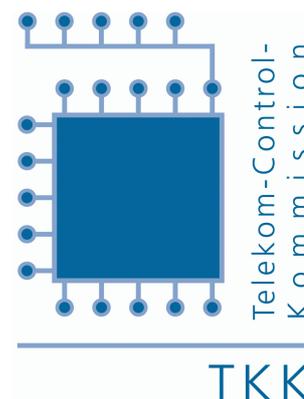


**Telekom-Control-Kommission**  
**Mariahilfer Straße 77-79**  
**1060 Wien**

**F 13/12**



**Wien, im März 2013**

**Verfahrensordnung gemäß § 55 Abs 9 TKG 2003**  
**Versteigerungsverfahren betreffend Frequenzuteilungen**  
**im Frequenzbereich 450MHz**  
**(rechtlich unverbindliche WEB-Version)**

# 1. Allgemeines

Zur Versteigerung gelangen 21 gepaarte Frequenzblöcke im 450MHz Band. Die Versteigerung erfolgt in Form einer kombinatorischen Clockauktion. Dieses Verfahren besteht aus zwei Phasen (getrennten eigenständigen Auktionen), nämlich einer Vergabephase, in der bestimmt wird, wie viele Frequenzblöcke die erfolgreichen Bieter jeweils erhalten, und einer Zuordnungsphase, in den Gewinnern der Vergabephase dann konkrete Frequenzblöcke zugewiesen werden.

Die erste Phase (Vergabephase) besteht aus einer Reihe von offenen Bietrunden (Clock-phase), in denen Bieter jeweils ein kombinatorisches Paketgebot auf Frequenzblöcke abgeben können. Dabei geben die Bieter die gewünschte Anzahl an (abstrakten) Frequenzblöcken bekannt, die sie zu den jeweiligen Rundenpreisen erwerben möchten. Nach Abschluss der Clockphase können die Bieter im Rahmen einer verdeckten Bietrunde zusätzliche kombinatorische Paketgebote auf (andere) Kombinationen von Frequenzblöcken abgeben. Die gesamtbetragsmaximierende Kombination aus erfolgreichen Geboten wird dann algorithmisch aus allen während der Vergabephase abgegebenen Geboten ermittelt, wobei höchstens ein Gebot jedes Bieters (aus allen während der Clockphase und der verdeckten Bietrunde abgegebenen Geboten) gewinnen kann.

Gewinner sind diejenigen Bieter, deren Gebot in der erfolgreichen gesamtbetragsmaximierenden Kombination von Geboten enthalten ist. Die Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltene Anzahl von Frequenzblöcken zu sogenannten Basispreisen. Basispreise werden auf Basis einer modifizierten *Second-Price-Regel* bestimmt und sind die niedrigsten Preise, die die erfolgreichen Bieter (gemeinsam) hätten bieten müssen, um mit ihren jeweiligen Geboten erfolgreich zu sein (minimale Core-Preise). Zudem ist der Basispreis eines jeden erfolgreichen Gebotes mindestens so hoch, wie die Summe der Mindestgebote für die jeweiligen Frequenzblöcke.

Die zweite Phase (Zuordnungsphase) besteht aus einer verdeckten Bietrunde, in der Bieter kombinatorische Paketgebote auf verschiedene Kombinationen von nebeneinander liegenden konkreten Frequenzblöcken abgeben, die mit der Anzahl der von den erfolgreichen Bietern in der Vergabephase gewonnenen Frequenzblöcken vereinbar sind. Die Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltenen konkreten Frequenzblöcke zu sogenannten Zusatzpreisen. Die Zusatzpreise werden ebenfalls auf Basis der modifizierten *Second-Price-Regel* ermittelt.

Der Gesamtpreis, den die erfolgreichen Bieter zu entrichten haben, ergibt sich aus der Summe der jeweiligen Preise beider Auktionsphasen.

Zur Vergabephase des Versteigerungsverfahrens sind jene Antragsteller zugelassen, die nicht gemäß § 55 Abs 8 TKG 2003 vom Frequenzzuteilungsverfahren ausgeschlossen wurden. Zur Zuordnungsphase des Versteigerungsverfahrens sind jene Antragsteller zugelassen, die in der Vergabephase erfolgreich waren und abstrakte Frequenzblöcke erworben haben für die es mehr als eine Zuordnungsoption gibt.

Auktionator ist die Telekom-Control-Kommission oder ein von ihr jeweils beauftragtes Mitglied. Die Telekom-Control-Kommission kann auch Mitarbeiter des Fachbereichs Telekommunikation der Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH mit der Durchführung der Auktion betrauen.

## 2. Kollusion und Abbruch des Verfahrens

### 2.1. Kollusion

Jedes Zusammenwirken der Antragsteller oder deren Gesellschafter, sei es unmittelbar oder mittelbar, um den Verlauf oder das Ergebnis der Auktion zu beeinflussen (kollusives Verhalten), ist untersagt. Wirken Antragsteller vor oder während des Versteigerungsverfahrens kollusiv zusammen, kann dies zum Ausschluss aus dem weiteren Verfahren führen (vgl. dazu Kapitel 1.3 der Ausschreibungsunterlage). Der Auktionator ist berechtigt, alle geeigneten Maßnahmen zu treffen, um kollusives Verhalten zu verhindern.

Ebenso können Drohungen gegen Mitbewerber sowie öffentliche Bekanntgabe der Teilnahme an der Auktion, von Geboten oder Bietstrategien, und zwar auch bereits im Vorfeld des Versteigerungsverfahrens, zum Ausschluss aus dem Verfahren führen.

In diesem Zusammenhang wird auch auf die Bestimmungen des allgemeinen Wettbewerbsrechtes sowie auf § 168b StGB verwiesen.

### 2.2. Abbruch des Verfahrens

Die Telekom-Control-Kommission ist berechtigt, das Versteigerungsverfahren abubrechen, wenn sie kollusives Verhalten von Antragstellern feststellt und ein effizientes, faires und nicht diskriminierendes Verfahren nicht durchgeführt werden kann (§ 55 Abs 12 Z 1 TKG 2003) oder wenn andere wichtige Gründe vorliegen, die eine ordnungsgemäße Durchführung des Versteigerungsverfahrens gefährden. In diesem Fall wird die Telekom-Control-Kommission entscheiden, ob das Verfahren gemäß Punkt 1.4 der Ausschreibungsunterlage einzustellen ist, oder ob ein neuer Versteigerungstermin festzusetzen ist.

## 3. Auktionsgüter

### 3.1. Teilnahmeberechtigung

3.1.1. Zur Auktion sind jene Antragsteller zugelassen, die nicht gemäß § 55 Abs 8 TKG 2003 vom Frequenzzuteilungsverfahren ausgeschlossen wurden.

### 3.2. Auktionsgegenstände

3.2.1. Zur Versteigerung gelangen 21 Frequenzblöcke zu je 2 x 200 kHz. Die zwei Randblöcke R0 und R22 werden nicht versteigert (siehe Kapitel 2 der Ausschreibungsunterlage).

3.2.2. Die zur Verfügung stehenden Frequenzblöcke werden in eine Kategorie zusammengefasst. Den einzelnen Frequenzpaketen ist jeweils ein Bietpunkt zugeordnet (vgl. nachfolgende Tabelle).

**Tabelle 1: Beschreibung der zu versteigernden Frequenzblöcke**

Bezeichnung Block in der Auktion	Bietpunkte
1	1 Bietpunkt je Block
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	

3.2.3. Für die erste Runde des Versteigerungsverfahrens, werden die Rundenpreise gemäß Kapitel 3.2 der Ausschreibungsunterlage gleich dem Mindestgebot von 17.000,- für einen Frequenzblock gesetzt.

## 4. Vergabephase

### 4.1. Gebote und Gebotsabgabe

4.1.1. In der Vergabephase geben Bieter kombinatorische Paketgebote auf abstrakte, Frequenzblöcke ab. Ein solches Gebot ist demnach durch 2 Parameter definiert, nämlich den Gebotsbetrag und die Anzahl der Frequenzblöcke (wobei die jeweilige Anzahl auch Null sein kann). Ein Gebot ist ein verbindliches Angebot eines Bieters, maximal den damit verbundenen Preis für die Anzahl an Frequenzblöcken zu bezahlen.

- In der primären Bietphase (Clockphase) wird in jeder Runde jeweils ein kombinatorisches Paketgebot für eine Anzahl von Frequenzblöcken (die auch Null sein kann) zu einem Gebotsbetrag gelegt, der sich aus dem jeweiligen vom Auktionator bestimmten Rundenpreis berechnet.
- In der verdeckten Bietphase geben Bieter verdeckte kombinatorische Paketgebote auf eine Anzahl von Frequenzblöcken ab, wobei sie sowohl die Anzahl

der Blöcke als auch den Gebotsbetrag im Rahmen der durch die Aktivitätsregeln bestimmten Beschränkungen (siehe Regel 4.9) frei wählen können.

- 4.1.2. Der Auktionator kann die Vergabephase direkt mit der verdeckten Bietphase starten. In diesem Fall entfällt die Clockphase und die Beschränkungen aus Regel 4.9.6. werden im Sinne der Regel 4.9.8 vollständig ausgesetzt. Der Auktionator wird davon nur dann Gebrauch machen, wenn er davon überzeugt ist, dass dies im generellen Interesse einer effizienten Frequenzverteilung ist.
- 4.1.3. Die Gebote werden elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben (siehe Kapitel 6). Die telefonische Abgabe von Geboten ist nur in Ausnahmefällen, wenn z.B. technische Probleme auftreten möglich. Es obliegt dem Auktionator zu entscheiden, ob ein solcher Ausnahmefall vorliegt.
- 4.1.4. Der Gebotsbetrag während der Clockphase kann nicht selbst frei gewählt werden. Vielmehr nominiert der Bieter eine Anzahl von Frequenzblöcken (die auch Null sein kann) und der Gebotsbetrag errechnet sich aus den jeweiligen vom Auktionator vorgegebenen Rundenpreisen (Anzahl der Blöcke mal Rundenpreis ergibt den Gebotsbetrag).
- 4.1.5. Der Rundenpreis für einen Frequenzblock wird vom Auktionator vor jeder Runde festgelegt (vgl. Regel 4.7). Die Software errechnet den Gebotsbetrag automatisch bei der Abgabe des kombinatorischen Paketgebots während der Clockphase.
- 4.1.6. Der Gebotsbetrag während der verdeckten Bietphase ist im Rahmen der Beschränkungen durch die Aktivitätsregeln frei wählbar. Die Gebotsabgabe folgt der Regel 4.9.
- 4.1.7. Die Höhe eines Gebotes in der Vergabephase muss im Einklang mit den Regelungen zur Bankgarantie in der Ausschreibungsunterlage (siehe Punkt 4.3.5 der Ausschreibungsunterlage) stehen. Gebote die das durch eine Bankgarantie bestimmte Bietlimit übersteigen sind nicht valide.

## 4.2. Bietberechtigung

- 4.2.1. Die Bietberechtigung bestimmt die maximale Zahl an Frequenzblöcken, auf denen ein Bieter in einer Runde aktiv sein darf.
- 4.2.2. Während der Clockphase darf ein Bieter auf jeder Kombination von Frequenzblöcken aktiv sein, solange die Summe der Bietpunkte für alle Frequenzblöcke in diesem Paket seine aktuelle Bietberechtigung nicht übersteigt.
- 4.2.3. Die Bietberechtigung für die erste Runde der Clockphase ergibt sich aus dem Antrag (vgl. dazu Kapitel 3.3 der Ausschreibungsunterlage). In den weiteren Runden wird die aktuelle Bietberechtigung auf Basis der Aktivitätsregeln ermittelt.
- 4.2.4. In der verdeckten Gebotsphase darf ein Bieter auf jeder Kombination von Frequenzblöcken aktiv sein, solange die Summe der Bietpunkte in diesem Paket seine Bietberechtigung für die erste Runde der Clockphase nicht übersteigt, und die Gebotsbeträge mit den sich aus den Aktivitätsregeln ergebenden Beschränkungen (siehe Regel 4.9) vereinbar sind.

## 4.3. Aktivitätsregeln in der Clockphase

- 4.3.1. Die Aktivität eines Bieters in einer Runde ist definiert als die Summe der Bietpunkte der Frequenzblöcke, auf die ein Bieter ein kombinatorisches Paketgebot in einer Runde abgegeben hat (siehe Regel 3.2.1). Die Bietberechtigung in einer Runde entspricht der Aktivität der Vorrunde.

4.3.2. Ein Bieter, der kein kombinatorisches Paketgebot abgegeben hat (ein sogenanntes Nullgebot), ist von der weiteren Teilnahme an der Clockphase ausgeschlossen. Ein solcher Bieter ist aber weiterhin berechtigt, verdeckte Paketgebote abzugeben (vgl. Regel 4.9), und die von einem solchen Bieter im Lauf der Clockphase abgegebenen Gebote werden in der Gewinnerermittlung ebenfalls berücksichtigt (vgl. Regel 4.10).

#### 4.4. Rundenverlängerungsrechte in der Clockphase

4.4.1. Jeder Bieter erhält zu Beginn der Auktion 3 Rundenverlängerungsrechte.

4.4.2. Ein Rundenverlängerungsrecht räumt einem Bieter zusätzliche Zeit für die Gebotsabgabe während der Clockphase ein. Falls ein Bieter, der noch Bietberechtigungen besitzt und auch noch Rundenverlängerungsrechte zur Verfügung hat, kein Gebot in der vorgegebenen Rundenzeit abgibt, dann wird diese Runde durch die Software automatisch um maximal 30 Minuten verlängert und dem Bieter ein Rundenverlängerungsrecht abgezogen. Es wird nur denjenigen Bietern ein Rundenverlängerungsrecht abgezogen, die es in dieser Runde nicht geschafft haben, ein Gebot in der vorgegebenen Rundenzeit abzugeben.

4.4.3. Bieter, die ein Gebot während der vorgegebenen Rundenzeit abgegeben haben, können ihr abgegebenes Gebot in der zusätzlichen Frist nicht mehr revidieren. Bieter, die keine Verlängerungsrechte mehr zur Verfügung haben und es nicht geschafft haben in der vorgegebenen Rundenzeit ein Gebot abzugeben, können in der Verlängerung kein Gebot abgeben. Die Auktionssoftware gibt für diese Bieter automatisch ein Nullgebot ab und solche Bieter sind von der weiteren Teilnahme an der Clockphase ausgeschlossen (siehe Regel 4.3.2).

4.4.4. Die Runde in der ein oder mehrere Bieter ein Rundenverlängerungsrecht in Anspruch genommen haben endet spätestens 30 Minuten nach Ablauf des normalen Rundenendes, oder dann, wenn alle Bieter, die ein Rundenverlängerungsrecht in dieser Runde in Anspruch genommen haben, erfolgreich ein Gebot abgegeben haben. Die Auktionssoftware gibt automatisch ein Nullgebot für jene Bieter ab, die eine Rundenverlängerung in Anspruch nehmen und die es innerhalb der Rundenverlängerungszeit nicht schaffen ein Gebot abzugeben (siehe Regel 4.3.2).

4.4.5. Pro Bieter kann pro Runde nicht mehr als ein Rundenverlängerungsrecht zur Anwendung kommen.

#### 4.5. Bietbeschränkungen

4.5.1. Zusätzliche zu den Beschränkungen, die sich aus der dem Bieter zur Verfügung stehenden Bietberechtigung ergeben (siehe Regel 4.2) unterliegen kombinatorische Gebote keinen weiteren Beschränkungen.

#### 4.6. Valide Gebote in der Clockphase

4.6.1. Ein Gebot ist nur dann valide, wenn es innerhalb der vom Auktionator für die entsprechende Runde festgelegten Rundenzeit, oder in der durch die Ausübung eines Rundenverlängerungsrechts (siehe Regel 4.4) gewährten Verlängerung gelegt wird. Dies gilt auch für die telefonische Gebotsabgabe.

#### 4.7. Preisbestimmung in der Clockphase

4.7.1. In der ersten Runde der Clockphase wird der Preis für jeden Frequenzblock gleich dem Mindestgebot gesetzt.

- 4.7.2. In den folgenden Runden der Clockphase wird der Preis erhöht, wenn Nachfrageüberhang besteht – wenn also die Gesamtnachfrage (d.h. die über die abgegebenen Paketgebote summierte Menge an nachgefragten Blöcken) die Anzahl der verfügbaren Blöcke übersteigt.
- 4.7.3. Eine Preisabsenkung findet nicht statt, das heißt der Preis in einer Runde der Clockphase kann nie unter dem Preis der vorangegangenen Runde liegen.
- 4.7.4. Der Betrag, um den der Rundenpreis erhöht wird, wird vom Auktionator festgelegt. Die Preiserhöhung beträgt in der Regel zwischen 2% und 15%, aber der Auktionator behält sich das Recht vor, ein anderes Preisinkrement zu bestimmen. Der Rundenpreis wird in ganzen Euro festgesetzt.

#### 4.8. Ende der Clockphase

##### 4.8.1. Die Clockphase endet:

- automatisch wenn in einer Runde kein Nachfrageüberhang besteht; oder
- durch Entscheidung des Auktionators selbst wenn noch ein Nachfrageüberhang besteht.

Der Auktionator wird die Clockphase nur dann beenden, wenn er davon überzeugt ist, dass der direkte Übergang zur verdeckten Bietphase im generellen Interesse einer effizienten Frequenzverteilung ist.

- 4.8.2. In beiden Fällen geht die Auktion direkt in die verdeckte Bietphase, wie weiter unten beschrieben, und es gibt keine zusätzlichen Runden in der Clockphase.

#### 4.9. Aktivitätsregeln und valide Gebote in der verdeckten Bietphase

- 4.9.1. Ein Gebot ist nur dann valide, wenn es innerhalb der vom Auktionator für die verdeckte Bietphase festgelegten Rundenzeit gelegt wird. Dies gilt auch für die telefonische Gebotsabgabe.

- 4.9.2. Die Gebotsbeträge der Gebote in der verdeckten Bietphase müssen ganzen Eurobeträgen entsprechen.

##### 4.9.3. Verdeckte Zusatzgebote können abgegeben werden auf:

- Kombinationen von Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase geboten hat; und
- Kombinationen von Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase, gegeben seine Bietberechtigung (für die erste Clockrunde), hätte bieten können.

Auf jede Kombination von Frequenzblöcken ist jeweils nur ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot möglich.

- 4.9.4. Das Mindestgebot für jedes verdeckte kombinatorische Paketgebot errechnet sich aus der Summe der Mindestgebote (siehe Regel 3.2.3) der in der Kombination enthaltenen Frequenzblöcke beziehungsweise dem in der Clockphase für die jeweilige Kombination abgegebenen höchsten Clockgebot.

- 4.9.5. 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 Frequenzblöcken K zu bieten.

- ‚Ankerkombination‘: Als Ankerkombination für eine Kombination K wird das kombinatorische Paketgebot bezeichnet, auf welches der Bieter in der Ankerunde 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, dass kein solches Zusatzgebot abgegeben wurde.
- ‚Letztes Clockgebot‘: Das letzte in der Clockphase abgegebene Gebot, das kein Nullgebot war.

4.9.6. Die Gebotsbeträge für verdeckte kombinatorische Paketgebote sind zudem in Übereinstimmung mit den folgenden Bestimmungen und den Definitionen in Regel 4.9.5 nach oben hin beschränkt:

- Bieter, die in der letzten Runde der Clockphase aktiv waren, können den Gebotsbetrag ihres letzten Clockgebots beliebig erhöhen. Wurde das letzte Clockgebot 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 Clockgebot abgegeben wurde, folgenden Runde.
- Die maximalen Gebotsbeträge, die auf beliebige andere Kombinationen von Frequenzblöcken abgegeben werden können, sind relativ zu ihren jeweiligen Ankergeboten 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 Clockgebots 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 die 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 Kombinationen, die mehr Bietpunkte 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.

4.9.7. Der Auktionator behält sich das Recht vor, diese Beschränkung zu Beginn der verdeckten Bietphase für jene Zusatzgebote zu lockern, deren Ankerkombinationen keine Nullgebote sind. Die Lockerung erfolgt in der Weise, dass die gemäß Regel 4.9.6 zum Ankergebot addierte Wertdifferenz zwischen der Kombination K und der Ankerkombination K' mit einem Faktor  $\alpha$  (falls die Wertdifferenz größer als Null ist)

bzw.  $1/\alpha$  (falls die Wertdifferenz kleiner als Null ist) multipliziert wird. Der Auktionator wird diese Lockerung nur einführen, wenn er davon überzeugt ist, dass eine solche Lockerung im generellen Interesse einer effizienten Frequenzverteilung ist.

- 4.9.8. Der Auktionator behält sich zudem das Recht vor, die Beschränkungen aus Regel 4.9.6. vollständig auszusetzen, d.h. die Gebotsbeträge für verdeckte Paketgebote in keiner Weise nach oben zu beschränken.<sup>1</sup> Der Auktionator wird diese vollständige Aussetzung der Beschränkungen aus Regel 4.9.6. nur dann zur Anwendung bringen, wenn er davon überzeugt ist, dass dies im generellen Interesse einer effizienten Frequenzverteilung ist.

Eine Reihe von Beispielen, die die Anwendung der Aktivitätsregel im Detail erläutern, findet sich im Anhang.

#### 4.10. Gewinnerermittlung

- 4.10.1. Nach dem Ende der verdeckten Bietphase ermittelt der Auktionator die Kombination der Gebote aus allen während der Clockphase und der verdeckten Bietphase abgegebenen Gebote, die den folgenden Bedingungen genügt:

- Es wird maximal ein kombinatorisches Paketgebot pro Bieter berücksichtigt.
- Die Summe der nachgefragten Blöcke über die Kombination der Gebote ist nicht größer als die Anzahl zur Verfügung stehenden Blöcke.
- Der Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot ist nicht geringer als der Gesamtbetrag jeder alternativen Kombination von Geboten, die den ersten beiden Bedingungen genügt.

- 4.10.2. Falls nur eine einzige Kombination von kombinatorischen Paketgeboten diesen Bedingungen genügt, ist diese die Kombination der erfolgreichen Gebote.

- 4.10.3. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 4.10.1 erfüllen, dann wird die Kombination von (kombinatorischen) Paketgeboten als Kombination der erfolgreichen Gebote bestimmt, die die maximale Anzahl an Bietpunkten aufweist.

- 4.10.4. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 4.10.1 erfüllen, und die gleiche maximale Anzahl von Bietpunkten aufweisen, dann wird die Kombination von Paketgeboten als Kombination der erfolgreichen Gebote bestimmt, in der die größte Zahl von Bietern vertreten ist.

- 4.10.5. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 4.10.1 erfüllen, die gleiche maximale Anzahl von Bietpunkten aufweisen und die gleiche Anzahl von Gewinnern enthalten, dann wird die Kombination der erfolgreichen Gebote per Zufallslos bestimmt.

- 4.10.6. Gewinner sind diejenigen Bieter, deren Gebot in der erfolgreichen Kombination von Geboten enthalten ist. Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltene Anzahl von Frequenzblöcken zu einem in Übereinstimmung mit Regel 4.11 ermittelten Basispreis.

---

<sup>1</sup> Davon unberührt bleiben die Regelungen zur Bankgarantie (siehe Regel 4.1.7).

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Gewinnermittlung herangezogen wird, findet sich im Anhang.

#### 4.11. Bestimmung des Basispreises

4.11.1. Für jedes erfolgreiche Paketgebot wird ein Basispreis bestimmt, den der erfolgreiche Bieter für sein Gebot zu entrichten hat; d.h. es wird nicht ein Preis für einzelne abstrakte Frequenzblöcke bestimmt. Basispreise werden gemeinsam für alle erfolgreichen Bieter bestimmt.

4.11.2. Der Basispreis eines jeden erfolgreichen Gebots muss mindestens so hoch sein, wie die Summe der Mindestgebote für die im jeweiligen erfolgreichen Gebot enthaltene Kombination von Frequenzblöcken. Der Basispreis eines jeden erfolgreichen Gebots kann nicht höher sein als der Gebotsbetrag dieses Gebots.

4.11.3. Basispreise sind diejenigen Preise mit dem niedrigsten Gesamtwert, die:

- der Bedingung in Regel 4.11.2 genügen; und die
- sicherstellen, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote zu den jeweiligen Basispreisen die Bedingungen in Regel 4.10.1 erfüllt, wenn bei der Ermittlung des Basispreises eines Gewinners die anderen Gebote dieses Gewinners um die Differenz zwischen dem jeweils erfolgreichen Gebot und dem Basispreis reduziert (bzw. dann, wenn dies zu einem negativen Wert führen würde, auf Null gesetzt) werden.

Das bedeutet, dass Basispreise die niedrigsten Preise sind, die die erfolgreichen Bieter hätten bieten müssen, um mit ihren jeweiligen Geboten erfolgreich zu sein.

4.11.4. Wenn es nur eine Kombination von Preisen gibt, die die Bedingungen in 4.11.2 und 4.11.3 erfüllen, dann werden diese, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Basispreise bestimmt.

4.11.5. Falls es mehrere Gruppen von Preisen gibt, die diese Bedingungen erfüllen, dann wird diejenige Kombination von Preisen, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Kombination von Basispreisen bestimmt, die der Kombination der für jeden einzelnen Gewinner individuell bestimmten Opportunitätskosten am nächsten liegt. Die für einen Bieter individuell bestimmten Opportunitätskosten sind das niedrigste Gebot in Übereinstimmung mit Regel 4.11.2, das sicherstellt, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote die Bedingungen in Regel 4.10.1 erfüllt, wenn alle anderen Gewinner ihren ursprünglichen Gebotsbetrag bezahlen.

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Basispreisen herangezogen wird, findet sich im Anhang.<sup>2</sup>

#### 4.12. Informationen an die Bieter

4.12.1. Zu Beginn der Clockphase (dh. mit dem Start der ersten Clock-Runde) wird jeder Bieter über seine Bietberechtigungen informiert. Diese Information wird anderen

---

<sup>2</sup> Auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten bei der maschinellen Berechnung des Basispreises kann es dabei zu minimalen Abweichungen vom theoretischen Basispreis kommen, die aber auf Grund der Aufrundung auf ganze Euro-Beträge in der Regel keine Auswirkungen auf den ermittelten Basispreis haben. Vergleiche dazu auch die Ausführungen im Anhang zur Ermittlung von Basispreisen.

Bieter nicht mitgeteilt. Außerdem wird der Auktionator keinem Bieter die Summe aller Bieterberechtigungen aller Bieter mitteilen.

- 4.12.2. Zu Beginn einer jeden Runde in der Clockphase, teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest folgende Informationen mit:
- Die aktuelle Runde;
  - Zeitpunkt zu dem die Runde endet;
  - Der Preis für ein Frequenzpaket;
  - Den Umfang seiner aktuellen Bieterberechtigung;
  - Die Zahl seiner verbleibenden Rundenverlängerungsrechte;
- 4.12.3. Nach dem Ende einer jeden Runde in der Clockphase, teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest folgende Informationen mit:
- Zusammenfassung des von ihm abgegebenen kombinatorischen Gebots, den Umfang seiner verbleibenden Bieterberechtigung und die Zahl seiner verbleibenden Verlängerungsrechte.
- 4.12.4. Wenn die Clockphase endet (vgl. Regel 4.8), teilt der Auktionator dies jedem Bieter mit.
- 4.12.5. Zu Beginn der verdeckten Bieterphase teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:
- Zeitpunkt zu dem die verdeckte Bieterphase endet;
  - das Ausmaß der Lockerung der Bieterbeschränkungen (den Wert des Parameters  $\alpha$ ) in Übereinstimmung mit Regel 4.9.7).
- 4.12.6. Falls der Auktionator davon überzeugt ist, dass es der effizienten Frequenzvergabe zuträglich ist, kann er in seinem Ermessen den Bieter vor Beginn der verdeckten Bieterphase zusätzlich die folgenden Informationen mitteilen:
- Eventuell bestehender Angebotsüberschuss in der letzten Clockrunde;
  - Nachfrageüberschuss für jede Runde der Clockphase.
- 4.12.7. Nach dem Ende der Vergabephase (also am Ende der verdeckten Bieterphase) teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:<sup>3</sup>
- Die Identität jedes Gewinners der Vergabephase; und
  - Die Anzahl abstrakter Frequenzpakete, die jeder Gewinner gewonnen hat.
  - Jedem Gewinner wird der Basispreis seines Gewinnergebots mitgeteilt. Diese Information wird den anderen Bieter nicht mitgeteilt.

---

<sup>3</sup> Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Minute vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erfordern. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

## 5. Zuordnungsphase

### 5.1. Durchführung der Zuordnungsphase

- 5.1.1. Das Ziel der Zuordnungsphase ist es, zu ermitteln wie die zur Verfügung stehenden Frequenzen unter den Gewinnern der Vergabephase aufgeteilt werden und welchen endgültigen Preis sie letztendlich für die von ihnen gewonnenen Frequenzen entrichten.
- 5.1.2. Wenn es in der Vergabephase nur einen Gewinner gibt und dieser Gewinner alle 21 Blöcke in der Vergabephase gewonnen hat, dann ist kein Zuordnungsgebot erforderlich. Der erfolgreiche Bieter erhält die Blöcke automatisch zugeordnet.
- 5.1.3. Falls es in der Vergabephase mehr als einen Gewinner gibt oder falls nicht alle Blöcke verkauft werden, wird jedem Gewinner vom Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die folgenden Bedingungen:
  - Die Anzahl der Frequenzblöcke ist gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke, die der Bieter in der Vergabephase gewonnen hat.
  - Keine Option schließt die Zuordnung von zusammenhängenden Frequenzblöcken an andere Bieter, die in der Vergabephase abstrakte Frequenzblöcke gewonnen haben aus.
  - Im Falle von unverkauften Blöcken, schließt keine Option aus, dass diese unverkauften Blöcke zusammenhängend im Band zugeordnet werden.

### 5.2. Gebote und Gebotsabgabe

- 5.2.1. Die Auktionssoftware ermittelt für jeden Bieter alle möglichen für ihn relevanten Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken, welche die Bedingungen gemäß Regeln 5.1.2 und 5.1.3 erfüllen. Im Versteigerungsverfahren werden die Zuordnungsoptionen eines Bieters durch die Liste der mit der jeweiligen Zuordnungsoption verbundenen Blöcke eindeutig bezeichnet.
- 5.2.2. In der Zuordnungsphase geben die in der Vergabephase erfolgreichen Bieter – soweit erforderlich – verdeckte Gebote auf die für sie vorgegebenen Zuordnungsoptionen ab. Falls es für einen Bieter nur eine Zuordnungsoption gibt, ist kein Gebot erforderlich. Der Bieter erhält die entsprechenden Blöcke automatisch zugeordnet. Bieter, für die es keine oder nur eine Zuordnungsoption gibt, sind nicht berechtigt Zuordnungsgebote abzugeben.
- 5.2.3. Die Gebote werden elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben (siehe Kapitel 6). Die telefonische Abgabe von Geboten ist nur in Ausnahmefällen, wenn z.B. technische Probleme auftreten möglich. Es obliegt dem Auktionator zu entscheiden, ob ein solcher Ausnahmefall vorliegt.
- 5.2.4. Der Gebotsbetrag auf Pakete während der Zuordnungsphase ist frei wählbar. Gibt ein Bieter für eine von der Auktionssoftware für ihn bestimmte mögliche Zuordnungsoption kein Gebot ab, wird von der Auktionssoftware automatisch ein entsprechendes Gebot mit einem Gebotsbetrag von Null erzeugt.

### 5.3. Valide Gebote

- 5.3.1. Ein Gebot in der Zuordnungsphase ist nur dann valide, wenn es innerhalb der vom Auktionator für die entsprechende Runde festgelegten Rundenzeit gelegt wird. Dies gilt auch für die telefonische Gebotsabgabe.

- 5.3.2. Gebote während der Zuordnungsphase müssen in ganzen Euro abgegeben werden. Das Mindestgebot in der Zuordnungsphase ist 0 €. Gebote sind nach oben hin nicht beschränkt.
- 5.3.3. Für jede Option, auf die der Bieter nicht bietet, wird von der Auktionssoftware automatisch ein Gebot mit einem Gebotsbetrag von 0 Euro (Nullgebot) gelegt. Wenn ein Bieter in der vom Auktionator festgelegten Rundenzeit kein Gebot abgibt, wird für ihn automatisch auf jede Zuordnungsoption, in welcher er bieten durfte, ein entsprechendes Gebot mit einem Gebotsbetrag von Null gelegt.

#### 5.4. Gewinnerermittlung

- 5.4.1. Nach dem Ende der jeweiligen Bietrunde in der Zuordnungsphase ermittelt der Auktionator aus allen von den Bietern abgegebenen und von der Auktionssoftware automatisch erzeugten Geboten jeweils die Kombination der Gebote, die den folgenden Bedingungen genügt:
- Es wird genau ein Gebot pro Bieter berücksichtigt.
  - Die mit den Geboten verbundene Zuordnung von Frequenzblöcken ist wechselseitig kompatibel und die Frequenzzuordnung ist eindeutig. Das heißt die Zuordnung ergibt einen Bandplan, in dem jeder Bieter spezifische Frequenzen im Umfang des von ihm in der Vergabephase gewonnenen Spektrums zugeordnet bekommt, und keine Frequenzen mehr als einem Bieter zugeordnet werden.
  - Die mit den Geboten verbundene Zuordnung von unverkauften Frequenzblöcken entspricht den in dem Kapitel festgelegten Regel zur Zuordnung von unverkauften Frequenzblöcken.
  - Die Summe der Gebotsbeträge ist nicht geringer als die Summe jeder alternativen Kombination von Geboten, die den ersten beiden Bedingungen genügt.
- 5.4.2. Falls nur eine einzige Kombination von Zuordnungsgeboten diesen Bedingungen genügt, ist diese die Kombination der erfolgreichen Gebote.
- 5.4.3. Falls mehrere Kombinationen von Zuordnungsgeboten die Bedingungen in 5.4.1 erfüllen, dann wird die Kombination der erfolgreichen Zuordnungsgebote per Zufallslos bestimmt.
- 5.4.4. Jeder Bieter erhält die in seinem Gebot in der erfolgreichen Kombination von Geboten jeweils spezifizierten Frequenzblöcke zugeordnet und entrichtet dafür den in Übereinstimmung mit Regel 5.5 ermittelten Zusatzpreis.

#### 5.5. Bestimmung der Zusatzpreise

- 5.5.1. Für jedes erfolgreiche Zuordnungsgebot wird ein Zusatzpreis bestimmt, den jeder erfolgreiche Bieter der Vergabephase für sein erfolgreiches Zuordnungsgebot zu entrichten hat. Zusatzpreise werden gemeinsam für alle Bieter bestimmt.
- 5.5.2. Der Zusatzpreis eines jeden erfolgreichen Gebots muss mindestens so hoch sein wie das Mindestgebot für die jeweilige Zuordnungsgebotsoption (vgl. Regel 5.3.2). Der Zusatzpreis eines jeden erfolgreichen Gebots kann nicht höher sein als der Gebotsbetrag dieses Gebots.
- 5.5.3. Zusatzpreise sind diejenigen Preise mit dem niedrigsten Gesamtwert, die:
- der Bedingung in Regel 5.5.2 genügen; und die

- sicherstellen, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote zu den jeweiligen Zusatzpreisen die Bedingungen in Regel 5.4.1 erfüllt, wenn bei der Ermittlung des Zusatzpreises eines Gewinners die anderen Gebote dieses Gewinners um die Differenz zwischen dem jeweils erfolgreichen Gebot und dem Zusatzpreis reduziert (bzw. dann, wenn dies zu einem negativen Wert führen würde, auf Null gesetzt) werden.

Das bedeutet, dass Zusatzpreise die niedrigsten Preise sind, die die erfolgreichen Bieter hätten bieten müssen, um mit ihren jeweiligen Geboten erfolgreich zu sein.

- 5.5.4. Wenn es nur eine Kombination von Preisen gibt, die die Bedingungen in 5.5.2 und 5.5.3 erfüllen, dann werden diese, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Zusatzpreise bestimmt.
- 5.5.5. Falls es mehrere Gruppen von Preisen gibt, die diese Bedingungen erfüllen, dann wird diejenige Kombination von Preisen, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Kombination von Zusatzpreisen bestimmt, die der Kombination der für jeden einzelnen Gewinner individuell bestimmten Opportunitätskosten am nächsten liegt. Die für einen Bieter individuell bestimmten Opportunitätskosten sind das niedrigste Gebot in Übereinstimmung mit Regel 5.5.2, das sicherstellt, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote die Bedingungen in Regel 5.4.1 erfüllt, wenn alle anderen Gewinner ihren ursprünglichen Gebotsbetrag bezahlen.
- 5.5.6. Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Zusatzpreisen herangezogen wird, findet sich im Anhang.<sup>4</sup>

## 5.6. Gesamtpreis

- 5.6.1. Der Gesamtpreis für jeden Bieter errechnet sich aus der Summe des Basispreises (der in der Vergabephase bestimmt wurde) und des Zusatzpreises (die in der Zuordnungsphase bestimmt wurden).

## 5.7. Informationen an die Bieter

- 5.7.1. Zu Beginn der Zuordnungsphase teilt der Auktionator jedem teilnahmeberechtigten Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:
  - Alle für den Bieter relevanten Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken;
  - Zeitpunkt zu dem die Zuordnungsphase endet;
- 5.7.2. Am Ende der Auktion (also am Ende der Zuordnungsphase) teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:<sup>5</sup>
  - Die Identität jedes Gewinners;
  - Die Frequenzblöcke, die jedem Gewinner zugeteilt werden;

---

<sup>4</sup> Auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten bei der maschinellen Berechnung des Zusatzpreises kann es dabei zu minimalen Abweichungen vom theoretischen Zusatzpreis kommen, die aber auf Grund der Aufrundung auf ganze Euro-Beträge in der Regel keine Auswirkungen auf den ermittelten Zusatzpreis haben. Vergleiche dazu auch die Ausführungen im Anhang zur Ermittlung von Zusatzpreisen.

<sup>5</sup> Vergleiche dazu Fußnote 3.

- Den Gesamtpreis, sowie den Basispreis und den Zusatzpreis den jeder Gewinner für seine Frequenzblöcke zahlen muss.

## 6. Auktionssoftware

### 6.1. Grundsätzliches

Die Gebote werden dezentral elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben. Die telefonische Abgabe von Geboten ist nur in Ausnahmefällen, wenn z.B. technische Probleme auftreten, möglich. Es obliegt dem Auktionator zu entscheiden, ob ein solcher Ausnahmefall vorliegt. In diesem Fall entscheidet der Auktionator ob die Runde ggf. abgebrochen und wiederholt wird oder die Gebotsabgabe für die von der Störung betroffenen Bieter ohne Auktionssoftware durchgeführt wird.

### 6.2. Rundenablauf

Aus Sicht eines Bieters ist der Rundenablauf in folgende Phasen gegliedert:

- Gebotsabgabephase: Gebote können ausschließlich während der Gebotsabgabephase gelegt werden. Diese beginnt mit dem Start einer Runde durch den Auktionator und der Anzeige des Gebotsfensters. Das Gebotsfenster ist verfügbar bis entweder die Rundenzeit (ggf. inklusive Verlängerung) abgelaufen ist oder der Bieter die Gebote an den Auktionsserver übermittelt hat.
- Warten auf Rundenauswertung: Anschließend wird die erfolgreiche Gebotsübermittlung bestätigt. Der Bieter wartet nun, bis der Auktionator die Runde entweder abgeschlossen oder abgebrochen hat.
- Anzeige der Rundenergebnisse: Schließt der Auktionator die Runde ab, werden die Gebote ausgewertet und den Bietern die in den Auktionsregeln festgelegten Informationen angezeigt.
- Abbruch und Wiederholung der Runde: Schließt der Auktionator die Runde nicht ab, sondern bricht er die Runde ab, erfolgt keine Auswertung der Gebote (die Gebote werden verworfen), sondern die Runde wird wiederholt.
- Warten auf den Start der folgenden Runde: Nachdem die Runde ausgewertet wurde, muss der Bieter auf den Start der folgenden Runde warten. Sobald der Auktionator den voraussichtlichen Beginn der folgenden Runde festgelegt hat, wird dem Bieter angezeigt, zu welchem voraussichtlichen Zeitpunkt die nächste Runde starten wird. Die voraussichtliche Startzeit ist der früheste Zeitpunkt zu dem der Auktionator die folgende Runde starten kann, der tatsächliche Start der folgenden Runde erfolgt manuell durch den Auktionator und liegt damit etwas nach dem voraussichtlichen Zeitpunkt. Die Zeit zwischen zwei Runden beträgt mindestens **10 Minuten**.

Für den Fall, dass keine Verbindung zum Server vorliegt bzw. eine technische Störung des Bieter-Clients vorliegt, erfolgt die Gebotsübergabe wie in Kapitel 6.7 beschrieben.

### 6.3. Abgabe der Gebote

Die Gebotsabgabe selbst erfolgt in zwei Schritten:

- In einem ersten Schritt gibt der Bieter ein oder mehrere Gebote ein, um diese dann
- in einem zweiten Schritt an den Auktionsserver zu übermitteln.

Die konkrete Form der Eingabe der Gebote hängt von der Phase des Auktionsverfahrens ab:

- Clockphase: In dieser Phase gibt der Bieter bekannt, wie viele abstrakte Frequenzblöcke er zu einem vorgegebenen Rundenpreis erwerben möchte.

- Verdeckte Bietrunde: In dieser Phase kann der Bieter mehrere zusätzliche Paketgebote abgeben. Je Paketgebot gibt der Bieter den Gebotsbetrag und die Anzahl der Frequenzblöcke an.
- Zuordnungsphase: In dieser Phase gibt der Bieter Gebote für Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken ab. Die zulässigen Zuordnungsoptionen werden von der Software ermittelt.

Nachdem der Bieter die Gebote erfasst hat, wird der Bieter nochmals aufgefordert die eingegebenen Gebote zu bestätigen.

Wird das Gebot bestätigt, so wird es an den Auktionsserver übermittelt und ist damit verbindlich gelegt. Ab diesem Zeitpunkt ist es nicht mehr möglich das Gebot zu modifizieren, zu ergänzen oder zurückzuziehen.

#### 6.4. Relevante Zeit

Für die Auktion ist die Zeit am Auktionsserver relevant. Der Auktionsserver wird mittels Network-Time-Protocol (ntp) synchronisiert.

Die im Bieterfenster angezeigten Zeitinformationen werden in regelmäßigem Abstand mit der Serverzeit abgestimmt. Während der Gebotsabgabephase wird neben der Endzeit (Serverzeit) der Runde auch die verbleibende Rundenzeit am Bieter-Client angezeigt. Diese Zeit kann aufgrund technischer Gegebenheiten (z.B. Latenz zwischen Client und Server) leicht von der tatsächlichen Restzeit (gemäß Serverzeit) abweichen. Aus diesem Grund wird in der letzten Minute der Runde die verbleibende Zeit lediglich in der Form „<1 min“ angezeigt.

Anmerkung: Die üblicherweise in der Taskleiste angezeigte Systemzeit des Bieter-Rechners wird nicht synchronisiert und kann daher massiv von der Serverzeit abweichen.

#### 6.5. Dauer der Runden

Details zum zeitlichen Ablauf und zu den Rundenzeiten werden sich in der Verfahrensordnung finden.

#### 6.6. Gebotsauswertung und Bekanntgabe der Ergebnisse

Nachdem die Gebotsabgabephase einer Runde beendet wurde kann der Auktionator die Auswertung der Runde starten. Nach Vorliegen der Ergebnisse werden dem Bieter die entsprechend den Auktionsregeln vorgesehenen Informationen angezeigt. Vor dem Zeitpunkt der Gebotsauswertung sind auch dem Auktionator die Gebote nicht bekannt.

Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Minute vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe der betroffenen Bietrunde abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben. Dadurch kann es zu Verzögerungen im Ablauf der Auktion kommen.

#### 6.7. Ausnahmeregelung Gebotsabgabe ohne Bietersoftware

Die Gebotsabgabe ohne Bietersoftware ist nur in Ausnahmefällen (z.B. technische Probleme) möglich. In diesem Fall muss der Auktionator umgehend telefonisch informiert werden. Für die Gebotsabgabe ohne Bietersoftware gelten dieselben zeitlichen Bestimmungen wie für die Abgabe von Geboten über die Auktionssoftware. Details zur telefonischen Gebotsabgabe werden sich in der Verfahrensordnung finden.

### 6.8. Abbruch einer Runde

Der Auktionator kann eine laufende Runde jederzeit abbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt wiederholen.

Die in der abgebrochenen Runde gelegten Gebote sind nicht wirksam und werden niemandem (auch nicht dem Auktionator) bekannt.

### 6.9. Unterbrechung der Auktion

Der Auktionator hat die Möglichkeit die Auktion zu unterbrechen und später fortzusetzen. Die Bieter werden über den Grund für die Unterbrechung benachrichtigt.

### 6.10. Nachrichten an Bieter

Der Auktionator hat die Möglichkeit über die Auktionssoftware Nachrichten an die Bieter zu übermitteln. Der Bieter wird durch ein Symbol rechts unten im Gebotsfenster über ungelesene Nachrichten informiert.

## 7. Organisatorischer Rahmen

### 7.1. Auktion

Organisatorische Details zur Auktion werden sich in der Verfahrensordnung finden.

### 7.2. Bieterschulungen

#### 7.2.1. Theoretische Bieterschulung

Die theoretische Bieterschulung findet voraussichtlich im Mai 2013 in den Räumlichkeiten der RTR statt. Im Rahmen dieser Schulung werden die Auktionsregeln erläutert und die Bieter mit der Software vertraut gemacht. Je Bieter wird ein individueller Termin festgelegt.

#### 7.2.2. Praktische Bieterschulung

Die praktische Bieterschulung findet voraussichtlich im Mai 2013 statt. Die praktische Bieterschulung ermöglicht den Bietern von ihrem Unternehmen aus eine Testauktion durchzuführen.

Es wird empfohlen bei der praktischen Bieterschulung dasselbe Equipment (zB. Internetzugang, Telefon, Fax, Monitore/Beamer, Drucker) wie bei der Echauktion vorgehen zu verwenden. So können technische Probleme rechtzeitig erkannt und behoben werden.

### 7.3. Simulations-Tool

Die Regulierungsbehörde bietet (potenziellen) Antragstellern Zugang zu einem Simulationswerkzeug zur Verifikation der Gewinner- und Preisermittlung. An eine Webschnittstelle kann eine Excel-Datei mit Geboten übermittelt werden. Die Software ermittelt die erfolgreichen Bieter und die jeweiligen Gewinnkombinationen bzw. die zu zahlenden Preise. Zum Simulations-Tool werden eine Beschreibung sowie eine Beispiel-Datei zur Verfügung gestellt.

Nach Ende der Ausschreibungsfrist erhält jeder Bieter von der Regulierungsbehörde Zugang zu diesem Simulations-Tool.

Das Simulations-Tool steht während der Auktion nicht zur Verfügung.

### 7.4. Zusätzliche Bankgarantien während der Auktion

Es ist möglich (vgl. Ausschreibungsunterlage Kapitel 4.3.5, während der Auktion zusätzliche Bankgarantien vorzulegen. Die Bieterberechtigung bleibt von einer zusätzlichen Bankgarantie unberührt.

Für den Fall, dass Bankgarantien erst während der Auktion vorgelegt werden, gilt, dass diese wegen der notwendigen Prüfungen spätestens bis 12 Uhr (Ortszeit) an dem der Gebotslegung vorangehenden Werktag (Montag bis Freitag) vorgelegt werden müssen und von der selben Bank ausgestellt sein müssen wie die bereits im Antrag übermittelte Bankgarantie.

Es wird darauf hingewiesen, dass es aufgrund des Auktionsdesigns möglich ist, dass die verdeckte Bietphase für die Zusatzgebote bereits am zweiten Auktionstag stattfinden kann. In diesem Fall müssten zusätzliche Bankgarantien bereits am ersten Auktionstag (12 Uhr) vorliegen.

## Anhang A: Beispiele für Maximalgebote für die verdeckte Bietphase

In diesem Beispiel wird von einem Mindestgebot je Block von 17.000 Euro ausgegangen. Die folgenden Beispiele illustrieren die Anwendung der im Abschnitt 4.9 beschriebenen Aktivitätsregel für die verdeckte Bietphase. Die Beschränkungen der Zusatzgebote in der verdeckten Bietphase ergeben sich aus der Aktivität in der Clockphase. Dabei sind insbesondere die Runden wichtig, in denen der Bieter seine Aktivität reduziert. Das erste Beispiel enthält nur eine solche Runde, das zweite Beispiel ist etwas allgemeiner und enthält mehr als eine solche Runde.

### Beispiel 1

Der Bieter hat eine Bietberechtigung von 16 Bietpunkten beantragt. Das erlaubt ihm auf maximal 16 Blöcke zu bieten. In den ersten neun Bietrunden bietet der Bieter auf 16 Blöcke. In der zehnten Runde fällt der Bieter auf 12 Blöcke zurück. Der Rundenpreis in der zehnten Runde ist 46.000 Euro für einen Block.

Durch das Reduzieren der Aktivität von 16 auf 12 Bietpunkte in Runde 10 wird diese Runde zur *Ankerrunde* für ein Paketgebot mit mehr als 12 (aber maximal 16) Blöcken.

Bis zum Ende der Clockphase gibt der Bieter Gebote für 12 Blöcke ab. Der Preis in der letzten Runde der Clockphase ist 115.000 Euro für einen Block.

Das letzte Paketgebot in der Clockphase für 12 Blöcke beträgt 1.380.000 Euro. Dem Bieter steht frei, dieses Gebot beliebig zu erhöhen, d.h. ein verdecktes Paketgebot für 12 Blöcke in Höhe von  $1.380.000 + X$  abzugeben, wobei  $X$  der Betrag ist, um den das letzte Clockgebot erhöht wird. Alle anderen Paketgebote sind nun relativ zu diesem *Ankergebot* beschränkt. Das Paket mit 12 Blöcken (12 Bietpunkte) ist also die *Ankerkombination* für diese Zusatzgebote.

- Der Gebotsbetrag für ein Paket mit 13 oder mehr Blöcken ist durch das Ankergebot ( $1.380.000 + X$ ) und die Preise in der zehnten Runde beschränkt.
- Der Gebotsbetrag für das Paket mit 11 oder weniger Blöcken, ist durch das Ankergebot ( $1.380.000 + X$ ) und die Preise in der letzten Clockrunde beschränkt.

Unter der Annahme, dass der Bieter nur Gebote auf Pakete mit mehr als 9 Bietpunkten abgeben möchte, kann der Bieter die folgenden verdeckten Gebote abgeben:

Tabelle 2: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1

Blöcke	Bietpunkte	Maximalgebot
10	10	Ankergebot – $2 \times 115.000 = 1.150.000 + X$
11	11	Ankergebot – $115.000 = 1.265.000 + X$
<b>12</b>	<b>12</b>	<b><math>1.380.000 + X</math> (Ankergebot)</b>
13	13	Ankergebot + $46.000 = 1.426.000 + X$
14	14	Ankergebot + $2 \times 46.000 = 1.472.000 + X$
15	15	Ankergebot + $3 \times 46.000 = 1.518.000 + X$
16	16	Ankergebot + $4 \times 46.000 = 1.564.000 + X$

Sollte der Auktionator die Bietbeschränkungen gemäß Regel 4.9.7 lockern und  $\alpha=2$  wählen, kann der Bieter folgende verdeckte Zusatzgebote abgeben:

**Tabelle 3: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1 ( $\alpha=2$ )**

Blöcke	Bietpunkte	Maximalgebot
10	10	Ankergebot – $0,5 \times 2 \times 115.000 = 1.265.000 + X$
11	11	Ankergebot – $0,5 \times 115.000 = 1.322.500 + X$
<b>12</b>	<b>12</b>	<b>1.380.000 + X (Ankergebot)</b>
13	13	Ankergebot + $2 \times 1 \times 46.000 = 1.472.000 + X$
14	14	Ankergebot + $2 \times 2 \times 46.000 = 1.564.000 + X$
15	15	Ankergebot + $2 \times 3 \times 46.000 = 1.656.000 + X$
16	16	Ankergebot + $2 \times 4 \times 46.000 = 1.748.000 + X$

### Beispiel 2

Der Bieter beginnt die Auktion mit der beantragten Bietberechtigung von 21 Bietpunkten und bietet in der ersten Runde auf 20 Blöcke. Damit wird die Runde 1 zur *Ankerrunde* für 21 Blöcke. Das Mindestgebot pro Block beträgt 17.000 Euro und das Paketgebot daher insgesamt 340.000.

Der Bieter bietet weiter für 20 Blöcke bis er in Runde 3 bei einem Rundenpreis von 21.000 Euro auf 16 Blöcke zurückfällt. Das Paket mit 16 Blöcken ist demnach seine *Ankerkombination* für Pakete mit mehr als 16 Bietpunkten und weniger als 20 Bietpunkten. Die *Ankerrunde* für diese Pakete ist Runde 3.

In den folgenden Runden bietet der Bieter weiter auf 16 Blöcke, bis er in Runde 22 bei einem Rundenpreis 154.000 Euro auf 12 Blöcke zurückfällt. Das Paket mit 12 Blöcken ist demnach die Ankerkombination für Paketgebote mit mehr als 12 aber weniger als 16 Bietpunkten.

Der Bieter bietet weiter auf 12 Blöcke bis die Clockphase endet. Der Rundenpreis für einen Block in der letzten Runde der Clockphase beträgt 227.000. Das Paketgebot des Bieters für 12 Blöcke beträgt demnach 2.724.000.

**Tabelle 4: Relevante Rundenpreise**

Runde 1	Runde 3	Runde 22	Letzte Clockrunde
17.000	21.000	154.000	227.000

In der verdeckten Bietphase kann der Bieter ein unbeschränktes Gebot auf 12 Blöcke (**12 Bietpunkte**) abgeben, da dieses sein letztes Paketgebot in der Clockphase gewesen ist und er bis zum Ende der Clockphase aktiv war. Nehmen wir an, dass der Bieter ein verdecktes Paketgebot von 2,9 Mio für 12 Blöcke abgibt. Die letzte Clockrunde ist die *Ankerrunde* für Paketgebote mit weniger als 12 Bietpunkten und für Paketgebote für mehr als 12 aber weniger als 16 Bietpunkte. Nachfolgend finden sich ein paar Beispiele für Maximalgebote, in der nachfolgenden Tabelle sind alle zulässigen Maximalgebote dargestellt.

**2 Blöcke (2 Bietpunkte):** Der Bieter hatte bis zur letzten Runde der Clockphase das Recht, auf ein solches Paket zu bieten. Die letzte Clockrunde ist damit die relevante Ankerrunde. Die relevante Ankerkombination ist das Paket mit 12 Blöcken, auf das der Bieter in der

letzten Clockrunde geboten hatte und auf das er ein verdecktes Zusatzgebot von 2,9 Mio. abgegeben hat. Das Maximalgebot für dieses Paket wird berechnet, indem vom Ankergebot die Wertdifferenz zwischen den beiden Paketen in der letzten Runde der Clockphase abgezogen wird. In diesem Fall ist die Wertdifferenz der Preis von 10 Blöcken in der letzten Runde der Clockphase (2,27 Mio.). Das Maximalgebot für 2 Blöcke ist demnach 630.000.

**16 Blöcke (16 Bietpunkte):** Der Bieter hatte zuletzt in Runde 22 das Recht, auf ein Paket mit 16 Bietpunkten zu bieten. Deshalb ist Runde 22 die Ankerrunde für das Zusatzgebot für 16 Blöcke. Da der Bieter in Runde 22 auf 12 Blöcke geboten hat anstatt weiter auf 16 Blöcke zu bieten, fiel seine Bietberechtigung für Runde 23 auf 12 Bietpunkte. Das Ankergebot für 16 Blöcke ist damit das höchste Gebot auf 12 Blöcke, in diesem Fall also das verdeckte Zusatzgebot von 2,9 Mio. Das Maximalgebot für 16 Blöcke ergibt sich aus dem Ankergebot und der Wertdifferenz zwischen den Paketen in der Ankerrunde. Die Wertdifferenz ist der Preis von 4 Blöcken in Runde 22 (616.000). Der maximale Gebotsbetrag ist die Summe des Ankergebots (2,9 Mio.) plus der Wertdifferenz in der Ankerrunde und somit 3,516 Mio. Wir nehmen an, dass der Bieter das Maximalgebot nicht voll ausschöpfen möchte, sondern ein verdecktes Gebot von 3.499.232 Euro für das Paket mit 16 Blöcken abgibt.

Dieses Gebot ist das neue Ankergebot für Gebote mit mehr als 16 (aber weniger als 20) Bietpunkten. Hätte der Bieter dieses verdeckte Zusatzgebot von 3.499.232 nicht abgegeben wären das Ankergebot für solche Pakete durch die Rundenpreise in Runde 21 bestimmt gewesen.

**18 Blöcke (18 Bietpunkte):** Der Bieter hatte zuletzt in Runde 3 das Recht, auf ein Paket mit 18 Bietpunkten zu bieten. Die Ankerrunde ist demnach Runde 3. In dieser Runde gab der Bieter allerdings ein Gebot für 16 Blöcke ab. Das Paketgebot für 16 Blöcke ist damit die Ankerkombination für ein Paket mit 18 Bietpunkten. Das Ankergebot ist das Zusatzgebot für 16 Blöcke (3.499.232 Euro). Die Wertdifferenz in der Ankerrunde beläuft sich auf 42.000 Euro (=  $18 \times 21.000 - 16 \times 21.000$ ). Das Maximalgebot für 18 Blöcke ist also 3.541.232 Euro.

**20 Blöcke (20 Bietpunkte):** Der Bieter hatte zuletzt in Runde 3 das Recht, auf ein Paket mit 20 Bietpunkten zu bieten. Die Ankerrunde ist demnach Runde 3. In dieser Runde gab der Bieter allerdings ein Gebot für 16 Blöcke ab. Das Paketgebot für 16 Blöcke ist damit die Ankerkombination für ein Paket mit 20 Bietpunkten. Das Ankergebot ist das Zusatzgebot für 16 Blöcke (3.499.232 Euro). Die Wertdifferenz in der Ankerrunde beläuft sich auf 84.000 Euro. Das Maximalgebot für 20 Blöcke ist also 3.583.232 Euro. Tatsächlich bietet der Bieter für 20 Blöcke 3.578.760 Euro. Dieses Gebot ist das neue Ankergebot für Gebote mit mehr als 20 Bietpunkten.

**21 Blöcke (21 Bietpunkte):** Der Bieter hatte zuletzt in Runde 1 das Recht auf ein Paket mit 21 Bietpunkten zu bieten. Geboten hat er allerdings auf 20 Blöcke. Die entsprechende Ankerkombination ist daher das Paket mit 20 Blöcken, das dazugehörige Ankergebot beträgt 3.578.760 Euro. Die Wertdifferenz zwischen dem gewünschten Paket und der Ankerkombination in der Ankerrunde ist der Preis eines Blockes von 17.000 Euro. Daraus ergibt sich ein Maximalgebot für das gewünschte Paket von  $3.578.760 + 17.000 = 3.595.760$  Euro.

**Tabelle 5: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase – Beispiel 2**

Blöcke	Bietpunkte	Ankerrunde	Maximalgebot (in Mio.)
1	1	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (1 - 12) \times 227.000 = 403.000$
2	2	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (2 - 12) \times 227.000 = 630.000$
3	3	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (3 - 12) \times 227.000 = 857.000$
4	4	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (4 - 12) \times 227.000 = 1.084.000$
5	5	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (5 - 12) \times 227.000 = 1.311.000$
6	6	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (6 - 12) \times 227.000 = 1.538.000$
7	7	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (7 - 12) \times 227.000 = 1.765.000$
8	8	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (8 - 12) \times 227.000 = 1.992.000$
9	9	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (9 - 12) \times 227.000 = 2.219.000$
10	10	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (10 - 12) \times 227.000 = 2.446.000$
11	11	Letzte Clockrunde	$2.900.000 + (11 - 12) \times 227.000 = 2.673.000$
<b>12</b>	<b>12</b>	<b>Ankergebot in letzter Clockrunde</b>	<b>Unbeschränkt; Abgegebenes Zusatzgebot: 2.900.000</b>
13	13	Runde 22	$2.900.000 + (13 - 12) \times 154.000 = 3.054.000$
14	14	Runde 22	$2.900.000 + (14 - 12) \times 154.000 = 3.208.000$
15	15	Runde 22	$2.900.000 + (15 - 12) \times 154.000 = 3.362.000$
<b>16</b>	<b>16</b>	<b>Runde 22 - Ankergebot für Runde 3</b>	<b><math>2.900.000 + (16 - 12) \times 154.000 = 3.516.000</math> Abgegebenes Zusatzgebot: 3.499.232</b>
17	17	Runde 3	$3.499.232 + (17 - 16) \times 21.000 = 3.520.232$
18	18	Runde 3	$3.499.232 + (18 - 16) \times 21.000 = 3.541.232$
19	19	Runde 3	$3.499.232 + (19 - 16) \times 21.000 = 3.562.232$
<b>20</b>	<b>20</b>	<b>Runde 3 - Ankergebot für Runde 1</b>	<b><math>3.499.232 + (20 - 16) \times 21.000 = 3.583.232</math> Abgegebenes Zusatzgebot: 3.578.760</b>
21	21	Runde 1	$3.578.760 + (21 - 20) \times 17.000 = 3.595.760$

## Anhang B: Bestimmung von Basispreisen

Algorithmische Beschreibung der Bestimmung von Basispreisen in Übereinstimmung mit Regel 4.11.

Die folgende Prozedur erzeugt Basispreise, die den Bedingungen in Regel 4.11 genügen.

Es seien  $n=1, \dots, N$  die Bieter, die an der Versteigerung teilnehmen. Die Gewinnerermittlung in Übereinstimmung mit Regel 4.10 bestimmt eine Menge von erfolgreichen Bietern  $W$  und den Gesamtbetrag  $v$  bestehend aus der Summe der Gewinnergebote und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot.  $v^{-C}$  bezeichnet den maximalen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebote und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot, der erzielt worden wäre, falls die Bieter in Menge  $C$  nicht an der Versteigerung teilgenommen hätten.  $\sigma(C) = (v - v^{-C})$  bezeichnet den Rückgang des Gesamtbetrags, falls die Bieter in  $C$  nicht an der Versteigerung teilgenommen hätten.

- Für jeden erfolgreichen Bieter  $j \in W$ , berechne  $v^{-j}$  als den maximalen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebote und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot, der sich aus der Gewinnerermittlung ergäbe, falls Bieter  $j$  kein Gebot abgegeben hätte.
- Für jeden erfolgreichen Bieter  $j \in W$  bestimme den maximalen Bietabschlag  $d_j^{\max} = \sigma(\{j\})$ , wobei  $\sigma(\{j\}) = (v - v^{-j})$ .
- Erzeuge eine Liste von Beschränkungen  $B$  für ein lineares Programm und initialisiere diese als  $B = \left\{ \forall j \in W: d_j \leq d_j^{\max}, \sum_{j \in W} d_j \leq \sigma(W) \right\}$ .
- Löse das folgenden Maximierungsproblem:  $\max \sum_{j \in W} d_j$  unter den Nebenbedingungen in  $B$  und der Bedingung dass die einzelnen  $d_j$  nicht negativ sein können. Im Allgemeinen ist es möglich, dass mehrere Lösungen für dieses Maximierungsproblem existieren. In diesem Fall, wähle eine beliebige maximale Lösung  $d^*$ .
- Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter  $j$  gemachten Gebote um  $d_j^*$ . Falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.
- Führe die Gewinnerermittlung mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10 erneut durch und bestimme den damit verbundenen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot.
- Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot keinen geringeren Wert als den in Schritt f) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann ist der maximale Bietabschlag, der allen erfolgreichen Bietern zugestanden werden kann, gleich  $D^* = \sum_{j \in W} d_j^*$ . Gehe zu Schritt i).
- Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot einen geringeren Wert als den in Schritt f) ermittelten

Gesamtbetrag erbringen, dann erweitere die Liste der Beschränkungen  $B$  um die folgende Bedingung:

$$\sum_{j \in L} d_j \leq \sigma(L)$$

wobei  $L$  die Menge derjenigen Bieter ist, die mit den modifizierten Geboten nicht mehr zu den Gewinnern gehören. Gehe zu Schritt d).

- i) Löse das folgende Minimierungsproblem:  $\min \sum_{j \in W} (d_j - \sigma(\{j\}))^2$  unter den Nebenbedingungen in  $B$ , der Bedingung, dass die einzelnen  $d_j$  nicht negativ sein können, und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss, d.h.  $\sum_{j \in W} d_j = D^*$ . Sei  $d^{**}$  die Lösung dieses Minimierungsproblems.
- j) Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter  $j$  gemachten Gebote um  $d_j^{**}$ . Falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.
- k) Führe die Gewinnerermittlung mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10 erneut durch und bestimme den damit verbundenen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot.
- l) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die  $d_j^{**}$  die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Geboten, d.h.  $p_j = b_j - d_j^{**}$  für alle  $j \in W$ .
- m) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot einen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann erweitere die Liste der Beschränkungen  $B$  um die folgende Bedingung:

$$\sum_{j \in L} d_j \leq \sigma(L)$$

wobei  $L$  die Menge derjenigen Bieter ist, die mit den modifizierten Geboten nicht mehr zu den Gewinnern gehören. Gehe zu Schritt i).

Auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten bei der maschinellen Berechnung der Basispreise (minimale Preise im kompetitiven Core) kann es dabei zu minimalen Abweichungen vom theoretischen Basispreis kommen, die aber auf Grund der Aufrundung auf ganze Euro-Beträge in der Regel keine Auswirkungen auf den ermittelten Basispreis haben. In sehr seltenen Fällen kann der ermittelte Basispreis um wenige Euro über dem theoretischen Basispreis liegen.

Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Minute vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität

erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

### Beispiel 3: Bestimmung von Basispreisen

In diesem Beispiel bieten 6 Bieter (Anton, Bettina, Carlo, Doris, Emil und Fritz). In der Vergabephase wurden die in Tabelle 6 gelisteten Gebote abgegeben. Die Mindestgebote belaufen sich auf 17.000 Euro je Block.

**Tabelle 6: Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 3**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Gebot
Anton	8	520.000 €
	9	580.000 €
	11	570.000 €
Bettina	8	510.000 €
	9	580.000 €
	10	530.000 €
Carlo	11	940.000 €
Doris	10	840.000 €
Emil	2	60.000 €
Fritz	18	620.000 €
	21	720.000 €

Die blau unterlegten Paketgebote sind die Gewinnergebote, da sie die (eindeutige) gesamtbetragsmaximierende Kombination darstellen, die im verfügbaren Spektrum untergebracht werden kann, wobei unverkaufte Blöcke zum Mindestgebot bewertet werden. Der Gesamtbetrag dieser Kombination ist 1,78 Mio €, bestehend aus der Summe der Gewinnergebote (1,78 Mio €) und der Summe der Mindestgebote der unverkauften Blöcke (0 €).

Die folgende Beschreibung folgt dem Algorithmus, der in diesem Anhang beschrieben wurde.

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne den Gesamtbetrag, der sich aus der Gewinnermittlung ergäbe, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme den maximalen Bietabschlag.

Der erste Schritt um die Basispreise zu finden, ist somit die maximalen Bietabschläge für einen jeden der erfolgreichen Bieter zu errechnen.

Carlo hat 11 Blöcke gewonnen. Falls Carlo nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann würden Anton und Emil (oder Bettina und Emil) die Blöcke von Carlo erhalten. Die Summe der Gewinnergebote in dieser nächstbesten Allokation ist 1,48 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Blöcke ist 0 €. Der Gesamtbetrag dieser nächstbesten Allokation ist damit 1,48 Mio €. Somit ist der maximale Bietabschlag 300.000 € (1,78 Mio € - 1,48 Mio. €), und die Opportunitätskosten von Carlos Gebot sind 640.000 €.

Doris hat 10 Blöcke gewonnen. Hätte Doris nicht an der Auktion teilgenommen, hätte Anton (oder Bettina) 9 Blöcke gewonnen. In diesem Fall bliebe ein Block unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote in dieser nächstbesten Allokation ist 1,520 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Blöcke ist 17.000 €. Der Gesamtbetrag dieser nächstbesten

Allokation ist damit 1,537 Mio €. Somit ist der maximale Bietabschlag 243.000 € (1,78 Mrd € - 1,537 Mio. €), und die Opportunitätskosten von Doris Gebot sind 597.000 €.

Die Ergebnisse der Berechnung des maximalen Bietabschlags (Schritt b) und dem daraus resultierenden potenziellem Basispreis sind in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7: Potenzielle Basispreise Beispiel 3**

Bieter	Nächstbester maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Carlo	1,48 Mio €	1,78 Mio € - 1,480 Mio € = 300.000 €	640.000 €
Doris	1,564 Mio €	1,78 Mio € - 1,537 Mio € = 243.000 €	597.000 €

Schritt c): Nun erzeugen wir eine Liste von Nebenbedingungen und initialisieren diese mit den Bedingungen, dass die individuellen Bietabschläge nicht größer sein dürfen, als die im vorigen Schritt berechneten maximalen Bietabschläge, und dass der für alle Bieter gemeinsam verfügbare Bietabschlag nicht größer sein darf, als die Reduktion im Gesamtbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Falls keiner der Gewinner an der Auktion teilgenommen hätte, hätten Anton, Bettina und Emil gewonnen. Die Summe der Gewinnergebote der Kombination wäre 1,22 Mio €. Ein Block bliebe unverkauft. Der Gesamtbetrag aus der Summe der Gewinnergebote und dem Mindestgebot des unverkauften Blocks (17.000 €) wäre in diesem Fall gleich 1,237 Mio € gewesen. Das heißt, dass die Liste der Beschränkungen die folgenden Bedingungen enthält:

$$\begin{aligned}
 d_{Carlo} &\geq 0 \\
 d_{Doris} &\geq 0 \\
 d_{Carlo} &\leq 300.000 \\
 d_{Doris} &\leq 243.000 \\
 d_{\{Carlo,Doris\}} &\leq 543.000
 \end{aligned}$$

Schritt d): Maximiere die Summe der Bietabschläge unter den gegebenen Nebenbedingungen.

Die Lösung des Maximierungsproblems unter den gegebenen Beschränkungen ist:

$$\begin{aligned}
 d_{Carlo}^* &= 300.000 \\
 d_{Doris}^* &= 243.000
 \end{aligned}$$

Schritte e), f) und g): Reduziere die Gebotsbeträge für alle erfolgreichen Bieter um die gefundenen Bietabschläge; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge sowie die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Blöcke keinen geringeren Wert erbringen, gehe zu Schritt i)

Wenn man alle Paketgebote der Gewinner um die errechneten maximalen Bietabschläge reduziert, und den auf der Basis der solchermaßen modifizierten Gebote errechneten maximalen Gesamtbetrag bestimmt, stellt man fest, dass dieser nicht höher ist als die Summe der um die jeweiligen Bietabschläge reduzierten ursprünglich erfolgreichen Gebote. Die Kombination der ursprünglichen Gewinnergebote bleibt damit nach wie vor eine potenzielle Gewinnerkombination (wenn auch möglicherweise im Gleichstand mit anderen

Kombinationen). Das heißt, dass die potenziellen Basispreise in der Tabelle 7 die tatsächlichen Basispreise sind. Dies ist in Tabelle 8 veranschaulicht.

**Tabelle 8: Modifizierte Paketgebote - Beispiel 3**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	520.000 €
	9	580.000 €
	11	570.000 €
Bettina	8	510.000 €
	9	580.000 €
	10	530.000 €
Carlo	11	640.000 €
Doris	10	597.000 €
Emil	2	60.000 €
Fritz	18	620.000 €
	21	720.000 €

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabschläge von den individuellen  $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$  gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um den so ermittelten Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge sowie die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Blöcke keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die gefundenen Bietabschläge die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschlüsse reduzierten Gewinnergeboten.

Die quadratische Optimierung ergibt die am Ende der linearen Optimierung gefundenen Bietabschläge. Diese wiederum verändern das Ergebnis der Gewinnerermittlung nicht, und sind demnach die Bietabschläge, auf deren Basis die entsprechenden Basispreise berechnet werden können. Diese sind in Tabelle 9 dargestellt

**Tabelle 9: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 3**

Bieter	Basispreise
Carlo	640.000 €
Doris	597.000 €
Summe:	1.237.000 €

#### Beispiel 4: Bestimmung von Basispreisen - Minimierung des Gesamtwerts

Basispreise sind nicht generell identisch mit den Opportunitätskosten, wie dies im Beispiel 3 der Fall war; es ist nicht grundsätzlich sichergestellt, dass eine Reduktion der Gewinnergebote um die maximalen Bietabschläge die Gewinnergebote unverändert lässt. In einem solchen Fall sind die Basispreise höher als die individuellen Opportunitätskosten der Gewinnergebote.

Es sei angenommen, dass wiederum Anton, Bettina, Carlo, Doris, Emil und Fritz für Frequenzblöcke bieten. In der Vergabephase wurden die in Tabelle 10 gelisteten Gebote abgegeben. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt. Anton gewinnt 9 Blöcke, Bettina gewinnt 10 Blöcke und Emil 2 Blöcke. Der Gesamtwert dieser Kombination ist 1,658 Mio € (alle Blöcke werden verkauft).

**Tabelle 10: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 4**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Gebot
Anton	8	519.000 €
	9	584.000 €
Bettina	8	465.000 €
	9	523.000 €
	10	988.000 €
	11	1.023.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	84.000 €
Emil	2	86.000 €
	3	94.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne den Gesamtbetrag, der sich aus der Gewinnerermittlung ergäbe, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme den maximalen Bietabschlag.

Wenn Anton nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wäre die gesamtbetragsmaximierende Kombination, dass Bettina ihre Blöcke behält und Fritz 11 Blöcke gewinnen würde. Die Summe der Gewinnergebote wäre demnach 1,56 Mio € (die Summe der unverkauften Blöcke wäre 0 €). Der Gesamtbetrag dieser alternativen Allokation ist somit 1,56 Mio € und der maximale Bietabschlag für Anton ist 98.000 €. Der potenzielle Basispreis für Antons Gewinnergebot ist 486.000 €. Wenn der gleiche Prozess für die anderen Bieter angewendet wird, ergeben sich die in Tabelle 11 angegebenen potenziellen Basispreise für jedes Gewinnergebot.

**Tabelle 11: Potenzielle Basispreise - Beispiel 4**

Bieter	Nächstbester maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Anton	1,560 Mio €	1,658 Mio € - 1,560 Mio € = 98.000 €	486.000 €
Bettina	1,324 Mio €	1,658 Mio € - 1,324 Mio € = 334.000 €	654.000 €
Emil	1,656 Mio €	1,658 Mio € - 1,656 Mio € = 2.000 €	84.000 €

Schritt c): Nun erzeugen wir eine Liste von Nebenbedingungen und initialisieren diese mit den Bedingungen, dass die individuellen Bietabschläge nicht größer sein dürfen, als die im vorigen Schritt berechneten maximalen Bietabschläge, und dass der für alle Bieter gemeinsam verfügbare Bietabschlag nicht größer sein darf, als die Reduktion im Gesamtbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Falls die Gewinner nicht an der Auktion teilnehmen, gewinnen Carlo und Doris. Es bleiben dann 7 Blöcke unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote in dieser alternativen Allokation ist 824.000 € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Blöcke ist 119.000 €. Somit ist der Gesamtbetrag dieser alternativen Allokation 943.000 € und der maximale Bietabschlag für alle Gewinner zusammen 715.000 €.

Die Beschränkungen für das lineare Programm sind also wie folgt:

$$\begin{aligned}
 d_{Anton} &\geq 0 \\
 d_{Bettina} &\geq 0 \\
 d_{Emil} &\geq 0 \\
 d_{Anton} &\leq 98.000 \\
 d_{Bettina} &\leq 334.000 \\
 d_{Emil} &\leq 2.000 \\
 d_{\{Anton,Bettina,Emil\}} &\leq 715.000
 \end{aligned}$$

Schritt d): Maximiere die Summe der Bietabschläge unter den gegebenen Nebenbedingungen.

Die Lösung des Maximierungsproblems unter diesen Beschränkungen ist gleich:

$$\begin{aligned}
 d_{Anton}^* &= 98.000 \\
 d_{Bettina}^* &= 334.000 \\
 d_{Emil}^* &= 2.000
 \end{aligned}$$

Schritt e): Reduziere die Gebotsbeträge für alle erfolgreichen Bieter um die gefundenen Bietabschläge; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.

Durch Subtraktion der Bietabschläge von allen Geboten der Gewinner ergeben sich die folgenden modifizierten Paketgebote.

**Tabelle 12: Modifizierte Paketgebote, erste Iteration - Beispiel 4**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	421.000 €
	9	486.000 €
Bettina	8	131.000 €
	9	189.000 €
	10	654.000 €
	11	689.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	84.000 €
Emil	2	84.000 €
	3	92.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €

Schritte f) und g): Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die Kombination (der nun modifizierten Gebote), die den höchsten Gesamtbetrag erzielt. Diese ist in Tabelle 12 blau unterlegt. Der modifizierte Gesamtbetrag dieser Kombination ist 1,226 Mio € (die Summe der Mindestgebote ist 0 €). Die Summe der modifizierten ursprünglichen Gewinnergebote ist 1,224 Mio € und die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Blöcke ist 0 €. Der modifizierte Gesamtbetrag der ursprünglichen Gewinnerkombination weicht somit vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag ab. Im Vergleich zum ursprünglichen Ergebnis stellt sich heraus, dass Bettina und Emil aus der modifizierten Gewinnerkombination herausfallen.

Schritt h): Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, die nicht mehr zu den Gewinnern unter den modifizierten Geboten gehören, dann erweitere die Liste der Beschränkungen um die Bedingung, dass die Summe der Bietabschläge derjenigen Bieter, die aus der Gewinnerkombination herausgefallen sind nicht höher ist, als die Reduktion im Gesamtgebotswert, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt d).

Wir müssen daher den nächstbesten Gesamtbetrag auf der Basis der ursprünglich abgegebenen Gebote (siehe Tabelle 10) inklusive der Mindestgebote allfällig unverkaufter Blöcke finden, der sich ergäbe, wenn Bettina und Emil nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Diese wäre 1,324 Mio € (in diesem Fall erhält Carlo 12 Blöcke). Somit ist  $\sigma(Bettina, Emil) = 1,658 Mio - 1,324 Mio = 334.000$ . Der maximale Bietabschlag für Bettina und Emil zusammen darf demnach maximal 334.000 € sein. Wir fügen daher die folgende Restriktion zur Liste unserer Beschränkungen hinzu:

$$d_{Bettina} + d_{Emil} \leq 334.000$$

Schritt d): Maximiere die Summe der Bietabschläge unter den gegebenen Nebenbedingungen.

Eine mögliche Lösung des Maximierungsproblems unter der erweiterten Liste der Beschränkungen ist gleich:

$$\begin{aligned}d_{Anton}^* &= 98.000 \\d_{Bettina}^* &= 332.000 \\d_{Emil}^* &= 2.000\end{aligned}$$

Dies ist nur eine mögliche Lösung, da jede Kombination von nichtnegativen Bietabschlagen für Bettina und Emil, welche die Bedingung  $d_{Bettina} + d_{Emil} \leq 334.000$  (und natürlich die anderen Beschränkungen) erfüllen, die Summe der Bietabschläge maximiert.

Schritt e): Reduziere die Gebotsbeträge für alle erfolgreichen Bieter um die gefundenen Bietabschläge; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.

Subtraktion der Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 10 ergibt die in der folgenden Tabelle gelisteten modifizierten Gewinnergebote.

**Tabelle 13: Modifizierte Paketgebote, zweite Iteration - Beispiel 4**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	421.000 €
	9	486.000 €
Bettina	8	133.000 €
	9	191.000 €
	10	656.000 €
	11	691.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	84.000 €
Emil	2	84.000 €
	3	92.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €

Schritte f) und g): Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die Kombination (der nun modifizierten Gebote), die den höchsten modifizierten Gesamtbetrag erzielt. Diese ist in Tabelle 13 blau unterlegt. In dieser Kombination bleibt kein Block unverkauft. Die Summe der modifizierten Gebote dieser Kombination ist 1,228 Mio € und die Summe der unverkauften Blöcke ist 0 €. Der modifizierte Gesamtbetrag dieser Kombination ist somit 1,228 Mio €. Die Summe der

modifizierten ursprünglichen Gewinnergebote ist 1,226 Mio € und die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Blöcke ist 0 €. Der Gesamtbetrag der modifizierten ursprünglichen Gewinnerkombination weicht somit vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag ab.

Schritt h): Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, die nicht mehr zu den Gewinnern unter den modifizierten Geboten gehören, dann erweitere die Liste der Beschränkungen um die Bedingung, dass die Summe der Bietabschläge derjenigen Bieter, die aus der Gewinnerkombination herausgefallen sind nicht höher ist, als die Reduktion im Gesamtbetrag, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt d).

Nun fallen aus der ursprünglichen Gewinnerkombination Anton und Emil heraus. Wir müssen daher den nächstbesten Gesamtbetrag aus Tabelle 10 finden, wenn Anton und Emil nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Dieser wäre 1,56 Mio € (Fritz erhält neben der ursprünglichen Gewinnerin Bettina 11 Blöcke, es bleiben keine Blöcke unverkauft). Somit ist  $\sigma(\text{Anton, Emil}) = 1,658 \text{ Mio} - 1,56 \text{ Mio} = 98.000$ ; der maximale Bietabschlag, der Anton und Emil gemeinsam zugestanden werden kann ist 98.000 €. Wir fügen nun unserer Liste von Beschränkungen die folgende Restriktion hinzu:

$$d_{\text{Anton}} + d_{\text{Emil}} \leq 98.000$$

Schritt d): Maximiere die Summe der Bietabschläge unter den gegebenen Nebenbedingungen.

Eine Lösung des Maximierungsproblems unter der erweiterten Liste der Nebenbedingungen ist gleich:

$$\begin{aligned} d_{\text{Anton}}^* &= 98.000 \\ d_{\text{Bettina}}^* &= 334.000 \\ d_{\text{Emil}}^* &= 0 \end{aligned}$$

Schritte e), f) und g): Reduziere die Gebotsbeträge für alle erfolgreichen Bieter um die gefundenen Bietabschläge; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir ziehen diese Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 10 ab und erhalten die in der folgenden Tabelle angegebenen modifizierten Gewinnergebote.

**Tabelle 14: Modifizierte Paketgebote, dritte Iteration - Beispiel 4**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	421.000 €
	9	486.000 €
Bettina	8	131.000 €
	9	189.000 €
	10	654.000 €
	11	689.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	84.000 €
Emil	2	86.000 €
	3	94.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €

Die Gewinnerkombination bleibt nun gleich bzw. liefert Schritt f) keinen höheren modifizierten Gesamtbetrag als die ursprüngliche Gewinnerkombination. Der nächste Schritt ist die quadratische Optimierungsphase.

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabschläge von den individuellen  $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$  gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um ihren jeweiligen Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die gefundenen Bietabschläge die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschlüsse reduzierten Gewinnergeboten.

Die quadratische Optimierung ergibt die am Ende der linearen Optimierung gefundenen Bietabschläge. Diese wiederum verändern das Ergebnis der Gewinnerermittlung nicht, und sind demnach die Bietabschläge, aus denen die entsprechenden Basispreise folgen. Diese finden sich in Tabelle 15.

**Tabelle 15: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 4**

Bieter	Basispreise
Anton	486.000 €
Bettina	654.000 €
Emil	86.000 €
Summe:	1,226 Mio €

Die Intuition für diese Basispreise ist wie folgt:

Wenn wie im vorigen Beispiel die Gewinner ihre jeweils maximalen individuellen Bietabschläge zugestanden bekämen, dann wäre Carlos Gebot höher als die Summe der modifizierten Gewinnergebote von Bettina und Emil bzw. das Gebot von Fritz höher als die Summe der modifizierten Gewinnergebote von Anton und Emil, und es wäre demnach betragsmaximierend, anstelle von diesen Geboten Carlos Gebot bzw. Fritzs Gebot zu befriedigen. Daraus ergeben sich zusätzliche Beschränkungen für die Basispreise:

- Bettinas und Emils Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Carlos Gebot für 12 Blöcke (740.000 €);
- Antons und Emils Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Fritzs Gebot für 11 Blöcke (572.000 €).

Das heißt, die Summe der Basispreise für Bettina und Emil und für Anton und Emil muss jeweils um 2.000 € höher sein als die Summe der individuellen Opportunitätskosten dieser Bieter.

Da die Summe aller Basispreise minimiert (und somit die Summe aller Bietabschläge maximiert) werden soll, gibt es in diesem Beispiel nur eine Lösung: Emil muss die zusätzlich erforderliche Summe von 2.000 € alleine aufbringen. Andernfalls müssten sowohl Anton als auch Bettina einen höheren Basispreis zahlen, und die Summe der Basispreise wäre damit höher als im Fall in dem Emil alleine die zusätzliche Summe aufbringt. Wenn beispielsweise Emil nur die Hälfte der zusätzlichen Summe von 2.000 € bezahlt, dann müssen sowohl Anton als auch Bettina jeweils zusätzlich 1.000 € zahlen, und die Summe der Basispreise wäre 1,227 Mio €. Dies ist höher als die Summe der Basispreise, wenn Emil die 2.000 € allein trägt (1,226 Mio €).

#### Beispiel 5: Bestimmung von Basispreisen - Minimierung des Abstands zu individuellen Opportunitätskosten

Beispiel 4 hat einen Fall gezeigt, in dem eine Gruppe von Gewinnern einen über die Summe der individuellen Opportunitätskosten hinaus gehenden Betrag zahlen muss, um sicherzustellen, dass die gesamtbetragsmaximierende Kombination von Geboten unverändert bleibt.

In dem vorangegangenen Beispiel war die Regel, dass die Summe der Bietabschläge maximiert werden soll (oder äquivalent, dass die Summe der Basispreise aller Gewinnergebote minimiert werden soll), ausreichend, um eine eindeutige Kombination von Basispreisen zu identifizieren. Dies ist allerdings nicht immer der Fall.

Im folgenden Beispiel nimmt zusätzlich Georg an der Auktion teil und Doris legt ein höheres Gebot für ein Paket mit 2 Blöcken. Die entsprechenden Gebote sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt. Die Summe der Gewinnergebote ist 1,658 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Blöcke 0 € (da alle Blöcke verkauft werden). Der Gesamtbetrag ist somit 1,658 Mio €.

**Tabelle 16: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 5**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Gebot
Anton	8	519.000 €
	9	584.000 €
Bettina	8	465.000 €
	9	523.000 €
	10	988.000 €
	11	1.023.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	86.000 €
Emil	2	86.000 €
	3	94.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €
Georg	21	1.400.000 €

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne den Gesamtbetrag, der sich aus der Gewinnerermittlung ergäbe, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme den maximalen Bietabschlag.

Die maximal möglichen Bietabschläge werden wieder so errechnet wie in den vorangegangenen Beispielen beschrieben. Die resultierenden maximalen Bietabschläge und potenziellen Basispreise sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

**Tabelle 17: Potenzielle Basispreise - Beispiel 5**

Bieter	Nächstbester maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Anton	1,560 Mio €	1,658 Mio € - 1,560 Mio € = 98.000 €	486.000 €
Bettina	1,400 Mio €	1,658 Mio € - 1,400 Mio € = 258.000 €	730.000 €
Doris	1,658 Mio €	1,658 Mio € - 1,658 Mio € = 0 €	86.000 €

Schritt c): Nun erzeugen wir eine Liste von Nebenbedingungen und initialisieren diese mit den Bedingungen, dass die individuellen Bietabschläge nicht größer sein dürfen, als die im vorigen Schritt berechneten maximalen Bietabschläge, und dass der für alle Bieter gemeinsam verfügbare Bietabschlag nicht größer sein darf, als die Reduktion im Gesamtbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Wenn die Gewinner nicht an der Auktion teilgenommen hätten, dann wäre die nächstbeste gesamtbetragsmaximierende Kombination, Georg die gesamten 21 Blöcke zu verkaufen. Der Gesamtbetrag dieser Allokation wäre 1,4 Mio €; der gemeinsame Bietabschlag kann daher maximal 258.000 € (1,658 Mio € - 1,4 Mio €) betragen.

Die Beschränkungen ergeben sich aus Tabelle 17 und sind wie folgt:

$$\begin{aligned}
d_{Anton} &\geq 0 \\
d_{Bettina} &\geq 0 \\
d_{Doris} &\geq 0 \\
d_{Anton} &\leq 98.000 \\
d_{Bettina} &\leq 258.000 \\
d_{Doris} &\leq 0 \\
d_{\{Anton,Bettina,Doris\}} &\leq 258.000
\end{aligned}$$

Schritt d): Maximiere die Summe der Bietabschläge unter den gegebenen Nebenbedingungen.

Maximierung der Summe der Bietabschläge unter den angegebenen Beschränkungen ergibt die folgende Lösung:

$$\begin{aligned}
d_{Anton}^* &= 98.000 \\
d_{Bettina}^* &= 160.000 \\
d_{Doris}^* &= 0
\end{aligned}$$

Schritte e), f) und g): Reduziere die Gebotsbeträge für alle erfolgreichen Bieter um die gefundenen Bietabschläge; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir ziehen die Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 16 ab. Dies ergibt die in Tabelle 18 dargestellten modifizierten Gebote.

**Tabelle 18: Modifizierte Gebote, erste Iteration - Beispiel 5**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	421.000 €
	9	486.000 €
Bettina	8	305.000 €
	9	363.000 €
	10	828.000 €
	11	863.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	86.000 €
Emil	2	86.000 €
	3	94.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €
Georg	21	1.400.000 €

Wir finden wieder die gesamtbetragsmaximierende Kombination (der nun modifizierten Gebote). Diese ist in Tabelle 18 blau unterlegt. In dieser Kombination behalten die ursprünglichen Gewinner ihre Blöcke. Der modifizierte Gesamtbetrag der ursprünglichen Gewinnerkombination weicht somit nicht vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag ab.

Die ursprüngliche Gewinnerkombination bleibt damit optimal, und wir können demnach zur quadratischen Optimierung übergehen.

Schritt i), j), und k): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabschläge von den individuellen  $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$  gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen totalen Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um ihren jeweiligen Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10 und den damit verbundenen Gesamtbetrag.

Die Lösung des quadratischen Minimierungsprogramms unter den angegebenen Nebenbedingungen ist:

$$d_{Anton}^* = 49.000$$

$$d_{Bettina}^* = 209.000$$

$$d_{Doris}^* = 0$$

Wir reduzieren nun alle Gebote der Gewinner um die gefundenen Bietabschläge und erhalten die modifizierten Gebote in Tabelle 19.

**Tabelle 19: Modifizierte Gebote, zweite Iteration - Beispiel 5**

Bieter	Paketgebot (Vergabephase)	
	Anzahl Blöcke	Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
Anton	8	470.000 €
	9	535.000 €
Bettina	8	256.000 €
	9	314.000 €
	10	779.000 €
	11	814.000 €
Carlo	12	740.000 €
Doris	1	42.000 €
	2	86.000 €
Emil	2	86.000 €
	3	94.000 €
Fritz	11	572.000 €
	12	623.000 €
Georg	21	1.400.000 €

Schritt l): Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die ermittelten Bietabschläge die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Geboten.

Da dies der Fall ist, ergeben sich die in Tabelle 20 dargestellten Basispreise.

**Tabelle 20: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 5**

Bieter	Basispreise
Anton	535.000 €
Bettina	779.000 €
Doris	86.000 €
Summe	1,4 Mio €

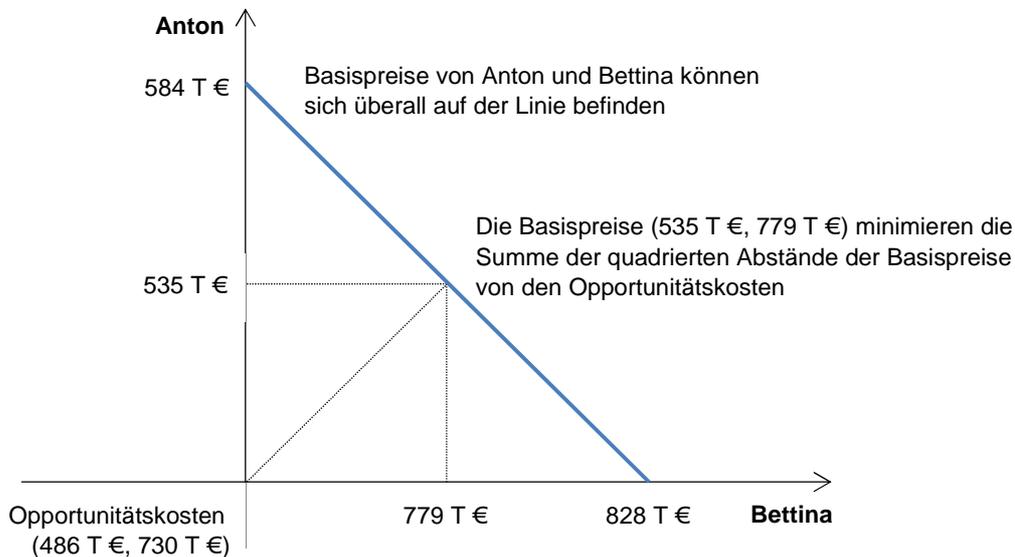
Die Intuition für diese Lösung ist wie folgt:

Hätten die Gewinner nicht an der Auktion teilgenommen, hätte Georg sein Paket mit 21 Blöcken gewonnen. Die Summe der Basispreise dieser Bieter muss also hoch genug sein, um Georg zu überbieten (1,4 Mio €).

Im vorliegenden Beispiel ist die Summe der Opportunitätskosten für Anton, Bettina und Doris Pakete 1,302 Mio €. Dies ist aber weniger, als Georg bereit wäre für diese Kombination zu bezahlen (1,4 Mio €). Die Gewinner müssen daher gemeinsam die Differenz von 98.000 € aufbringen. Da die Opportunitätskosten von Doris bereits in Höhe ihres Gebots liegen – damit der Bietabschlag bereits null ist und nicht negativ sein kann –, müssen Anton und Bettina gemeinsam die Differenz zusätzlich tragen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten

diesen Betrag aufzuteilen. In der nachfolgenden Abbildung sind alle Kombinationen von Basispreisen für Anton und Bettina dargestellt, die zusammen mit Doris Gebot so hoch sind wie Georgs Gebot (blauer Graph in Abbildung 1).

**Abbildung 1: Minimierung der quadrierten Differenzen - Beispiel 5 (Angaben in Tausend Euro)**



Um eindeutig Basispreise zu identifizieren, werden die quadrierten Abstände der Basispreise von den Opportunitätskosten minimiert. Dies garantiert eine eindeutige Basispreiskombination.

## Anhang C: Bestimmung der Zuordnungsoptionen

Die Auktionssoftware gibt den Bietern die möglichen Zuordnungsgebotsoptionen vor. Diese Optionen müssen den Bedingungen, in den Regeln 5.1.2 und 5.1.3 genügen.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Bestimmung der Zuordnungsoptionen.

### Beispiel 6: Bestimmung der Zuordnungsoptionen

Wir nehmen an, dass drei Bieter Frequenzen in diesem Band gewonnen haben und dass ein Block unverkauft geblieben ist:

Bieter	Blöcke
Anton	10
Bettina	9
Doris	1
Unverkauft	1

Die Bieter bekommen die Zuordnungsoptionen angeboten, die der von ihnen gewonnenen Anzahl von Blöcken entspricht und eine zusammenhängende Zuordnung von Frequenzen an den jeweils anderen Gewinner zulässt. Der freie Block kann überall im Spektrum angeordnet sein. Die Zuordnungsoptionen für die einzelnen Gewinner sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

**Abbildung 2: Zuordnungsoptionen für Anton**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Anton																				
	Anton																			
		Anton																		
									Anton											
										Anton										
											Anton									

**Abbildung 3: Zuordnungsoptionen für Bettina**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Bettina																					
	Bettina																				
		Bettina																			
										Bettina											
											Bettina										
												Bettina									

**Abbildung 4: Zuordnungsoptionen für Doris**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
D																				
	D																			
									D											
										D										
											D									
																			D	
																				D

## Anhang D: Bestimmung von Zusatzpreisen

Algorithmische Beschreibung der Bestimmung von Zusatzpreisen in Übereinstimmung mit Regel 5.5

Die folgende Prozedur erzeugt Zusatzpreise, die den Bedingungen in Regel 5.5 genügen. Die Prozedur entspricht im Wesentlichen der Prozedur für die Bestimmung von Basispreisen, mit dem Unterschied, dass in der Zuordnungsphase genau ein Gebot von jedem Bieter akzeptiert werden muss.

Es sei  $W$  die Menge der Bieter, die an der Zuordnungsphase teilnehmen (d.h. die Bieter, die in der Vergabephase erfolgreich waren). Die Gewinnerermittlung in Übereinstimmung mit Regel 5.4 bestimmt die Summe der erfolgreichen Gebote  $v$  und die für jeden Bieter gültige Zuordnungsoption.  $v^C$  bezeichnet die Summe der durch die Gewinnerermittlung identifizierten erfolgreichen Gebote, falls die Bieter in  $C \subseteq W$  keinerlei Präferenzen für die Zuordnung bestimmter Blöcke zum Ausdruck bringen; das heißt, falls alle von diesen Bietern abgegebenen Zuordnungsgebote einen Gebotsbetrag von Null aufweisen.  $\sigma(C) = (v - v^C)$  bezeichnet den Rückgang im Gesamtbetrag falls die Bieter in  $C \subseteq W$  keine positiven Zuordnungsgebote abgeben.

- a) Erzeuge eine Liste von Nebenbedingungen  $B$  für ein beschränktes Optimierungsproblem und initialisiere diese als

$$B = \left\{ \forall j \in W: d_j \leq \sigma(\{j\}), \sum_{j \in W} d_j \leq \sigma(W) \right\}.$$

- b) Löse das folgende Maximierungsproblem:  $\max \sum_{j \in W} d_j$  unter den Nebenbedingungen in  $B$  und der Bedingung, dass die einzelnen  $d_j$  nicht negativ sein können. Im Allgemeinen ist es möglich, dass mehrere Lösungen für dieses Maximierungsproblem existieren. In diesem Fall, wähle eine beliebige Lösung  $d^*$ .
- c) Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter  $j$  gemachten Zusatzgebote um  $d_j^*$ ; falls dies zu einem negativen Gebot führen würde, setze das jeweilige Gebot gleich Null.
- d) Bestimme die erfolgreichen Zusatzgebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.4, und den damit verbundenen Gesamtbetrag.
- e) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge keinen geringeren Wert als den in Schritt d) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann ist der maximale Bietabschlag, der allen Bietern zugestanden werden kann, gefunden. Dieser ist  $D^* = \sum_{j \in W} d_j^*$ . Gehe zu Schritt g).
- f) Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, deren Zuordnungsoption unter den modifizierten Zusatzgeboten nicht der Zuordnungsoption unter den ursprünglichen Geboten entspricht und deren modifiziertes Zusatzgebot

nicht positiv ist<sup>6</sup>, dann erweitere die Liste der Beschränkungen  $B$  um die folgende Bedingung:

$$\sum_{j \in L} d_j \leq \sigma(L)$$

wobei  $L$  die Menge derjenigen Bieter ist, die eine unterschiedliche Zuordnungsoption erhalten und deren modifiziertes Zusatzgebot nicht positiv ist. Gehe zu Schritt b).

- g) Löse das folgende Minimierungsproblem:  $\min \sum_{j \in W} (d_j - \sigma(\{j\}))^2$  unter den Nebenbedingungen in  $B$  und der Bedingung, dass die einzelnen  $d_j$  nicht negativ sein können und, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen totalen Bietabschlag sein muss, d.h.  $\sum_{j \in W} d_j = D^*$ . Sei  $d^{**}$  die Lösung dieses Minimierungsproblems.
- h) Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter  $j$  gemachten Zusatzgebote um  $d_j^{**}$ ; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.
- i) Bestimme die erfolgreichen Zusatzgebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.4 und den damit verbundenen Gesamtbetrag.
- j) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt i) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind  $d_j^{**}$  die relevanten Bietabschläge, und die Zusatzpreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Geboten, d.h.  $p_j = b_j - d_j^{**}$  für alle  $j \in W$ , wobei  $b_j$  das erfolgreiche Zusatzgebot des Bieters bezeichnet.
- k) Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, deren Zuordnungsoption unter den modifizierten Geboten nicht der Zuordnungsoption unter den ursprünglichen Geboten entspricht und deren modifiziertes Zusatzgebot nicht positiv ist, dann erweitere die Liste der Beschränkungen  $B$  um die folgende Bedingung:

$$\sum_{j \in L} d_j \leq \sigma(L)$$

wobei  $L$  die Menge derjenigen Bieter ist, die eine unterschiedliche Zuordnungsoption erhalten und deren modifiziertes Zusatzgebot nicht positiv ist. Gehe zu Schritt g).

Auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten bei der maschinellen Berechnung der Zusatzpreise (minimale Preise im kompetitiven Core) kann es dabei zu minimalen Abweichungen vom theoretischen Zusatzpreis kommen, die aber auf Grund der Aufrundung

---

<sup>6</sup> Dies reflektiert die Tatsache, dass 'Verlierer' bei Zuordnungsgeboten diejenigen Bieter sind, deren Präferenzen für bestimmte Zuordnungsoptionen nicht berücksichtigt werden. Das heißt, dass in dem Fall, in dem Bieter mit einem modifizierten Zusatzgebot von Null eine andere Zuordnungsoption erhielten als mit ihrem ursprünglichen Gebot, diesen Bietern ein zu großer Bietabschlag gewährt würde.

auf ganze Euro-Beträge in der Regel keine Auswirkungen auf den ermittelten Zusatzpreis haben. In sehr seltenen Fällen kann der ermittelte Zusatzpreis um wenige Euro über dem theoretischen Zusatzpreis liegen.

Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Sekunde vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

### Beispiel 8: Bestimmung von Zusatzpreisen

Dieses Beispiel verwendet die Gewinner des vorherigen Beispiels. Aus dem Beispiel ergeben sich unter Berücksichtigung des unverkauften Blocks 24 mögliche vollständige Bandpläne (Anordnungen im Spektrum).<sup>7</sup>

**Abbildung 5: Mögliche vollständige Bandpläne**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	Anton										Bettina										D		
2	Anton										Bettina											D	
3	Anton										D	Bettina											
4	Anton										D		Bettina										
5	Anton											Bettina										D	
6	Anton											D	Bettina										
7	Bettina										Anton										D		
8	Bettina										Anton											D	
9	Bettina										D	Anton											
10	Bettina										D		Anton										
11	Bettina											Anton										D	
12	Bettina											D	Anton										
13	D	Anton										Bettina											
14	D	Anton											Bettina										
15	D	Bettina										Anton											
16	D	Bettina											Anton										
17	D		Anton										Bettina										
18	D		Bettina										Anton										
19		Anton										Bettina										D	
20		Anton										D	Bettina										
21		Bettina										Anton										D	
22		Bettina										D	Anton										
23		D	Anton										Bettina										
24		D	Bettina										Anton										

Angenommen die Bieter geben folgende Zuordnungsgebote ab (Nullgebote werden vom Auktionssystem automatisch hinzugefügt):

<sup>7</sup> Die Anzahl der möglichen Bandpläne berechnet sich als  $n!$ , wobei  $n$  die Anzahl der Gewinner ist, bzw. als  $(n+1)!$  wenn es mindestens einen unverkauften Block gibt.

**Tabelle 21: Zuordnungsgebote - Beispiel 8**

Bieter	Zuordnungsoption (Blöcke)	Zuordnungsgebot	Mögliche vollständige Bandpläne
Anton	1 – 10	0 €	1,2,3,4,5,6
	2 – 11	4.000 €	13,14,19,20
	3 – 12	4.000 €	17,23
	10 – 19	0 €	7,8
	11 – 20	0 €	9,11,15,21
	12 – 21	0 €	10,12,16,18,22,24
Bettina	1 – 9	0 €	7,8,9,10,11,12
	2 – 10	5.000 €	15,16,21,22
	3 – 11	8.000 €	18,24
	11 – 19	0 €	1,2
	12 – 20	1.000 €	3,5,13,19
	13 – 21	0 €	4,6,14,17,20,23
Doris	1	0 €	13;14;15;16;17;18
	2	2.000 €	23,24
	10	2.000 €	9,10
	11	2.000 €	3,4,12,22
	12	2.000 €	6,20
	20	2.000 €	1,7
	21	0 €	2,5,8,11,19,21

Ähnlich der Gewinnerermittlung der Vergabephase, wird die höchste Kombination aus Zuordnungsgeboten ermittelt (siehe Regel 5.4). Es wird also berechnet auf welchen der möglichen Bandpläne insgesamt am meisten geboten wurde. Die entsprechenden Gewinnergebote sind blau gekennzeichnet. Diese Kombination ergibt Bandplan Nummer 24. Der Gesamtbetrag beläuft sich auf 10.000 €.

Die Bestimmung der Zusatzpreise mithilfe der modifizierten ‚Second price‘-Regel erfolgt ähnlich wie die Bestimmung der Basispreise in der Vergabephase. Der Unterschied ist, dass man bei der Berechnung der Opportunitätskosten (bzw. maximalen Bietabschläge gemäß Schritt a)) nicht alle Zusatzgebote des Bieters eliminiert, sondern die Gebotsbeträge jeweils auf das jeweilige Mindestgebot (in diesem Fall Null) setzt. Der Grund dafür ist, dass Opportunitätskosten durch die Präferenz eines Bieters für bestimmte konkrete Frequenzblöcke bestimmt sind, und nicht durch dessen Nachfrage nach Frequenzblöcken überhaupt. Die Verringerung aller Gebote auf das jeweilige Mindestgebot entspricht dem Fall in dem ein Bieter keine Präferenzen für bestimmte Frequenzblöcke hat.

Wenn man alle Zusatzgebote von Bettina auf Null setzt, dann würde nicht mehr Bandplan 24, sondern Bandplan 20 (oder auch 23) gewinnen. Hätte Bettina also keinen Präferenzen für eine Zuordnungsoption, dann würde Anton die Blöcke 2 – 11 und Doris den Frequenzblock 12 gewinnen. Der Gesamtbetrag wäre dann 6.000 €. Somit ist der maximale Bietabschlag (gemäß Schritt a)) für Bettina 4.000 € und die durch Bettinas Präferenzen verursachten Opportunitätskosten sind 4.000 € (8.000 € – 4.000 €). Für die anderen Bieter wird analog vorgegangen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 22: Zusatzpreisbestimmung - Beispiel 8**

Bieter	Frequenzblöcke	Modifizierter Maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Opportunitätskosten (potenzielle Zusatzpreise)
Anton	12-21	10.000 €	10.000 € - 10.000 € = 0 €	0 € - 0 € = 0 €
Bettina	3-11	6.000 €	10.000 € - 6.000 € = 4.000 €	8.000 € - 4.000 € = 4.000 €
Doris	2	8.000 €	10.000 € - 8.000 € = 2.000 €	2.000 € - 2.000 € = 0 €

Die lineare Optimierung (Schritt b)) ergibt Bietabschläge in Höhe der maximalen Bietabschläge aus Tabelle 22. Wenn man die Bietabschläge von den Geboten abzieht erhält man die in Tabelle 23 dargestellten modifizierten Zusatzgebote (Schritt c). Die ursprüngliche Gewinnerkombination maximiert nach wie vor den Gesamtbetrag (Schritte d) und e)); d.h. die Zusatzpreise sind gleich den Opportunitätskosten. Das ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht.

**Tabelle 23: Modifizierte Zuordnungsgebote - Beispiel 8**

Bieter	Zuordnungsoption (Blöcke)	Zuordnungsgebot	Mögliche vollständige Bandpläne
Anton	1 – 10	0 €	1,2,3,4,5,6
	2 – 11	4.000 €	13,14,19,20
	3 – 12	4.000 €	17,23
	10 – 19	0 €	7,8
	11 – 20	0 €	9,11,15,21
	12 – 21	0 €	10,12,16,18,22,24
Bettina	1 – 9	0 €	7,8,9,10,11,12
	2 – 10	1.000 €	15,16,21,22
	3 – 11	4.000 €	18,24
	11 – 19	0 €	1,2
	12 – 20	0 €	3,5,13,19
	13 – 21	0 €	4,6,14,17,20,23
Doris	1	0 €	13;14;15;16;17;18
	2	0 €	23,24
	10	0 €	9,10
	11	0 €	3,4,12,22
	12	0 €	6,20
	20	0 €	1,7
	21	0 €	2,5,8,11,19,21

Die so bestimmten Zusatzpreise der Zuordnungsphase sind in Tabelle 24 dargestellt.

**Tabelle 24: Auktionsergebnis - Beispiel 8**

<b>Bieter</b>	<b>Gewonnenes Paket</b>	<b>Zusatzpreis</b>
Anton	12-21	0 €
Bettina	3-11	4.000 €
Doris	2	0 €

## Anhang E: Algorithmus zur Gewinnerermittlung

Ziel der Gewinnerermittlung ist es, die Kombination von Geboten zu finden, die den maximalen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Blöcke jeweils zum Mindestgebot (in der Zuordnungsphase nur Summe der Gebote) aufweist, wobei von jedem Bieter maximal ein (in der Zuordnungsphase genau ein) Gebot akzeptiert wird, und die Gebote mit den zur Verfügung stehenden Blöcken befriedigt werden können.

Der verwendete Ansatz basiert auf der Eigenschaft, dass jede optimale Aufteilung der vorhandenen Blöcke auf die Gruppe der Gewinner Teilmengen von Blöcken optimal auf Teilmengen von Gewinnern aufteilen muss. Dies erlaubt es, die Gewinnerermittlung in Teilprobleme zu zerlegen, und diese sequentiell zu lösen. Ein geeigneter Ansatz dafür sieht folgendermaßen aus:

- Identifiziere die Menge  $T$  aller möglichen Teilmengen von Blockkombinationen gegeben die Gesamtmenge von Blöcken  $L$ .
- Für jedes  $t \in T$  berechne die Summe der Mindestgebote der darin enthaltenen Blöcke  $v_0(t)$  (für die Zuordnungsphase, setze  $v_0(t)$  auf null).
- Für alle  $n=1, \dots, N$  Bieter: für jedes  $t \in T$ , identifiziere den maximalen Gesamtbetrag  $v_n(t)$ , der erzielt werden kann, wenn den ersten  $n$  Bietern die jeweilige Blockkombination zur Verfügung gestellt würde. Dieser ergibt sich aus der optimalen Entscheidung des  $n$ -ten Bieters in Verbindung mit dem maximalen Wert, der erzeugt werden kann, wenn die verbleibenden Blöcke  $(t-b)$  den restlichen  $n-1$  Bietern zur Verfügung gestellt werden (d.h.  $v_{n-1}(t-b)$ ) wobei  $b$  die Blockkombination im besten Gebot des  $n$ -ten Bieters ist. Dabei ist  $v_0(t-b)$  die Summe der Mindestgebote der verbleibenden Blöcke  $(t-b)$  (für die Zuordnungsphase ist dies null).
- Der maximale Gesamtbetrag ist dann  $v_N(L)$ .
- Bestimme das in  $v_N(L)$  enthaltene optimale Gebot  $b_N^*$  des  $N$ -ten Bieters.
- Für die restlichen Bieter  $n=N-1, \dots, 1$ : Identifiziere das optimale Gebot von Bieter  $n$  unter Verwendung von  $v_n(L - \sum_{i=n+1}^N b_i^*)$ .