art der Nutzung zugänglich gemacht. So beispielsweise die Frequenzbereiche 0,8 GHz, 1,8 GHz, 2,0 GHz und 2,6 GHz in Deutschland für „den drahtlosen Netzzugang zum Angebot von Telekommunikationsdiensten“. Diese Entwicklung findet sich auch in den anderen europäischen Ländern wie beispielsweise der Schweiz. Damit einhergehend ergeben sich komplexere Vergabesituationen, nämlich dann, wenn Frequenzen aus verschiedenen Lagen gleichzeitig versteigert werden sollen. Dies gilt insbesondere, weil Frequenzen in verschiedenen Lagen gemeinhin nicht als gleichwertig angesehen werden. Insbesondere haben Frequenzen unterhalb von 1 GHz aufgrund ihrer Ausbreitungscharakteristika gegenüber weit höher gelegenen Frequenzen weitaus bessere frequenzökonomische Eigenschaften.

*Flexible Schnürung von Frequenzpaketen:* In den ursprünglichen Frequenzauktionen wurden Frequenzpakete fest geschnürt. Dies implizierte, dass die Auktionsteilnehmer jeweils nur ein geschnürtes Frequenzpaket ersteigern durften, sofern die Frequenzen national vergeben wurden (Sofern Frequenznutzungsrechte regional vergeben wurden, hatten die Unternehmen i.a. das Recht, in jeder Region maximal ein geschnürtes Frequenzpaket zu ersteigern.). Auf diese Weise wurde die Marktstruktur - vorausgesetzt alle Frequenzpakete werden letztendlich versteigert - vollständig im Vorfeld der Vergabe bestimmt. Damit wurden andere mögliche Frequenzallokationen durch die Vorstrukturierung unterbunden, die ggf. eine effizientere Zuteilung der Frequenznutzungsrechte bedingt hätten. Aufgrund der Unsicherheit der nationalen Regulierungsbehörden mit Blick auf die Marktstruktur, der komplexeren Ausgangslage (Frequenzen dienen einigen Unternehmen als Basis für den Markteintritt, andere benötigen diese lediglich als Komplementärfrequenzen) und der Verfügbarkeit von Frequenzen aus verschiedenen Frequenzlagen, erscheint in vielen Situationen eine Versteigerung von „kleinen“ Frequenzblöcken, aus denen sich die Auktionsteilnehmer das gewünschte Frequenzportfolio flexibel zusammenstellen können, als weitaus angemessener. Dieser Ansatz findet in

---

<sup>5</sup> Radio Spectrum Policy Group (2005): Wireless Access Policy for Electronic Communications Services (WAPECS) - A more flexible spectrum management approach, Final November 23, 2005 - RSPG05-102final.

Deutschland, insbesondere auch in der UMTS-Auktion im Jahre 2000, seit mehr als 10 Jahren Anwendung. Dem deutschen Beispiel folgend wählten andere Länder wie UK, die Niederlande und Schweden etc. diesen Ansatz erst in den letzten Jahren. Eine derartige Vorgehen verlangt jedoch, dass die Wettbewerbsproblematik angemessen adressiert wird, ebenso wie das Risiko der Fragmentierung von Frequenznutzungsrechten sowie das Exposure Problem.

*Spektrums-Kappen:* Im Rahmen der Versteigerung flexibler Frequenzportfolios wurden den Auktionsteilnehmer meist Spektrums-Kappen auferlegt. Eine Spektrums-Kappe impliziert, dass ein Unternehmen in (einem) bestimmten Frequenzbereich(en) nur in einem bestimmten Umfang Frequenznutzungsrechte ersteigern darf. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Frequenznutzungsrechte in einem bestimmten Umfang an unterschiedliche Frequenznutzer zugeteilt werden. Damit wird eine mögliche, zu hohe Marktkonzentration verhindert. Sofern die Spektrums-Kappen sehr eng gesetzt werden, kann dadurch jedoch auch der Biet-Wettbewerb bei der Frequenzversteigerung weitgehend unterbunden werden. Im Zusammenhang mit der Versteigerung von 2,6 GHz Frequenzen im Jahre 2010 in den Niederlanden wurden zu enge Spektrums-Kappen insbesondere für die etablierten Mobilfunknetzbetreiber als ursächlich für geringe Auktionserlöse in der Presse angeführt.

*Abstrakte, homogene Frequenzblöcke:* Bei der Versteigerung flexibler Frequenzportfolios steigt das Risiko der Zuteilung fragmentierter Frequenzblöcke, sofern die Frequenzblöcke spezifisch, also unter Konkretisierung der Frequenzlagen der jeweils versteigerten Frequenzblöcke, versteigert werden. Um dieses Risiko zu vermeiden und gleichzeitig um das Auktionsdesign für die Auktionsteilnehmer zu vereinfachen wird zunehmend ein Ansatz verwendet, bei dem die Frequenzpakete - soweit diese homogen sind - zunächst abstrakt versteigert werden. Dies bedeutet, dass die Auktionsteilnehmer zunächst für ein Frequenznutzungsrecht in einem bestimmten Umfang in einer bestimmten Frequenzbereich bieten, die konkrete spezifische Lage aber erst im Anschluss bestimmt wird. Diese Vorgehensweise wurde nach unserer Information ebenfalls erstmals in Deutschland bei der DCS-1800 Auktion und dann in der UMTS-Auktion im Jahre 2000 gewählt. Bei der anschließenden Zuteilung (ggf. unter Verwendung einer Zuteilungsauktion) werden dann die Rahmenbedingungen derart gesetzt, dass die erfolgreichen Bieter nur zusammenhängende Frequenzblöcke erhalten.

*Transparenz der Gebote:* Zu Beginn der Nutzung der TSMA wurde dem Gebot der Transparenz eine hohe Bedeutung beigemessen. Bei Vorliegen eines „Common Value“ ging man davon aus, dass auf diese Weise Auktionsteilnehmer Wertberichtigungen vornehmen könnten. Das sogenannte ‚Winners Curse‘ Risiko sollte so möglichst gering gehalten werden. Einhergehend mit der Versteigerung flexibler Frequenzportfolios erfolgte hier zunehmend ein Sinneswandel. Es wurden nicht mehr sämtliche (aktiven) Gebote an alle Beteiligten kommuniziert, sondern im Fall der TSMA nur noch die aktuellen Höchstpreise bzw. in Clock-Auktionen nur die aggregierte Nachfrage aller Bieter für Kategorien von Frequenzblöcken als Information übermittelt. Auf diese Weise sollte ein Bieten, welches auf die Verdrängung von Wettbewerbern ausgerichtet ist ebenso wie

signalisierendes Bieten unterbunden werden. Im Rahmen der Versteigerung von 2,6 GHz Frequenzen wurde in Norwegen, Schweden, Finnland, Dänemark und den Niederlanden lediglich die aggregierte Nachfrage (anonym) in jeder Auktionsrunde mitgeteilt. In Schweden, Finnland und Dänemark wurde die Identität der Bieter im Vorfeld bzw. auch während der Auktion nicht mitgeteilt.

Die in Deutschland durchgeführten Frequenzauktionen stellen hier eine Ausnahme dar. In den letzten Auktionen wurden im Rahmen der TSMA sämtliche aktiven Gebote (neue valide Gebote und geltende Höchstgebote) den anderen Auktionsteilnehmer in jeder Auktionsrunde mitgeteilt. Die damit einhergehende stabile Allokation der Auktion mit einer weitgehend kompetitiven Streuung der Frequenznutzungsrechte wurde gemeinhin als positiv bewertet.

*Vor Ort versus Versteigerung von entferntem Ort:* Die Länder in denen mehr-rundige offene Auktionen vor Ort durchgeführt werden, stellen die Ausnahme dar. Deutschland und Griechenland sind hierfür ein Beispiel. Die Versteigerung erfolgt dabei über lokal vernetzte Computer, wobei autorisierte Personen der Bieter vor Ort die Gebote eingeben müssen. Letztere haben jedoch - in Deutschland - die Möglichkeit, über geschaltete Leitungen und elektronisch eingerichtete Verbindungen für Datenverkehr den Kontakt zur Firmenzentrale aufzunehmen, um auf diese Weise eine Auktionsanalyse vorzunehmen, Strategien für das Biet-Verhalten zu entwickeln und die Gebote festzulegen. Gemeinhin finden die Versteigerung jedoch nunmehr meist von entfernten Orten statt. Hierbei werden die Rundenergebnisse elektronisch an die Bieter übermittelt. Die Bieter geben auch elektronisch ihre Gebote ab. Meist wird eine Rückfallposition noch über eine Fax-Verbindung generiert. Die Möglichkeit einer unmittelbaren persönlichen Kommunikation wird im allgemeinen über zuvor bestimmte Leitungen generiert.

*Mindestgebote:* Die Mindestgebote wurden in den vor 2011 in Europa durchgeführten Frequenzauktionen relativ niedrig angesetzt. Ursächlich dafür mag auch die Erfahrung mit den UMTS-Auktionen sein. Hierbei spielte sicherlich eine Rolle, dass man von Seiten der Regulierungsbehörden nicht den Eindruck erwecken möchte, dass man den Auktionserlös maximieren möchte. Geringe Mindestgebote können jedoch im Fall von Mehrrundenauktionen auch einen erheblich längeren Verlauf einer Auktion bedingen. Dies steigert die administrativen Kosten, die mit der Versteigerung verbunden sind, nicht unerheblich. Demgegenüber wurden die Mindestgebote in anstehenden Frequenzauktionen in Frankreich, Italien und Portugal insbesondere bei der Versteigerung der Digitalen Dividende (in Verbindung mit Frequenzen aus anderen Frequenzlagen) möglicherweise aufgrund der Ergebnisse in der deutschen Versteigerung vergleichsweise hoch angesetzt.

*Trends bei der Wahl des Auktionstyps:* Anfangs wurden einfache Auktionstypen verwendet: Eine Vickrey-Auktion zur Versteigerung einer Lizenz in Neuseeland und sequentielle Versteigerungen von Frequenzblöcken, welche dann jeweils als Englische Auktion oder ein-rundige Höchstpreisauktionen durchgeführt wurden. Danach wurde von Spieltheoretikern die Traditionelle Simultan Mehrstufige Auktion entwickelt. Diese wurde durch weitergehende Wechsellmöglichkeiten ohne Zahlungsverpflichtungen im

Fall der Rücknahme von Geboten modifiziert. Nunmehr findet auch häufig die von Ofcom/DotEcon<sup>6</sup> entwickelte kombinatorische Clock-Auktion Anwendung.

Wenn es um die Ausgestaltung einer Auktion geht, werden nunmehr häufig die folgenden Varianten als mögliche alternative Auktionsverfahren diskutiert. TSMA, TSMA mit Wechselfähigkeit, kombinatorische Clock-Auktion und ein-rundige kombinatorische Auktion.<sup>7</sup> Mit Blick auf Deutschland, wo bisher ausschließlich TSMA verwendet wurden, stellt sich die Frage, ob alternative Designs in spezifischen Situationen das angemessenere Verfahren darstellen. Um eine derartige Bewertung vornehmen zu können, ist es notwendig, die TSMA in der Vielfalt ihrer möglichen Ausprägungen darzustellen.

*Spectrum-Floors bzw. Vorabzuteilung von essentiellen Mindestmengen:* Zur Sicherstellung, dass eine hinreichende Anzahl an Mobilfunkunternehmen über eine hinreichende Anzahl von Frequenzen verfügt, wurden zwei neue Konzepte eingeführt. In Großbritannien intendiert man im Rahmen einer kombinatorischen Clock-Auktion Spectrum-Floors zu setzen.<sup>8</sup> Bei der Bestimmung der Gewinnerallokationen werden dann nur solche Frequenzzuteilungen in der Auswertung mitberücksichtigt, bei der eine Mindestanzahl an Unternehmen über mindestens eines der im Vorfeld festgelegten Frequenzportfolios verfügt. In der anstehenden Frequenzauktion in Griechenland (Vergabe von 900 MHz und 1800 MHz Frequenzen) haben die Betreiber in einer ersten Phase die Möglichkeit, eine festgelegte Menge an 900 MHz Frequenzen zu einem festgesetzten Preis zu erwerben. Damit soll sichergestellt werden, dass der bestehende GSM-Dienst weiterhin bereitgestellt wird.<sup>9</sup>

### 3.3 Versteigerung von Frequenzen im Bereich 2,6 GHz

Europaweit wurden jüngst und werden gegenwärtig Frequenznutzungsrechte im Bereich 2,6 GHz vergeben.<sup>10</sup> Diese ursprünglich als komplementäre Frequenzen für UMTS gedachten Frequenznutzungsrechte können im Rahmen der Liberalisierung der Frequenznutzungsrechte nunmehr auch für LTE genutzt werden. LTE gilt gegenwärtig als die fortschrittlichste Mobilfunktechnologie. Der 2,6 GHz Frequenzbereich wird von daher wohl für den LTE-Netzausbau genutzt werden.

Die nachfolgenden Tabellen geben einen detaillierteren Überblick zu 10 ausgewählten Ländern. Die Daten wurden von DotEcon zusammengetragen und sind zudem weitgehend auf den Homepages der jeweiligen nationalen Regulierungsbehörden zu finden. Es ist nahezu unmöglich aus den Resultaten unmittelbare Schlüsse auf die Angemessenheit eines spezifischen Designs zu treffen. Hierbei ist insbesondere zu bemerken, dass nicht nur drei Typen von Design (TSMA, SMA-S, kombinatorische Clock-Auktion)

---

<sup>6</sup> Siehe hierzu auch Bichler, et. al (2011), S. 2.

<sup>7</sup> Dotecon (2009) Liberalisation of spectrum in the 900 MHz and 1800 MHz bands, Final Report to ComReg., ComReg Document Number: 09//99c, 21 December 2009.

<sup>8</sup> Vgl. Ofcom (2011).

<sup>9</sup> Bei mehr als vier Bieter ist vorgesehen, dass der Spectrum-Floor entfällt.

<sup>10</sup> Siehe hierzu auch: Marsden, R. Sexton, E. und Siong, A.: Fixed or flexible? A survey of 2.6 GHz spectrum awards, DotEcon-Discussion Paper June 2010, issue 10/01, London.

zur Anwendung kamen, sondern, dass diese sich auch in Details unterschieden: Während in Dänemark im Rahmen der kombinatorischen Clock-Auktion beispielsweise die ‚revealed preference rule‘ galt, um den Bietern einen Anreiz zu geben, in der Clock-Phase gemäß ihren Biet-Bereitschaften wahrheitsgetreu zu bieten, wurde in den Niederlanden eine einfachere Biet-Berechtigungsregel angewendet, welche in dieser Hinsicht nur einen beschränkten Anreiz gab. Eine letztendliche Bewertung der Ergebnisse mit Blick auf das angemessenste Auktionsdesign ist somit nur schwer möglich. Einige offensichtliche Indizien belegen dies:

- Die Nachfragesituation ist in den Ländern unterschiedlich. Sofern wie in Norwegen oder Finnland nur 2 bzw. 3 Mobilfunknetzbetreibern um verfügbares Spektrum konkurrieren, ist ein verhältnismäßig geringerer Biet-Wettbewerb zu erwarten als in Ländern mit einer größeren Anzahl an Interessenten.
- Allerdings zeigt das Beispiel der Niederlande mit 5 Auktionsteilnehmern, wie alleine durch die Wahl eines Parameters das Endergebnis einer Auktion bestimmt werden kann. Obwohl 5 Bieter (3 etablierte Mobilfunknetzbetreiber und 2 so genannte Newcomer) um die 14 Frequenzblöcke gepaartes Frequenzspektrum konkurrierten, war die Auktion nach wenigen Runden zu Ende, weil die Spektrums-Kappen, abhängig von den gehaltenen Frequenznutzungsrechten zu gering waren. Beispielsweise durfte einer der etablierten Mobilfunknetzbetreiber nur für lediglich einen gepaarten Frequenzblock à 2x5 MHz aktiv bieten.
- Nicht nur die Nachfragesituation sondern auch die Angebotssituation verändert die Sachlage. Da in den meisten Ländern lediglich die 2,6 GHz Frequenzen angeboten werden, stellt sich dort eine andere Situation dar als in Deutschland, wo zudem Frequenzen im Bereich 800 MHz, 1,8 MHz und 2,0 MHz angeboten wurden. Diese stellten Substitute bzw. Komplemente dar und verringerten die in anderen Ländern vorzufindende, möglicherweise auch künstlich generierte, Knappheit. Angesichts eines solchen Überangebots sind niedrigere Preise pro MHz pro Population im Vergleich zu anderen Ländern nachvollziehbar. Auch wurden beispielsweise in Hongkong weniger gepaarte Frequenzblöcke als in den europäischen Ländern im Bereich 2,6 GHz angeboten.
- Andere Unterschiede ergeben sich dadurch, dass beispielsweise in Dänemark die ungepaarten Frequenzblöcke in 5 MHz Blöcken im Rahmen einer kombinatorischen Clock-Auktion versteigert wurden, während in Schweden der gesamte TDD-Block als Ganzes versteigert wurde.
- Die Mindestgebote variierten erheblich: In Schweden wurde für einen gepaarten Frequenzblock (2x5 MHz) ein Mindestgebot von 2,64 Millionen € gesetzt, hingegen in Finnland lediglich 7.000 €, in den Niederlanden 10.000 € und in Österreich 40.000 €.
- Ein Format bedingt auch nicht zwangsläufig ein entsprechendes Preisniveau im Endergebnis. In Finnland, Norwegen und Schweden wurde SMA-S angewendet.

Die finalen Preise pro gepaartem Frequenzblock von 2x5 MHz betragen im Durchschnitt pro MHz/Bevölkerung in Finnland 0,33 €-Cent, in Norwegen 2,95 €-Cent und in Schweden 13,01 €-Cent. Die kombinatorische Clock-Auktion wurde in Dänemark, den Niederlanden und Österreich gewählt. Die Preise pro MHz / Bevölkerung betragen in Dänemark 13,08 €-Cent, in den Niederlanden 0,12 €-Cent und in Österreich 2,5 €-Cent (Quelle: kbspectrum (2011))<sup>11</sup>.

Festzuhalten ist jedoch, dass bei der Versteigerung von Frequenzen in Europa nunmehr drei Grundtypen des Auktionsdesigns - die TSMA mit spezifischen Elementen, die SMA-S und die kombinatorische Clock-Auktion - verwendet werden, die nachfolgend in ihren wesentlichen Elementen beschrieben werden.

---

<sup>11</sup> Vgl. [http://kbspectrum.com/blog/?page\\_id=443](http://kbspectrum.com/blog/?page_id=443).

Tabelle 2: 2,6 GHz-Vergabe in ausgewählten Ländern

Land	Datum der Vergabe	Art des Bandplanes	Auktionsformat	Lots passend für FDD			Lots passend für TDD			Spektrumskappe pro Bieter (nur 2,6 GHz Band)
				Anzahl*	Größe (MHz)	Preis (€ cents pro MHz pro Bev.?)	Anzahl*	Größe (MHz)	Preis (€ cents pro MHz pro ?)	
Österreich	September 2010	Fix	CCA	14	2x5	2,5	10	5	-	Maximal 18 Bieterberechtigungsrechte pro Bieter = 90 MHz; Maximum 2x20 MHz FDD †
Dänemark	April 2010	Fix	CCA	14	2x5	15,40	9	5	0,245	9 Bieterberechtigungsrechte = 2x20 MHz FDD oder 50MHz TDD
Finnland	November 2009	Fix	SMRA mit Wechsel	14	2x5	0,317	1	50	0,559	50 MHz
Deutschland	April 2010	Fix	SMRA mit generischen Lots	14	2x5	2,24	10		2,11	Keine
Hong Kong	Januar 2009	Fix	SMRA	3	2x15	23,10	3	5	Nicht veräußert	30 MHz
Niederlande	April 2010	Flexibel	CCA	13	2x5	0,121	10	5	Nicht veräußert	Variiert: bis zu 8 Bieterberechtigungsrechte = bis zu 50 MHz
Norwegen	November 2007	Semi-Flexibel	SMRA mit Wechsel	8-11	2x5 und 2x10	2,20	5-11	10	2,94	Keine
Schweden	Mai 2008	Fix	SMRA mit Wechsel	24	2x5	15,90	1	50	3,65	140 MHz
UK (original)	Zurückgezogen	Flexibel	CCA	0-14	2x5	NA (nicht zutreffend)	9	5	nicht zutreffend	16 Bieterberechtigungsrechte = 80-85 MHz
UK (überarbeitet)	In Kürze	Fix	CCA	7	2x10	NA (nicht zutreffend)	9	5	nicht zutreffend	2x20 MHz FDD und / oder 50 MHz TDD

Quelle: Marsden et. al (2010), DotEcon, unter Nutzung der Daten auf Internetseiten der jew. Regulierer und der DotEcon Datenbank für Spektrumsvergabe, [http://kbspectrum.com/blog/?page\\_id=443](http://kbspectrum.com/blog/?page_id=443)

† Deckelung auf 2x15 MHz für Incumbent Operators mit 900 MHz oder 1800 MHz Beständen; \* Schließt nicht die Guard Blocks mit ein.



## **4 Prominente Versteigerungstypen zur Vergabe von Frequenznutzungsrechten**

### **4.1 Sequentielle Auktionen für einzelne Frequenzpakete bzw. -blöcke**

Eine sequentielle Versteigerung der individuellen Frequenznutzungsrechte von Frequenzblöcken heutzutage nicht mehr angesagt. Bei den ersten Frequenzauktionen erlag man einer solchen Idee aufgrund der Einfachheit des damit einhergehenden Verfahrens und den vergleichsweise geringen damit verbundenen administrativen Kosten. Die Nachteile eines derartigen Vorgehens sind offensichtlich und durch Beispiele in der Vergangenheit manifestiert. Diese Aussage gilt unabhängig davon, ob die einzelnen Frequenzpakete dann in einer ein-rundigen Sealed-bid Auktion oder in einem mehrstufigen Verfahren (englische Auktion oder holländische Auktion) vergeben wurden. Bieter müssen in einem solchen Fall die Preise der nachfolgend versteigerten Frequenzblöcke antizipieren. Typischerweise unterliegen sie dabei Fehleinschätzungen, sodass erhebliche Ineffizienzen bei der Zuteilung der Frequenznutzungsrechte absehbar sind. Asymmetrische Preise für homogene Frequenzpakete sind dann die Regel und nicht die Ausnahme. Die seinerzeit durchgeführte WLL-Auktion in der Schweiz belegt diese These. Ein umfangreiches Frequenzpaket, welches an dritter Stelle versteigert wurde, wurde zu einem wesentlich geringeren Preis versteigert als zuvor versteigerte Frequenzpakete von geringerem Umfang.

Von daher fokussieren wir im folgenden unsere Betrachtung auf Versteigerungen, in denen die zur Vergabe stehenden Frequenzblöcke simultan bzw. gleichzeitig vergeben werden.

### **4.2 Traditionell Simultan Mehrstufige Auktionen**

#### **4.2.1 Grundsätzliche Charakteristika**

Die Traditionell Simultan Mehrstufige Auktion war das erste komplexere Auktionsformat zur Versteigerung von Frequenznutzungsrechten, welches auch heutzutage noch zur Versteigerung von Funkfrequenzen genutzt wird. Unter anderen kam dieses Form bei Frequenzversteigerungen in Australien, Deutschland, Großbritannien, Kanada, Indien, Mexiko, Neuseeland, den Niederlanden und Österreich zur Anwendung.

*“A simultaneous ascending auction is a sensible way to auction many items. This approach has been used with great success in many high-stake auctions in the last ten years to auction spectrum, energy, and pollution permits. The process yields a competitive equilibrium in simple settings. Evidence from practice suggests that the desirable properties of the design are largely robust to practical complications, such as mild complementarities.”*

Quelle: Peter Cramton „Simultaneous Ascending Auctions“, p.112 (in Cramton et al. (2006))

In einer TSMA werden gleichzeitig mehrere Frequenzblöcke zur Versteigerung angeboten. Die Auktionsteilnehmer bieten in jeder Auktionsrunde individuell für bestimmte Auktionsblöcke. Die Biet-Möglichkeiten insgesamt werden durch ihre Biet-Berechtigung zu Beginn der Auktion bzw. in einer Auktionsrunde sowie durch weitere ggf. bieterindividuelle Biet-Beschränkungen restringiert. Letzteres können Spektrums-Kappen sein, die es den Teilnehmern nur in einem bestimmten Umfang erlauben auf die Frequenzblöcke, beispielsweise in einem bestimmten Frequenzbereich, zu bieten. Für jeden Frequenzblock werden am Ende einer Auktionsrunde Höchstgebote ausgewiesen. Diese sind die Referenz für neue Gebote in der bzw. den darauffolgenden Auktionsrunde(n). Jeder Bieter weiß, für welche Frequenzblöcke er aktuell Höchstbieter ist. In den darauffolgenden Runden haben die Bieter die Möglichkeit erneut Gebote im Rahmen ihrer Biet-Berechtigungen abgeben. In einer Auktionsrunde gehaltene Höchstgebote können durch andere Auktionsteilnehmer überboten werden. Die Höchstgebote für Frequenzpakete steigen mit der Abgabe neuer Gebote für diese Frequenzpakete. Aufgrund der sich unterschiedlich entwickelnden Höchstgebote und Preisniveaus kann es sein, dass die Auktionsteilnehmer in verschiedenen Auktionsrunden für unterschiedliche Frequenzpakete bieten. Die Auktion endet dann, wenn keine zusätzlichen neuen Gebote mehr erfolgen. Das jeweilige Frequenznutzungsrecht erwirbt der Höchstbieter für diesen Frequenzblock. Dieser hat für diesen Frequenzblock einen Preis zu entrichten, der dem Höchstgebot entspricht. Deshalb gehört die TSMA zur Kategorie der Höchstpreisauktionen.

#### 4.2.2 Spezifische Elemente

Die TSMA umfasst eine Vielzahl von Regeln im Detail, die für die Vergabesituation angemessen festgelegt werden sollten. Nachfolgend führen wir wesentliche Elemente im Detail an.

*Mindestgebot:* Dieses bestimmt den Minimalbetrag, der für einen Frequenzblock zu bieten ist. Die Mindestgebote sollten die administrativen Kosten des Vergabeverfahrens abdecken, zumindest die inkrementellen bzw. vermeidbaren administrativen Vergabekosten. Hierbei ist zu bemerken, dass die Gemeinkosten des Frequenzmanagements nur bedingt zurechenbar sein. Unter Umständen kann es geboten sein, die Minimalge-

bote höher anzusetzen. Auf diese Weise wird die Auktion in der Tendenz beschleunigt. Zudem bewirken relativ hohe Mindestgebote, dass der Anreiz für kollusives Verhalten und strategische Nachfragereduzierung der Auktionsteilnehmer sinkt. Gleichwohl ist es verfahrenstechnisch auch möglich, Minimalgebote in Höhe von Null zu wählen.

*Mindestinkremente* legen fest, um welchen Betrag ein bestehendes Höchstgebot mindestens überboten werden muss, damit es als valide gilt. Mindestinkremente werden i.d.R. vom Auktionator nach pflichtgemäßem Ermessen, abhängig vom bisherigen Auktionsverlauf und den noch verfügbaren Biet-Rechten der Auktionsteilnehmer festgelegt. Um einen zügigen Verlauf zu gewährleisten, werden diese Mindestinkremente i.d.R. als prozentuale Aufschläge auf bestehende Höchstgebote bestimmt, wobei die Aufschläge in diesem Fall im Verlauf der Auktion abzusenken sind, damit die Marktpreise möglichst nahe approximiert werden.

*Biet-Rechte*: Jedem Frequenzpaket wird eine bestimmte Maßzahl zugeordnet, die man Lot Rating (Biet-Punkte) nennt. Die Biet-Rechte werden dann ebenfalls in dieser Maßeinheit aggregiert ausgedrückt. Ein Auktionsteilnehmer darf dann maximal in dem Umfang für Frequenzpakete bieten, dass die diesen zugeordneten Lot Ratings in der Summe die insgesamt verfügbaren Biet-Rechte nicht übersteigen. Für den Beginn der Auktion gewährte Biet-Rechte werden von Seiten der Behörde ggf. auf Basis eines (zu legitimierenden) Antrags der Auktionsteilnehmer zugestanden.

*Aktivitätsregeln*: Die Aktivitätsregel legt fest, inwieweit ein Auktionsteilnehmer in einer Auktionsrunde aktiv bieten muss (gehaltene Höchstgebote plus neue valide Gebote) damit er keine Biet-Rechte verliert. Diese Regel bezieht sich auch auf die Lot Ratings als relevante Maßzahl. Die Biet-Rechte in der ersten Auktionsrunde entsprechen den beantragten bzw. zugestandenen Biet-Rechten. In den darauffolgenden Runden fallen diese oder bleiben gleich - abhängig vom Aktivitätsniveau (die Summe der zu den aktiven Geboten korrespondierenden Lot Ratings). Sofern das eingeforderte Aktivitätsniveau 100 % beträgt, entspricht die Biet-Berechtigung in der nächsten Auktionsrunde der Summe der Lot-Ratings der aktiven Gebote der Vorrunde. Eingeforderte Aktivitätsniveaus unterhalb von 100 Prozent ermöglichen es demn Auktionsteilnehmern flexibler zu bieten, ohne Biet-Rechte zu verlieren. Eine derartige Regel macht insbesondere dann Sinn, wenn Frequenzen aus verschiedenen Segmenten angeboten werden.

*Abstrakte oder spezifische Frequenzpakete*: Gleichwertige bzw. als homogen angesehene Frequenzpakete können auch abstrakt in einer TSMA angeboten werden. Damit wird das Biet-Verhalten vereinfacht und gleichzeitig das Risiko der Fragmentierung von Frequenzzuteilungen verringert. Sofern lediglich gleiche abstrakte Frequenzpakete angeboten werden, wie beispielsweise in der UMTS-Auktion 2000 in Deutschland, wird das Risiko einer Fragmentierung gänzlich eliminiert.

*Flexible oder vorstrukturierte Frequenzpakete*: Eine vollständige Vorstrukturierung der zu versteigernden Frequenzen bedingt, dass die Auktionsteilnehmer lediglich eines der

geschnürten Pakete ersteigern können. Die UMTS-Auktion in Großbritannien ist dafür ein Beispiel. Dort wurden fünf UMTS-Lizenzen mit diesen zugeordneten Frequenzpaketen versteigert. Im Fall vollständig vorstrukturierter Frequenzpakete besteht weder ein Risiko der Fragmentierung der Frequenznutzungsrechte (schließlich ist davon auszugehen, dass die Regulierungsbehörde diesen Aspekt bei der Bildung der Frequenzpakete beachtet) noch ein Aggregationsrisiko (es ist davon auszugehen, dass der Umfang der einzelnen Frequenzpakete für die individuell denkbaren Geschäftsmodelle der Antragsteller hinreichend ist). Mit einer vollständigen Vorstrukturierung werden jedoch auch andernfalls mögliche Frequenzallokationen im Vorfeld ausgeschlossen. Im Fall der britischen UMTS-Lizenz Auktion war es nicht möglich, dass sechs Unternehmen UMTS-Lizenzen erhielten wie in Deutschland.

Vermeehrt werden nunmehr die Frequenzen in kleinen Frequenzpaketen versteigert (siehe Tabelle 1). Damit haben die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit, flexibel für Frequenzportfolios zu bieten. Die finale Allokation kann besser den Bedürfnissen der Antragsteller gerecht werden. Gleichzeitig sind mit dieser Vorgehensweise folgende Risiken verbunden:

- Fragmentierung der Frequenznutzungsrechte, sofern nicht nur abstrakte Frequenzblöcke in einer Frequenzlage versteigert werden.
- Aggregationsrisiko, sofern nicht essentielle Mindestmengen zugestanden werden.
- Ferner können ggf. Marktstrukturen resultieren, die regulierungsökonomisch nicht erwünscht sind. Als Maßnahme gegen die letztere Gefahr wirken unternehmensindividuelle Spektrums-Kappen.

*Rücknahme von Geboten:* Bietern wird in der TSMA ggf. die Rücknahme von Geboten zugestanden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Bieter für flexible Frequenzportfolios auf nationaler Ebene oder auch für regionale Frequenzblöcke bieten können. Auf diese Weise soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass Wertinterdependenzen zwischen den Frequenzblöcken bestehen, und aufgrund des Lock-In Effekts für gehaltene Höchstgebote ansonsten nicht die Möglichkeit besteht, beim aktuellem Preisniveau für das optimale Frequenzportfolio zu bieten. Andernfalls wird damit möglichen Frequenzfragmentierungen bei der Versteigerung von Frequenzen aus verschiedenen Frequenzbereichen vorgebeugt. Die Rücknahme von Geboten wird jedoch in der Regel an mögliche Zahlungsverpflichtungen gekoppelt, um Anreize zu setzen, diese Option nicht strategisch zu nutzen. Der Gebotswechsel mit Rücknahme von Geboten ist somit dann nicht kostenfrei, wenn mit einer potentiellen Zahlung tatsächlich zu rechnen ist. In spezifischen Situationen ist jedoch die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass im Fall der Rücknahme eines Gebotes andere Bieter für dieses Frequenzpaket ein neues Gebot abgeben. Sofern davon mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, hat der Teilnehmer diesbezüglich kein Risiko.

*Essentielle Mindestmengen:* Sofern einem Unternehmen essentielle Mindestmengen zugestanden werden, hat dieses keine Zahlungsverpflichtung, wenn es am Ende der Auktion lediglich für Frequenzen unterhalb dieser Mindestmenge erfolgreicher Bieter ist. Im Gegenzug erhält das Unternehmen keine Frequenzzuteilungen. Während der Auktion besteht für ein derartiges Unternehmen die Verpflichtung, in jeder Auktionsrunde mindestens in diesem Umfang aktiv zu bieten, um einen strategischen Missbrauch dieses Zugeständnisses zu unterbinden. Das Zugeständnis essentieller Mindestmengen ist nur bei flexiblen Frequenzauktionen notwendig. In der UMTS-Auktion in Deutschland und Österreich wurden erstmals essentielle Mindestmengen für alle Teilnehmer exogen mit zwei zu ersteigernden Frequenzpaketen à 2x5 MHz festgesetzt. (Im Vorfeld der Auktion wurde eruiert, dass jedes Unternehmen mindestens 10 MHz für gepaartes Frequenzspektrum für den Aufbau eines UMTS-Netze benötigte. Alle Unternehmen waren Newcomer.) Das Konzept individuell wählbarer essentieller Mindestmengen fand erstmals in der Frequenzversteigerung 2010 in Deutschland Anwendung und ist nach unserem Wissen bisher anderswo noch nicht zur Anwendung gelangt. Damit hatten die Unternehmen die Möglichkeit, betriebsindividuell ihre Mindestmengen zu deklarieren. Die Regeln wurden anreizverträglich ausgestaltet, sodass es keine Möglichkeit für Missbrauch gab.

*Information:* Während jeder Bieter natürlich über seine Parameter, d.h. Biet-Rechte etc. informiert wird, wird die Bekanntgabe von Informationen hinsichtlich der anderen Bieter recht unterschiedlich gehandhabt. In den USA wurden die Gebote jüngst beispielsweise lediglich anonym bekanntgegeben (auch in den kombinatorischen Clock-Auktionen, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden, wird lediglich die Nachfrage nach einzelnen Blöcken insgesamt angegeben). Durch die Nichtveröffentlichung des Biet-Verhaltens untereinander soll kollusives Verhalten verhindert werden und auf bestimmte Mitbieter ausgerichtete Verdrängungsbiets unterbunden werden. In Deutschland hingegen wurde weiterhin das Biet-Verhalten der Mitbieter, d.h. sämtliche aktiven Gebote, mit der Zielsetzung der Verringerung des ‚Winners Curse Risiko‘ veröffentlicht, allerdings auch um den Teilnehmern jederzeit das mögliche Ergebnis der Auktion zu präsentieren.

Wie die bisherigen Ausführungen zeigen, kann die TSMA im Detail recht unterschiedliche Ausprägungen haben, sodass eine umfassende Beurteilung eigentlich nur bei einer spezifischen Detailbetrachtung stattfinden kann.

#### 4.2.3 Bewertung der Traditionell Simultan Mehrstufigen Auktion

*“The simultaneous ascending auction exposes bidders to the possibility that they will win some, but not all, of what they desire. In contrast, all the combinatorial auction methods ... eliminate this exposure problem by allowing bidders to bid on packages of items. Nonetheless, I view the simultaneous ascending auction not as a historical curiosity to be supplanted by more powerful combinatorial methods, but as an essential method any auction designed should have in his toolkit. The simultaneous ascending auction (and its variants) will remain the best method for auctioning many related items in a wide range of circumstances, even settings where some of the goods are complements for some bidders, so the exposure problem is a real concern”.*

Quelle: Peter Cramton (2006), Simultaneous Ascending Auctions, in Cramton et al. (2006), S. 99.

##### *Positive Eigenschaften einer TSMA*

- Das Auktionsformat ist in seiner Grundstruktur für die Auktionsteilnehmer sowie für die Nutzer auf Seiten der Behörde einfach und verständlich. Eine erhöhte Komplexität resultiert allenfalls im Fall spezifischer Regeln, bspw. Rücknahme von Geboten, endogenen essentiellen Mindestmengen oder gestaffelten Aktivitätsniveaus. Allerdings sind diese auch vergleichsweise gut übermittelbar, zudem sind derartige spezifische Regeln für einzelne Bieter häufig auch nicht von Relevanz.
- Die Ergebnisse der TSMA ebenso wie die damit verbundenen Zahlungsverpflichtungen sind für alle Beteiligten leicht nachvollziehbar und können der Öffentlichkeit verständlich kommuniziert werden. Dies gilt nicht nur mit Blick auf das Endergebnis sondern auch für jedes Auktionsrundenergebnis.
- Sofern sämtliche aktiven Gebote und die Namen der Bieter allen Auktionsteilnehmern am Ende einer Auktionsrunde mitgeteilt werden, sind derartige TSMA vollständig transparent und erlauben den Auktionsteilnehmern, Wertberichtigungen bei ihren Bewertungen der Frequenzpakete vorzunehmen.
- In einem solchen Fall hat die Behörde die Möglichkeit, eine vollständige Transparenz auch gegenüber der Öffentlichkeit herzustellen.
- Mit der Durchführung einer TSMA haben eine Reihe von Regulierungsbehörden und auch Unternehmen ausgiebige Erfahrungen. Durch die dadurch entstandene Routine wird die Gefahr von Fehlern bei der Durchführung erheblich redu-

ziert. Zudem ist die Gefahr irrationaler Entscheidungen der Bieter somit geringer.

- Sofern Frequenzblöcke in den jeweiligen Frequenzbereichen als abstrakte Frequenzpakete angeboten werden und zudem eine Rücknahme von Geboten zulässig ist, wird damit das Risiko der Fragmentierung von Frequenznutzungsrechten weitgehend vermindert.
- Ein gestaffeltes Aktivitätsniveau erlaubt ein flexibles Bieten. Ein verhaltenes Bieten der Auktionsteilnehmer ist möglich, bis zu einem Zeitpunkt ein hinreichender Umfang an Information über die Preisniveaus bekannt wird.
- Aufgrund der Klarheit des Verfahrens auch mit Blick auf die Zahlungsverpflichtungen werden potentielle Interessenten nicht von einer Auktionsteilnahme abgehalten. Dies gilt insbesondere auch mit Blick auf solche Unternehmen, die über ein festes, beschränktes Budget verfügen und nur begrenzt Mittel für die Entwicklung einer ausgeklügelten Biet-Strategie haben.
- Aufgrund der hohen Transparenz und Verständlichkeit des Verfahrens hat der Auktionator in hohem Maße die Möglichkeit, auf den Auktionsverlauf durch pflichtgemäße Entscheidungen im Sinne der Zielsetzungen angemessen zu reagieren. Eine unmittelbare Kommunikation bei einer Auktion vor Ort erleichtert die Steuerung der Auktion in kritischen Phasen.
- Wenngleich die TSMA bei einer rein theoretischen Betrachtung auch potentielle Schwächen aufweist, so lieferte der Verlauf und die Ergebnisse der bisher in Deutschland durchgeführten TSMA kein Indiz dafür, dass derartige Schwächen tatsächlich zum Tragen kamen.
- Die positiven Eigenschaften einer TSMA, sofern die Höchstgebote und die jeweilige Bieteridentität bekannt gegeben werden, sind aus unserer Sicht von großer Bedeutung. Den Auktionsteilnehmern ist vor Ende der Auktion die jeweils mögliche Endallokation der Frequenznutzungsrechte bekannt. Somit hätten sie, zumindest in Bezug auf ihren individuellen Bedarf, bis zum Ende der Auktion auf das mögliche Ergebnis durch entsprechendes Biet-Verhalten reagieren können. Gleichzeitig ist es ihnen möglich, ihren Bedarf in Relation zu den Frequenzzuteilungen anderer Frequenzteilnehmer zu bestimmen.

#### *Mögliche negative Eigenschaften einer TSMA*

- *Aggregationsrisiko:* Das Standardformat der TSMA adressiert nicht unmittelbar das sogenannte Aggregationsproblem. Dies kann dann auftreten, wenn die Auktionsteilnehmer für eine Vielzahl von Frequenzblöcken bieten und zwischen diesen eine hohe Wertverbundenheit besteht. In diesem Fall kann es vorkommen, dass sie am Ende der Auktion nur für einige bzw. einen Frequenzblock Höchstbieter sind, aber nicht für alle, die sie ersteigern möchten. Dies kann zu Ineffizi-

enzen führen. Ein Extremfall ist dann gegeben, wenn beispielsweise zwei Frequenzblöcke zur Nutzung essentiell sind, aber nur einer ersteigert wird. Im Fall einer konvexen Wertigkeit von Frequenzmengen in einer Frequenzkategorie mit homogenen Frequenzblöcken ist das Risiko einer ineffizienten Zuteilung höher als bei einer konkaven Wertigkeit. Der Auktionator kann das Aggregationsrisiko gering halten, wenn er den Unternehmen erlaubt, essentielle Mindestmengen zu benennen. Die Rücknahme von Geboten vermindert das Risiko ebenso, wenngleich unvollkommen, da dies i.d.R. mit potentiellen Strafzahlungen verbunden ist. Wenn die Frequenzblöcke vom Umfang so gestückelt angeboten werden, dass diese frequenzökonomisch nutzbar sind und zudem die Wertigkeit von Frequenzmengen in bestimmten Frequenzbereichen als konkav anzusehen ist, so ist das Risiko ineffizienter Allokationen mit Blick auf das Aggregationsrisiko möglicherweise im realen Auktionsverlauf nur von geringer Bedeutung.

- *Fragmentierung der Frequenzblöcke:* Das Risiko fragmentierter Frequenzblöcke besteht in einer TSMA dann nicht, wenn nur abstrakte Frequenzblöcke aus einem Frequenzbereich angeboten werden (Bemerkung: In der UMTS-Auktion 2000 bestand seinerzeit das Risiko der Fragmentierung nicht, da lediglich abstrakte Frequenzblöcke in einem Frequenzbereich, d.h. einer Kategorie angeboten wurden!). Allenfalls wenn in einem bestimmten Frequenzbereich verschiedene spezifische Frequenzpakete angeboten werden, besteht das Risiko der Fragmentierung. Die Möglichkeit der Rücknahme von Geboten mildert dieses Risiko ab, beseitigt es jedoch grundsätzlich nicht vollkommen, da damit i.d.R. potentielle Zahlungsverpflichtungen verbunden sind. Durch die Versteigerung abstrakter Frequenzblöcke kann das Risiko der Fragmentierung, wie bereits erwähnt wurde, vollkommen verhindert werden. Frequenzblöcke sollten jedoch dann zumindest annähernd gleichwertig sein, ansonsten resultieren anderweitig mögliche Ineffizienzen.
- *Gestrandete Frequenzblöcke:* In einer TSMA können Frequenzblöcke stranden. Ursächlich dafür können die Rücknahme von Geboten oder nicht erreichte essentielle Mindestmengen sein. Dies kann zu Ineffizienzen führen, die jedoch dadurch abgemildert werden können, dass unmittelbar an die erste Auktion anschließend eine zweite Auktion stattfindet. Diese sollte so ausgestaltet sein, dass gestrandete Frequenzblöcke nur dann auftreten können, wenn niemand dafür bietet.
- *Tacit Collusion:* Sofern die Gebote und die Identität der Bieter den anderen Auktionsteilnehmern mitgeteilt werden, besteht die Möglichkeit, durch das Bietverhalten Signale an die Mitbieter zu senden. Dies kann sowohl über die Höhe der Gebote erfolgen als auch dadurch wie oder für welche Frequenzpakete man bietet. Ein derartiges, zu kollusivem Verhalten einladendes Bieten hat ggf. zur Folge, dass der Biet-Wettbewerb schneller endet und somit geringere Auktionserlöse erzielt werden. Die DCS-1800 Auktion in Deutschland mag hierzu ein Beispiel liefern. Allerdings bedingt dies nicht, dass die dann resultierende Allo-

kation der Frequenznutzungsrechte ökonomisch ineffizient ist. Gilt nicht sogar häufig das Gegenteil, da die korrespondierende Allokation von allen akzeptiert ist. Schließlich hätte jeder der Teilnehmer die Möglichkeit gehabt, weitere Gebote abzugeben. Im Übrigen ist Tacit Collusion kein notwendiges Phänomen einer TSMA. Sofern den Bietern von den anderen Teilnehmern ausschließlich die Höchstgebote und diese anonym kommuniziert werden, wird die Möglichkeit der Signalisierung vollständig unterbunden.

- *Administrative Kosten der Durchführung der Auktion:* Die administrativen Kosten der Durchführung einer TSMA sind sicherlich nicht gering. Hierzu bedarf es einer Auktionssoftware, deren Entwicklung mit einigem Aufwand verbunden ist. Auch muss eine Bieterschulung im Vorfeld der Auktion durchgeführt werden, bei der die Auktionsteilnehmer mit der Software und der detaillierten Umsetzung der Regeln vertraut gemacht werden. Die praktische Durchführung verursacht ebenfalls einen nicht unerheblichen personellen und administrativen Aufwand. Dieser dürfte bei einer Vor-Ort-Auktion mit Verbindung zur Firmenzentrale in der Tendenz höher sein, als bei einer Auktion ausschließlich von entfernten Orten.
- *Nachfragereduzierungseffekt:* Einer TSMA immanent ist der mögliche Nachfragereduzierungseffekt, sofern für flexible Frequenzportfolios geboten werden kann. Veranschaulicht werden kann das mit Blick auf eine Versteigerung einer Vielzahl von abstrakten Frequenzblöcken in einem bestimmten Frequenzbereich. In solchen Fällen kann es für ein Unternehmen sinnvoll sein, beim aktuellen Preisniveau für die Frequenzblöcke nicht weiter für einen zusätzlichen Frequenzblock zu bieten - obwohl der betriebswirtschaftliche Wert für diesen durch das Preisniveau noch nicht erreicht ist. Damit soll verhindert werden, dass man für sämtliche Frequenzblöcke insbesondere auch diejenigen, welche man auf jeden Fall benötigt, einen höheren Preis letztendlich zahlen muss. Mit Blick auf die individuelle Zahlungsbereitschaft kann dies zu einer ineffizienten Frequenznutzungsallokation führen. Allerdings ist aus dem regulierungsökonomischen Blickwinkel nicht nur die betriebsindividuelle Wertigkeit sondern vielmehr auch die Wettbewerbssituation mit in Betracht zu ziehen. Derartige positive externe Effekte werden von den Unternehmen gemeinhin nicht mit ins Kalkül gezogen. Im Gegenteil: Mehr Frequenznutzungsrechte zu ersteigern als man tatsächlich benötigt, nur damit die Konkurrenten diese Frequenzen nicht nutzen können, ist ein nachvollziehbareres Motiv auf Seiten der Unternehmen. Insofern hat der Nachfragereduzierungseffekt in der TSMA eher einen positiven als negativen Effekt auf die wohlfahrtsökonomische Effizienz der finalen Allokation. Diese Einschätzung wurde durch bisher in Deutschland und auch in anderen europäischen Ländern durchgeführten Auktionen bestätigt.

### 4.3 Simultan Mehrstufige Auktion mit Wechselmöglichkeit (augmented switching) - SMA-S

#### 4.3.1 Grundsätzliche Darstellung des Verfahrens

Zunehmend wurde in den letzten Jahren eine modifizierte Form der TSMA zur Versteigerung von Frequenzen verwendet, die mit „Simultaneous Multiple Round Auction with augmented switching“ (kurz: SMA-S) bezeichnet wird. Der Wechsel der Gebote zwischen den Frequenzblöcken soll in diesem Format erleichtert werden. Insbesondere die Rücknahme von gehaltenen Höchstgeboten soll keine Strafzahlungen bedingen. Letztere werden typischerweise potentiell in TSMA Designs fällig. Diese werden dort als notwendig angesehen, um unerwünschtes strategisches Bietverhalten zu unterbinden.

In Schweden wurde dieses Auktionsformat beispielsweise für die Versteigerung der 2,6 GHz Frequenzen angewendet, und soll auch für die Versteigerung der Frequenznutzungsrechte bezüglich der Digitalen Dividende zur Anwendung gelangen.<sup>12</sup> Das Auktionsformat findet insbesondere Anwendung, um eine Fragmentierung der Frequenzblöcke zu verhindern. Hierbei ist hervorzuheben, dass die Frequenzblöcke in der jeweiligen Frequenzkategorie als spezifische Frequenzblöcke vergeben werden und nicht als abstrakte Frequenzblöcke, deren konkrete Lage andernfalls im Anschluss bestimmt werden würde.<sup>13</sup>

Das Auktionsdesign ist beispielsweise in einem Dokument der Post&Telestyrelsen (PTS) zur Vergabe von 2,6 GHz Frequenzen in Schweden weitgehend beschrieben.<sup>14</sup> Wie in der traditionell mehrstufigen Auktion werden sämtliche Frequenznutzungsrechte gleichzeitig versteigert. In jeder Auktionsrunde geben die Teilnehmer ihre Gebote ab. Die Biet-Rechte werden durch den Antrag des Auktionsteilnehmers bzw. dann durch die Gebote in der ersten Auktionsrunde bestimmt. Hierbei werden den einzelnen Auktionsobjekten Biet-Punkte zugeteilt. Die Biet-Rechte sowie die Aktivitätsregel knüpfen an diese Biet-Punkte an.

In der ersten Auktionsrunde können die Auktionsteilnehmer maximal gemäß ihrer Biet-Berechtigung Gebote für die einzelnen Frequenzpakete abgeben. Am Ende der Auktionsrunde werden die Höchstgebote für jedes Gebot ausgewiesen. Alle Gebote, auch die nicht ausgewiesenen Gebote, sind verbindlich und werden nur in bestimmten Fällen von Seiten des Bieters durch sein Biet-Verhalten nicht länger verbindlich.

Der Bieter hat in anderen Auktionsrunden folgende Optionen:

---

<sup>12</sup> NERA Economic Consulting (2010): 800 MHz Auction, Final Report for PTS, 28. April 2010.

<sup>13</sup> Sofern ausschließlich abstrakte Frequenzpakete in einer Frequenzkategorie versteigert werden, besteht das Risiko der Fragmentierung nicht, und es gibt auch keine anderen Gründe, eine Rücknahme von Höchstgeboten zuzugestehen.

<sup>14</sup> Post&Telestyrelsen (2008): Open invitation to apply for licences for use of radio transmitters in the 2500 - 2690 MHz band, January 2008.

- Ein Gebot für einen Frequenzblock kann unverändert gelassen werden,
- ein Gebot für einen Frequenzblock kann erhöht werden (sofern er nicht Höchstbieter ist),
- ein Gebot kann von einem Frequenzblock zu einem anderen Frequenzblock gewechselt werden.

Abgegebene Gebote sind verbindlich, auch dann wenn sie am Ende einer Auktionsrunde nicht als Höchstgebote ausgewiesen werden. (Bemerkung: In der TSMA sind nur die gehaltenen Höchstgebote verbindlich und diese auch nur bis für diese ein neues valides Gebot erfolgte bzw. sie zurückgenommen wurden.) Allerdings ist es möglich, dass zuvor abgegebene Gebote „aufgehoben“ werden können bzw. ihre Gültigkeit verlieren. Dies ist dann der Fall,

- wenn der Auktionsteilnehmer selbst für das gleiche Frequenzpaket ein höheres Gebot abgibt,
- oder der Bieter das Gebot wechselt, indem er für ein anderes oder mehrere andere Frequenzblöcke ein valides Gebot abgibt.

Ein Gebotswechsel kann nur unter Einhaltung der Biet-Berechtigung erfolgen. Sofern ein Gebot zurückgenommen wurde, muss der Bieter in gleichem Umfang zu den dazu korrespondierenden Biet-Punkten für (ein) andere(s) Frequenzpaket(e) bieten.

Die Biet-Berechtigung in den auf die erste Runde folgenden Auktionsrunden ergibt sich aufgrund der Aktivität eines Bieters in der vorausgegangen Auktionsrunde und möglicher reaktiverter Gebote. Das Aktivitätslevel eines Bieters wird nach Abschluss einer Runde wie folgt kalkuliert:

- Biet-Punkte von zu Beginn der Auktionsrunde gehaltenen Höchstgeboten, plus
- Biet-Punkte von neuen validen Geboten für Frequenzblöcke während einer Auktionsrunde minus
- Biet-Punkte von zurückgenommenen Höchstgeboten während der Auktionsrunde.

Die Biet-Berechtigung eines Teilnehmers für die nächste Runde ergibt sich somit aus

- dem Aktivitätsniveau der abgeschlossenen Auktionsrunde plus
- der Biet-Punkte der reaktivierten Gebote.

Grundsätzlich wurde in der 2,6 GHz Auktion ein 100 %ige Aktivitätslevel eingefordert, d.h. die Biet-Berechtigung sinkt mit abnehmender Aktivität (gehaltene Höchstgebote und neue valide Gebote in der Vorrunde). Allerdings kann es geschehen, dass die Biet-Berechtigung sich abweichend davon erhöht, wenn ein weiterhin geltendes Gebot aus einer früheren Auktionsrunde, das zwischenzeitlich kein Höchstgebot war, reaktiviert wird. Zudem kann, sofern Waiver eingeräumt werden, durch die Inanspruchnahme ei-

nes solchen ein Verlust der Biet-Berechtigung verhindert werden (analog wie in der TSMA).

Sofern ein geltendes Höchstgebot zurückgenommen wird, sind die folgenden Fälle denkbar.

- Das höchste neue valide Gebot in der gleichen Auktionsrunde wird als das neue Höchstgebot ausgewiesen.
- Sofern kein neues valides Gebot erfolgte, wird das nächst höhere noch geltende Gebot ausgewiesen. Ein solches Gebot gilt als reaktiviert.
- Liegt ein solches Gebot nicht mehr vor, bestimmt der Auktionator, welcher Betrag in der nächsten Auktionsrunde für diesen Frequenzblock mindestens zu bieten ist.

Sofern ein Bieter ein Gebot für einen Frequenzblock zurückgenommen hat, muss er in den darauffolgenden Runden für dieses Frequenzpaket einen höheren Betrag bieten als den des zurückgenommenen Gebotes.

*Auktionsende:* Die Auktion endet, wenn keine neuen Gebote abgegeben wurden, keine neuen Gebote reaktiviert wurden, sowie kein aktiver Waiver genutzt wurde.

Wenngleich auch anders gestaltbar, so sei an dieser Stelle doch angeführt, welche Informationen die PTS (Post&Telestyrelsen) an die Auktionsteilnehmer übermittelt hat (siehe PTS (2008), 6.12).

Zu Beginn einer Auktionsrunde teilte PTS im Auktionssystem die folgenden Informationen mit:

- die Startzeit und die Endzeit der nächsten Auktionsrunde
- die geltenden Biet-Inkrementen in der nächsten Auktionsrunde.

Am Ende einer Auktionsrunde wurde anonym die nachfolgende Information publiziert:

- das Höchstgebot für jeden Frequenzblock,
- die Anzahl der neuen Gebote für den jeweiligen Frequenzblock,
- die Anzahl der Gebote für jeden Frequenzblock.

Die Information über diese Rundenergebnisse werden den Auktionsteilnehmern auch historisch übermittelt.

Hinsichtlich ihres eigenen Biet-Verhaltens wird den Auktionsteilnehmern folgende Information übermittelt:

- die Gesamtzahl der verbindlich gehaltenen Gebote,
- für welche Frequenzblöcke er aktuell Höchstbieter ist und die Höhe des Gebotes,
- für welche Frequenzblöcke der Bieter ein verbindliches Gebot hält, welches nicht Höchstgebot ist, die Höhe des Gebotes und den Rang des Gebotes im Verhältnis zu allen anderen verbindlichen Geboten,
- das Aktivitätslevel der vorangegangenen Auktionsrunde und die Biet-Berechtigung für die nächste Auktionsrunde,
- die Zahl der noch verfügbaren Waiver.

#### 4.3.2 Bewertung der SMA+S

Von Seiten NERAs<sup>15</sup> wird die SMA+S als relativ einfach eingeschätzt. Nach Ansicht von NERA hat sich das Verfahren sowohl 2007 bei der FWA-Auktion sowie bei der Vergabe der 2,6 GHz Lizenzen im Jahre 2010 bewährt. Demgegenüber führt DotEcon (2009, S. 57) an, dass der Biet-Prozess komplex sei, insbesondere dann, wenn ein Teilnehmer intendiere seine Gebote zu wechseln, und er gleichzeitig seine Biet-Berechtigung reduzieren möchte. Die Komplexität ist insbesondere dann hoch, wenn eine Vielzahl von Frequenzblöcken mit unterschiedlichen Biet-Punkten versteigert werden.

Die folgenden kritischen Aspekte des Auktionsdesigns seien an dieser Stelle hervorgehoben:

NERA (2010) führt an, dass es einer Konvention dahingehend bedarf, welchen Betrag ein Auktionsteilnehmer für einen Frequenzblock bieten muss, wenn er in einer vorangegangenen Runde für diesen ein Gebot zurücknahm. Zwei Varianten bieten sich hier an:

1. Ein Biet-Inkrement mehr, als das aktuelle Höchstgebot.
2. Ein Biet-Inkrement mehr, als sein zurückgenommenes Gebot.

Im ersten Fall kann ein zyklisches Preisverhalten resultieren.

Im zweiten Fall können Ineffizienzen resultieren, da die Auktionsteilnehmer in einer Auktionsrunde dann die Frequenzblöcke zu unterschiedlichen Preisen angeboten erhalten.

DotEcon (2010) betont, dass es zudem für die Auktionsteilnehmer schwer ist, ein mögliches vorgegebenes Budget einzuhalten, wenn zu einem späteren Zeitpunkt Gebote

---

<sup>15</sup> NERA (2010), S. 10.

reaktiviert werden, für die man in einer laufenden Runde keine aktiven Gebote abgegeben hat. Zudem kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass man für die reaktivierten Gebote auch andernfalls aktuell nunmehr kein Interesse mehr hat.

## 4.4 Kombinatorische Auktionen

### 4.4.1 Generelle Betrachtungen

Kombinatorische Auktionen können dann zur Anwendung kommen, wenn mehrere Auktionsobjekte wie beispielsweise verschiedene Frequenzblöcke in gleichen oder verschiedenen Frequenzlagen oder gleiche Frequenzblöcke in unterschiedlichen räumlichen Regionen versteigert werden. Kombinatorische Auktionen zeichnen sich dadurch aus, dass die Bieter für Kombinationen von in der Auktion angebotenen Auktionsobjekte bieten können und nicht nur darauf beschränkt sind, individuelle Gebote für die angebotenen Auktionsobjekte abgeben müssen. Der Vorteil kombinatorischer Auktionen besteht insbesondere darin, dass die Bieter damit ihre individuelle Wertschätzung hinsichtlich der Wertinterdependenzen von angebotenen Frequenzpaketen zum Ausdruck bringen können. Dies gilt insbesondere dann, wenn Auktionsobjekte komplementär zueinander sind. Sofern mehrere Auktionsobjekte zusammen einen höheren Wert für den Bieter haben als die Summe der individuellen Wertschätzungen für die einzelnen Auktionsobjekte sind diese Auktionsobjekte sog. Komplemente. Wenn die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit haben, ihre Präferenzen durch Gebote besser zum Ausdruck zu bringen, können damit im Anschluss grundsätzlich effizientere Zuteilungen der Auktionsobjekte vorgenommen werden. Sofern nur kombinatorische Gebote bei der Zuteilung berücksichtigt werden, d.h. eine Zuteilung erfolgt nur für solche Frequenzportfolios, für die auch gemeinsam oder bewusst individuell ein Gebot abgegeben wurde, kann das sogenannte Aggregationsrisiko gänzlich vermieden werden. Schließlich erhalten die Auktionsteilnehmer nur für solche Frequenzblöcke eine Zuteilung, welche sie entsprechend wertschätzen.

#### *Ein Beispiel zur Veranschaulichung*

Angenommen ein spezifischer Frequenzblock wird für zwei Regionen angeboten: Region A und Region B. In einer kombinatorischen Auktion kann ein Auktionsteilnehmer nunmehr für das Frequenznutzungsrecht in beiden Regionen jeweils getrennt ein Gebot abgeben oder aber für das Frequenznutzungsrecht in beiden Regionen gemeinsam. Durch seine Gebote bringt der Auktionsteilnehmer zum Ausdruck, welche Wertbeziehungen zwischen den Frequenzblöcken in Region A und Region B bestehen. Gibt ein Auktionsteilnehmer beispielsweise ausschließlich ein (gemeinsames) Gebot für beide Regionen ab, so bringt er damit zum Ausdruck, dass ein Frequenznutzungsrecht ausschließlich für eine der beiden Regionen für ihn keinen ökonomischen Wert hat. Eine Auswahlregel bei kombinatorischen Auktionen berücksichtigt nur abgegebene Gebote, insofern kann es nicht vorkommen, dass ein solcher Auktionsteilnehmer lediglich das

Frequenznutzungsrecht für eine Region A oder B erhält und dafür dann auch etwas zahlen müsste.

Die denkbaren Kombinationen von Frequenzpaketen und die damit verbundenen möglichen Gebote abzugeben, können sehr zahlreich sein. Sofern keine Kombination von Frequenzportfolios ausgeschlossen ist, ermittelt sich die Anzahl der möglichen Kombinationen gemäß der folgenden Formel,

$$\sum_{i=1}^n \binom{n}{i} = \frac{n!}{(n-i)!i!} = 2^n - 1 \quad ; \quad i! = 1 \cdot \dots \cdot i$$

wobei  $n$  die Zahl der insgesamt angebotenen Auktionsobjekte bzw. Frequenzpakete ist. Sofern  $n=4$  ist, gibt es bereits 15 verschiedene Kombinationen. Eine Reduktion der möglichen Gebote ist dann möglich, wenn der Auktionator bzw. die Bundesnetzagentur im Vorfeld im Detail eruiert, welche Kombinationen nicht von Bedeutung sind oder aus wettbewerblichen Gründen nicht erlaubt sein sollten. Die Möglichkeiten reduzieren sich natürlich auch dann, wenn abstrakte als homogen anzusehenden Frequenzblöcke angeboten werden. Sofern beispielsweise 5 abstrakte Frequenzblöcke angeboten werden, gibt es 5 alternative kombinatorische Gebote (jeweils ein Gebot für ein Paket, für zwei Pakete, für drei Pakete, vier Pakete, fünf Pakete). Sofern diese spezifisch und unterschiedlich sind, gibt es hingegen 31 alternative Kombinationen für die Gebote abgegeben werden können.

Kombinatorische Auktionen können ein-rundig oder mehr-rundig sein. Einen guten Überblick zu kombinatorischen Auktionen liefern eine Vielzahl von Diskussionsbeiträge der Combinatorial Bidding Conference (May 5-7, 2000) der FCC sind im Internet unter [http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=conference\\_papers&y=2000](http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=conference_papers&y=2000) verfügbar. Ferner firmiert das Buch „Combinatorial Auctions“, Hrsg.: Peter Crampton, Yoav Shoham, Richard Steinberg, MIT Press, 2006, mittlerweile als Standardwerk zu diesem Thema.

Sofern die Zahl der Auktionsobjekte einen kritischen Wert überschreitet, bedarf es eines elektronischen Algorithmus, um die Auktionsgewinner zu bestimmen. Die Regel zur Auswahl der Auktionsgewinner lautet: Wähle diejenige Kombination von kombinatorischen Geboten, die die Summe der dazu korrespondierenden monetären Gebote maximiert und die auch in der damit einhergehenden Frequenzzuteilung realisierbar ist.

Die notwendigen Programme zur Auswahl derjenigen Allokation, die die Einnahmen maximieren und somit erwartungsgemäß effizient sind, können recht komplex und damit kompliziert sein. Schließlich müssen derartige Programme für alle denkbaren Fälle von kombinatorischen Gebotsabgaben gerüstet sein, und auch bei einer größeren Zahl von Auktionsteilnehmern mathematisch exakt die richtige Allokation bestimmen. Die Programmierung derartiger Algorithmen ist nicht trivial und erfordert Kenntnisse des Operations Research. Ferner wird bei kombinatorischen Frequenzauktionen häufig eine Zahlungsregel angewendet, nach der die Teilnehmer (lediglich) die Opportunitätskosten

für das erfolgreich ersteigerte Frequenzportfolio zahlen müssen. Diese soll die Teilnehmer dazu bewegen gemäß ihrer tatsächlichen Wertschätzung zu bieten. Gleichfalls werden dadurch extrem asymmetrische Preise für gleiche Gebote verhindert. Zur Bestimmung dieser bedarf es ebenfalls der Programmierung eines komplexen Zahlungsbestimmungsprogramms. Von daher ist das folgende Zitat von Peter Cramton einem der führenden Auktionstheoretiker, der die kombinatorische Clock-Auktion für Frequenzauktionen mitentwickelt hat, nur allzu verständlich.

*“Combinatorial auctions are in the first place auctions, a topic economists have extensively studied. Package bidding brings in operations research, especially techniques from combinatorial optimization and mathematical programming. Finally, computer science is concerned with the expressiveness of various binding languages, and the algorithmic aspects of the combinatorial problem. The study of combinatorial auctions thus lies at the intersection of economics, operations research, and computer science.”*

Quelle: Peter Cramton, Yoav Shoham and Richard Steinberg (2006): Introduction of Combinatorial Auctions in Cramton, P., Shoham, Y. and Steinberg, R. (2006): Combinatorial Auctions.

### *Grundsätzliche Eigenschaften von kombinatorischen Auktionen*

*Effizienz:* Grundsätzlich ist es möglich, dass bei kombinatorischen Auktionen eine effizientere Zuordnung der Frequenznutzungsrechte erfolgt. Ursächlich dafür ist, dass Wertinterpendenzen bei den Auktionsteilnehmern in ihrem Biet-Verhalten zum Ausdruck gebracht werden können. Das so genannte Exposure Problem tritt bei diesen Auktionsformen nicht auf. Die Komplexität der Auktion steigt jedoch. Abhängig von der konkreten Situation kann es für Auktionsteilnehmer schwierig sein, eine adäquate Biet-Strategie zu entwickeln. Dies mag zu ineffizienten Ergebnissen führen. Gleichzeitig ist es möglich, dass Auktionsteilnehmer ihre Marktmacht ausnutzen und ihre hohe Zahlungsbereitschaft für bestimmte Auktionsobjekte nutzen, um auch andere Auktionsobjekte, für die ihre Zahlungsbereitschaft gering ist, zu erwerben. Aufgrund des Threshold Problems, das von Bykowsky und Milgrom identifiziert wurde (Cramton (2002), S. 612), werden Bieter, die für umfangreiche Pakete bieten, in der Tendenz begünstigt. Ursächlich dafür ist das Free Rider Problem. Interessenten, die nur an wenigen Regionen interessiert sind, haben die Hoffnung, dass andere Teilnehmer, die ebenfalls nur an einigen jedoch anderen Regionen interessiert sind, höhere Gebote abgeben. Damit würde dann der Teilnehmer mit weitgehendem räumlichen Interesse insgesamt überboten. Im wechselseitigen Hoffen kann dies jedoch dazu führen, dass der Bieter für ein weiträumiges Gebiet erfolgreich aus der Auktion hervorgeht, obwohl er nicht derjenige ist, der die Frequenzen am effizientesten nutzen kann.

*Einfachheit und Verständlichkeit:* Diese Auktionsform ist vergleichsweise komplex. Abhängig von der genauen Ausgestaltung ist die Gesamtkomplexität des Verfahren so-

wohl für den Auktionator als auch für die Auktionsteilnehmer eher schwierig. Der Entwurf einer angemessenen Ausgestaltung des Designs im Detail ist ebenso äußerst schwierig. Insbesondere, wenn die Komplexität reduziert werden soll, ist eine genaue Analyse der Anträge sämtlicher Antragsteller notwendig.

*Anreiz für Neueinsteiger bzw. finanzschwächere Interessenten:* Angesichts der Komplexität dürfte eine derartige Auktionsform eher abschreckend für Neueinsteiger sein als für die Teilnahme fördernd wirken.

*Kosten der Durchführung:* Die administrativen Kosten und die Transaktionskosten dürften bei diesem Auktionsformat mit am höchsten sein. Insbesondere dann, wenn die kombinatorische Auktion mehrstufig ist. Dies ist zum einen in der Anfertigung einer neuartigen, spezifischen Auktionssoftware (Bemerkung: Sofern selbige nicht bereits verfügbar ist.) begründet. Auch der Entwurf der Regeln, die auf die konkrete Ausgangssituation abgestellt sein sollten, insbesondere auch um die Komplexität des Verfahrens im Folgenden zu vermindern, erfordert einen intensiven Diskussionsprozess. Darüber hinaus wird eine ausgiebige Bieterschulung notwendig sein, insbesondere mit Blick auf die Kommunikation der Regeln. Ferner werden finanzkräftige Unternehmen den Rat von Auktionsexperten suchen, um sich über Biet-Strategien beraten zu lassen. Auch dies kann zu einer Asymmetrie mit Blick auf die Chancengleichheit potentieller Auktionsteilnehmer führen. Die Kosten der Durchführung sollten jedoch im Verhältnis zu dem Wert der Auktionsobjekte stehen.

*Winner's Curse:* Das Risiko des Winner's Curse (angenommen es liegt eine ‚common value‘ Situation vor) kann in der Tendenz dann am ehesten vermieden werden, wenn eine mehrstufige kombinatorische Auktion durchgeführt wird, und die Information, wer welche Gebote abgegeben hat, allen Auktionsteilnehmern zur Verfügung gestellt wird.

*Kollusives Verhalten:* Kollusives Verhalten kann in der Tendenz dann am ehesten vermieden werden, wenn die Auktion ein-rundig ist. In diesem Fall haben die Teilnehmer keine Möglichkeit auf das Bietverhalten der anderen Teilnehmer zu reagieren.

*Wettbewerbswirkung:* Auktionsteilnehmer, die für bestimmte Auktionsobjekte eine starke Zahlungsbereitschaft haben, können diese Macht auch auf andere Auktionsobjekte ausdehnen. Aufgrund des „threshold problems“ werden in der Tendenz Unternehmen, die an einer Vielzahl von Frequenzblöcken interessiert sind, strategisch begünstigt.

*Praktische Erfahrungen:* Nach DotEcon (2003) war die nigerianische Auktion, welche im Jahr 2002 durchgeführt wurde, seinerzeit die einzige kombinatorische Auktion. Kombinatorische (Frequenz-)Auktionsformen werden nunmehr seit Jahren intensiv, insbesondere von der FCC (Public Notice DA 00-1486, US Federal Communications Commission, July 2, 2000) diskutiert. Die praktische Durchführung einer mehrstufigen kombinatorischen Auktion wurde jedoch über Jahre verschoben. Die Tatsache, dass eine jahrelange Diskussion zu kombinatorischen Auktionen stattfand, verdeutlicht, dass eine Einführung „von heute auf morgen“ nicht ratsam ist. Schließlich sollten alle Betroffenen ein

hinreichendes Verständnis von den Wirkungsmechanismen einer derartigen Auktion haben.

*Fair und Transparenz:* Die Auktion kann fair und transparent durch ihre Regeln gestaltet werden. Gleichwohl wird eine derartige Auktion für Nicht-Fachleute in der Tendenz nur schwer nachvollziehbar sein. Ob eine derartige Auktion somit von der breiten Öffentlichkeit als transparent empfunden wird, kann von daher angezweifelt werden.

#### 4.4.2 Kombinatorische Clock-Auktion

Die kombinatorischen Clock-Auktion (CCA - Combinatorial Clock Auction) wurde von DotEcon und Ofcom<sup>16</sup> entwickelt und fand erstmals bei der Versteigerung von Frequenzen im Bereich 10-40 GHz und im L-Band (1452-1492 MHz) in Großbritannien eine reale Anwendung. Mittlerweile wurde dieses Auktionsformat zunehmend auch in anderen europäischen Ländern, insbesondere jüngst bei der Versteigerung von 2,6 GHz Frequenzen als Auktionstyp gewählt. Zuvor galten kombinatorischen, mehrstufige Auktionen gemeinhin als zu komplex in der Anwendung. Die spezifische kombinatorische Clock-Auktion wird nunmehr von vielen Regulierungsbehörden als ein anwendbares kombinatorisches Auktionsformat angesehen. Dies gilt auch für äußerst komplexe Vergabesituationen, in denen eine Vielzahl von Frequenzen aus verschiedenen Frequenzbereichen zu vergeben sind. In der Schweiz beabsichtigt die BAKOM die Frequenznutzungsrechte für „sämtliche“ Mobilfunkfrequenzen aus den Bereichen 800 MHz, 900 MHz, 1,8 MHz, 2,0 GHz und 2,6 GHz im Rahmen einer kombinatorischen Clock-Auktion in 2012 zuzuteilen. Diese Auktion umfasst insgesamt 61 Frequenzblöcke in elf Kategorien und übertrifft diesbezüglich die im Jahre 2010 stattgefundenene Frequenzversteigerung in Deutschland im Umfang der angebotenen Frequenznutzungsrechte.

Der Hauptgrund derartige kombinatorische Clock-Auktion durchzuführen, besteht sicherlich darin, dass in einer derartigen Auktion die Teilnehmer nur für selbst ausgewählte Frequenzportfolios bieten. Derartige Gebote für Frequenzportfolios sind atomisch, in dem Sinne, dass man das entsprechende Frequenzportfolio als Ganzes oder gar nicht erhält, also nie nur einzelne Frequenzpakete aus diesem Portfolio ersteigert, die im Extremfall alleine für den Bieter keinen Wert haben. Mit der Abgabe von einer Vielzahl kombinatorischer Gebote kann der Bieter die Bewertungen unterschiedlichen Frequenzportfolios, somit seine Präferenzstruktur in Gänze, zum Ausdruck bringen, insbesondere auch inwieweit er bestimmte Frequenzpakete zueinander als Substitute oder Komplemente ansieht. Von daher besteht in einer kombinatorischen Auktion das Aggregations- oder Exposure-Problem nicht. Eine Rücknahme von Geboten oder essentielle Mindestmengen, die in der TSMA diesen Aspekt als ein mögliches Problem adressieren, müssen in einer kombinatorischen Auktion somit den Bietern nicht zugestanden werden.

---

<sup>16</sup> Vgl. hierzu Bichler et al. (2011), S. 2.

#### 4.4.2.1 Mechanismus der Clock-Auktion

Die kombinatorische Auktion besteht zunächst aus zwei Phasen:

- Der Clock-Phase, die grundsätzlich aus mehreren Biet-Runden besteht.
- Einer zusätzlichen Biet-Runde, in der die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit haben, für alle möglichen Frequenzportfolios erneut oder erstmals Gebote abzugeben.

Zur Vereinfachung der Zuordnungsauktion werden Frequenzpakete soweit wie möglich in Frequenzkategorien als abstrakte Frequenzblöcke versteigert. Damit werden in der Zuordnungsauktion Frequenznutzungsrechte in einem bestimmten Bereich, in einem bestimmten Umfang erworben, die jedoch noch nicht die konkrete Lage im Detail bestimmen. Im Anschluss an die Zuordnungsauktion bedarf es somit der konkreten Zuteilung der abstrakten Frequenzblöcke.

##### *Clock-Phase*

Angeboten werden die Frequenzpakete in verschiedenen Frequenzkategorien, die jeweils abstrakte Frequenzblöcke beinhalten. Im Extremfall beinhaltet eine derartige Frequenzkategorie nur einen Block. (Im Fall der Frequenzen im Bereich 2,6 GHz gab es meist zwei Kategorien, die gepaarten Frequenzblöcke (14 abstrakte Frequenzblöcke) und die ungepaarten Frequenzblöcke (10 ungepaarte Frequenzblöcke) im Mittelbereich.) Für die Frequenzblöcke in den jeweiligen Frequenzkategorien gibt es einen Minimalpreis, das sogenannte Mindestgebot, analog wie bei einer TSMA. Den Frequenzblöcken werden wie einer TSMA Lot Ratings zugeteilt. Die Biet-Berechtigung der Auktionsteilnehmer wird auf Basis eines begründeten Antrags hin oder aber auch vom Auktionator bzw. der Regulierungsbehörde festgelegt. Ebenfalls kann es teilnehmerindividuelle Spektrums-Kappen geben, die die Biet-Möglichkeiten insgesamt oder für bestimmte Frequenzkategorien beschränken.

In der ersten Auktionsrunde nennt jeder Auktionsteilnehmer seine Nachfrage nach Frequenzblöcken in den jeweiligen Frequenzkategorien bei den geltenden Mindestgeboten (Eine Frequenzkategorie beinhaltet abstrakte, homogene Frequenzblöcke, oder einen konkreten Frequenzblock.) Sofern es in einer Frequenzkategorie eine Übernachfrage gibt, startet der Auktionator die nächste Auktionsrunde. Ein Nachfrageüberhang in einer Kategorie besteht, wenn in dieser Kategorie über alle gültigen Gebote mehr Frequenzblöcke nachgefragt werden als in dieser Kategorie zur Verfügung stehen. Für diese Auktionsrunde erhöht der Auktionator die Preise für die Frequenzblöcke in den Frequenzkategorien, in denen ein Übernachfrage bestand, d.h. die Zahl der nachgefragten Frequenzblöcke überschritt die Zahl der verfügbaren Frequenzblöcke in der vorangegangenen Auktionsrunde. Die Preiserhöhung erfolgt nach einer Preisregel, ähnlich einer Mindestinkrementregel bei einer TSMA. Eine derartige Preisregel kann im Vorfeld genau festgelegt werden oder aber insoweit offen gelassen werden, dass man die Entscheidung darüber dem pflichtgemäßen Ermessen des Auktionators überlässt, der auf-

grund des bisherigen Auktionsverlaufs die Entscheidung darüber entscheidet. In den Frequenzkategorien, in denen die Nachfrage das Angebot nicht überstieg, bleibt der Preis der gleiche wie in der Vorrunde. Erneut müssen die Auktionsteilnehmer nun in der Auktionsrunde ihre Nachfrage in den jeweiligen Frequenzkategorien angeben. Für jede Frequenzkategorie gibt es somit eine Uhr (Clock), d.h. ein Preis, der sich im Fall von einer Übernachfrage erhöht, andernfalls unverändert bleibt. Die Clock-Auktion dauert solange, bis in einer Auktionsrunde in keiner Frequenzkategorie eine Übernachfrage mehr besteht. Gemeinhin hat der Auktionator auch die Möglichkeit, die Clock-Auktion vorzeitig zu beenden. Dies darf er jedoch nur dann tun, wenn er davon überzeugt ist, dass der direkte Übergang zur Zusatzrunde zu diesem Zeitpunkt im generellen Interesse einer effizienten Frequenzzuteilung ist. Nachdem die Clock-Phase beendet ist, wird die zusätzliche Biet-Runde für weitere kombinatorische Gebote durchgeführt.

Die Clock-Phase dient dazu, die Markträumungspreise der Frequenzblöcke in den jeweiligen Frequenzkategorien möglichst nahe zu approximieren. Die Gebote der Teilnehmer in der Clock-Phase sind bindend. (Bemerkung: Mit der Übermittlung seiner Nachfrage nach Frequenzblöcken in einer Auktionsrunde gibt der Teilnehmer implizit, ein Gebot für das bei diesem Preisniveau am meisten präferieren Frequenzportfolio ab. Für dieses Frequenzportfolio bietet er den Preis, der der Summe der individuellen Preise der Frequenzblöcke in dieser Auktionsrunde entspricht, für die er eine Nachfrage angab.) Aufgrund des bindenden Charakters der Gebote hat kein Auktionsteilnehmer ein Interesse daran, eine höhere als seine tatsächliche Nachfrage bei dem geltenden Preisniveau zu nennen. (Ein solcher Bieter würde das Risiko eingehen, für ein Frequenzportfolio mehr zahlen zu müssen, als es ihm tatsächlich wert ist.) Im Gegenzug sollte kein Auktionsteilnehmer einen Anreiz haben, eine geringere Nachfrage als die tatsächliche Nachfrage anzugeben, da die möglichen zusätzlichen kombinatorischen Gebote in der zusätzlichen im Anschluss an die Clock-Phase stattfindenden Biet-Runde durch die in der Clock-Phase zum Ausdruck gebrachten betriebsindividuellen Wertigkeiten beschränkt werden. Bei der Bestimmung dieser Beschränkungen geht der Auktionator davon aus, dass in der Clock-Phase die Auktionsteilnehmer wahrheitsgemäß geboten haben.

Die mehr-rundige Clock-Phase wird insbesondere als bedeutend angesehen, wenn die angebotenen Frequenzblöcke einen „Common Value“ haben. Eine Reduzierung der Common Value Unsicherheit kann nach Ansicht von dotEcon zu kompetitiverem Bieten und effizienteren Auktionsergebnissen führen. Dazu ist es notwendig, dass in jeder Auktionsrunde die insgesamt geäußerte Nachfrage nach Frequenzblöcken in den jeweiligen Frequenzpaketen den Auktionsteilnehmern mitgeteilt werden. (Streng genommen wäre eine Veröffentlichung der individuellen Nachfragen der Bieter mit deren Identität in jeder Runde wohl erforderlich.)

### *Zusätzliche Biet-Runde*

In der Biet-Runde in unmittelbarem Anschluss an die Clock-Phase haben die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit, zusätzlich zu den bereits in der Clock-Phase abgegebenen Geboten weitere kombinatorische Gebote abzugeben. Sofern es bezüglich der Anzahl der möglichen Gebote keine Beschränkung gibt, sind dies Gebote für alle möglichen Kombinationen der Frequenzpakete. Anders als in den Clockrunden können die Gebotsbeträge im Rahmen der beschriebenen Mindest- und Höchstbeschränkungen von den Bietern weitgehend frei gewählt werden.

Dies eröffnet den Auktionsteilnehmern die Möglichkeit,

- ihre vollständige Zahlungsbereitschaft für dasjenige Frequenzportfolio abzugeben, für das sie in der letzten Auktionsrunde in der Clock-Phase geboten haben.
- für Frequenzportfolios zu bieten, für die die Auktionsteilnehmer am Ende der Clock-Auktion noch biet-berechtigt waren, für die sie aber keine Gebote abgegeben haben.
- Zudem haben die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit, für alle Frequenzportfolios, für die sie zu Beginn der Auktion biet-berechtigt waren, erneut Gebote abzugeben. Diese sind jedoch durch die Gebote in der Clock-Phase bzw. der zusätzlichen Auktionsrunde beschränkt. Die jeweils für einen Bieter geltenden Minimalgebote und Maximalgebote werden anreizverträglich durch die Auktionsregeln bestimmt, sodass die Bieter einen Anreiz haben in der Clock-Phase wahrheitsgetreu gemäß ihrer Zahlungsbereitschaften zu bieten. Im Detail sind diese Regeln recht komplex, sodass wir hier als Referenz die Bestimmungen für die anstehende Auktion in der Schweiz angeben: *Beschränkungen der Beträge von Zusatzgeboten (Vgl. Bakom (2010), Anhang II, Punkt 3.3.18 bis 3.3.21)*

Ein Bieter kann für jedes Frequenzpaket, auf das er ein Clockgebot abgegeben hat, nur ein Zusatzgebot abgeben. Ein solches Zusatzgebot muss höher sein als das höchste während der Clockrunden für das betreffende Frequenzpaket abgegebene Gebot.

Ein Bieter kann ebenfalls Zusatzgebote für Frequenzpakete abgeben, auf die sie trotz genügender Gesamtbietberechtigung zu Beginn der Auktion während der Clockrunden nicht geboten hat. Auf jedes dieser Pakete kann ein Bieter nur ein Zusatzgebot abgeben.

Alle Zusatzgebote müssen mindestens so hoch sein wie die Summe der Mindestgebote für die im Paket enthaltene Kombination von Frequenzblöcken.

Für alle Zusatzgebote gelten die folgenden Beschränkungen:

- Jeder Bieter hat ein „letztes Clockgebot“. Dabei handelt es sich um das letzte von diesem Bieter in einer Clockrunde abgegebene Gebot, das kein Nullgebot war. Hat der Bieter sein letztes Clockgebot in der letzten Clockrunde abgegeben

nen, so ist die Höhe ihres Zusatzgebotes auf das betreffende Paket nach oben hin unbeschränkt.

- Hat der Bieter sein letztes Clockgebot in einer früheren als der letzten Clockrunde abgegeben, so kann er auf dasselbe Paket ein Zusatzgebot abgeben, das nicht höher ist als der Wert dieser Kombination von Frequenzblöcken zu den Rundenpreisen in der letzten Clockrunde, in der ihm für das betreffende Paket noch Biet-Berechtigungen blieben (d.h. in der Runde unmittelbar nach jener, in der er sein letztes Clockgebot abgegeben hat).
- Alle anderen Zusatzgebote (d.h. Gebote auf andere Pakete als die des letzten Clockgebotes) unterliegen einer relativen Beschränkung. Die relative Beschränkung des Zusatzgebots auf jedes andere Paket X wird wie folgt errechnet:
  - a. Als Letztes verfügte der Bieter über eine Biet-Berechtigung für X in Runde n.
  - b. In Runde n hat der Bieter ein Clockgebot für das Paket Y abgegeben.
  - c. Das Zusatzgebot für X darf nicht höher sein, als das Gebot für Y (d.h. als das Zusatzgebot für Y oder das Clockgebot, wenn es kein Zusatzgebot gab) zuzüglich des Preisunterschieds zwischen Paket X und Paket Y in Runde n.
- Konkret bedeutet dies, dass die Höchstgebote in der Zusatzrunde relativ zum Zusatzgebot auf das letzte Paketgebot einer Clockrunde beschränkt sind.

Die relative Beschränkung der Höhe der Gebote für Frequenzpakete, für die man am Ende der Clock-Phase nicht mehr bietberechtigt war, erfolgt, um die Bieter zu einem aktiven Bieten gemäß der Präferenzen in der Clock-Phase zu bewegen.

Diese Zusatzgebote werden dann gemeinsam in einem vorstrukturierten (elektronischen) Formular an den Auktionator übermittelt. Angesichts der Vielzahl von Möglichkeiten bei 61 Frequenzblöcken, wurde die Zahl der Zusatzangebote in der Schweiz auf 1.000 beschränkt. In Österreich behielt sich der Auktionator das Recht vor, die Biet-Beschränkungen für jene Zusatzgebote zu lockern.

### *Gewinnermittlung*

Nachdem alle Auktionsteilnehmer ihre zusätzlichen Gebote abgegeben haben, liegen alle Gebote vor, die in die Auswertung der Auktion mit einfließen. (Diese beinhalten das Gebot bzgl. der Mindestgebote (Antrag auf Biet-Rechte), die Gebote aus der Clock-Phase (ein Gebot pro Auktionsrunde) und die Gebote in der Zusatzrunde. Der Auktionator wählt aus diesen die Kombination der Gebote aus, die den nachfolgenden Bedingungen genügt:

- Es wird maximal ein kombinatorisches Paketgebot pro Bieter berücksichtigt.

- Die Summe der nachgefragten Blöcke in jeder Kategorie über die Kombination der Gebote ist nicht größer als die Anzahl der in der jeweiligen Kategorie zur Verfügung stehenden Blöcke.
- Die Summe der Gebotsbeiträge ist nicht geringer als die Summe jeder alternativen Kombination von Geboten, die den ersten beiden Bedingungen genügt.

Es kann in bestimmten Situationen sein, dass die Allokationsauswahl, die diesen Kriterien genügt, nicht zu einem eindeutigen Ergebnis führt. In diesem Fall bedarf es weiterer Kriterien, die letztendlich eine eindeutige Auswahl treffen. In Österreich<sup>17</sup> wurden daher auch für diese Eventualität weitere Auswahlregeln angeführt:<sup>18</sup> Unter den Kombinationen, die den obigen Bedingungen genügen, wird die Kombination von (kombinatorischen) Paketgeboten als Kombination der erfolgreichen Gebote bestimmt, die die maximale Anzahl an Biet-Punkten (Lot Ratings) aufweist. Wenn auch mit diesem zusätzlichen Kriterium keine eindeutige Auswahl erreicht wird, ist diejenige Kombination zu wählen, in der die größte Zahl von Bietern vertreten ist. Damit wird eine möglichst kompetitive Marktstruktur gefördert. Schlussendlich findet dann ein Losverfahren unter den verbleibenden Allokationen statt, die den zuvor genannten Aspekten genügen sollten.

Day und Cramton (2009)<sup>19</sup> präsentieren eine allgemeine Darstellung, wie zunächst die Gewinner ermittelt werden, die wir nachfolgend präsentieren.

Sei  $M = \{1, 2, 3, \dots, m\}$  die Menge der angebotenen Frequenzpakete  $m$  und  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  die Menge der Auktionsteilnehmer  $n$ . Im Rahmen der Auktion hat jeder Auktionsteilnehmer eine Anzahl von Geboten abgegeben, wobei  $b_j(S)$  das monetäre Gebot des Bieters  $j$  für das Frequenzpaket  $S \subseteq M$  wiedergibt. Das Problem der Bestimmung der effizienten Gewinnerkombination (wd) wird durch das nachfolgenden lineare Programmierungsprogramm beschrieben:

$$wd(N) = \max \sum_{j \in N} \sum_{S \subseteq M} b_j(S) \cdot x_j(S)$$

Unter den Nebenbedingungen: 
$$\sum_{S \ni i} \sum_{j \in N} x_j(S) \leq 1; \quad \forall i \in M \quad (1)$$

<sup>17</sup> Siehe Telekom-Control-Kommission (2010): Verfahrensordnung gemäß § 55 Abs. 9 TKG 202, Versteigerungsverfahren betreffend Frequenzzuteilungen im Frequenzbereich 2,6 GHz, F4/08.

<sup>18</sup> Wenngleich diese zusätzlichen Kriterien im konkreten Fall vielleicht nicht erforderlich sind, so ist dennoch für die Eventualität hier im Vorfeld der Auktion eine Konvention zu treffen. Andernfalls könnte dies zu einem Disput unter den Betroffenen führen.

<sup>19</sup> Day, R.W. und Cramton, P. (2009): Quadratic Core-Selecting Payment Rules for Combinatorial Auctions; <http://www.cramton.umd.edu/papers2005-2009/day-cramton-core-payments-for-combinatorial-auctions.pdf>.

$$\sum_{S \subseteq M} x_j(S) \leq 1, \forall j \in N \quad (2)$$

$$x_j(S) \in \{0,1\}, \forall (S, j), \text{ wobei ein Gebot } b_j(S) \text{ abgegeben wurde.} \quad (3)$$

Sollte die Lösung dieses Maximierungsproblems nicht eindeutig sein, so sind wie oben angeführt weitere Auswahlkriterien notwendig.

#### 4.4.2.2 Zahlungsmodalität

Bei der Anwendung der kombinatorischen Clock-Auktion wird als Zahlungsregel gemeinhin ein Opportunitätskostenansatz gewählt.<sup>20</sup> Die Bieter zahlen somit nicht den Preis, den sie für das Frequenzportfolio selbst geboten haben, sondern lediglich die Opportunitätskosten, d.h. denjenigen Preis, den sie für das Frequenzportfolio hätten bieten müssen, damit diese als Teil der umfänglichen Gewinnerallokation resultiert.<sup>21</sup> Eine derartige Zahlungsregel soll die Auktionsteilnehmer dazu bewegen, Gebote abzugeben, die ihren Zahlungsverpflichtungen entsprechen.<sup>22</sup> DotEcon führt in diesem Zusammenhang aus: „Whilst it is theoretically possible to reduce the amount paid by shading down bids in some cases, in most practical applications it is very difficult for bidders to assess the implications of bidding less than their true value for the risk of losing, as they do not know the bids of other bidders.“ Von daher sind die Befürworter einer kombinatorischen Clock-Auktion der Auffassung, dass diese annähernd effiziente Frequenzzuteilungen generiert. Hervorzuheben ist jedoch, dass die Auktionsteilnehmer mindestens den Betrag zahlen müssen, der sich aus den Minimalgeboten der Frequenzpakete ergibt.

#### *Bestimmung des Basispreises (Vgl. Bakom (2010))*

Für jedes erfolgreiche Gebot wird ein Basispreis bestimmt. Der Basispreis ist der Gesamtpreis für alle im erfolgreichen Gebot enthaltenen Blöcke. Dabei wird für jedes erfolgreiche Gebot (d.h. für jeden erfolgreichen Bieter) ein eigener Basispreis bestimmt.

Die Basispreise werden derart errechnet, dass jede erfolgreicher Bieter und jede Gruppe von erfolgreichen Bietern zusammen den niedrigsten Betrag bezahlen, den sie hätten bieten müssen, um das gleiche Ergebnis bei der Gewinnermittlung zu erzielen.

<sup>20</sup> Von einer First-Price (pay-as-you-bid) Regel, d.h. jeder zahlt was er geboten hat, wird häufig abgesehen, da dies zu extrem asymmetrischen Zahlungen für gleiche Portfolios an erworbenen Frequenznutzungsrechte führen kann. Zudem führt diese Preisregel nicht notwendigerweise zu wahrheitsgemäßem Biet-Verhalten. Es besteht ein Anreiz für sogenanntes Bid-Shading.

<sup>21</sup> Unter <http://www.dotecon.com/publications/dp0707.pdf> findet sich eine detaillierte Darstellung wie die Gewinner bestimmt werden und wie die Zahlungsverpflichtungen bestimmt werden (Second-Pricing Rule).

<sup>22</sup> Die Begründung dafür ist analog zu der Zweithöchstpreisregel in der Vickrey-Auktion. Man bietet gemäß seiner Zahlungsbereitschaft, weil man genau mit diesem Gebot zum Ausdruck bringt, dass man das Frequenzportfolio haben möchte, sofern der zu zahlende Preis nicht höher ist als das abgegebene Gebot. Dies ist unabhängig davon, was die anderen Auktionsteilnehmer bieten und was man aufgrund dessen dann im Erfolgsfall tatsächlich zahlen muss.

Die einzelnen Basispreise werden in einem gemeinsamen Verfahren für alle erfolgreichen Bieter bestimmt. Eine eindeutige Kombination von Basispreisen wird unter Anwendung folgender Bedingungen bestimmt:<sup>23</sup>

- *Erste Bedingung:* Der Basispreis des erfolgreichen Gebots muss mindestens so hoch sein wie die Summe der Mindestgebote für die im erfolgreichen Gebot enthaltenen Frequenzblöcke, darf aber nicht höher sein als der Betrag des erfolgreichen Gebots.
- *Zweite Bedingung:* Die Kombination von Basispreisen muss hoch genug sein, dass es keinen alternativen Bieter oder Gruppe von Bietern gibt, die bereit sind, mehr zu bezahlen als ein Gewinner oder eine Gruppe von Gewinnern. Wenn es nur eine Kombination von Preisen gibt, welche die erste und zweite Bedingung erfüllen, so werden diese als Basispreise für die erste Auktionsstufe bestimmt.
- *Dritte Bedingung:* Wenn es mehrere Kombinationen von Preisen gibt, welche die erste und zweite Bedingung erfüllen, so wird (werden) jene Kombination(en) von Preisen mit der niedrigsten Summe der Preise aller erfolgreichen Bieterinnen gewählt. Wenn es nur ein Kombination von Preisen gibt, die alle drei Bedingungen erfüllen, so werden diese als Basispreise für die erste Auktionsstufe bestimmt.
- *Vierte Bedingung:* Wenn es mehrere Kombinationen von Preisen gibt, welche die ersten drei Bedingungen erfüllen, so wird jene Kombination von Basispreisen gewählt, welche die Summe der quadrierten Abstände der Basispreise der einzelnen Gewinner von den individuellen Opportunitätskosten dieser Gewinner minimiert.<sup>24</sup>

*Wissenschaftliche Diskussion über die angemessene Methode zur Bestimmung der Opportunitätskosten bzw. der Preisregel bei kombinatorischen Auktionen*<sup>25</sup>

Kombinatorische Auktionen mit der Möglichkeit, Gebote für selbst zusammen gestellte Frequenzportfolios abzugeben, bergen ihre eigenen Schwierigkeiten. Dies gilt nicht zuletzt aufgrund einer hohen Komplexität im Fall von einer Vielzahl von angebotenen Frequenzpaketen. Zudem führen Bulow et al. (2009, S. 9) auch Koordinationsprobleme an, die darin bestehen, dass die Bieter ihre Gebote so machen müssen, dass sie zueinander passen. Ferner besteht ein Anreiz für kollusives Verhalten, was zu ineffizienten

---

<sup>23</sup> Eine vollständige Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Basispreisen herangezogen wird, wurde auf der Internetseite der BAKOM veröffentlicht.

<sup>24</sup> Die Opportunitätskosten für einen Gewinner sind der höhere Wert entweder der Summe der Mindestgebote für die im erfolgreichen Paket enthaltenen Blöcke oder des Betrags des Gewinnergebots abzüglich der Differenz zwischen der Summe aller Gewinnergebote in der erfolgreichen Kombination und dem Wert der Gebote, der auf dieselbe Weise ermittelt wurde, jedoch unter Ausschluss aller Gebote des Gewinners.

<sup>25</sup> Vgl. hierzu: Bulow, J., Levin, J., und Milgrom, P. (2009): Winning Play in Spectrum Auctions, NBER working paper, No. 14765, <http://www.nber.org/papers/w14765.pdf> sowie Erdil, A., und Klemperer, P. (2009): A New Payment Rule for Core-Selecting Package Auctions, to appear in Journal of the European Association, 2010, vol: 8, iss: 2-3, 537-47 (Download verfügbar unter [www.paulklemperer.org](http://www.paulklemperer.org)).

Frequenzzuteilungen führen kann. Bulow et al. (2009, S.5 ff.) verdeutlichen dies anhand eines Beispiels im Rahmen einer Vickrey-Auktion.

In einer kombinatorischen Vickrey-Auktion können die Teilnehmer kombinatorische Gebote für alle denkbaren Kombinationen abgeben. Die Frequenzzuteilungen erfolgen in der Weise, dass der ökonomische Wert, den alle Bieter den Frequenzzuteilungen beimessen, maximiert wird. Es wird davon ausgegangen, dass die Gebote die ökonomische Wertschätzung wiedergeben. Der Preis, den jeder Bieter zahlen muss, ist sein inkrementeller Beitrag zu dem Auktions-Surplus. Unter spezifischen Annahmen kann gezeigt werden, dass für den Fall, dass die Auktionsteilnehmer unabhängig voneinander agieren, die Bieter einen Anreiz haben, gemäß ihrer wahren Zahlungsbereitschaft zu bieten. Die in diesem Fall resultierende Frequenzallokation ist dann effizient.

Eine Vickrey-Auktion bzw. Zahlungsregel ist allerdings mit ernst zu nehmenden Problemen behaftet. Diese umfassen geringe Einnahmen und Anfälligkeit gegenüber kollusivem Verhalten. Im nachfolgenden Beispiel wird unterstellt, dass zwei Frequenzpakete A und B versteigert werden. Drei Bieter nehmen an der Auktion teil. Angenommen ein Bieter bietet 10 Biet-Einheiten für die Frequenzpakete A und B gemeinsam (allerdings gibt er kein Gebot für die individuellen Frequenzpakete ab). Es wird davon ausgegangen, dass diese der wahren Zahlungsbereitschaft dieses Bieters und somit seiner Wertigkeit entspricht. Sofern zwei andere Bieter jeweils ein Gebot für das jeweils andere individuelle Paket in Höhe von 9 Biet-Einheiten abgeben, erhalten diese den Zuschlag und zahlen jeweils 1 Biet-Einheit. Sofern die beiden Gewinner eine Zahlungsbereitschaft von 6 haben, wären die Einnahmen erheblich geringer als in einer SMA. Sofern deren wahre Zahlungsbereitschaft bei 2 Biet-Einheiten liegt, wäre die Allokation auch ineffizient. Bulow et al. (2009, S. 6) führen aus, dass es nicht ungewöhnlich ist, dass in einem Vickrey-Clark-Groove Mechanismus ein erfolgreiches, kollusives Verhalten bereits durch zwei Bieter möglich ist. Schwierigkeiten und Schwächen der Vickrey-Auktion werden ausführlich in Ausubel und Milgrom (2006)<sup>26</sup> und Rothkopf (2007)<sup>27</sup> angeführt.

Individuelle Budgetbeschränkungen können in Vickrey-Auktionen auch Probleme kreieren. Angenommen im vorangegangenen Beispiel nimmt ein Bieter teil, der folgende Zahlungsbereitschaften hat:

- für Frequenzpaket A 200 Millionen Euro,
- für Frequenzpaket B 100 Millionen Euro.

Zudem unterliegt der Bieter einer Budgetrestriktion in Höhe von 150 Millionen Euro. Sofern der Bieter in diesem Fall wahrheitsgetreu bietet, würde er für beide Frequenzpakete ein Gebot in Höhe von 150 Millionen Euro abgeben, für Frequenzpaket A ein Gebot in Höhe von 150 Millionen Euro und für Frequenzpaket B ein Gebot in Höhe von 100

---

<sup>26</sup> Ausubel, L. und Milgrom P. (2006): The Lovely But Lonely Vickrey Auction, in Cramton, Shoham and Steinberg, Combinatorial auctions, 2006.

<sup>27</sup> Rothkopf, M. (2007): Thirteen Reasons Why the Vickrey-Clarke-Groves Process is Not Practical, Operations Research, 2007: 55(2): 191-197.

Millionen Euro. In diesem Fall behandelt ihn der Mechanismus wie einen Bieter, der für Frequenzpaket B ein „Nullgebot“ abgeben würde. Demnach wird er gemeinhin keinen Zuschlag für das Frequenzpaket B erhalten. Es stellt sich also auch hier die Frage, ob wahrheitsgetreues Bieten eine angemessene Strategie darstellt.

Ferner liegt die Vickrey-Allokation nicht notwendigerweise im Kern (siehe dazu Anhang B).

Aufgrund der problematischen Eigenschaften des Vickrey-Pricings wurden alternative Preisregeln entwickelt, die unter dem Begriff „Core-Selecting Auktionen“ firmieren. („The Core property: no coalition (subset of all players) can form a mutually beneficial renegotiation among themselves. In the case of an auction, this simply means that the seller would not prefer to ignore the outcome dictated by the auction and renegotiate with a subset of the bidders.” Day and Crampton (2008) S. 6).<sup>28</sup> In derartigen Auktionen werden die Gewinner in der gleichen Weise wie in Vickrey-Clark-Grooves Auktionen bestimmt („the allocation that would be value-maximising if all bids were actual values“ (Erdil and Klemperer 2008), S.1))<sup>29</sup>. Die Zahlungen werden so gewählt, dass sie im Kern liegen (d.h. „no set of bidders can join with the seller to form a „blocking coalition“ (Erdil and Klemperer (2008), S.1).

Allerdings liefert der Kern nicht notwendigerweise eine eindeutige Allokation. Day und Milgrom (2008)<sup>30</sup> schlagen daher zur Auswahl eine Minimum-Revenue Core (MRC) Preisregel vor, um den Anreiz der Bieter zu minimieren, von einem wahrheitsgetreuen Bieten abzuweichen. (Dies gilt unter der Annahme, dass die wahren Zahlungsbereitschaften allen Teilnehmern bekannt sind, und die anderen Bieter gemäß ihrer tatsächlichen Zahlungsbereitschaft Gebote abgeben.) Die MRC Auswahl minimiert die Summe der maximalen möglichen Gewinne von allen Bietern hinsichtlich des einseitigen Abweichens von der wahren Zahlungsbereitschaft (Day and Raghavan (2007)<sup>31</sup>). Allerdings wird durch die MRC-Regel nur dann eine eindeutige Zahlungsverpflichtung bestimmt, wenn der Vickrey-Punkt im Kern liegt. Die gegenwärtig angewendeten kombinatorischen Auktionen wählen hier eine weitere Preisregel, die von Day und Cramton (2008)<sup>32</sup> vorgeschlagen wurde, nach der derjenige MRC-Punkt zu wählen ist, der den geringsten euklidischen Abstand zum Vickrey-Punkt hat. Erdil und Klemperer (2009) sehen für diese Auswahlregel keine Rechtfertigung. Zudem zweifeln sie auch das MRC-Prinzip als angemessene Regel an. („One can also question the significance of a bidder’s maximum possible gain from a deviation. Achieving this would require the bidder to deviate (arbitrarily close) to the point at which her allocation would change, so arbi-

---

<sup>28</sup> Eine mathematisch exakte Formulierung zur Kernallokation findet sich im Anhang B.

<sup>29</sup> Erdil, A. und Klemperer, P. (2009): A new payment rule for core-selecting package auctions, <http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/cspa-23-9-2009.pdf>

<sup>30</sup> Day, R. W. und Milgrom, P. (2008): Core-selecting package auction, *International Journal of Game Theory*, 36: 36: 3-4, 393-407.

<sup>31</sup> Day, R.W. and Raghavan, S. (2007): Fair Payments for Efficient Allocations in Public Sector Combinatorial Auctions, *Management Science*, 53:9, 1389-1406.

<sup>32</sup> Day, R.W. and Cramton, P. (2008): The Quadratic Core-Selecting Payment Rule for Combinatorial Auctions, University of Maryland, Working Paper.

trarily small changes by other bidders could cause here a net loss, and even a perfectly-informed bidder would be taking a risk.” (Erdil und Klemperer (2009), S. 2)<sup>33</sup>. Stattdessen schlagen sie eine Preisregel vor, nach der die Preisdiskriminierung minimiert werden soll. Allerdings bewerten sie selbst ihre gegenwärtigen Einschätzungen als vorläufig und betonen die Notwendigkeit weiterer Forschung diesbezüglich.

Gleichwohl folgt Ofcom diesem Vorschlag bei der intendierten Versteigerung von Frequenzen im Bereich 800 MHz und 2,6 GHz (Ofcom 2011, Appendix 7-13, A.10.14ff.)

#### 4.4.2.3 Zuteilungsrunde

In kombinatorischen Auktionen werden Frequenzpakete soweit möglich in Frequenzkategorien versteigert, die eine Vielzahl abstrakter, homogener Frequenzblöcke beinhalten. Nachdem die Frequenznutzungsrechte den Auktionsteilnehmern zugeordnet wurden, bedarf es der Zuteilung der konkreten Frequenznutzungsrechte mit der Konkretisierung der spezifischen Lagen im Frequenzbereich der jeweiligen Frequenzkategorie. Eine derartige Zuteilungsauktion ist jedoch nicht an eine zuvor durchgeführte Clock-Auktion gebunden. Auch im Fall einer TSMA, in der abstrakte Frequenzblöcke vergeben werden, ist eine Zuteilungsauktion genauso denkbar. Insofern ist diese nicht zwingend im Zusammenhang mit einer Clock-Auktion zu diskutieren. Die Bundesnetzagentur hat die Zuteilung zunächst abstrakt versteigert Frequenzpakete bisher jedoch nicht über eine Auktion vorgenommen, sodass die hier vorzufindenden Ausführungen auch dort von Interesse sein dürften.<sup>34</sup>

In einer solchen Zuteilungsauktion bieten die Auktionsteilnehmer für die spezifische Lage der abstrakt erworbenen Frequenznutzungsrechte. In den bisher durchgeführten Clock-Auktionen wurde diese auch typischerweise in einer ein-rundigen Auktion durchgeführt, in der die Gewinner für spezifische Lagen, die gemäß dem Ergebnis der kombinatorischen Clock-Auktion frequenzökonomisch möglich waren, ein Gebot abgeben konnten. Für den Fall, dass lediglich Frequenzen in einer Frequenzkategorie versteigert werden, kann die Anzahl der alternativen Zuteilungen vergleichsweise einfach bestimmt werden. Bei der Zuteilung werden gemeinhin aus frequenzökonomischen Gründen lediglich solche Zuteilungen zugelassen, bei denen die erworbenen Frequenznutzungsrechte für jeden Bieter zusammen liegende konkrete Frequenzblöcke sind („zusammenhängende Frequenzblöcke“). Die möglichen Zuteilungen bestimmt sich somit durch die Formel „ $k!$ “, wobei  $k$  die Anzahl der erfolgreichen Bieter ist, die in dieser Frequenzkategorie Frequenznutzungsrechte erworben haben. Diese möglichen Kombinationen

---

<sup>33</sup> Siehe dazu auch Ofcom (2011): Consultation on assessment of future mobile competition and proposals for the award of 800 MHz and 2.6 GHz spectrum and related issues, Annexes 7-13, Consultation, 22 March 2011.

<sup>34</sup> Die Bundesnetzagentur gestand den erfolgreichen Bietern zunächst die Möglichkeit einer freiwilligen Verhandlungslösung zu, d.h. die Unternehmen hätten sich auf eine konkrete Zuteilungsallokation ggf. in Verbindung mit Ausgleichszahlungen untereinander einigen können. Es kam jedoch zu keiner Einigung, sodass die BNetzA, das für diesen Fall vorgesehene Losverfahren durchführte, in der die Reihenfolgen der Lagen sukzessive unter den erfolgreichen Bietern, in den jeweiligen Bereichen verlost wurden.

sollten durch die Auktionssoftware bestimmt und den Auktionsteilnehmern genannt werden. Sofern die Zuteilungsauktion separat für die einzelnen Frequenzkategorien erfolgt, kann für jede Kategorie auf diese Weise die Anzahl der Alternativen an konkreten Zuteilungen berechnet werden.

Gegeben die Zahl der Alternativen bieten die Auktionsteilnehmer einen bestimmten Betrag für die konkreten Lagen. Dieser Betrag ist nach unten durch „Null“, nach oben jedoch nicht beschränkt. Hierbei besteht keine Verpflichtung, für eine konkrete Lage explizit ein Gebote abzugeben. Sofern kein Gebot erfolgt, deutet der Auktionator dies als ein „Null-Gebot“. Eine Zuteilung von Frequenznutzungsrechten, in dem erworbenen Umfang in der Zuordnungsauktion ist jedem Bieter garantiert. Ebenso wird gewährleistet, dass diese Frequenzen (soweit) möglich ihrer spezifischen Lage unmittelbar nebeneinander liegen.. Es wird dann diejenige konkrete Frequenzzuteilung gewählt, für die insgesamt der höchste Betrag geboten wurde. Der Zusatzpreis für die konkrete Frequenzlage, den ein Bieter zu entrichten hat, sind die niedrigsten Preise, die erfolgreiche Bieter bieten müssen, um mit ihren jeweiligen Geboten erfolgreich zu sein (Vgl. Telekom Kontrol Kommission (2010), F 4/08, S. 15). Dies bedeutet, dass kein alternativer Bieter oder Gruppe von Bietern bereit sind, mehr zu zahlen als der Gewinner oder die Gruppe von Gewinnern. Die Zusatzpreise sind positiv oder gleich Null.

#### 4.4.2.4 Spezifische Elemente einer kombinatorischen Clock-Auktion

*Bietrechte:* In der Clock-Auktion können die beantragten Biet-Rechte bereits als ein bindendes Gebot zu den Minimalpreisen betrachtet werden. Insoweit können die beantragten Biet-Rechte bereits als die erste Auktionsrunde angesehen werden, bei der die Auktionsteilnehmer ihre Nachfrage bei den Minimalgeboten übermitteln. Dazu ist es notwendig, dass die so beantragten Biet-Rechte einen bindenden Charakter haben. Das dazu korrespondierende Gebot geht in die Auswertung mit ein. Sollte sich herausstellen, dass für keine Frequenzkategorie eine Übernachfrage besteht, so wäre die Auktion auch schon zu Ende, und es erfolgte eine Zuteilung gemäß dem Biet-Rechtsantrag für die jeweilige Frequenzkategorie.

*Aktivitätsniveau:* Die bisher angewendeten Clock-Auktionen sehen ein 100%iges Aktivitätsniveau vor. Damit entspricht die Biet-Berechtigung einer Auktionsrunde der Summe der Lot Ratings der nachgefragten Frequenzblöcke in der Vorrunde. Im Laufe der aufeinander folgenden Runden kann die Biet-Berechtigung einer Bieterin somit entweder gleich bleiben oder abnehmen, jedoch niemals zunehmen. Im Falle eines 100%igen Aktivitätsniveaus ist es möglich, den Schluss zu ziehen, dass die gewählte Kombination in einer Auktionsrunde das am meisten präferierte Frequenzportfolio bei dieser Biet-Beschränkung und diesem Preisniveau ist. Strategische Motive des verhaltenen Bietens gibt es in diesem Fall nicht. Daraus lassen sich mikroökonomisch fundierte Beschränkungen für das Biet-Verhalten in der Zusatzrunde ableiten. Ein Abweichen von dieser Aktivitätsregel würde somit bzgl. dieser Beschränkungen Fragen aufwerfen. Eine Flexibilität, die ein niedrigeres Aktivitätsniveau den Bietern einräumt, gebietet sich ggf.

aber dann, wenn Frequenzblöcke in verschiedenen Frequenzkategorien versteigert werden. Beispielsweise ist denkbar, dass ein Bieter mehr Frequenzen in einem anderen Bereich ersteigern möchte, wenn ihm in einer Frequenzkategorie das relative Preisniveau zu hoch erscheint. Zudem ermöglicht ihm ein niedriges Aktivitätsniveau zunächst mal abzuwarten, wie sich die Preise entwickeln.

*Informationen an die Bieter während der Auktion:* Unumgänglich ist es natürlich, dem Bieter die jeweils für ihn relevanten Rundenparameter zu Beginn einer Auktionsrunde zu nennen. Diese umfassen zumindest die aktuelle Runde, die Rundenzeit, der aktuell geltende Preis für ein Frequenzpaket einer jeden Kategorie, sowie den Umfang seiner aktuellen Biet-Berechtigung sowie die noch verfügbaren Rundenverlängerungsrechte.

Am Ende einer Auktionsrunde ist zudem mitzuteilen, ob die Clock-Phase zu Ende ist oder nicht. Darüber hinaus können die Regeln natürlich vorsehen, dass die Nachfrage insgesamt für jede einzelne Frequenzkategorie angegeben wird, oder gar die Nachfrage eines jeden einzelnen Bieters übermittelt wird. Nur bei Bekanntgabe von derartigen Informationen wird dem „Common-Value Risiko“ Rechnung getragen.

In der Schweiz Vgl. (BAKOM (2010, Punkt 3.2.28) werden die folgenden Informationen am Ende einer Runde bekanntgegeben:

- die Gesamtnachfrage nach Frequenzblöcken in jeder Kategorie,
- die von den Bietern abgegebenen Gebote, ihre Biet-Berechtigung in der nächsten Runde, der Gesamtbetrag des höchsten bis dahin von den Bietern während der Auktion abgegebenen Gebots und die Zahl ihrer verbleibenden Verlängerungsrechte.
- Dies bezüglich gibt es auch eine so genannte History-Funktion. Allerdings werden über die einzelnen Gebote der anderen Bieterinnen keine Informationen bekannt gegeben.

*Länge einer Auktionsrunde:* Die Länge einer Auktionsrunde ist ebenso wie im Fall einer TSMA vom Auktionator vor Beginn der selbigen festzulegen. Ob diese Auktionsrunden in der Tendenz kürzer als in einer TSMA sein können, lässt sich nicht allgemein beantworten. Hierfür ist sicherlich eine Analyse in der konkreten Situation notwendig. Keineswegs ist die Entscheidungssituation für einen Bieter in einer Clock-Phase zwangsläufig einfacher.

*Waiver:* In TSMA werden den Auktionsteilnehmern typischerweise eine Anzahl von Waivern eingeräumt. Im Fall der Inanspruchnahme eines Waivers verlieren Bieter in einer Auktionsrunde keine Biet-Rechte, auch dann nicht, wenn sie gemäß ihrer tatsächlichen Aktivität (gehaltenen Höchstgebote und neue valide Gebote) und der geltenden Aktivitätsregel solche verlieren müssten. Abgegebene Gebote können in diesem Fall ebenso wie die Runde ausgewertet werden. Gleichzeitig wird ein Waiver dann von der

Software automatisch aktiviert, wenn der Bieter es versäumen sollte, in der vorgegebenen Rundenzeit ein Gebot abzugeben.

In der CCA in Österreich bei der Versteigerung von Frequenzen im Bereich 2,6 GHz wurde den Bietern das Recht eingeräumt, die Rundenzeit zu verlängern (Runden(zeit)verlängerungsrecht). Sofern ein biet-berechtigter Bieter noch ein Rundenverlängerungsrecht besitzt, so nimmt er automatisch eine Runden(zeit)verlängerung in Anspruch, wenn er zum Endzeitpunkt der Runde kein Gebot abgegeben hat. Die Rundenzeitverlängerung gilt jedoch nur bieterindividuell. Gleichwohl bedeutet dies, dass die Rundenauswertung erst zu einem späteren Zeitpunkt stattfindet. In der anstehenden kombinatorischen Clock-Auktion in der Schweiz werden den Bietern zu Beginn der Clock-Runde zwei Verlängerungsrechte eingeräumt. Es steht dem Auktionator jedoch vollkommen frei, entweder allen oder einzelnen Bieterinnen für die Clock-Runden zusätzliche Verlängerungsrechte einzuräumen (Vgl. Bakom (2010): Anhang III, Auktionsregeln für die kombinierte Vergabe von Frequenzspektrum in den 800 MHz-, 900 MHz-, 1,8 GHz-, 2,1 GHz und 2,6 GHz-Bändern, Punkt 3.2.33 und 3.2.34). Hierzu wird erwähnt, dass Verlängerungen dazu dienen, die Bieterinnen vor den Auswirkungen von technischen Störungen zu schützen.

*Ort der Auktion und Systemvoraussetzung:* Kombinatorische Auktionen fanden bisher nicht an einem festgelegten Ort statt. Den Bietern war es nach den Regeln in Österreich selbst überlassen, von welchem Ort aus sie die Gebote abgeben. Hinsichtlich des Bieterrechners gab es jedoch folgende Vorgaben:

„Jeder Bieter benötigt zur Abgabe der Gebote einen PC mit Breitband-Internetzugang (mind. 256 kBit/s Downlink, 64 kBit/s Uplink). Der PC benötigt folgende Software-Mindestausstattung:

- Webbrowser: Empfohlen wird in der jeweils aktuellen Version: Mozilla Firefox oder Microsoft Internet Explorer.
- Oracle Java Standard Edition Version 6 (jeweils aktuelle 6er Version).
- MaPDF-Viewer, empfohlen wird Adobe Acrobat Reader in der jeweils aktuellen Version.
- Betriebssystem:
  - Microsoft Windows XP, Vista oder 7;
  - Linux Ubuntu in der jeweils aktuellen Version;
  - Mac OS X in der jeweils aktuellen Version.

Hinweise für die Konfiguration des Bieterrechners: Funktionen, welche einen automatischen Neustart des Rechners verursachen können (z.B. automatisierte Software-Verteilung oder Software-Updates) sollten während der Auktion deaktiviert werden, um unerwünschte Unterbrechungen der Gebotseingabe zu verhindern.

Ähnliches sollte beim Internet-Zugang berücksichtigt werden, Zugänge mit einer automatischen Trennung der Verbindung nach Inaktivität oder nach einer maximalen Zeit (z.B. „Zwangs“-trennung nach 8h) sind wegen der damit verbundenen Unterbrechung der Biet-Möglichkeit zu vermeiden.

Es ist möglich - und zur Erhöhung der Verfügbarkeit durchaus sinnvoll - mehrere Rechner bereitzuhalten. Es kann zu einem bestimmten Zeitpunkt allerdings nur ein Rechner je Bieter mit dem Auktionsserver verbunden sein. Ähnliches gilt auch für den Internet-Zugang. Auch hier macht es Sinn, unterschiedliche Zugänge, idealerweise mit unterschiedlichen Technologien, bereitzuhalten.

Kommt es zum Ausfall eines Rechners, so ist es jederzeit möglich, die Auktion auf einem anderen Rechner fortzusetzen, es geht jedoch jene Zeit verloren, die für das erneute Login notwendig ist. Es wird daher empfohlen, wenn es nicht unbedingt notwendig ist, mit der Übermittlung des Gebots nicht bis zum letzten möglichen Zeitpunkt zu warten, sondern das Gebot zügig zu übermitteln.

Für die zusätzliche Kommunikation zwischen Bieter und Auktionator sind ... die Nummer eines Faxanschlusses, eine Telefonnummer und eine E-Mail-Adresse bekannt zu geben.“ Telekom-Control-Kommission (2010), F 4/08, S. 21,22.

#### 4.4.2.5 Bewertung der kombinatorischen Clock-Auktion

Die kombinatorische Clock-Auktion ist mit Sicherheit ein ausgetüfteltes Verfahren. Inwieweit ein solches Verfahren in komplexen Ausgangslagen bei beschränkt rationalen Bietern und unvollständiger Information dieser Bieter in der Lage ist, regulierungsökonomisch weitgehend effiziente Allokationen zu generieren, muss sich empirisch jedoch noch bewahrheiten. Die für das Jahr 2012 in der Schweiz anvisierte Frequenzauktion kann hier möglicherweise als Referenz zur Beurteilung dienen.

##### *Positive Eigenschaften einer kombinatorischen Clock-Auktion*

*Vermeidung des Aggregationsrisikos:* Der primäre Vorteil der kombinatorischen Auktionen besteht darin, dass die Auktionsteilnehmer ihrer Bewertungen der Frequenzpakete auch in Verbindung zueinander vollständig zum Ausdruck bringen können. Aufgrund des atomaren Charakters der Gebote ist es den Bietern möglich, das Aggregationsproblem, welches bei TSMA zumindest theoretisch besteht, gänzlich durch das eigene Verhalten zu vermeiden.

*Vermeidung der Fragmentierung von Frequenznutzungsrechten:* Im Rahmen einer CCA kann das Risiko fragmentierter Frequenzblöcke dadurch verringert werden, dass abstrakte Blöcke in einem zusammenhängenden Frequenzbereich angeboten werden, de-

ren Zuteilung erst nach der Zuordnungsauktion erfolgt. Abstrakte Frequenzblöcke können jedoch auch im Rahmen einer TSMA vergeben werden. Eine Fragmentierung der Frequenzblöcke wird dadurch auch bei diesem Auktionsformat weitgehend vermieden.

*Verminderung des Risikos gestrandeter Frequenzblöcke:* Auch das Risiko gestrandeter Frequenzblöcke, aufgrund eines nicht Erreichens der essentiellen Mindestmenge oder der Rücknahme von Geboten besteht somit nicht. Allerdings sind auch in einer kombinatorischen Clock-Auktion gestrandete Frequenzblöcke möglich (siehe Bichler et. al (2011)<sup>35</sup>).

*Grundsätzlich ist ein beschleunigter Auktionsverlauf mit Blick auf die Erreichung des Markträumungspreise möglich:* Tendenziell dürfte der Marktpreis für Frequenzblöcke ceteris paribus in einer Frequenz-Kategorie schneller erreicht sein als in einer TSMA, wenn die Auktionsregeln im Detail anreizverträglich ausgestaltet sind. In einer Clock-Auktion wird das Preisniveau für sämtliche abstrakten Frequenzblöcke in einer Frequenzkategorie bei einer Übernachfrage in einer Auktionsrunde erhöht. Im Fall einer TSMA steigt das Preisniveau nur für die Frequenzblöcke, für die ein neues valides Gebot in der Auktionsrunde erfolgte. Im Extremfall erfolgt bei einer Übernachfrage nur ein Gebot für nur einen Frequenzblock - auch dann, wenn die Zahl der abstrakten Frequenzblöcke in dieser Kategorie groß ist.

Dies ist jedoch nicht zwangsläufig der Fall: Zum einen haben die Auktionsteilnehmer in einer TSMA i.d.R. die Möglichkeit sich selbst zu überbieten. Damit können sie einen absehbaren Auktionsverlauf beschleunigen. Zudem haben die Auktionsteilnehmer auch die Möglichkeit, merklich höhere Gebote als das minimal valide Gebot abzugeben und somit den Verlauf zu beschleunigen. Letztere Möglichkeit besteht in einer CCA für die Teilnehmer nicht, da diese nur ihre Nachfrage zu einem vorgegeben Preis nennen. Weiterhin hat der Auktionator die Möglichkeit, durch die Höhe des Mindestgebotes den Auktionsverlauf zu beschleunigen. Sofern der Abstand zwischen dem Markträumungspreis und dem Mindestgebot nicht allzu hoch ist, dürften die Differenz der Auktionsrunden in einer CCA und einer TSMA nicht stark ins Gewicht fallen, sofern die Zahl der Frequenzpakete in einer Frequenzkategorie nicht allzu groß ist. Ferner ist hervorzuheben, dass es im Rahmen einer TSMA keiner Zusatzrunde bedarf.

*Geringere Verzerrungen aufgrund unangemessener Inkremente:* Das Risiko durch die Wahl allzu hoher Inkremente eine Auktion abzuwürgen, und damit Ineffizienzen bei der Frequenzallokation zu induzieren, ist bei einer kombinatorischen Clock-Auktion tendenziell geringer, als bei einer TSMA. Ursächlich dafür ist die den Teilnehmern in der Zusatzrunde eingeräumte Möglichkeit, zusätzliche Gebote abzugeben, und damit ihre tatsächliche Zahlungsbereitschaften für Portfolios zum Ausdruck zu bringen.

---

<sup>35</sup> Bichler, M., Shabalin, P., und Wolf, J. (2011): Efficiency, Auctioneer Revenue, and Bidding Behavior in the Combinatorial Clock Auction, Decision Sciences&Systems, TU München, Deutschland.

*Reduzierung des „Common Value Risikos“:* Durch entsprechende Bekanntgabe von Informationen in der Clock-Phase kann ebenso wie in einer transparenten TSMA das „Common Value Risiko“ gering gehalten werden. Ob es in diesem Zusammenhang hinreichend ist, nur die jeweilige aggregierte Übernachfrage in jeder Frequenzkategorie anzugeben, kann bezweifelt werden.

*Kollusion:* Von Seiten Ausubel et. al. wird bei kombinatorischen Clock-Auktionen ein geringeres Kollusionsrisiko gesehen als bei einer traditionell simultan mehrstufigen Auktion. „The clock auction limits collusion relative to the simultaneous multiple round auction. Signaling how to split up the items is greatly limited. Collusive strategies based on retaliation are not possible, because bidder-specific quantity information is not given. Further, the simultaneous ascending auction can have a tendency to end early when an obvious split is reached, but this cannot happen in the clock-auction, because the bidders lack information about the split. Also, there are fewer rounds to coordinate a split.“<sup>36</sup>

#### *Negative Eigenschaften einer kombinatorischen Clock-Auktion*

*Transparenz des Verfahrens aus Sicht der Auktionsteilnehmer:* Hinsichtlich der Transparenz schneidet die kombinatorische Clock-Auktion in der soeben dargestellten Form bei Weitem schlechter ab als die transparente TSMA. Dies gilt auch dann, wenn anders als in bisherigen Auktionen dieses Typs in der Clock-Phase sämtliche Gebote allen Teilnehmern mitgeteilt würden. Ursächlich dafür ist, dass in der verdeckten Biet-Runde die Auktionsteilnehmer für alle Kombinationen ihre Zahlungsbereitschaften bekunden können. Damit legen die Unternehmen potentiell sämtliche Bewertungen nach ihren Geschäftsplänen vor. Aus Sicht der Regulierungsbehörden kann die Kommunikation dieser vollständigen Information an alle Teilnehmer aus Gründen der Wahrung des Geschäftsgeheimnisses als bedenklich angesehen werden. Sofern jedoch nicht alle Gebote allen Beteiligten bekanntgegeben werden, ist eine Transparenz und Nachvollziehbarkeit bei allen Beteiligten nicht gegeben. Die Bieter können in diesem Fall anders als in einer TSMA nicht selbst nachvollziehen, warum sie welche Frequenzblöcke ersteigert haben. Hierbei müssten sie auf die Richtigkeit des über die Software implementierten Algorithmus und den korrekten Verfahrensablauf gesteuert durch die Bundesnetzagentur vertrauen. Gleiches gilt mit Blick auf die zu zahlenden Preise. Wahrscheinlich aufgrund der nichtauszuschließenden asymmetrischen Zahlungen der Auktionsteilnehmer wurden diese den anderen Bietern in Österreich beispielsweise nicht mitgeteilt. Ebenso sollte durch die Nicht-Übermittlung der vollständigen Information verhindert werden, dass hohe Unterschiede zwischen tatsächlichen Geboten und den zu zahlenden Preisen der Öffentlichkeit bekannt werden.

---

<sup>36</sup> Ausubel, L.M., Crampton, P. and Milgrom P. (2006): The Clock-Proxy Auction: A Practical Combinatorial Auction Design, in: Crampton, P., Shoham, Y., Steinberg, R. (2006): Combinatorial Auctions, MIT-Press.

*Transparenz des Verfahrens mit Blick auf die Öffentlichkeit:* Eine transparente Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit ist ebenfalls somit nicht möglich. Fraglich ist sogar inwieweit überhaupt während der Auktion Informationen über den Auktionsverlauf mitgeteilt werden können. Sicherlich ist mitteilbar, dass die Auktion in der Clock-Phase noch andauert oder nicht. Angesichts der möglichen Diskrepanz zwischen den final zu zahlenden Geldbeträgen der Teilnehmer und den finalen Preisniveaus in der Clock-Phase ist ggf. die Kommunikation der aktuell geltenden Preisniveaus in einer Auktionsrunde nicht geboten. Es ist somit allenfalls mitteilbar, welcher Auktionserlös insgesamt erzielt wurde. Hierbei ist zu klären, ob daraus keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die gezahlten Preise der anderen möglich sind.

*Komplexität der Verfahrens für die Bieter:* Die CCA entfaltet ihre positive Eigenschaften am ehesten, wenn ausschließlich abstrakte Frequenzblöcke in einer einzigen Frequenzkategorie versteigert werden. In diesem Fall ist die Entscheidungssituation der Bieter auch mit Blick auf die möglichen Frequenzportfolios sicherlich einfacher. Andernfalls kann das Format jedoch nach Einschätzung der Entwickler des Designs äußerst komplex werden. Mit einer hohen Zahl von Frequenzpaketen in verschiedenen Frequenzkategorien steigt die Zahl der Frequenzportfoliooptionen, für die ein Auktionsteilnehmer Bewertungen vornehmen muss. Dies erhöht die Komplexität für die Bieter und kann zudem Schwierigkeiten bei der Implementation bedingen, sofern die Zahl der möglichen Gebote nicht mehr erfasst und ausgewertet werden kann. Inwieweit eine hohe Komplexität ineffiziente Allokationen bewirkt, muss an dieser Stelle offen bleiben. Diese Frage ist allenfalls durch vielfältige Experimente, die reale Frequenzvergabesituationen und das tatsächliche Biet-Verhalten von Auktionsteilnehmern berücksichtigen, zu ergründen. Hierbei gilt es primär zu erkunden, inwieweit die Auktionsteilnehmer ihre wahren Zahlungsbereitschaften für die verschiedensten Frequenzportfolios tatsächlich kennen bzw. wie sie diese im Laufe der Auktion verändern. Ferner ist im Detail herauszufinden, wie in komplexen Vergabesituationen im Rahmen einer Clock-Auktion auch strategisches Bieten möglich ist, und wie dieses genutzt werden kann.

Aus Sicht der Regulierungsbehörde ist es hierzu sicherlich auch ratsam, mit den Auktionsteilnehmern darüber zu diskutieren, inwieweit sie die Komplexität einer CCA beherrschen. Dies gilt insbesondere mit Blick auf die jeweils anstehende Vergabesituationen und die hierbei verfügbaren Frequenzblöcke. Hierbei könnte ein möglicher Ansatz sein, verschiedene Designs als Versteigerungsoption zur Diskussion zu stellen.

*Komplexität des Verfahrens für den Auktionator:* Die vom Auktionator zu fällenden Entscheidungen während der Auktion sind nicht allzu unterschiedlich im Vergleich zu einer TSMA Auktion. In beiden Fällen muss er eine Entscheidung über die Preiserhöhungen für die angebotenen Frequenzpakete in jeder Auktionsrunde fällen. Im Fall der TSMA wird jeweils festgelegt, welchen Preis man zusätzlich zahlen muss, um neuer Höchstbieter werden zu können. Eine derartige Festsetzung ist in jeder Auktionsrunde für jedes Frequenzpaket vorzunehmen. In einer CCA wird ein neuer Preis nur für Frequenzpakete in einer Frequenzkategorie gesetzt für die in der vorausgegangenen Auktions-

runde ein Nachfrageüberhang bestand. In beiden Situationen muss der Auktionator gemäß einer Regel oder nach pflichtgemäßem Ermessen auf Basis des bisherigen Auktionsverlaufs entscheiden, wie groß dieser Unterschiedsbetrag sein soll. Zudem muss der Auktionator in beiden Fällen eine Entscheidung über die Rundenzeit, in der die Gebote abzugeben sind, fällen.

Sofern eine TSMA eine Vielzahl von Aktivitätsphasen umfasst, ist ein Wechsel zur nächsten Aktivitätsphase von Seiten des Auktionators nach pflichtgemäßem Ermessen zu bestimmen (Ein Phasenwechsel erfolgt nur dann automatisch, wenn kein neues valides Gebot erfolgte sowie kein aktiver Waiver genutzt wurde.). Geht man, wie bisher zu beobachten, davon aus, dass eine Clock-Auktion permanent ein 100%iges Aktivitätsniveau einfordert, so bedarf es einer derartigen Entscheidung im Fall einer CCA nicht.

*Entwicklung einer adäquaten Auktionssoftware:* Sofern man nicht auf eine bestehende Software zurückgreift, so ist eine entsprechende Software zu entwickeln, mit der die Auktion elektronisch durchgeführt werden kann. Die interaktive Software dürfte in der Tendenz bei einer TSMA wesentlich komplexer gestaltet sein als bei einer CCA, da in der interaktiven Clock-Phase von den Auktionsteilnehmern primär die Nachfrage in den entsprechenden Frequenzkategorien zu übermitteln ist. In der TSMA sind jedoch in der Höhe wählbare monetäre Gebote einzugeben, die Möglichkeit der Gebotsrücknahme in Verbindung mit der Implikation auf die Bietberechtigungen sowie Regeln bzgl. der essentiellen Mindestmengen sind in der Software zu implementieren.

In der Zusatzrunde sind durch die Software jedoch die Biet-Beschränkungen für mögliche kombinatorische Gebote zu implementieren und zusätzlich eine Struktur zu präsentieren, welche die möglichen Produktkombinationen strukturiert darstellt. Ferner bedarf es jedoch noch eines spezifischen Algorithmus zur Bestimmung der Gewinner sowie der Frequenznutzungsrechte sowie eines Algorithmus, der die dazu korrespondierenden Zahlungsverpflichtungen bestimmt. Beides bedingt die Notwendigkeit einer entsprechenden Programmierung durch Personen, die mit Operations Research hinreichend vertraut sind. Die Überprüfung derartiger Algorithmen und die Bestätigung der Richtigkeit der selbigen dürfte zudem nicht trivial sein.

*Abschreckung von Newcomern:* Es ist zu erwarten, dass aus Sicht eines Newcomers - sofern es sich dabei nicht um ein etabliertes Unternehmen handelt - die kombinatorische Clock-Auktion sicherlich als komplexer angesehen wird. Kombinatorische Auktionen sind gemeinhin zumindest zunächst schwieriger zu erfassen als eine TSMA, die nach unserer Erfahrung in den wesentlichen Grundelementen von den Auktionsteilnehmern sehr schnell erfasst wurde und mittlerweile bei den Mobilfunknetzbetreibern bekannt ist. Ferner würden wir auch erwarten, dass die Kommunikation des Biet-Verhaltens innerhalb des Unternehmens schwieriger ist als bei einer TSMA. Um dazu jedoch eine fundierte und belegte Einschätzung zu erhalten, empfiehlt sich eine Konsultation der Unternehmen, die bereits an beiden Arten von Auktionen (TSMA und kombinatorische Clock-Auktion) teilgenommen haben. Sollte sich dabei unsere a priori Ein-

schätzung verifizieren, so wirkt mit Blick auf eine intendierte Teilnahme eine kombinatorische Clock-Auktion für Newcomer eher abschreckend als eine TSMA.

*Preisregel:* In der Wissenschaft wird zudem die adäquate Preisregel bei kombinatorischen Clock-Auktionen kontrovers diskutiert. Die Implikationen auf die Effizienz des Ergebnisses sind hierbei möglicherweise noch vertiefter zu diskutieren.

#### 4.4.2.6 Experimenteller Vergleich einer kombinatorischen Clock-Auktion mit einer TSMA

Bichler et al. (2011)<sup>37</sup> haben als Erste experimentell überprüft, welche der beiden Auktionstypen eine effizientere Frequenzzuteilung bedingen. Im Ergebnis zeigte sich - nach Einschätzung der Autoren -, dass die TSMA eine effizientere Frequenzzuteilung und höhere Auktionserlöse als die kombinatorische Clock-Auktion bewirkte. Dies ist nach Angabe der Autoren die bisher einzige experimentelle Untersuchung, die beide Auktionstypen miteinander vergleicht.

### 4.4.3 Kombinatorische Einrunden-Auktionen

#### 4.4.3.1 Allgemeine Darstellung

Ein-rundige kombinatorische Auktionen zeichnen sich dadurch aus, dass jeder Auktionsteilnehmer für alle Kombinationen, die für ihn einen Wert darstellen, ein Gebot abgibt. Die Gebote sind auch in diesem Fall atomisch, d.h. man erhält lediglich für das vollständige Frequenzportfolio, für welches man bietet, eine Zuteilung oder auch nicht. Auch in dieser Art von Auktion wird das Aggregationsrisiko und das Risiko fragmentierter Frequenzblöcke vermieden. Aufgrund des Verzichts auf die Clock-Phase wird das „Common-Value Risiko“ jedoch nicht adressiert.

Klemperer<sup>38</sup> führt aus, dass ein-rundige Auktionen mit Geboten im geschlossenen Umschlag dann angemessener sein können, als mehr-rundige Auktionen, wenn der zu erwartende Biet-Wettbewerb gering ist und ein hohes Kollusionsrisiko besteht. Hervorzuheben ist sicherlich auch, dass das „Common-Value Risiko“ gering sein sollte, da während einer solchen Auktion keine Informationen generiert werden.

Kombinatorische Gebote zuzulassen ist dann sinnvoll, wenn starke Synergien zwischen den Frequenzblöcken bestehen. Zudem kann es sein, dass die lokalen Gegebenheiten die Durchführung einer Internetauktion nicht erlauben und eine mehrrunde Auktion mit vor Ort Präsenz der Bieter zu hohe Kosten für die Auktionsteilnehmer verursachen würde.

---

<sup>37</sup> Bichler, M.; Shabalin, P. und Wolf, J. (2011): Efficiency, auctioneer revenue, and bidding behavior in the combinatorial clock auction, Decision Sciences & Systems, TU München, München.

<sup>38</sup> Vgl. Klemperer, P. (2002): What really matters in auction design, Journal of Economic Perspectives, 16(1), 169-189; siehe auch: Klemperer, P. (2002): How (not) to run auctions: the European 3G Telecom auctions, European Economic Review, 46(4-5), 829-845.

Sofern eine derartige Auktion durchgeführt wird, sind zwar Minimalgebote festzulegen, andere notwendiger Elemente einer mehr-rundigen Auktion wie beispielsweise einer Aktivitäts- oder einer Mindestinkrementregel bedarf es jedoch nicht. Biet-Rechte sind den Teilnehmern jedoch im Vorfeld der Auktion zuzugestehen. Spektrums-Kappen können auferlegt werden, um wettbewerblichen Belangen Rechnung zu tragen. Unter den eingereichten Paketgeboten werden diejenigen als Gewinner ausgewählt, die die gesamten Einnahmen maximieren. Eine derartige Allokation muss realisierbar sein, und von jedem Teilnehmer wird nur eine Kombination der abgegebenen Gebote mitberücksichtigt. Sofern diese Auswahlkriterien nicht ausreichen eine eindeutige Allokation der Frequenznutzungsrechte zu identifizieren, sind wie bereits im Rahmen der Darstellung der kombinatorischen Clock-Auktion ausgeführt, weitere Selektionskriterien erforderlich.

#### 4.4.3.2 Beispiele für ein-rundige kombinatorische Gebote

##### 4.4.3.2.1 Die Nigeria-Auktion - die erste kombinatorische Frequenzauktion<sup>39</sup>

Die soeben angeführten Gründe waren sicherlich ausschlaggebend dafür, in einem Land wie Nigeria die erste kombinatorische Ein-Runden-Auktion durchzuführen. Versteigert werden sollten BWA-Frequenzen in der Lage 3,5 GHz und zwar jeweils zwei bzw. drei Lizenzen mit einer Frequenzausstattung von 2x14 MHz in 37 von der Nigerian Communications Commission (NCC) festgelegten Regionen.

Drei Hauptziele galt es bei der Festlegung eines Frequenzauktionsdesigns zu beachten: Aufgrund von vielfältig anzutreffender Korruption und einem diesbezüglich beobachtbaren Zynismus in Geschäftskreisen war es für die NCC von äußerster Wichtigkeit, dass der Versteigerungsprozess vollständig transparent verläuft und das Ergebnis als fair angesehen wird. Die Frequenzzuteilung sollte an diejenigen Unternehmen erfolgen, die sie am effizientesten nutzen können. Wichtig war der NCC auch, dass BWA-Netze auch in ländlichen Regionen aufgebaut werden. Dafür sollten auch kleinere Unternehmen gewonnen werden. Hierbei sollte vermieden werden, dass diese aufgrund zu hoher Teilnahmekosten an der Auktion abgeschreckt würden. Von daher wurde das folgende Auktionsdesign gewählt:

*Antragstufe:* Alle Auktionsteilnehmer sollten für jede Region, an der sie Interesse an den Frequenznutzungsrechten hatten, einen Antrag stellen. Die Anträge hatten zum festgesetzten Mindestgebot einen bindenden Charakter. Sofern in einer Region keine Übernachfrage bestand, erfolgte eine Zuteilung auf Basis dieses Antrags zum Mindestgebot. Die Mindestgebote waren so festgesetzt, dass die administrativen Kosten des Vergabeprozesses abgedeckt wurden.

---

<sup>39</sup> dotEcon (2003): The first combinatorial spectrum auction: lessons from the Nigerian auction of fixed wireless licences, discussion paper May 2003, issue 03/01.1

- Bieter hatten zudem die Möglichkeit fünf separate, sich wechselseitig ausschließende kombinatorische Gebote abzugeben. Auf diese Weise sollten sie die Möglichkeit haben, zum Ausdruck zu bringen, welche Regionen komplementär zueinander sind und welche als Substitute anzusehen sind.
- Zudem hatten die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit kritische und unkritische Regionen in den kombinatorischen Geboten zu nennen. Sofern Regionen als kritisch angesehen wurden, hatten die Auktionsteilnehmer die Möglichkeit, von zugewiesenen Frequenznutzungsrechten, für die beim ersten Antrag keine Übernachfrage bestand, zurückzutreten.

Um die Komplexität der Auktion zu verringern und um das Vergabeverfahren auch für kleine Unternehmen verständlich zu gestalten, wurden fünf ein-rundige Auktionen nacheinander durchgeführt. Die Entscheidung die Regionen in fünf Segmente zu teilen, entstand aufgrund der Nachfrageinformation, die man im Rahmen der Antragstufe erhielt. Diese ergab, dass die Bieter entweder an Frequenznutzungsrechten in bestimmten Teilen des Landes (d.h. Südwest-Nigeria oder Nord-Nigeria) interessiert waren oder aber an den vier größten Regionen (Abuja, Delta, Lagos und Rivers). Der mögliche Effizienzverlust durch eine Segmentierung in Gruppen wurde von daher als gering erachtet. Zudem zeichnete sich ab, dass die Frequenznutzungsrechte in den größten Regionen (Abuja, Delta, Lagos und Rivers) als kritisch bzw. essentiell angesehen wurden, so dass die Frequenznutzungsrechte für diese zunächst versteigert wurden. Mit der Wahl einer angemessenen Reihenfolge der Versteigerung der regionalen Segmente wurde das Restaggregationsrisiko gering gehalten. In jeder Auktion wurden maximal die Frequenznutzungsrechte von 5 Regionen vergeben, sodass jeweils maximal 31 Kombinationen zur Auswahl standen, für die Geboten werden konnte. Diese wurden für die Teilnehmer gelistet, um Missverständnisse zu vermeiden. Die Gewinnerallokation wurde jeweils durch einen Softwarealgorithmus mittels eines Computers bestimmt. Am Ende der Auktion wurden sämtliche Gebote veröffentlicht und die Teilnehmer hatten einen Preis, der ihrem Gebot entsprach, zu entrichten. Mögliche asymmetrische Preise wurden somit hingenommen. Die Gebote für jede der jeweils ein-rundigen Auktionen wurden unmittelbar zu einer bestimmten Zeit bei der Behörde übergeben. Autorisierte Vertreter der Auktionsteilnehmer hatten die Möglichkeit, während der gesamten Zeit des Erhalts der Gebote, des Öffnens der Umschläge sowie bei der Bestimmung der Gewinnerallokation zugegen zu sein. Auf diese Weise war eine vollständige Transparenz gegeben, der Vorwurf einer Manipulation war somit nicht zu erwarten.

Wenngleich die gewählte Auktionsform für die Ausgangssituation in Nigeria eine hohe Legitimation haben mag, so ist dennoch zu erwähnen, dass in einem anderen Umfeld anderen Auktionsformaten der Vorzug gegeben worden wäre. Ein Bieter (Dredew) war beispielsweise nicht erfolgreich in der ersten Auktion für Delta Lagos, Rivers und Abuja. Da er ein Frequenznutzungsrecht in dieser Region als essentiell ansahen, nahm er im weiteren nicht teil, obwohl er für alle vier Auktionen teilnahmeberechtigt war. Es bleibt an dieser Stelle offen, ob aufgrund seiner Bewertung ein anderes Ergebnis effizienter

gewesen wäre. Wenngleich die Möglichkeit bestand, Verhandlungsmacht von gewissen Regionen auf andere zu übertragen („to link otherwise independent markets and leverage any advantage they have in one market into another.“<sup>40</sup>, wurde dies von den Teilnehmern de facto nicht genutzt. Ein derartiges Verhalten würde zulasten derjenigen gehen, die lediglich an einer Region interessiert sind. 24 von den 48 Lizenzen wurde Bietern zugeteilt, die lediglich an jeweils einer Region Interesse hatten.

#### 4.4.3.2.2 Verfahren betreffend Frequenzuteilungen im Frequenzbereich 450 MHz in Österreich<sup>41</sup>

Eine ein-rundige kombinatorische Auktion kam auch in Europa zur Versteigerung von Frequenznutzungsrechten zur Anwendung. (Wie bereits an andere Stelle erwähnt, vergab man auch in Frankreich die LTE-Frequenzen in einer ein-rundigen kombinatorischen Pay-as-you-bid Auktion.) Zur Vergabe von Frequenzblöcken im Bereich 450 MHz für Telefonnetze gemäß §3 Z18 TKG 2003 zur Erbringung eines öffentlichen Dienstes mittels Mobilfunks wählte die Telekom-Control-Kommission dieses Verfahren. Zur Vergabe standen 3 Frequenzpakete:

- Frequenzpaket 1: 451,3 - 452,9 MHz; 461,3 - 462,9 MHz;
- Frequenzpaket 2: 452,9 - 454,15 MHz; 462,9 - 464,15 MHz;
- Frequenzpaket 3: 454,15 - 455,74 MHz; 464,15 - 465,74 MHz.

Die seinerzeitigen GSM/UMTS-Betreiber in Österreich durften nur für einen Frequenzblock ersteigern.

Die Auktion erfolgte in Form einer kombinatorischen First-Price-Sealed-Bid Auktion. Die Gebote waren mit dem Antrag abzugeben. Die Einrundigkeit implizierte, dass eine Bankgarantie unmittelbar für die abgegebenen Gebote mitgeliefert wurde (maximal zu zahlender Betrag im Falle des entsprechend erfolgreichen Gebotes). Zur Gebotsabgabe wurde ein beigelegtes EXCEL-Sheet verwendet. Insgesamt gab es für GSM/UMTS-Betreiber 3 mögliche Gebote, da diese nur für maximal ein Paket bieten durften. Andere Auktionsteilnehmer konnten bis zu 6 Gebote abgeben.

---

<sup>40</sup> Vgl. DotEcon (2003), S. 28.

<sup>41</sup> Vgl. Telekom-Control-Kommission (2005): Ausschreibungsunterlagen im Verfahren betreffend Frequenzuteilungen im Frequenzbereich 450 MHz, Wien, am 20.12.2005.

Tabelle 3: Mögliche Gebote im Rahmen der 450 MHz-Auktion in Österreich

Mögliche Gebotsvariante	Mindestgebot in €	Gebot
Paket 1	125.000	
Paket 2	100.000	
Paket 3	125.000	
Paket 1 und Paket 2	225.000	*)
Paket 1 und Paket 3	250.000	*)
Paket 2 und Paket 3	225.000	*)
Paket 1 und Paket 2 und Paket 3	350.000	*)

Quelle: TCK (2005), \*) keine Option für etablierte GSM/UMTS Mobilfunknetzbetreiber in Österreich

Die erlösmaximierende Zuteilung erfolgte in Österreich nach den folgenden Regeln:

In einem ersten Schritt wurden alle (potenziell) möglichen zulässigen Zuteilungen ermittelt. Eine zulässige Zuteilung ist eine Teilmenge der abgegebenen Gebote, die folgende drei Bedingungen erfüllt:

- Die zulässige Zuteilung enthält nur valide Gebote. Ein Gebot ist valide, wenn es zumindest so hoch ist wie das Mindestgebot für die entsprechende Kombination von Frequenzpaketen und wenn es im vollen Umfang durch ein Bankgarantie besichert ist.
- Jede zulässige Zuteilung enthält maximal ein Gebot eines Bieters.
- Ein Frequenzpaket wird maximal an einen Bieter zugeteilt. D.h. eine zulässige Zuteilung enthält für jedes Frequenzpaket nur ein Gebot.

Im zweiten Schritt wurde aus allen (potenziell) möglichen zulässigen Zuteilungen jene zulässige Zuteilung ermittelt, für die die Summe der Gebote den höchsten Betrag ergibt (=erlösmaximale Zuteilung). Sollten mehrere zulässige Zuteilungen den gleichen höchsten Betrag ergeben, wurde die erlösmaximale zulässige Zuteilung durch Losentscheid ermittelt.

Den Zuschlag erhielten die Gebote (und Bieter) der erlösmaximalen zulässigen Zuteilung. Der Zuschlag erfolgte zum Gebotsbetrag.

#### 4.4.3.3 Bewertung von ein-rundigen kombinatorischen Geboten

Ein-rundige sealed-bid Auktionen können dann von Vorteil sein, wenn ein hohes Kollisionsrisiko besteht und ein geringer Bietwettbewerb zu erwarten ist. Zudem haben diese den Vorteil, dass die damit verbundenen administrativen Kosten vergleichsweise

gering sind. Newcomern wird mit diesem Verfahren eine Chance eingeräumt. Letzteres gilt, sofern kein komplexer Gewinnerermittlungsalgorithmus programmiert werden muss und es auch eines Softwareprogramms zur Opportunitätskostenbestimmung nicht bedarf.

Ein-rundige Auktionen haben jedoch erhebliche Nachteile:

- Auktionsteilnehmer erhalten keine Preisinformationen hinsichtlich der allgemeinen Wertigkeit der Frequenzblöcke, auf die sie im Folgenden reagieren könnten.
- Auktionsteilnehmer müssen die Wertigkeit für alle Frequenzblöcke im Vorfeld abschätzen. Hierbei können erhebliche Fehleinschätzungen auftreten, insbesondere im Fall, wenn es um die Wertverbundenheit einer Vielzahl von Frequenzpaketen geht, die in kombinatorischen Geboten Ausdruck finden sollen. Insbesondere mit Blick auf mögliche Kombinationen, die von Seiten der Bieter weitgehend realistisch bewertet werden können, gibt es mit Sicherheit Beschränkungen.
- Derartige Fehleinschätzungen können erhebliche Ineffizienzen bei der Frequenzzuteilung bedingen.
- Zudem ist die Implikation auf die Marktstruktur für alle Teilnehmer nur im Rahmen der vorgegebenen Frequenzkappen abschätzbar.
- Sofern derartige Auktionen als First-price-sealed-bid Auktion durchgeführt werden, können erhebliche Preisunterschiede resultieren. Zudem besteht in diesem Fall ein Anreiz für Bid-Shading, d.h. Bieter geben Gebote unterhalb ihrer Zahlungsbereitschaft ab. Dies kann erhebliche Ineffizienzen bei der Frequenzzuteilung bedingen.

## Literaturverzeichnis

- Ausubel, L. und Milgrom P. (2006): The Lovely But Lonely Vickrey Auction, in Cramton, P., Shoham, Y., and Steinberg, R. (2006) Combinatorial Auctions, MIT Press.
- Ausubel, L.M., Cramton, P. and Milgrom P. (2006): The Clock-Proxy Auction: A Practical Combinatorial Auction Design, in: Cramton, P., Shoham, Y., Steinberg, R. (2006): Combinatorial Auctions, MIT-Press.
- Bakom (2010), Auktionsregeln für die kombinierte Vergabe von Frequenzspektrum in den 900 MHz-, 900 MHz-, 1,8 GHz-, 2,1 GHz und 2,6 GHz-Bändern, Anhang II, Punkt 3.3.18 bis 3.3.21)
- Bichler, M., Shabalin, P., und Wolf, J. (2011): Efficiency, Auctioneer Revenue, and Bidding Behavior in the Combinatorial Clock Auction, Decision Sciences&Systems, TU München, Deutschland.
- Bulow, J., Levin, J., und Milgrom, P. (2009): Winning Play in Spectrum Auctions, NBER working paper, No. 14765, <http://www.nber.org/papers/w14765.pdf> Cramton, P. (2006): Simultaneous Ascending Auctions, S.112 in Cramton, P., Shoham, Z., Steinberg, R. (2006), Combinatorial Auctions, MIT Press, 2006. Cramton, P., Shoham, Z., Steinberg, R. (2006), Combinatorial Auctions, MIT Press, 2006.
- Cramton (2002): Spectrum auctions, Handbook of Telecommunication Economics, Volume 1, Edited by M.E. Cave et. Al.)
- Peter Cramton (2006): Simultaneous Ascending Auctions, S. 112 (in Cramton et al. (2006).
- Cramton, P., Shoham, Z., Steinberg, R. (2006), Combinatorial Auctions, MIT Press, 2006.
- Cramton, P., Shoham, Y und Steinberg, R. (2006): Introduction to Combinatorial Auctions in Cramton, P., Shoham, Z., Steinberg, R. (2006), Combinatorial Auctions, MIT Press, 2006.
- Day, R. W. und Milgrom, P. (2008): Core-selecting package auction, International Journal of Game Theory, 36: 3-4, 393-407.
- Day, R.W. and Raghavan, S. (2007): Fair Payments for Efficient Allocations in Public Sector Combinatorial Auctions, Management Science, 53:9, 1389-1406.
- Day, R.W. and Cramton, P. (2008): The Quadratic Core-Selecting Payment Rule for Combinatorial Auctions, University of Maryland, Working Paper.
- Day und Cramton (2008a), Core selecting package auctions, International Journal of Game Theory, 36:3-4, 393-407.
- Day, R.W. und Cramton, P. (2009): Quadratic Core-Selecting Payment Rules for Combinatorial Auctions; <http://www.cramton.umd.edu/papers2005-2009/day-cramton-core-payments-for-combinatorial-auctions.pdf>.
- DotEcon (2003): The first combinatorial spectrum auction: lessons from the Nigerian auction of fixed wireless licences, discussion paper May 2003, issue 03/01.1
- DotEcon (2009): Liberalisation of spectrum in the 900 MHz and 1800 MHz bands, Final Report to ComReg., ComReg Document Number: 09//99c, 21 December 2009.

- Erdil, A. und Klemperer, P. (2009): A new payment rule for core-selecting package auctions, <http://www.nuff.ox.ac.uk/users/klemperer/cspa-23-9-2009.pdf>, A revision of this paper appeared in Journal of European Economic Association, 2010, vol: 8, iss: 2-3, 537-47.
- European Commission (2009): Radio Spectrum Policy Report on Assignment and pricing methods, RSPG09-298, 22.October 2009, S. 9.
- FCC (2000): Eine Vielzahl an Diskussionsbeiträge von der Combinatorial Bidding Conference (May 5-7, 2000) der FCC sind im Internet unter [http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=conference\\_papers&y=2000](http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=conference_papers&y=2000) verfügbar.
- FCC (Public Notice DA 00-1486, US Federal Communications Commission, July 2, 2000)
- kbspectrum (2011):. [http://kbspectrum.com/blog/?page\\_id=443](http://kbspectrum.com/blog/?page_id=443).
- Klemperer, P. (2002): What really matters in auction design, Journal of Economic Perspectives, 16(1).
- Klemperer, P. (2002): How (not) to run auctions: the European 3G Telecom auctions, European Economic Review, 46(4-5).
- Klemperer, P (2004): Auctions: Theory and Practice (The Toulouse Lectures in Economics), Princeton University Press).
- Marsden, R. (2009): Auction Design and Implementation: Why auction design and spectrum packaging matters, Prepared for the Spectrum Economics workshop at the Auditorium, SKMM Cyberjaya, 29 April 2009
- Marsden, R. Sexton, E. und Siong, A.: Fixed or flexible? A survey of 2.6 GHz spectrum awards, DotEcon-Discussion Paper June 2010, issue 10/01, London.
- McAfee, R.P., McMillan, J. (1987): Auctions and bidding, Journal of Economic Literature Vol. XXV, S. 699-738.
- Milgrom P. R. (2000). Putting Auction Theory to Work. The Simultaneous Ascending Auction, Journal of Political Economy, 200, vol. 108, no. 2.
- NERA Economic Consulting (2010): 800 MHz Auction, Final Report for PTS, 28. April 2010.
- Ofcom (2011): Consultation on assessment of future mobile competition and proposals for the award of 800 MHz and 2.6 GHz spectrum and related issues, Annexes 7-13, Consultation, 22 March 2011.
- Post&Telestyrelsen (2008): Open invitation to apply for licences for use of radio transmitters in the 2500 - 2690 MHz band, January 2008.
- Radio Spectrum Policy Group (2005): Wireless Access Policy for Electronic Communications Services (WAPECS) - A more flexible spectrum management approach, Final November 23, 2005 - RSPG05-102final.
- Rothkopf, M. (2007): Thirteen Reasons Why the Vickrey-Clarke-Groves Process is Not Practical, Operations Research, 2007: 55(2): 191-197.
- Telekom-Control-Kommission (2005): Ausschreibungsunterlagen im Verfahren betreffend Frequenzuteilungen im Frequenzbereich 450 MHz, Wien, am 20.12.2005.

Telekom-Control-Kommission (2010): Verfahrensordnung gemäß § 55 Abs. 9 TKG 202, Versteigerungsverfahren betreffend Frequenzzuteilungen im Frequenzbereich 2,6 GHz, F4/08.

Telekommunikationsgesetz vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1190), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 17. Februar 2010 (BGBl. I S. 78) geändert worden ist.

## **Anhang A: Biet-Beschränkung mit Blick auf die möglichen Gebote in der zusätzlichen Auktionsrunde**

Zur Verdeutlichung seien an dieser Stelle die Regeln angeführt, die die Telekom-Kontrol-Kommission bei der kombinatorischen Clock-Auktion zur Versteigerung der Frequenzen im Bereich 2,6 GHz festgesetzt hat (Vgl. TKC F 4/08 Punkt 4.9.). Diese erscheinen klar und vollständig formuliert.

Die folgenden Definitionen finden Anwendung bei der Bestimmung der Beschränkungen von Geboten in der verdeckten Bietphase:

„Nullgebot“: Ein Gebot von Null auf eine Kombination die keine Blöcke enthält.

„Ankerrunde“: Die Ankerrunde für eine Kombination K ist die Runde, in welcher der Bieter das letzte Mal eine ausreichende Bietberechtigung besaß, um auf die Kombination von abstrakten Frequenzblöcken K zu bieten.

„Ankerkombination“: Als Ankerkombination für eine Kombination K wird das kombinatorische Paketgebot bezeichnet, auf welches der Bieter in der Ankerrunde anstelle von Kombination K geboten hat, dies sei K'. K' kann ein Nullgebot sein.

„Ankergebot“: Als Ankergebot für eine Kombination K wird der höchste auf die Ankerkombination (das heißt auf K') eingegangene Gebotsbetrag bezeichnet. Das Ankergebot ist somit entweder das in der verdeckten Bietphase abgegebene Zusatzgebot auf die Ankerkombination, oder das höchste auf die Ankerkombination abgegebene Clockgebot für den Fall, das kein solches Zusatzgebot abgeben wurde.

„Letztes Clockgebot“: Das letzte in der Clock-Phase abgegebene Gebot, das kein Nullgebot war.

Verdeckte Zusatzgebote können abgegeben werden auf:

- Kombinationen von abstrakten Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clock-Phase geboten hat:
- Kombinationen von abstrakten Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clock-Phase, gegeben seine Bietberechtigung (für die erste Clock-Runde), den Spektrumkappen und den definierten Lot Ratings hätte bieten können.

Die Gebotsbeträge für verdeckte kombinatorische Paketgebote sind zudem mit den folgenden Bestimmungen und den Definitionen nach oben beschränkt.

Bieter, die in der letzten Runde der Clock-Phase aktiv waren, können den Gebotsbetrag ihres letzten Clock-Gebots beliebig erhöhen. Wurde das letzte Clock-Gebot in einer früheren Runde abgegeben, dann kann der Bieter ein verdecktes Zusatzgebot auf die gleiche Kombination von Frequenzblöcken abgeben, das nicht höher ist als der Wert dieser Kombination zu den Rundenpreisen in der auf die Runde, in der das letzte Clock-Gebot abgegeben wurde, folgenden Runde.

Die maximalen Gebotsbeträge, die auf beliebige andere Kombinationen von abstrakten Frequenzblöcken abgegeben werden können, sind relativ zu ihren jeweiligen Ankergebotsen beschränkt.

Der auf eine Kombination K abgegebene Gebotsbetrag darf nicht höher sein als das Ankergebot, zuzüglich des Wertunterschiedes zwischen der Kombination K und der Ankerkombination K' zu den Preisen der Ankerrunde.

Das heißt, dass Bieter, die bis zum Ende der Clockphase aktiv waren, die Maximalgebote für verdeckte Zusatzgebote (indirekt) erhöhen können, indem sie ein höheres Gebot auf die Kombination ihres letzten Clockgebotes abgeben. Dies ist für Bieter, die in der letzten Runde der Clockphase aktiv waren, in beliebiger Höhe möglich. Für Kombinationen, die weniger als, oder gleich viele Bietpunkte wie die Kombination des letzten Clockgebots aufweisen, gilt in diesem Falle jeweils die letzte Runde der Clockphase als Ankerrunde, und die Kombination des letzten Clockgebots als die Ankerkombination.

Bieter, die nicht bis zur letzten Clockrunde aktiv waren, können ihr letztes Clockgebot maximal auf den Wert aufstocken, den sie in der Runde hätten bieten müssen, in der sie erstmals ein Nullgebot abgegeben haben. Alle anderen verdeckten Zusatzgebote für Kombination, die mehr Biet-Punkte als das letzte Clockgebot aufweisen, sind relativ zu den für sie relevanten Ankerkombinationen beschränkt. Für Kombinationen, die weniger als, oder gleich viele Bietpunkte wie die Kombination des letzten Clockgebots aufweisen, gilt in diesem Falle jeweils die erste Runde, in der ein Nullgebot abgegeben wurde, als die Ankerrunde, und das Nullgebot als Ankerkombination.

Nachfolgend präsentieren wir ein Beispiel dafür, wie sich für einen Bieter in einem konkreten Fall die Bietbeschränkungen berechnen.

Zur Versteigerung stehen 14 gepaarte Frequenzblöcke à 2x5 MHz mit einem Lot Rating von 2 und 9 ungepaarte Frequenzblöcke à 5 MHz. Den gepaarten Frequenzpaketen wurde eine Bieteinheit (Lot Rating) von 2 und den ungepaarten Frequenzblöcken eine Bieteinheit (Lot Rating) von 1 zugewiesen. Nachfolgend sollen die Bietbeschränkungen für einen Bieter dargestellt werden, der das folgende Bietverhalten hatte. Das Beispiel wird ebenfalls in den Regeln der TCK präsentiert:

Es wird angenommen, dass Bieter A nur kombinatorische Paketgebote für abstrakte gepaarte Frequenzblöcke abgegeben hat. Er beginnt die Auktion mit einer Bietberechtigung von 12 Bietpunkten, und er bietet in der ersten Runde auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke. Die Mindestgebote für gepaarte Frequenzblöcke betragen 400.000 € und für ungepaarte Frequenzblöcke 200.000 €. Somit gibt er in der ersten Auktionsrunde ein Gebot von 2,4 Mio. € auf 6 gepaarte Frequenzblöcke ab.

Der Bieter bietet weiter auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke bis er in Runde 5 auf 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke zurückfällt. Der Preis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in dieser Runde ist 800.000 €. Das Paket von 5 abstrakten gepaarten Frequenzblöcke ist demnach seine Ankerkombination für alle Pakete mit mehr als

10 Bietpunkten (d.h. für Kombinationen mit 11 und 12 Bietpunkten). Die Ankerrunde für diese größeren Pakete ist Runde 5.

In den folgenden Runden bietet er weiter auf 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke, bis er in Runde 10 letztendlich auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke zurückfällt. Der Preis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in dieser Runde ist 1,2 Mio. €. Das Paket von 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken ist demnach seine Ankerkombination für alle Pakete, die mehr als 8 Bietpunkte, aber weniger als 11 Bietpunkte enthalten (Pakete mit 11 Bietpunkten oder mehr sind an das Ankergebot für 5 abstrakte Frequenzblöcke gekoppelt).

Er bietet dann weiter auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke bis die Auktion endet. In der letzten Runde der Clock-Phase bietet er auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke, wobei der Rundenpreis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock 2,4 Mio. € ist. Somit legt er in der letzten Runde ein kombinatorisches Paketgebot von 9,6 Mio € auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke. Das Paket von 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken ist demnach die relevante Ankerkombination für alle Paket mit 8 Bietpunkten oder weniger.

In der verdeckten Bietphase kann Bieter A ein unbeschränktes Gebot auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke abgeben, da dieses sein letztes, in der Clock-Phase abgegebenes kombinatorisches Paketgebot gewesen ist und er bis zum Ende der Clock-Phase aktiv war.

Es sei angenommen, dass der Bieter ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot von 16 Mio. € für 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke abgibt. Dies ist sein Ankergebot für die Ankerkombination, welche 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke umfasst; das Ankergebot beschränkt die maximalen Gebotsbeträge für alle Zusatzgebote mit weniger als 11 Bietpunkten.

Es sei zudem angenommen, dass Bieter A die folgenden verdeckten kombinatorischen Paketgebot abgeben möchte.

**Ein Gebot für 3 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke:** Diese Paket enthält 6 Bietpunkte, und das entsprechende Maximalgebot ist demnach an das Ankergebot für 4 gepaarte Blöcke und die Wertdifferenz in der Ankerrunde (die letzte Clock-Runde) gebunden. Im Detail errechnet sich das Maximalgebot für diese Paket dadurch, dass vom relevante Ankergebot (16 Mio €) der Preis eines gepaarten Blocks in der letzten Runde der Clock-Phase (2,4 Mio €) abgezogen wird (die Wertdifferenz ist zwischen 3 und 4 gepaarten Blöcken ist -2,4 Mio. Euro). Das heißt, das Maximalgebot für ein Paket mit 3 gepaarten Blöcken ist 13,6 Mio €.

**Ein Gebot für 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke.** Dieses Paket enthält 10 Bietpunkte, und der Bieter hatte zuletzt in Runde 10 das Recht, auf ein solches Paket zu bieten; die Runde 10 ist damit die Ankerrunde für das Zusatzgebot für 5 abstrakte Frequenzblöcke. Da er aber auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke in dieser Runde geboten hat, fiel seine Bietberechtigung für Runde 11 auf 8. Das relevante Ankergebot für

5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke ist damit ebenfalls das höchste Gebot auf 4 gepaarte Frequenzblöcke, das heißt das vom Bieter abgegebene Zusatzgebot von 16 Mio. €. Bei einem Preis von 1,2 Mio € für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in der Ankerrunde 10 ergibt sich damit der maximale Gebotsbetrag aus der Summe des Ankergebots (16 Mio €) plus der Wertdifferenz zwischen einem Paket von 5 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken und einem Paket von 4 abstrakten Frequenzblöcken zu den Rundenpreisen in der relevanten Ankerrunde 10 (1,2 Mio €), das heißt 17,2 Mio €. Es sei angenommen, dass der Bieter ein verdecktes Gebot für diese Kombination von 17 Mio € abgibt. Das bedeutet, dass das Ankergebot für die Ankerkombination von 5 gepaarten Blöcken, auf dessen Basis die maximalen Gebotsbeträge für alle größeren Pakete bestimmt werden, nicht dem letzten Clock-Gebot für diese Kombination (5 Blöcke zum Blockpreis in Runde 9), sondern dem verdeckten Zusatzgebot von 17 Mio € entspricht.<sup>42</sup>

**Ein Gebot auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke:** Dieses Paket enthält 12 Bietpunkte, und der Bieter hatte zuletzt in Runde 5 das Recht, auf ein solches Paket zu bieten. Die Ankerrunde ist demnach Runde 5. In dieser Runde gab der Bieter allerdings ein Gebot für 5 gepaarte Blöcke ab, und dies ist die relevante Ankerkombination für Paket mit mehr als 10 Bietpunkten. Aus dem relevanten Ankergebot für diese Kombination (in diesem Falle dem verdeckten Zusatzgebot für 5 gepaarte Blöcke zu 17 Mio €) und dem Rundenpreis von 800.000 € für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in der relevanten Ankerrunde 5 ergibt sich somit ein Maximalgebot von 17,8 Mio € für ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke.

**Ein Gebot auf 9 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke:** Diese Paket ist 8 Bietpunkte wert (9 minus 1), und der Bieter hatte bis zur letzten Runde der Clock-Phase das Recht auf ein solches Paket zu bieten. Die letzte Clock-Runde ist damit die relevante Ankerrunde. Die relevante Ankerkombination ist eine Kombination von 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken, und das relevante Ankergebot ist das vom Bieter für diese Kombination abgegebene Zusatzgebot von 16 Mio €. Das Maximalgebot auf dieses Paket ergibt sich aus dem Ankergebot (16 Mio €) und der Wertdifferenz zwischen der Kombination und der Ankerkombination zu den Preisen in der relevanten Ankerrunde (= letzte Clockrunde). Diese Wertdifferenz ergibt sich, indem man den Wert der Ankerkombination ( $4 \times 2,4 \text{ Mio €} = 9,6 \text{ Mio €}$ ) vom Wert der vom Bieter gewünschten Kombination ( $9 \times 1 \text{ Mio €}$ ) subtrahiert. Das Maximalgebot ist demnach 16 Mio € minus 0,6 Mio €, das heißt gleich 15,4 Mio €.

In der nachfolgenden Tabelle A-2 sind die Maximalgebote für alle möglichen verdeckten kombinatorischen Paketgebote für A aufgelistet. Bei der Berechnung ist angenommen, dass der Bieter ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot für 5 abstrakte gepaarte Frequenzen in Höhe von 17 Mio € und zudem ein verdecktes kombinatorisches Paket-

---

<sup>42</sup> Hätte der Bieter sich dafür entschieden, kein verdecktes Zusatzgebot auf die Kombination von 5 gepaarten Blöcken abzugeben, dann wären in der Folge alle Zusatzgebote auf größere Pakete relativ zu dem letzten Clockgebot auf die Kombination von 5 gepaarten Blöcken beschränkt. Dieses wurde in Runde 9 zu einem Blockpreis von weniger als 1,2 Mio € abgegeben, d.h. das Ankergebot für Pakete mit mehr als 10 Bietpunkten wäre demnach nicht 14 sondern kleiner als 6 Mio. €.

gebot von 17,5 Mio € auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke abgibt. Die relevanten Rundenpreise für abstrakte Frequenzblöcke sind in der Tabelle A1 dargestellt.

Tabelle A - 1: Relevante Rundenpreise

Runde	Preis für eine abstrakten gepaarten Frequenzblock	Preis für eine abstrakten ungepaarten Frequenzblock
5	800.000 €	200.000 €
10	1,2 Mio. €	500.000 €
Letzte Runde der Clockphase	2,4 Mio. €	1 Mio €

Tabelle A - 2: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase – Beispiel 2

Paket		Bietpunkte	Maximalgebot
Blöcke in Kategorie A	Blöcke in Kategorie B		
0	3	2	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 3 \times 1 \text{ Mio €} = 9,4 \text{ Mio €}$
0	4	3	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 4 \times 1 \text{ Mio €} = 10,4 \text{ Mio €}$
0	5	4	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 5 \times 1 \text{ Mio €} = 11,4 \text{ Mio €}$
0	6	5	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 6 \times 1 \text{ Mio €} = 12,4 \text{ Mio €}$
0	7	6	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 7 \times 1 \text{ Mio €} = 13,4 \text{ Mio €}$
0	8	7	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 8 \times 1 \text{ Mio €} = 14,4 \text{ Mio €}$
0	9	8	$16 \text{ Mio €} - 4 \times 2,4 \text{ Mio €} + 9 \times 1 \text{ Mio €} = 15,4 \text{ Mio €}$
1	0	2	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} = 8,8 \text{ Mio €}$
1	3	4	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} + 3 \times 1 \text{ Mio €} = 11,8 \text{ Mio €}$
1	4	5	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} + 4 \times 1 \text{ Mio €} = 12,8 \text{ Mio €}$
1	5	6	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} + 5 \times 1 \text{ Mio €} = 13,8 \text{ Mio €}$
1	6	7	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} + 6 \times 1 \text{ Mio €} = 14,8 \text{ Mio €}$
1	7	8	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 2,4 \text{ Mio €} + 7 \times 1 \text{ Mio €} = 15,8 \text{ Mio €}$
1	8	9	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 1,2 \text{ Mio €} + 8 \times 0,5 \text{ Mio €} = 16,4 \text{ Mio €}$
1	9	10	$16 \text{ Mio €} - 3 \times 1,2 \text{ Mio €} + 9 \times 0,5 \text{ Mio €} = 16,9 \text{ Mio €}$

Paket		Bietpunkte	Maximalgebot
Blöcke in Kategorie A	Blöcke in Kategorie B		
2	0	4	16 Mio € - 2 x 2,4 Mio € = 11,2 Mio €
2	3	6	16 Mio € - 2 x 2,4 Mio € + 3 x 1 Mio € = 14,2 Mio €
2	4	7	16 Mio € - 2 x 2,4 Mio € + 4 x 1 Mio € = 15,2 Mio €
2	5	8	16 Mio € - 2 x 2,4 Mio € + 5 x 1 Mio € = 16,2 Mio €
2	6	9	16 Mio € - 2 x 1,2 Mio € + 6 x 0,5 Mio € = 16,6 Mio €
2	7	10	16 Mio € - 2 x 1,2 Mio € + 7 x 0,5 Mio € = 17,1 Mio €
2	8	11	17 Mio € - 3 x 0,8 Mio € + 8 x 0,2 Mio € = 16,2 Mio €
2	9	12	17 Mio € - 3 x 0,8 Mio € + 9 x 0,2 Mio € = 16,4 Mio €
3	0	6	16 Mio € - 2,4 Mio € = 13,6 Mio €
3	3	8	16 Mio € - 2,4 Mio € + 3 x 1 Mio € = 16,6 Mio €
3	4	9	16 Mio € - 1,2 Mio € + 4 x 0,5 Mio € = 16,8 Mio €
3	5	10	16 Mio € - 1,2 Mio € + 5 x 0,5 Mio € = 17,3 Mio €
3	6	11	17 Mio € - 2 x 0,8 Mio € + 6 x 0,2 Mio € = 16,6 Mio €
3	7	12	17 Mio € - 2 x 0,8 Mio € + 7 x 0,2 Mio € = 16,8 Mio €
4	0	8	unbegrenzt, von Bieter A gelegtes Gebot: 16 Mio €
4	3	10	16 Mio € + 3 x 0,5 Mio € = 17,5 Mio €
4	4	11	17 Mio € - 0,8 Mio € + 4 x 0,2 Mio € = 17 Mio €
4	5	12	17 Mio € - 0,8 Mio € + 5 x 0,2 Mio € = 17,2 Mio €
5	0	10	16 Mio € + 1,2 Mio € = 17,2 Mio €, von Bieter A gelegtes Gebot: 17 Mio €
5	3	12	17 Mio € + 3 x 0,2 Mio € = 17,6 Mio €
6	0	12	17 Mio € + 0,8 Mio € = 17,8 Mio €

## Anhang B: Bestimmung der Kernallokation<sup>43</sup>

$p \in \mathbb{R}_+^n$  ist ein nicht negativer Zahlungsvektor, der Zahlungen für jeden Bieter enthält.  $\pi_j = b_j(S_j) - p_j$  stellt den individuellen Surplus oder Profit eines Bieters  $j$  dar, wenn dieser als Ergebnis der Auktion die Frequenzpakete, welche in  $S_j$  enthalten sind, zugeteilt erhält und den Preis  $p_j$  zahlen muss. Bei dieser Darstellung wird angenommen, dass die Bieter quasi-lineare Nutzenfunktionen haben, d.h. ihr Nutzen ist linear abhängig von monetären Zahlungsströmen. Außerdem wird unterstellt, dass der Surplus nur von den beobachtbaren Wertschätzungen, mit anderen Worten, denjenigen, die in den Geboten Ausdruck finden, gemessen wird. Die Einnahmen des Auktionators, bzw. die Staatseinnahmen entsprechen in diesem Fall  $\pi_0 = \sum_{j \in N} p_j$ , wobei  $N$  die Anzahl der Auktionsteilnehmer ist.

Ein Auktionsergebnis ist eine durchführbare Frequenzallokation, welche als Ergebnis WD (Gewinnerallokation) resultiert. Eine derartige Frequenzallokation beinhaltet für jeden Bieter die Frequenzzuteilungen  $\{S_j\}$ , und gleichzeitig müssen die erfolgreichen Bieter dafür Zahlungen leisten, die mit dem Zahlungsvektor  $p$  insgesamt erfasst werden. Ein Auktionsergebnis bezeichnet man als „blockierbar“ durch eine Koalition  $C \subseteq N$ , wenn es eine alternative Frequenzzuteilung  $\{\bar{S}_j\}$  und einen Zahlungsvektor  $\bar{p}$  gibt, sodass  $\bar{\pi}_j = b_j(\bar{S}_j) - \bar{p}_j \geq \pi_j$  für alle  $j \in C$ , und für die gilt, dass  $\bar{\pi}_0 = \sum_{j \in C} \bar{p}_j > \pi_0$ . Ein Auktionsergebnis, das nicht blockiert werden kann, ist Element des Kernes gegeben die Gebote  $b$ . Allgemein kann der Kern von Spielen leer sein. Im Fall kombinatorischer Auktionen, ist jedoch der Zahlungsvektor, der den Geboten der Gewinnerzuteilungen entspricht, Element des Kernes.

<sup>43</sup> Vgl. hierzu Day, R. und Milgrom, P. (2008): Core-selecting package auctions, International Journal of Game Theory, 36:3-4, 393-407,

Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 284: Mark Oelmann, Sonja Schölermann:  
Die Anwendbarkeit von Vergleichsmarktanalysen bei Regulierungsentscheidungen im Postsektor, Dezember 2006
- Nr. 285: Iris Böschen:  
VoIP im Privatkundenmarkt – Marktstrukturen und Geschäftsmodelle, Dezember 2006
- Nr. 286: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:  
Stand und Perspektiven der Telekommunikationsnutzung in den Breitbandkabelnetzen, Januar 2007
- Nr. 287: Konrad Zoz:  
Modellgestützte Evaluierung von Geschäftsmodellen alternativer Teilnehmernetzbetreiber in Deutschland, Januar 2007
- Nr. 288: Wolfgang Kiesewetter:  
Marktanalyse und Abhilfemaßnahmen nach dem EU-Regulierungsrahmen im Ländervergleich, Februar 2007
- Nr. 289: Dieter Elixmann, Ralf G. Schäfer, Andrej Schöbel:  
Internationaler Vergleich der Sektorperformance in der Telekommunikation und ihrer Bestimmungsgründe, Februar 2007
- Nr. 290: Ulrich Stumpf:  
Regulatory Approach to Fixed-Mobile Substitution, Bundling and Integration, März 2007
- Nr. 291: Mark Oelmann:  
Regulatorische Marktzutrittsbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Wettbewerb: Erfahrungen aus ausgewählten Briefmärkten Europas, März 2007
- Nr. 292: Patrick Anell, Dieter Elixmann:  
"Triple Play"-Angebote von Festnetzbetreibern: Implikationen für Unternehmensstrategien, Wettbewerb(s)politik und Regulierung, März 2007
- Nr. 293: Daniel Schäffner:  
Bestimmung des Ausgangsniveaus der Kosten und des kalkulatorischen Eigenkapitalzinssatzes für eine Anreizregulierung des Energiesektors, April 2007
- Nr. 294: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:  
Ex-ante-Preisregulierung nach vollständiger Marktöffnung der Briefmärkte, April 2007
- Nr. 295: Alex Kalevi Dieke, Martin Zauner:  
Arbeitsbedingungen im Briefmarkt, Mai 2007
- Nr. 296: Antonia Niederprüm:  
Geschäftsstrategien von Postunternehmen in Europa, Juli 2007
- Nr. 297: Nicole Angenendt, Gernot Müller, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Stromerzeugung und Stromvertrieb – eine wettbewerbsökonomische Analyse, August 2007
- Nr. 298: Christian Growitsch, Matthias Wissner:  
Die Liberalisierung des Zähl- und Messwesens, September 2007
- Nr. 299: Stephan Jay:  
Bedeutung von Bitstrom in europäischen Breitbandvorleistungsmärkten, September 2007
- Nr. 300: Christian Growitsch, Gernot Müller, Margarethe Rammerstorfer, Prof. Dr. Christoph Weber (Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Universität Duisburg-Essen):  
Determinanten der Preisentwicklung auf dem deutschen Minutenreservemarkt, Oktober 2007
- Nr. 301: Gernot Müller:  
Zur kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten – Eine ökonomische Analyse von Kostenkonzepten und Kostentreibern, Dezember 2007

- Nr. 302: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Nachfrage nach Internetdiensten – Dienstearnten, Verkehrseigenschaften und Quality of Service, Dezember 2007
- Nr. 303: Christian Growitsch, Margarethe Rammerstorfer:  
Zur wettbewerblichen Wirkung des Zweivertragsmodells im deutschen Gasmarkt, Februar 2008
- Nr. 304: Patrick Anell, Konrad Zoz:  
Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes, Februar 2008
- Nr. 305: Marcus Stronzik, Margarethe Rammerstorfer, Anne Neumann:  
Wettbewerb im Markt für Erdgasspeicher, März 2008
- Nr. 306: Martin Zauner:  
Wettbewerbspolitische Beurteilung von Rabattsystemen im Postmarkt, März 2008
- Nr. 307: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:  
Geschäftsmodelle und aktuelle Entwicklungen im Markt für Broadband Wireless Access-Dienste, März 2008
- Nr. 308: Christian Growitsch, Gernot Müller, Marcus Stronzik:  
Ownership Unbundling in der Gaswirtschaft – Theoretische Grundlagen und empirische Evidenz, Mai 2008
- Nr. 309: Matthias Wissner:  
Messung und Bewertung von Versorgungsqualität, Mai 2008
- Nr. 310: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Netzzugang im NGN-Core, August 2008
- Nr. 311: Martin Zauner, Alex Kalevi Dieke, Torsten Marnier, Antonia Niederprüm:  
Ausschreibung von Post-Universal-diensten. Ausschreibungsgegenstände, Ausschreibungsverfahren und begleitender Regulierungsbedarf, September 2008
- Nr. 312: Patrick Anell, Dieter Elixmann:  
Die Zukunft der Festnetzbetreiber, Dezember 2008
- Nr. 313: Patrick Anell, Dieter Elixmann, Ralf Schäfer:  
Marktstruktur und Wettbewerb im deutschen Festnetz-Markt: Stand und Entwicklungstendenzen, Dezember 2008
- Nr. 314: Kenneth R. Carter, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Network Neutrality: Implications for Europe, Dezember 2008
- Nr. 315: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Strategien zur Realisierung von Quality of Service in IP-Netzen, Dezember 2008
- Nr. 316: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Iris Bösch, Gabriele Kulenkampff:  
Relevant cost elements of VoIP networks, Dezember 2008
- Nr. 317: Nicole Angenendt, Christian Growitsch, Rabindra Nepal, Christine Müller:  
Effizienz und Stabilität des Stromgroßhandelsmarktes in Deutschland – Analyse und wirtschaftspolitische Implikationen, Dezember 2008
- Nr. 318: Gernot Müller:  
Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt, Januar 2009
- Nr. 319: Sonja Schölermann:  
Kundenschutz und Betreiberauflagen im liberalisierten Briefmarkt, März 2009
- Nr. 320: Matthias Wissner:  
IKT, Wachstum und Produktivität in der Energiewirtschaft - Auf dem Weg zum Smart Grid, Mai 2009
- Nr. 321: Matthias Wissner:  
Smart Metering, Juli 2009
- Nr. 322: Christian Wernick unter Mitarbeit von Dieter Elixmann:  
Unternehmensperformance führender TK-Anbieter in Europa, August 2009

- Nr. 323: Werner Neu, Gabriele Kulenkampff:  
Long-Run Incremental Cost und Preissetzung im TK-Bereich - unter besonderer Berücksichtigung des technischen Wandels, August 2009
- Nr. 324: Gabriele Kulenkampff:  
IP-Interconnection – Vorleistungsdefinition im Spannungsfeld zwischen PSTN, Internet und NGN, November 2009
- Nr. 325: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Stephan Jay:  
LRIC cost approaches for differentiated QoS in broadband networks, November 2009
- Nr. 326: Kenneth R. Carter  
with contributions of Christian Wernick, Ralf Schäfer, J. Scott Marcus:  
Next Generation Spectrum Regulation for Europe: Price-Guided Radio Policy, November 2009
- Nr. 327: Gernot Müller:  
Ableitung eines Inputpreisindex für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, November 2009
- Nr. 328: Anne Stetter, Sonia Strube Martins:  
Der Markt für IPTV: Dienstverfügbarkeit, Marktstruktur, Zugangsfragen, Dezember 2009
- Nr. 329: J. Scott Marcus, Lorenz Nett, Ulrich Stumpf, Christian Wernick:  
Wettbewerbliche Implikationen der On-net/Off-net Preisdifferenzierung, Dezember 2009
- Nr. 330: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Stephan Jay:  
"Breitband/Bandbreite für alle": Kosten und Finanzierung einer nationalen Infrastruktur, Dezember 2009
- Nr. 331: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm, Martin Zauner:  
Preisstrategien von Incumbents und Wettbewerbern im Briefmarkt, Dezember 2009
- Nr. 332: Stephan Jay, Dragan Ilic, Thomas Plückebaum:  
Optionen des Netzzugangs bei Next Generation Access, Dezember 2009
- Nr. 333: Christian Growitsch, Marcus Stronzik, Rabindra Nepal:  
Integration des deutschen Gasgroßhandelsmarktes, Februar 2010
- Nr. 334: Ulrich Stumpf:  
Die Abgrenzung subnationaler Märkte als regulatorischer Ansatz, März 2010
- Nr. 335: Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Dragan Ilic:  
Der Einfluss von Next Generation Access auf die Kosten der Sprachterminierung, März 2010
- Nr. 336: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:  
Netzzugang und Zustellwettbewerb im Briefmarkt, März 2010
- Nr. 337: Christian Growitsch, Felix Höffler, Matthias Wissner:  
Marktmachtanalyse für den deutschen Regelenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von Volker Köllmann:  
Regulierung von Auskunfts- und Mehrwertdiensten im internationalen Vergleich, April 2010
- Nr. 339: Christian Growitsch, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Anreizregulierung und Netzinvestitionen, April 2010
- Nr. 340: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Rolf Schwab:  
Das VNB-Geschäftsmodell in einer sich wandelnden Marktumgebung: Herausforderungen und Chancen, April 2010
- Nr. 341: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Schölermann:  
Die Entwicklung von Hybridpost: Marktentwicklungen, Geschäftsmodelle und regulatorische Fragestellungen, August 2010
- Nr. 342: Karl-Heinz Neumann:  
Structural models for NBN deployment, September 2010
- Nr. 343: Christine Müller:  
Versorgungsqualität in der leitungsgebundenen Gasversorgung, September 2010

- Nr. 344: Roman Inderst, Jürgen Kühling, Karl-Heinz Neumann, Martin Peitz:  
Investitionen, Wettbewerb und Netzzugang bei NGA, September 2010
- Nr. 345: Christian Growitsch, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Auswirkungen niedrigerer Mobilterminierungsentgelte auf Endkundenpreise und Nachfrage, September 2010
- Nr. 346: Antonia Niederprüm, Veronika Söntgerath, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Post-Filialnetze im Branchenvergleich, September 2010
- Nr. 347: Peter Stamm:  
Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche, September 2010
- Nr. 348: Gernot Müller:  
Abgrenzung von Eisenbahnverkehrsmärkten – Ökonomische Grundlagen und Umsetzung in die Regulierungspraxis, November 2010
- Nr. 349: Christine Müller, Christian Growitsch, Matthias Wissner:  
Regulierung und Investitionsanreize in der ökonomischen Theorie, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Dezember 2010
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 351: Peter Stamm, Anne Stetter unter Mitarbeit von Mario Erwig:  
Bedeutung und Beitrag alternativer Funklösungen für die Versorgung ländlicher Regionen mit Breitbandanschlüssen, Februar 2011
- Nr. 352: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann:  
Nationale Breitbandstrategien und Implikationen für Wettbewerbspolitik und Regulierung, März 2011
- Nr. 353: Christine Müller:  
New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences, IRIN working paper for working package: Advancing incentive regulation with respect to smart grids, April 2011
- Nr. 354: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Elektronische Zustellung: Produkte, Geschäftsmodelle und Rückwirkungen auf den Briefmarkt, Juni 2011
- Nr. 355: Christin Gries, J. Scott Marcus:  
Die Bedeutung von Bitstrom auf dem deutschen TK-Markt, Juni 2011
- Nr. 356: Kenneth R. Carter, Dieter Elixmann, J. Scott Marcus:  
Unternehmensstrategische und regulatorische Aspekte von Kooperationen beim NGA-Breitbandausbau, Juni 2011
- Nr. 357: Marcus Stronzik:  
Zusammenhang zwischen Anreizregulierung und Eigenkapitalverzinsung, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Juli 2011
- Nr. 358: Anna Maria Doose, Alessandro Monti, Ralf G. Schäfer:  
Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, September 2011
- Nr. 359: Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Konrad Zoz:  
Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, Oktober 2011
- Nr. 360: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen, November 2011



**ISSN 1865-8997**