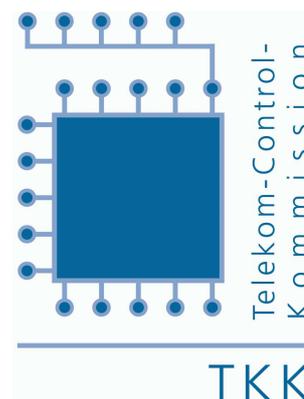


**Telekom-Control-Kommission
Mariahilfer Straße 77-79
1060 Wien**

F 4/08



Wien, am 28. Juni 2010

**Verfahrensordnung gemäß § 55 Abs 9 TKG 2003
Versteigerungsverfahren betreffend Frequenzuteilungen
im Frequenzbereich 2,6 GHz
(rechtlich unverbindliche Web-Version)**

1. Allgemeines

Zur Versteigerung gelangen Frequenzblöcke im gepaarten Spektrum und Frequenzblöcke im ungepaarten Spektrum. Die Versteigerung erfolgt in Form einer kombinatorischen Clock-auktion. Dieses Verfahren besteht aus zwei Phasen (getrennten eigenständigen Auktionen), nämlich einer Vergabephase, in der bestimmt wird, wie viele abstrakte Frequenzblöcke aus dem gepaarten und ungepaarten Bereich die erfolgreichen Bieter jeweils erhalten, und einer Zuordnungsphase, in der die konkreten Frequenzblöcke zugewiesen werden.

Die erste Phase (Vergabephase) besteht aus einer Reihe von offenen Bietrunden (Clock-phase), in denen Bieter jeweils ein kombinatorisches Paketgebot auf abstrakte 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 abstrakten Frequenzblöcken abgeben. Die erlösmaximierende Kombination aus erfolgreichen Geboten wird dann algorithmisch aus allen während der Vergabephase abgegebenen Geboten ermittelt, wobei höchstens ein Gebot eines jeden Bieters (aus allen während der Clockphase und der verdeckten Bietrunde abgegebenen Geboten) berücksichtigt wird.

Gewinner sind diejenigen Bieter, deren Gebot in der erfolgreichen erlösmaximierenden Kombination von Geboten enthalten ist. Die Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltene Anzahl von abstrakten Frequenzblöcken in der jeweiligen Kategorie 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 abstrakten Frequenzblöcke.

Die zweite Phase (Zuordnungsphase) besteht aus einer einzelnen verdeckten Bietrunde, in der Bieter kombinatorische Paketgebote auf verschiedene Kombinationen von frequenzmäßig benachbarten konkreten Frequenzblöcken abgeben, die mit der Anzahl der von den erfolgreichen Bietern in der Vergabephase gewonnenen abstrakten 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.

Der maximale Umfang an Spektrum, den ein Bieter ersteigern darf, ist einerseits durch die Bieterberechtigung, die dieser beantragt, und andererseits durch die von der Telekom-Control-Kommission festgelegten Spektrumsbeschränkungen begrenzt (vgl. dazu Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4 der Ausschreibungsunterlage).

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 (§ 55 Abs 9 TKG 2003). 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 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 5.9 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. Die zur Verfügung stehenden Frequenzblöcke (vgl. dazu Kapitel 2.2 der Ausschreibungsunterlage) werden in folgende Kategorien eingeteilt:

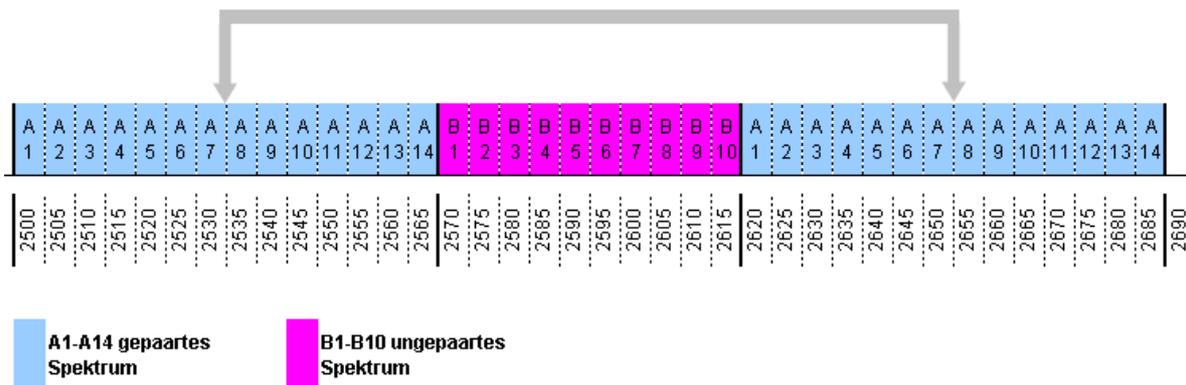
- 14 Frequenzblöcke in der Kategorie A (2.6 GHz gepaart)
- Insgesamt 10 Frequenzblöcke in der Kategorie B (2.6 GHz ungepaart) von denen 9 Frequenzblöcke versteigert werden (B10 wird an den Gewinner von B9 zugeteilt)

Den einzelnen Frequenzpaketen sind Bietpunkte zugeordnet, die die relative Frequenzausstattung widerspiegeln. Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Frequenzblöcke, ihre jeweilige Bezeichnung im Versteigerungsverfahren, und die ihnen zugeordneten Bietpunkte. Die Position der einzelnen Frequenzblöcke im 2,6 GHz-Band ist in Abbildung 1 veranschaulicht.

Tabelle 1: Beschreibung der zu versteigernden Frequenzblöcke

Kategorie	Frequenzen	Paket-bezeichnung	Bietpunkte
A: gepaarte Frequenzen	2500 – 2505 MHz gepaart mit 2620 – 2625 MHz	A1	2*N für ein Gebot auf N Blöcke
	2505 – 2510 MHz gepaart mit 2625 – 2630 MHz	A2	
	2510 – 2515 MHz gepaart mit 2630 – 2635 MHz	A3	
	2515 – 2520 MHz gepaart mit 2635 – 2640 MHz	A4	
	2520 – 2525 MHz gepaart mit 2640 – 2645 MHz	A5	
	2525 – 2530 MHz gepaart mit 2645 – 2650 MHz	A6	
	2530 – 2535 MHz gepaart mit 2650 – 2655 MHz	A7	
	2535 – 2540 MHz gepaart mit 2655 – 2660 MHz	A8	
	2540 – 2545 MHz gepaart mit 2660 – 2665 MHz	A9	
	2545 – 2550 MHz gepaart mit 2665 – 2670 MHz	A10	
	2550 – 2555 MHz gepaart mit 2670 – 2675 MHz	A11	
	2555 – 2560 MHz gepaart mit 2675 – 2680 MHz	A12	
	2560 – 2565 MHz gepaart mit 2680 – 2685 MHz	A13	
	2565 – 2570 MHz gepaart mit 2685 – 2690 MHz	A14	
B: ungepaarte Frequenzen	2570 – 2575 MHz	B1	M-1 für ein Gebot auf N Blöcke
	2575 – 2580 MHz	B2	
	2580 – 2585 MHz	B3	
	2585 – 2590 MHz	B4	
	2590 – 2595 MHz	B5	
	2595 – 2600 MHz	B6	
	2600 – 2605 MHz	B7	
	2605 – 2610 MHz	B8	
	2610 – 2615 MHz	B9	
	2615 – 2620 MHz (kein Auktionsgegenstand, siehe Ausführungen in Kapitel 2.2 der Ausschreibungsunterlage)	B10	(kein Auktions- gegenstand)

Abbildung 1: Positionen der Frequenzpakete im 2,6 GHz-Band



Die gepaarten Frequenzblöcke werden im Versteigerungsverfahren mit $2 \cdot N$ Bietpunkten bewertet; d.h. ein Bieter der für N gepaarte Blöcke bietet, ist auf $2 \cdot N$ Bietpunkten aktiv. Die ungepaarten Blöcke werden mit $M-1$ Bietpunkten bewertet; d.h. ein Bieter der für M ungepaarte Blöcke bietet, ist auf $M-1$ Bietpunkten aktiv.

Ein zusätzlicher Frequenzblock mit ungepaartem Spektrum (B10, 2615 – 2620 MHz) wird in der Zuordnungsphase dem Bieter zugeschlagen, der ein Paket erwirbt, das Frequenzblock B9 enthält.

- 3.2.2. Für die erste Runde des Versteigerungsverfahrens, sowie für alle weiteren Runden, in denen noch keine Gebote auf Frequenzblöcke in der jeweiligen Kategorie gelegt wurden, werden die Rundenpreise für jede Kategorie gleich den in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellten Erstgeboten (Mindestgeboten) für einen Frequenzblock in der jeweiligen Kategorie gesetzt:

Tabelle 2: Erstgebote/Mindestgebote für die zu versteigernden Frequenzblöcke

Kategorie	Erstgebot in €
A	400 000
B	200 000

4. Vergabephase

4.1. Gebote und Gebotsabgabe

- 4.1.1. In der Vergabephase geben Bieter kombinatorische Paketgebote auf abstrakte Frequenzblöcke in beiden Kategorien (A und B) ab. Ein solches Gebot ist demnach durch drei Parameter definiert, nämlich den Gebotsbetrag, die Anzahl der Frequenzblöcke in der Kategorie A, und die Anzahl der Frequenzblöcke in der Kategorie B, die der Bieter zu diesem Betrag zu erwerben wünscht (wobei die jeweilige Anzahl auch Null sein kann). Ein Gebot ist ein verbindliches Angebot eines Bieters, maximal den damit verbundenen Preis für diese Kombination abstrakter Frequenzblöcke zu bezahlen.

- In der primären Bietphase (Clockphase) wird in jeder Runde jeweils ein kombinatorisches Paketgebot für eine Anzahl von abstrakten Frequenzblöcken in jeder der beiden Kategorien (die auch Null sein kann) zu einem Gebotsbetrag

gelegt, der sich aus den jeweiligen vom Auktionator bestimmten Rundenpreisen berechnet.

- In der verdeckten Bietphase geben Bieter verdeckte kombinatorische Paketgebote auf eine Anzahl von abstrakten Frequenzblöcken in jeder der beiden Kategorien 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.
- 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.

4.1.2. 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.

4.1.3. Der Gebotsbetrag während der Clockphase kann nicht selbst frei gewählt werden. Vielmehr nominiert der Bieter eine Anzahl von abstrakten Frequenzblöcken in jeder der beiden Kategorien (die auch Null sein kann) und der Gebotsbetrag errechnet sich aus den jeweiligen vom Auktionator vorgegebenen Rundenpreisen (Anzahl der Blöcke in der Kategorie mal Rundenpreis für diese Kategorie, summiert über beide Kategorien ergibt den Gebotsbetrag).

4.1.4. Die Rundenpreise für einen abstrakten Frequenzblock einer jeweiligen Kategorie werden 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.

4.1.5. Der Gebotsbetrag während der verdeckten Bietphase ist im Rahmen der Beschränkungen durch die Aktivitätsregeln frei wählbar. Die Gebotsabgabe folgt der Regel 4.9.

4.1.6. 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 abstrakten Frequenzblöcken, auf denen ein Bieter in einer Runde aktiv sein darf.

4.2.2. Während der Clockphase darf ein Bieter auf jeder Kombination von abstrakten Frequenzblöcken aktiv sein, solange die Summe der Bietpunkte für alle abstrakten Frequenzblöcke in diesem Paket seine aktuelle Bietberechtigung nicht übersteigt und Regel 4.5 befolgt wird.

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

4.5. Bietrecht

- 4.5.1. Das (kombinatorische) Paketgebot eines jeden Bieters, der bereits über Frequenzzuteilungen in den Bereichen 900 MHz oder 1800 MHz verfügt, kann in jeder Runde nur maximal 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke (Kategorie A) enthalten (vgl. dazu Kapitel 3.4 der Ausschreibungsunterlage).
- 4.5.2. Das (kombinatorische) Paketgebot eines jeden anderen Bieters kann in jeder Runde nur maximal 8 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke (Kategorie A) enthalten.
- 4.5.3. Falls das (kombinatorische) Paketgebot eines Bieters abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke beinhaltet, dann muss sein Paketgebot mindestens 3 abstrakte

ungepaarte Frequenzblöcke (Kategorie B) enthalten, und kann bis zu 9 dieser Blöcke enthalten.

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 abstrakten Frequenzblock einer jeden Kategorie gleich dem Erstgebot gesetzt.

4.7.2. In den folgenden Runden der Clockphase werden die Preise für die jeweiligen Kategorien wie folgt gesetzt:

- Der Preis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock (Kategorie A) wird erhöht, wenn die Gesamtnachfrage nach dieser Kategorie größer als 14 abstrakte Frequenzblöcke ist (d.h. Nachfrageüberhang besteht). Wenn die Gesamtnachfrage für diese Kategorie kleiner gleich 14 abstrakte Frequenzblöcke ist, dann bleibt der Preis in der folgenden Runde gleich dem Preis in der abgelaufenen Runde.
- Der Preis für einen abstrakten ungepaarten Frequenzblock (Kategorie B) wird erhöht, wenn die Gesamtnachfrage nach dieser Kategorie größer als 9 abstrakte Frequenzblöcke ist (d.h. Nachfrageüberhang besteht). Wenn die Gesamtnachfrage für diese Kategorie kleiner gleich 9 abstrakte Frequenzblöcke ist, dann bleibt der Preis in der folgenden Runde gleich dem Preis in der abgelaufenen Runde.

4.7.3. Eine Preisabsenkung findet nicht statt, das heißt in keiner der Kategorien kann der Preis in einer Runde der Clockphase 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, andere Preisinkremente zu bestimmen. Alle Rundenpreise werden in ganzen Euro festgesetzt.

4.8. Ende der Clockphase

4.8.1. Die Clockphase endet:

- automatisch wenn in einer Runde in keiner der beiden Kategorien ein Nachfrageüberhang besteht; oder
- durch Entscheidung des Auktionators selbst wenn in einer oder mehreren Kategorien 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 abstrakten Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase geboten hat; und
- Kombinationen von abstrakten Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase, gegeben seine Bietberechtigung (für die erste Clockrunde) und den Regeln in Regel 4.5, hätte bieten können.

Auf jede Kombination von abstrakten 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 Erstgebote (siehe Regel 3.2.2) der in der Kombination enthaltenen abstrakten 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 abstrakten Frequenzblöcken K zu bieten.
- ‚Ankerkombination‘: Als Ankerkombination für eine Kombination K wird das kombinatorische Paketgebot bezeichnet, auf welches der Bieter in der Ankerrunde anstelle von Kombination K geboten hat, dies sei K'. K' kann ein Nullgebot sein.
- ‚Ankergebot‘: Als Ankergebot für eine Kombination K wird der höchste auf die Ankerkombination (das heißt auf K') eingegangene Gebotsbetrag bezeichnet. Das Ankergebot ist somit entweder das in der verdeckten Bietphase abgegebene Zusatzgebot auf die Ankerkombination, oder das höchste auf die Ankerkombination abgegebene Clockgebot für den Fall, 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 abstrakten 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 α (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. 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 in jeder Kategorie über die Kombination der Gebote ist nicht größer als die Anzahl der in der jeweiligen Kategorie zur Verfügung stehenden Blöcke.

- Die Summe der Gebotsbeträge ist nicht geringer als die Summe 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 abstrakten Frequenzblöcken in der jeweiligen Kategorie zu einem in Übereinstimmung mit Regel 4.11 ermittelten Basispreis.

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 in den jeweiligen Kategorien 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 abstrakten 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.
- 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.¹

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 Biетberechtigungen informiert. Diese Information wird anderen Bietern nicht mitgeteilt. Außerdem wird der Auktionator keinem Bieter die Summe aller Biетberechtigungen 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 einer jeden Kategorie;
- Den Umfang seiner aktuellen Biетberechtigung;
- Die Zahl seiner verbleibenden Rundenverlängerungsrechte;

4.12.3. Nach dem Ende einer jeden Runde in der Clockphase, teilt der Auktionator jedem Bieter folgende Informationen mit:

- Zusammenfassung des von ihm abgegebenen kombinatorischen Gebots, den Umfang seiner verbleibenden Biетberechtigung 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 Biетphase teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:

- Zeitpunkt zu dem die verdeckte Biетphase endet;
- das Ausmaß der Lockerung der Biетbeschränkungen (den Wert des Parameters α) in Übereinstimmung mit Regel 4.9.7)

4.12.6. Nach dem Ende der Vergabephase (also am Ende der verdeckten Biетphase) teilt der Auktionator jedem Bieter die folgenden Informationen mit:²

- Die Identität jedes Gewinners der Vergabephase; und

¹ 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.

² 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 erfordern. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

- Die Anzahl abstrakter Frequenzpakete, die jeder Gewinner in jeder Kategorie gewonnen hat.
- Jedem Gewinner wird der Basispreis seines Gewinnergebots mitgeteilt. Diese Information wird den anderen Bietern nicht mitgeteilt.

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. Es finden zwei Verfahren simultan statt:

- Das Zuordnungsverfahren für ungepaartes Spektrum
- Das Zuordnungsverfahren für gepaartes Spektrum

Die genaue Vorgehensweise für jedes Verfahren hängt davon ab, ob aus der Vergabephase nur ein Gewinner oder mehrere Gewinner in der jeweiligen Kategorie hervorgehen.

5.1.3. Falls die in der jeweiligen Kategorie in der Vergabephase gewonnene Anzahl von Blöcken geringer ist als die Anzahl der zur Verfügung stehenden Blöcke (siehe Kapitel 2.2 der Ausschreibungsunterlage), werden vergebene Frequenzblöcke wie folgt zugeordnet:

- Die Zuordnung von gepaarten Frequenzblöcken (Kategorie A) erfolgt zusammenhängend von 2500 MHz aufwärts (und somit gepaart mit den Frequenzblöcken von 2620 MHz aufwärts), das heißt nicht vergebenes Spektrum in dieser Kategorie liegt zusammenhängend am oberen Ende des gepaarten Frequenzbereichs.
- Die Zuordnung von ungepaarten Frequenzblöcken (Kategorie B) erfolgt zusammenhängend von 2615 MHz abwärts, das heißt nicht vergebenes Spektrum in dieser Kategorie liegt zusammenhängend am unteren Ende des ungepaarten Frequenzbereichs.

5.1.4. Wenn es nur ein erfolgreiches Gebot in einer Kategorie gibt, dann ist kein Zuordnungsgebot für diese Kategorie erforderlich. Der erfolgreiche Bieter erhält unter Berücksichtigung von Regel 5.1.3 automatisch die entsprechenden Blöcke zugeordnet

5.1.5. Falls es in der Vergabephase in einer Kategorie mehr als einen Gewinner gibt, dann wird jedem Gewinner vom Auktionator für die jeweilige Kategorie eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die folgenden Bedingungen:

- Die Anzahl der Frequenzblöcke in jeder Kategorie ist gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der jeweiligen Kategorie, 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 in der jeweiligen Kategorie gewonnen haben, oder den Erhalt von zusammenhängendem nicht vergebenem Spektrum am oberen Ende des gepaarten beziehungsweise am unteren Ende des ungepaarten Frequenzbereichs aus.

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung der Zuordnungsgebotsoptionen herangezogen wird und Beispiele finden sich im Anhang.³

5.2. Gebote und Gebotsabgabe

- 5.2.1. Die Auktionssoftware ermittelt für jeden Bieter alle möglichen für ihn relevanten Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken für jede Kategorie, welche die Bedingungen 5.1.2, 5.1.3 und 5.1.5 erfüllen. Im Versteigerungsverfahren erfolgt die eindeutige Identifikation einer Zuordnungsoption eines Bieters durch den äußerst linken (frequenzmäßig untersten) Frequenzblock der Zuordnungsoption (Startblock).
- 5.2.2. In der Zuordnungsphase geben die in der Vergabephase erfolgreichen Bieter verdeckte Gebote auf die für sie in der jeweiligen Kategorie vorgegebenen Zuordnungsoptionen ab; es handelt sich dabei um ein Paketgebot für die konkreten Frequenzblöcke (beginnend mit dem Startblock) einer Zuordnungsoption für einen Bieter.
- 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 für jede Kategorie, in welcher er bieten durfte, ein entsprechendes Gebot mit einem Gebotsbetrag von Null gelegt.

5.4. Gewinnerermittlung

- 5.4.1. Nach dem Ende der Bietrunde in der Zuordnungsphase ermittelt der Auktionator für jede Kategorie (gepaartes und ungepaartes Spektrum) jeweils die Kombination der Gebote aus allen von den Bietern abgegebenen und von der Auktionssoftware automatisch erzeugten Geboten die den folgenden Bedingungen genügt:

³ Im Regelfall liegen die Zuordnungsoptionen in weniger als 1 Sekunde vor. Unter bestimmten Konstellationen (zB mehr als 10 Gewinner im gepaarten Bereich) kann es auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall kann es zu Verzögerungen im Ablauf der Auktion kommen.

- Es wird je Kategorie genau ein Gebot pro Bieter berücksichtigt.
 - Die mit den Geboten verbundene Zuordnung von Frequenzblöcken stellt sicher, dass jeder Bieter zusammenhängende Blöcke erhält, und nicht vergebene Frequenzblöcke zusammenhängend am oberen Ende des gepaarten bzw. am unteren Ende des ungepaarten Frequenzbereichs liegen (vgl. Regel 5.1.2, 5.1.3 und 5.1.5).
 - 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.
- 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.

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Zusatzpreisen herangezogen wird, findet sich im Anhang.⁴

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 (der in der Zuordnungsphase bestimmt wurde).

5.7. Informationen an die Bieter

5.7.1. Vor Beginn der Zuordnungsphase teilt der Auktionator jedem Gewinner der Vergabephase 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:⁵

- Die Identität jedes Gewinners;
- Die Frequenzblöcke, die jedem Gewinner in jeder Kategorie zugeteilt werden;
- Den Gesamtpreis, sowie den Basispreis und den Zusatzpreis den jeder Gewinner für seine Frequenzblöcke zahlen muss.

⁴ 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.

⁵ Vergleiche dazu Fußnote 2.

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 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 6.9 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 je Kategorie erwerben möchte.

- Verdeckte Bietrunde: In dieser Phase kann der Bieter mehrere zusätzliche Paketgebote abgeben, dh. Je Paketgebot gibt der Bieter den Gebotsbetrag und die Anzahl der Blöcke je Kategorie 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

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

Die im Bieterfenster angezeigten Zeitinformationen werden in regelmäßigen 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 (zB 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 einer Runde in der Clockphase

Die Rundenzeit wird vom Auktionator zu Beginn jeder Runde festgesetzt.

In der Clockphase beträgt die Rundenzeit zwischen **20 und 60 Minuten** (sofern keine Rundenverlängerung in Anspruch genommen wird).

Mit Rundenbeginn wird der Endzeitpunkt der Runde im Gebotsfenster angezeigt.

Der Endzeitpunkt ist jener Zeitpunkt, zu dem die Runde spätestens endet, wenn kein Bieter eine Rundenverlängerung in Anspruch nimmt.

Sofern ein bietberechtigter Bieter noch ein Rundenverlängerungsrecht besitzt, so nimmt er automatisch eine Rundenverlängerung in Anspruch, wenn er zum Endezeitpunkt kein Gebot (kann auch ein Nullgebot sein) abgegeben hat.

Haben alle bietberechtigten Bieter ein Gebot (kann auch ein Nullgebot sein) abgegeben, so endet die Gebotsabgabephase der Runde (auch wenn der Endzeitpunkt noch nicht erreicht wurde). Der Auktionator kann ab diesem Zeitpunkt die Runde abschließen. Eine Runde kann daher deutlich kürzer als die festgelegte nominelle Rundenzeit dauern. Damit sind deutlich mehr Auktionsrunden je Tag möglich, als sich aus der nominellen Rundenzeit ergeben würden.

6.6. Dauer der Runde in der verdeckten Bietphase und in der Zuordnungsphase

Endet die Clockphase vor 13:00 beginnt die verdeckte Bietphase am nächsten Tag nicht vor 9:00. Endet die Clockphase nach 13:00 beginnt die verdeckte Bietphase am nächsten Tag nicht vor 13:00. Der Zeitpunkt wird im Anschluss an die Clockphase bekannt gegeben.

Die Rundenzeit wird vom Auktionator zu Beginn der Runde festgesetzt. Mit Rundenbeginn wird der Endzeitpunkt der Runde im Gebotsfenster angezeigt.

Die Runde endet, wenn entweder alle bietberechtigten Bieter ein Gebot abgegeben haben, oder der Endzeitpunkt erreicht wurde. Es ist keine Rundenverlängerung vorgesehen.

In der verdeckten Bietrunde beträgt die Rundenzeit zwischen **2 und 4 Stunden**.

Der Start der Zuordnungsphase wird nach Abschluss der Vergabephase bekannt gegeben. Zwischen Abschluss der Vergabephase und Start der Zuordnungsphase liegen zumindest 24 Stunden.

In der Zuordnungsphase beträgt die Rundenzeit zwischen **2 und 4 Stunden**.

6.7. Rundenverlängerung

Während der Clockphase haben die Bieter die Möglichkeit Rundenverlängerungen in Anspruch zu nehmen (vgl. dazu Regeln 4.4). Ein Rundenverlängerungsrecht räumt einem Bieter zusätzliche Zeit für die Gebotsabgabe 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.

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 (vgl. Regel 4.3.2).

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.

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

6.8. 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 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 der betroffenen Bietrunde abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben. Dadurch kann es zu Verzögerungen im Ablauf der Auktion kommen.

6.9. 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. In keinem Fall ist eine Gebotsabgabe zu einem späteren Zeitpunkt möglich, ein Anruf nach Ablauf der Rundenzeit wird daher nicht berücksichtigt.

Die Gebotsabgabe ohne Bietersoftware läuft folgendermaßen ab:

- 1) Der Bieter informiert den Auktionator über den Ausnahmefall.
- 2) Der Auktionator entscheidet, dass eine Gebotsabgabe ohne Bietersoftware erfolgen soll (oder die Runde abgebrochen/wiederholt wird).
- 3) Der Bieter übermittelt telefonisch das bzw. die Gebote an einen vom Auktionator benannten Mitarbeiter der Regulierungsbehörde.
- 4) Die Gebote werden elektronisch erfasst und ausgedruckt jedoch nicht abgegeben.
- 5) Die Gebote werden per Fax an den Bieter übermittelt.
- 6) Der Bieter unterschreibt das Gebot (bzw. informiert den Auktionator über Übermittlungsfehler, in diesem Fall weiter mit Pkt 3).
- 7) Der Bieter faxt das unterfertigte Gebot an den Auktionator.
- 8) Das Gebot wird von einem Mitarbeiter der Regulierungsbehörde abgegeben.

6.10. 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.

6.11. 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.

6.12. 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.

6.13. Bedienungsanleitung

Eine Bedienungsanleitung zur Auktionssoftware wird voraussichtlich mit der Zustellung der Verfahrensordnung übermittelt.

7. Organisatorischer Rahmen

Die Details zum organisatorischen Rahmen werden im **Juli 2010** zugestellt. In dieser im Web veröffentlichten Version werden lediglich wesentliche Eckpunkte dargestellt.

7.1. Autorisierte Bieter

Jeder Antragsteller hat bis spätestens am **1. September 2010** der Regulierungsbehörde die Namen von mindestens 2 und höchstens 6 Vertretern des Antragstellers, die autorisiert sind, für das Unternehmen während der Auktion rechtsverbindliche Gebote zu legen, schriftlich zu übermitteln (siehe Anlage A). Die Vertretungsbefugnis ist durch Vorlage eines aktuellen Firmenbuchauszuges oder durch Vorlage einer entsprechenden Vollmacht nachzuweisen.

Der für die Auktion notwendige Sicherheitsschlüssel wird nur an einen autorisierten Bieter ausgehändigt.

Hinweis: Aus praktischen Gründen wird empfohlen, die Bekanntgabe der autorisierten Bieter im Rahmen der theoretischen Bieterschulung vorzunehmen.

7.2. Ort der Auktion

Der Auktionator befindet sich in den Räumlichkeiten der Regulierungsbehörde, Mariahilferstrasse 77-79, 1060 Wien. Den Bietern bleibt es selbst überlassen, von welchem Ort aus sie die Gebote abgeben. Dieser Ort ist jedoch bis **1. September 2010** der Regulierungsbehörde schriftlich bekannt zu geben.

7.3. Rechner zur Gebotsabgabe (Bieterrechner)

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

Der PC benötigt folgende Software-Mindestausstattung:

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

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

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

Es ist möglich – und zur Erhöhung der Verfügbarkeit durchaus sinnvoll – mehrere Rechner bereitzuhalten. Es kann zu einem bestimmten Zeitpunkt allerdings nur ein Rechner je Bieter mit dem Auktionsserver verbunden sein. Ähnliches gilt auch für den Internet-Zugang, auch

hier macht es Sinn, unterschiedliche Zugänge, idealerweise mit unterschiedlichen Technologien, bereitzuhalten.

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

7.4. Kommunikation mit Bieter

Für die zusätzliche Kommunikation zwischen Bieter und Auktionator sind bis 1. September 2010 die Nummer eines Faxanschlusses, eine Telefonnummer und eine E-Mail-Adresse schriftlich bekannt zu geben.

Sämtliche Kommunikation zwischen Bieter und Auktionator bzw. Auktionssoftware kann zur Dokumentation des Vergabeverfahrens vom Auktionator aufgezeichnet werden.

7.5. Bieterschulungen

7.5.1. Theoretische Bieterschulung

Die theoretische Bieterschulung findet voraussichtlich im Zeitraum von 27. – 29. Juli und im Zeitraum von 30. August bis 1. September 2010 in den Räumlichkeiten der RTR statt. Im Rahmen dieser Schulung werden die Auktionsregeln erläutert und die Bieter mit der Software vertraut gemacht. Pro Bieter wird ein individueller Termin festgelegt, die Regulierungsbehörde wird dabei nach Möglichkeit Terminwünsche von Bieter berücksichtigen. Die Terminkoordination wird unmittelbar nach Ablauf der Ausschreibungsfrist erfolgen, Termine finden allerdings nur mit jenen Antragstellern statt, die auch tatsächlich zur Auktion zugelassen werden. Die Zulassung zur Auktion wird voraussichtlich am 26. Juli erfolgen.

7.5.2. Praktische Bieterschulung

Die praktische Bieterschulung findet voraussichtlich im Zeitraum von 7. – 10. September 2010 statt. Die praktische Bieterschulung ermöglicht den Bieter von ihrem Unternehmen aus im Rahmen einer Testauktion zu bieten. Pro Bieter wird ein individueller Termin festgelegt, die Regulierungsbehörde wird dabei nach Möglichkeit Terminwünsche von Bieter berücksichtigen.

7.6. Test-Auktion

Am Vormittag der Echt-Auktion wird eine kurze Test-Auktion durchgeführt. Diese dient zum Test des Gesamtsystems mit allen Bieter. Diese Auktion wird nach wenigen Runden abgebrochen. Bei der Test-Auktion werden dieselben Zugangsdaten wie bei der Echt-Auktion verwendet.

7.7. Auktion

Die Details dazu werden im Juli 2010 zugestellt.

7.8. Simulations-Tool

Nach Ablauf der Antragsfrist erhält jeder Antragsteller von der Regulierungsbehörde den Zugang zu einem Simulations-Tool zur Verifizierung der Gewinn- 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.

Das Simulations-Tool wird von 12. Juli 2010 16h00 bis spätestens 10. September 2010 15h00 zur Verfügung gestellt.

Anhang A: Beispiele für Maximalgebote für die verdeckte Bietphase

Im Folgenden sollen zwei Beispiele für die Anwendung der im Abschnitt 4.9 beschriebenen Aktivitätsregel für die verdeckte Bietphase gegeben werden.

Beispiel 1

Der Bieter hat eine Bietberechtigung von 8 Bietpunkten beantragt. In den ersten zehn Bietrunden bietet der Bieter auf vier gepaarte Blöcke. In der elften Runde fällt der Bieter auf drei gepaarte Blöcke zurück, und gibt bis zum Ende der Clockphase Gebote für drei gepaarte Blöcke ab.

Die Rundenpreise in der elften Runde sind:

- 2,5 Mio € für einen gepaarten Block; und
- 1 Mio € für einen ungepaarten Block.

Die Preise in der letzten Runde der Clockphase sind:

- 3 Mio € für einen gepaarten Block; und
- 1,2 Mio € für einen ungepaarten Block.

Das letzte Paketgebot in der Clockphase für 3 gepaarte Blöcke lautet auf 9 Mio €. Dem Bieter steht frei, dieses Gebot beliebig zu erhöhen, d.h. ein verdecktes Paketgebot für 3 gepaarte Blöcke in Höhe von $9 \text{ Mio €} + X \text{ €}$ abzugeben (X sei der Betrag um den das letzte Clockgebot erhöht wird). Alle anderen Paketgebote sind nun relativ zu diesem Gebot gedeckelt.

Das Paket von drei gepaarten Blöcken (6 Bietpunkte) ist in diesem Beispiel die Ankerkombination für alle Zusatzgebote.

Die Gebotsbeträge für alle größeren Pakete (Pakete mit 7 oder 8 Bietpunkte) sind durch das Ankergebot von $9 \text{ Mio €} + X$ und die Preise in der elften Runde (=Ankerrunde für größere Pakete) beschränkt.

Gebotsbeträge für alle Pakete, die 6 oder weniger Bietpunkte erfordern sind durch das Ankergebot und die Preise in der letzten Clockrunde beschränkt.

Unter der Annahme, dass ein Gebot auf ungepaartes Spektrum mindestens drei Blöcke beinhalten muss, kann der Bieter die folgenden verdeckten Gebote (mit maximal 8 Bietpunkten) abgeben:

Tabelle 3: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1

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

Sollte der Auktionator die Bietbeschränkungen gemäß Regel 4.9.7 lockern und $\alpha=2$ wählen, kann der Bieter unter anderem folgende verdeckte Zusatzgebote abgeben (die Liste ist nicht vollständig):

Tabelle 4: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1 ($\alpha=2$)

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

Beispiel 2

Angenommen, Bieter A hat nur kombinatorische Paketgebote für abstrakte gepaarte Frequenzblöcke abgegeben. Er beginnt die Auktion mit einer Bietberechtigung von 12 Bietpunkten und er bietet in der ersten Runde auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke. Die Mindestgebote für jede Kategorie sind in Tabelle 5 dargestellt. Er legt somit in der ersten Runde ein Gebot von 2,4 Mio € auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke.

Tabelle 5: Mindestgebote für die zu versteigernden Frequenzblöcke in Beispiel 2

Kategorie	Mindestgebot in €
A	400 000
B	200 000

Er bietet weiter für 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke bis er in Runde 5 auf 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke zurückfällt. Der Preis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in dieser Runde ist 800.000 €. Das Paket von 5 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken ist demnach seine Ankerkombination für alle Pakete mit mehr als 10 Bietpunkten (d.h. für Kombinationen mit 11 und 12 Bietpunkten). Die Ankerrunde für diese größeren Pakete ist Runde 5.

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

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

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

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

Es sei zudem angenommen, dass Bieter A die folgenden verdeckten kombinatorischen Paketgebote abgeben möchte:

Ein **Gebot für 3 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke**: Dieses Paket enthält 6 Bietpunkte, und das entsprechende Maximalgebot ist demnach an das Ankergebot für 4 gepaarte Blöcke und die Wertdifferenz in der Ankerrunde (die letzte Clockrunde gemäß Regel 4.9.5) gebunden. Im Detail errechnet sich das Maximalgebot für dieses Paket dadurch, dass vom relevanten Ankergebot (16 Mio €) der Preis eines gepaarten Blocks in der letzten Runde der Clockphase (2,4 Mio €) abgezogen wird (die Wertdifferenz ist zwischen 3 und 4 gepaarten Blöcken ist -2,4 Mio. Euro). Das heißt, das Maximalgebot für ein Paket mit 3 gepaarten Blöcken ist 13,6 Mio €.

Ein **Gebot für 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke** abgeben. Dieses Paket enthält 10 Bietpunkte, und der Bieter hatte zuletzt in Runde 10 das Recht, auf ein solches Paket zu bieten; die Runde 10 ist damit die Ankerrunde für das Zusatzgebot für 5 abstrakte Frequenzblöcke. Da er aber auf 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke in dieser Runde geboten hat, fiel seine Bietberechtigung für Runde 11 auf 8 (vgl. Regel 4.3.1). Das relevante Ankergebot für 5 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke ist damit ebenfalls das höchste Gebot auf 4 gepaarte Frequenzblöcke, das heißt das vom Bieter abgegebene Zusatzgebot von 16 Mio €. Bei einem Preis von 1,2 Mio € für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in der Ankerrunde 10 ergibt sich damit der maximale Gebotsbetrag aus der Summe des Ankergebots (16 Mio €) *plus* der Wertdifferenz zwischen einem Paket von 5 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken und einem Paket von 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken zu den Rundenpreisen in der relevanten Ankerrunde 10 (1,2 Mio €), das heißt 17,2 Mio €. Es sei angenommen, dass der Bieter ein verdecktes Gebot für diese Kombination von 17 Mio € abgibt. Das bedeutet, dass das Ankergebot für die Ankerkombination von 5 gepaarten Blöcken, auf dessen Basis die maximalen Gebotsbeträge für alle größeren Pakete bestimmt wird, nicht dem letzten Clockgebot für diese Kombination (5 Blöcke zum Blockpreis in Runde 9), sondern dem verdeckten Zusatzgebot von 17 Mio € entspricht.⁶

Ein **Gebot auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke**: Dieses Paket enthält 12 Bietpunkte, und der Bieter hatte zuletzt in Runde 5 das Recht, auf ein solches Paket zu bieten. Die

⁶ Hätte der Bieter sich dafür entschieden, kein verdecktes Zusatzgebot auf die Kombination von 5 gepaarten Blöcken abzugeben, dann wären in der Folge alle Zusatzgebote auf größere Pakete relativ zu dem letzten Clockgebot auf die Kombination von 5 gepaarten Blöcken beschränkt. Dieses wurde in Runde 9 zu einem Blockpreis von weniger als 1,2 Mio € abgegeben, d.h. das Ankergebot für Pakete mit mehr als 10 Bietpunkten wäre demnach nicht 17 sondern kleiner als 6 Mio €.

Ankerrunde ist demnach die Runde 5. In dieser Runde gab der Bieter allerdings ein Gebot für 5 gepaarte Blöcke ab, und dies ist die relevante Ankerkombination für Pakete mit mehr als 10 Bietpunkten. Aus dem relevanten Ankergebot für diese Kombination (in diesem Falle dem verdeckten Zusatzgebot für 5 gepaarte Blöcke zu 17 Mio €) und dem Rundenpreis von 800.000 € für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock in der relevanten Ankerrunde 5 ergibt sich somit ein Maximalgebot von 17,8 Mio € für ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke (vgl. Regel 4.9.6).

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

In der folgenden Tabelle 7 sind die Maximalgebote für alle möglichen verdeckten kombinatorischen Paketgebote für Bieter A aufgelistet. Bei der Berechnung ist angenommen, dass er, wie oben beschrieben, ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot für 5 abstrakte gepaarte Frequenzen in Höhe von 17 Mio €, und zudem ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot von 17,5 Mio € auf 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke legt. Die relevanten Rundenpreise für abstrakte Frequenzblöcke sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Relevante Rundenpreise - Beispiel 2

Runde	Preis für einen abstrakten gepaarten Frequenzblock	Preis für einen abstrakten ungepaarten Frequenzblock
5	800 000 €	200 000 €
10	1,2 Mio €	500 000 €
Letzte Runde der Clockphase	2,4 Mio €	1 Mio €

Tabelle 7: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 2

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

2	4	7	$16 \text{ Mio €} - 2 \times 2,4 \text{ Mio €} + 4 \times 1 \text{ Mio €}$ = 15,2 Mio €
2	5	8	$16 \text{ Mio €} - 2 \times 2,4 \text{ Mio €} + 5 \times 1 \text{ Mio €}$ = 16,2 Mio €
2	6	9	$16 \text{ Mio €} - 2 \times 1,2 \text{ Mio €} + 6 \times 0,5 \text{ Mio €}$ = 16,6 Mio €
2	7	10	$16 \text{ Mio €} - 2 \times 1,2 \text{ Mio €} + 7 \times 0,5 \text{ Mio €}$ = 17,1 Mio €
2	8	11	$17 \text{ Mio €} - 3 \times 0,8 \text{ Mio €} + 8 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 16,2 Mio €
2	9	12	$17 \text{ Mio €} - 3 \times 0,8 \text{ Mio €} + 9 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 16,4 Mio €
3	0	6	$16 \text{ Mio €} - 2,4 \text{ Mio €} = 13,6 \text{ Mio €}$
3	3	8	$16 \text{ Mio €} - 2,4 \text{ Mio €} + 3 \times 1 \text{ Mio €}$ = 16,6 Mio €
3	4	9	$16 \text{ Mio €} - 1,2 \text{ Mio €} + 4 \times 0,5 \text{ Mio €}$ = 16,8 Mio €
3	5	10	$16 \text{ Mio €} - 1,2 \text{ Mio €} + 5 \times 0,5 \text{ Mio €}$ = 17,3 Mio €
3	6	11	$17 \text{ Mio €} - 2 \times 0,8 \text{ Mio €} + 6 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 16,6 Mio €
3	7	12	$17 \text{ Mio €} - 2 \times 0,8 \text{ Mio €} + 7 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 16,8 Mio €
4	0	8	unbegrenzt, von Bieter A gelegtes Gebot: 16 Mio €
4	3	10	$16 \text{ Mio €} + 3 \times 0,5 \text{ Mio €} = 17,5 \text{ Mio €}$
4	4	11	$17 \text{ Mio €} - 0,8 \text{ Mio €} + 4 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 17 Mio €
4	5	12	$17 \text{ Mio €} - 0,8 \text{ Mio €} + 5 \times 0,2 \text{ Mio €}$ = 17,2 Mio €
5	0	10	$16 \text{ Mio €} + 1,2 \text{ Mio €} = 17,2 \text{ Mio €}$, von BieterA gelegtes Gebot: 17 Mio €
5	3	12	$17 \text{ Mio €} + 3 \times 0,2 \text{ Mio €} = 17,6 \text{ Mio €}$
6	0	12	$17 \text{ Mio €} + 0,8 \text{ Mio €} = 17,8 \text{ Mio €}$

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 sei N die Menge der Bieter, die an der Versteigerung teilnehmen. Die Gewinnerermittlung in Übereinstimmung mit Regel 4.10 bestimme eine Menge von erfolgreichen Bietern W und die Summe der erfolgreichen Gebote sei v . v^{-C} bezeichnet die Summe der durch die Gewinnerermittlung identifizierten erfolgreichen Gebote falls die Bieter in $C \subseteq N$ nicht an der Versteigerung teilnehmen, und $\sigma(C) = (v - v^{-C})$ den Rückgang des Gesamtgebotswertes falls die Bieter in $C \subseteq N$ nicht an der Versteigerung teilnehmen.

- Für jeden erfolgreichen Bieter $j \in W$, berechne v^{-j} als die Summe der Gebotsbeträge, die sich aus der Gewinnerermittlung ergäben, falls Bieter j kein Gebot abgegeben hätte.
- Für jeden erfolgreichen Bieter $j \in W$ bestimme das für das erfolgreiche Gebot relevante Erstgebot m_j (siehe Regel 3.2.2) und den maximalen Bietabschlag $d_j^{\max} = \min[b_j - m_j, \sigma(\{j\})]$ mit b_j als den Gebotsbetrag im erfolgreichen Gebot von Bieter j .
- Erzeuge eine Liste von Beschränkungen B für ein lineares Programm und initialisiere diese als $B = \left\{ \forall j \in W : d_j \leq d_j^{\max}, \sum_{j=1}^J d_j \leq \sigma(W) \right\}$.
- 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 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.
- Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtgebotsbetrag.
- Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge keinen geringeren Wert als den in Schritt f) ermittelten Gesamtgebotsbetrag 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 es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, die nicht mehr zu den Gewinnern unter den modifizierten Geboten gehören, 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 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 totalen 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) Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 4.10, und den damit verbundenen Gesamtgebotsbetrag.
- l) Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtgebotsbetrag 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 es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, die nicht mehr zu den Gewinnern unter den modifizierten Geboten gehören, 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 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 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 3: Bestimmung von Basispreisen

In diesem Beispiel bieten 6 Bieter (Alan, Bob, Carl, Doris, Emma und Fred) für 14 gepaarte und 9 ungepaarte Frequenzblöcke in einer kombinatorischen Clockauktion. In der Vergabephase wurden die in Tabelle 8 gelisteten Gebote abgegeben. Mindestgebote sind die gleichen wie in den vorherigen Beispielen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 8: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 3

Bieter	Paket		Paketgebot (Vergabephase)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	14,8 Mio €
	4	0	14 Mio €
Bob	6	4	21,8 Mio €
	6	3	20,2 Mio €
	5	4	20 Mio €
	5	3	19,2 Mio €
Carl	4	0	16 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	9,4 Mio €
	0	5	9 Mio €

Die blau unterlegten Paketgebote sind die Gewinnergebote, da sie die (eindeutige) erlösmaximierende Kombination darstellen, die im verfügbaren Spektrum (14 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und 9 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke) untergebracht werden kann. Der Erlös dieser Kombination ist 60,8 Mio €. Bieter, die nicht zu den Gewinnern gehören, und ihre jeweiligen Gebote sind grau unterlegt.

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

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne die Summe der Gebotsbeträge, die sich aus der Gewinnerermittlung ergäben, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme das Mindestgebot und den maximalen Bietabschlag.

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

Falls Alan nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wären die 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcke, die er gewonnen hat, nicht versteigert worden, da keiner der nicht erfolgreichen Bieter ein kombinatorisches Paketgebot für 4 (oder weniger) abstrakte gepaarte Frequenzblöcke gelegt hat. Somit sind die Opportunitätskosten für Alans Gewinnergebot 0. Da Basispreise die Bedingung erfüllen müssen, dass sie zumindest so hoch sind wie das Mindestgebot (vgl. Regel 4.11.3), ist der Basispreis für Alans Gewinnergebot zumindest 1,6 Mio €.

Bob hat 6 abstrakte gepaarte und 4 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke gewonnen. Hätte Bob nicht an der Auktion teilgenommen, hätten Alan einen zusätzlichen abstrakten gepaarten Frequenzblock gewinnen können (5 insgesamt) und Doris hätte die 4 abstrakten ungepaarten Frequenzblöcke erwerben können. Somit gäbe es zusätzlich zu den existierenden Gewinnern (Alan, Carl und Fred) einen neuen Gewinner (Doris). Die nächstbeste erlösmaximierende Kombination wäre dann 46,8 Mio € wert. Somit ist der maximale Bietabschlag 14 Mio €, und die Opportunitätskosten von Bobs Gebot sind 7,8 Mio €.

Falls Carl nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wäre das nächstbeste erlösmaximierende Resultat, dass Alan fünf abstrakte gepaarte Frequenzblöcke gewinnt (für ein

Paketgebot von 14,8 Mio €). Der Gesamtgebotswert würde dadurch auf 45,6 Mio € fallen und der maximale Bietabschlag für Carl ist demnach 15,2 Mio €. Abgezogen von seinem Gebot ergibt dies Opportunitätskosten von 0,8 Mio € für Carls Gewinnergebot. Da dies unter dem Mindestgebot liegt, ist der potenzielle Basispreis für Carls Gewinnergebot 1,6 Mio €.

Fred hat 5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke gewonnen. Hätte Fred an der Auktion nicht teilgenommen, dann hätte Emma 5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke gewinnen können. Somit ist der nächstbeste maximale Erlös, wenn Fred nicht an der Auktion teilnimmt 59,8 Mio €, was einem maximalen Bietabschlag von 1 Mio € für Fred entspricht; die Opportunitätskosten für das Gewinnergebot von Fred sind 8 Mio €.

Die Ergebnisse der Berechnung des maximalen Bietabschlags (Schritt b)) und dem daraus resultierenden potenziellem Basispreis sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Potenzielle Basispreise Beispiel 3

Bieter	Nächstbester maximaler Erlös	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	46,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 46,8 Mio € = 14,0 Mio € und 14 Mio € - 1,6 Mio € = 12,4 Mio € d.h. 12,4 Mio €	1,6 Mio €
Bob	46,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 46,8 Mio € = 14 Mio € und 21,8 Mio € - 3,2 Mio € = 18,6 Mio € d.h. 14 Mio €	7,8 Mio €
Carl	45,6 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 45,6 Mio € = 15,2 Mio € und 16 Mio € - 1,6 Mio € = 14,4 Mio € d.h. 14,4 Mio €	1,6 Mio €
Fred	59,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 59,8 Mio € = 1 Mio € und 9 Mio € - 1 Mio € = 8 Mio € d.h. 1 Mio €	8 Mio €

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 Gesamtgebotsertrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Falls keiner der Gewinner an der Auktion teilgenommen hätte, hätten Emma und Doris gewonnen, und der Gesamtgebotsertrag wäre in diesem Fall gleich 15 Mio € gewesen. Das heißt, dass die Liste der Beschränkungen die folgenden Bedingungen enthält:

$$\begin{aligned}
d_{Alan} &\geq 0 \\
d_{Bob} &\geq 0 \\
d_{Carl} &\geq 0 \\
d_{Fred} &\geq 0 \\
d_{Alan} &\leq 12,4 \text{ Mio} \\
d_{Bob} &\leq 14 \text{ Mio} \\
d_{Carl} &\leq 14,4 \text{ Mio} \\
d_{Fred} &\leq 1 \text{ Mio} \\
d_{\{Alan, Bob, Carl, Fred\}} &\leq 45,8 \text{ Mio}
\end{aligned}$$

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

Die Lösung des Maximierungsproblems gegeben die Beschränkungen ist trivial und gleich:

$$\begin{aligned}
d_{Alan}^* &= 12,4 \text{ Mio} \\
d_{Bob}^* &= 14 \text{ Mio} \\
d_{Carl}^* &= 14,4 \text{ Mio} \\
d_{Fred}^* &= 1 \text{ Mio}
\end{aligned}$$

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 Gesamtgebotsbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge 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 Gesamtgebotsbetrag 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).⁷ Das heißt, dass die potenziellen Basispreise in der Tabelle 9 die tatsächlichen Basispreise sind. Dies ist in Tabelle 10 veranschaulicht.

Tabelle 10: Modifizierte Paketgebote - Beispiel 3

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	2,4 Mio €

⁷ In diesem Fall ist die Summe der modifizierten Gewinnergebote gleich 19 Mio €. Der gleiche Gesamtgebotswert ergäbe sich, wenn man das erste Gebot von Alan, die Gebote von Carl und Doris sowie das zweite Gebot von Fred akzeptierte.

	4	0	1,6 Mio €
Bob	6	4	7,8 Mio €
	6	3	6,2 Mio €
	5	4	6 Mio €
	5	3	5,2 Mio €
Carl	4	0	1,6 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	8,4 Mio €
	0	5	8 Mio €

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabstände von den individuellen, maximalen Bietabschlägen 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 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 Gesamtgebotsbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtgebotsbetrag erbringen, dann sind die gefundenen Bietabschläge die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschläge 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 11 dargestellt

Tabelle 11: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 3

Bieter	Basispreise
Alan	1,6 Mio €
Bob	7,8 Mio €
Carl	1,6 Mio €
Fred	8 Mio €
Summe:	19 Mio €

Beispiel 4: Bestimmung von Basispreisen - Minimierung des Gesamtwerts

Basispreise sind nicht generell identisch mit den Opportunitätskosten, wie dies im Beispiel 3 (mit Ausnahme der Mindestgebotsbeschränkung für Alan und Carl) 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 ein zusätzlicher Bieter, Greg, an der Versteigerung teilnimmt, also insgesamt sieben Bieter (Alan, Bob, Carl, Doris, Emma, Fred und Greg) für abstrakte

gepaarte und ungepaarte Frequenzblöcke in einer kombinatorischen Clockauktion bieten. In der Vergabephase wurden die in Tabelle 12 gelisteten Gebote abgegeben.

Alan, Bob, Carl, Doris, Emma und Fred geben dieselben Gebote wie im vorangegangenen Beispiel ab. Greg gibt ein kombinatorisches Paketgebot für 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und 5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke ab. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt.

Tabelle 12: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 4

Bieter	Paket		Paketgebot (Vergabephase)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	14,8 Mio €
	4	0	14 Mio €
Bob	6	4	21,8 Mio €
	6	3	20,2 Mio €
	5	4	20 Mio €
	5	3	19,2 Mio €
Carl	4	0	16 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	9,4 Mio €
	0	5	9 Mio €
Greg	4	5	22 Mio €

Dieselben Bieter (Alan, Bob, Carl und Fred) gewinnen dieselbe Zahl an gepaarten und ungepaarten Blöcken wie im vorangegangenen Beispiel. Dies ist der Fall, weil Greg für ein Paket von 4 abstrakten gepaarten Frequenzblöcken und 5 ungepaarten Frequenzblöcken nur gewillt ist 22 Mio € zu zahlen, wobei Alan (4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke für 14 Mio €) und Fred (5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke für 9 Mio €) gemeinsam 23 Mio € für das gleiche Paket zu zahlen gewillt sind. Gregs Teilnahme erhöht allerdings die potenziellen Basispreise für die Gewinnergebote.

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne die Summe der Gebotsbeträge, die sich aus der Gewinnerermittlung ergäben, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme das Mindestgebot und den maximalen Bietabschlag.

Wenn Alan nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wäre die nächsthöchste Erlöskombination, dass Gregs Gebot gewinnt, Fred nichts gewinnt und die anderen beiden Bieter ihre Gewinnergebote erhalten. Der nächsthöchste Gesamtgebotswert wäre demnach 59,8 Mio €, d.h. der maximale Bietabschlag für Alan wäre 1 Mio €, und der potenzielle Basispreis für Alans Gewinnergebot wären 13 Mio €. Wenn der gleiche Prozess für die anderen Bieter angewendet wird, ergeben sich die in Tabelle 13 angegebenen potenziellen Basispreise für jedes Gewinnergebot.

Tabelle 13: Potenzielle Basispreise - Beispiel 4

Bieter	Nächstbester maximaler Erlös	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	59,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 59,8 Mio € = 1 Mio € und 14 Mio € - 1,6 Mio € = 12,4 Mio € d.h. 1 Mio €	13 Mio €
Bob	59,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 59,8 Mio € = 1 Mio € und 21,8 Mio € - 3,2 Mio € = 18,6 Mio € d.h. 1 Mio €	20,8 Mio €
Carl	57,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 57,8 Mio € = 3 Mio € und 16 Mio € - 1,6 Mio € = 14,4 Mio € d.h. 3 Mio €	13 Mio €
Fred	59,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 59,8 Mio € = 1 Mio € und 9 Mio € - 1 Mio € = 8 Mio € d.h. 1 Mio €	8 Mio €

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 Gesamtgebotsertrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Falls die Gewinner nicht an der Auktion teilnehmen, gewinnen Doris und Greg und der nächstbeste Erlös wäre 29 Mio €, d.h. der maximale Bietabschlag für alle Gewinner zusammen ist 31,8 Mio €.

Die Beschränkungen für dieses lineare Programm sind also wie folgt:

$$d_{Alan} \geq 0$$

$$d_{Bob} \geq 0$$

$$d_{Carl} \geq 0$$

$$d_{Fred} \geq 0$$

$$d_{Alan} \leq 1Mio$$

$$d_{Bob} \leq 1Mio$$

$$d_{Carl} \leq 3Mio$$

$$d_{Fred} \leq 1Mio$$

$$d_{\{Alan,Bob,Carl,Fred\}} \leq 31,8Mio$$

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

Die Lösung des Maximierungsproblems, gegeben die Beschränkungen, ist gleich:

$$d_{Alan}^* = 1Mio$$

$$d_{Bob}^* = 1Mio$$

$$d_{Carl}^* = 3Mio$$

$$d_{Fred}^* = 1Mio$$

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 14: Modifizierte Paketgebote, erste Iteration - Beispiel 4

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	13,8 Mio €
	4	0	13 Mio €
Bob	6	4	20,8 Mio €
	6	3	19,2 Mio €
	5	4	19 Mio €
	5	3	18,2 Mio €
Carl	4	0	13 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	8,4 Mio €
	0	5	8 Mio €
Greg	4	5	22 Mio €

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 Gesamtgebotsbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die erlösmaximierende Kombination (der nun modifizierten Gebote). Diese ist in Tabelle 14 blau unterlegt. Die Gebotssumme (55,8 Mio €) weicht von der Summe der modifizierten erfolgreichen Gebote (54,8 Mio €) ab. Im Vergleich zum ursprünglichen Ergebnis stellt sich heraus, dass Alan und Fred 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 nächstbeste Erlöskombination, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt d).

Wir müssen daher die nächstbeste Erlöskombination auf der Basis der ursprünglich abgegebenen Gebote (siehe Tabelle 12) finden, die sich ergäbe, wenn Alan und Fred nicht an der

Auktion teilgenommen hätten. Diese wäre 59,8 Mio € (Greg erhält in diesem Fall sein Paket). Somit ist $\sigma(\text{Alan}, \text{Fred}) = 60,8\text{Mio} - 59,8\text{Mio} = 1\text{Mio}$. Der maximale Bietabschlag für Alan und Fred zusammen darf demnach maximal 1 Mio € sein. Wir fügen daher die folgende Restriktion zur Liste unserer Beschränkungen hinzu:

$$d_{\text{Alan}} + d_{\text{Fred}} \leq 1\text{Mio}$$

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

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

$$d_{\text{Alan}}^* = 0,5\text{Mio}$$

$$d_{\text{Bob}}^* = 1\text{Mio}$$

$$d_{\text{Carl}}^* = 3\text{Mio}$$

$$d_{\text{Fred}}^* = 0,5\text{Mio}$$

Dies ist nur eine mögliche Lösung, da jede Kombination von nichtnegativen Bietabschlägen für Alan die die Bedingung $d_{\text{Alan}} + d_{\text{Fred}} = 1\text{Mio}$ (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 12 ergibt die in der folgenden Tabelle gelisteten modifizierten Gewinnergebote.

Tabelle 15: Modifizierte Paketgebote, zweite Iteration - Beispiel 4

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	14,3 Mio €
	4	0	13,5 Mio €
Bob	6	4	20,8 Mio €
	6	3	19,2 Mio €
	5	4	19 Mio €
	5	3	18,2 Mio €
Carl	4	0	13 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	8,9 Mio €
	0	5	8,5 Mio €
Greg	4	5	22 Mio €

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 Gesamtgebotsbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die erlösmaximierende Kombination (der nun modifizierten Gebote). Diese ist in Tabelle 15 blau unterlegt. Die Gebotssumme von 56,3 Mio € weicht von der Summe der modifizierten erfolgreichen Gebote (55,8 Mio €) 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 nächstbeste Erlöskombination, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt d).

Nun fallen aus der ursprünglichen Gewinnerkombination Carl und Fred heraus. Wir müssen daher die nächstbeste Erlöskombination aus Tabelle 12 finden, wenn Carl und Fred nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Dieses wäre 57,8 Mio € (Greg erhält sein Paket). Somit ist $\sigma(\text{Carl}, \text{Fred}) = 3\text{Mio}$; der maximale Bietabschlag, der Carl und Fred gemeinsam zugestanden werden kann ist 3 Mio €. Wir fügen nun unserer Liste von Beschränkungen die folgende Restriktion hinzu:

$$d_{\text{Carl}} + d_{\text{Fred}} \leq 3\text{Mio}.$$

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

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

$$d_{\text{Alan}}^* = 1\text{Mio}$$

$$d_{\text{Bob}}^* = 1\text{Mio}$$

$$d_{\text{Carl}}^* = 3\text{Mio}$$

$$d_{\text{Fred}}^* = 0$$

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 Gesamtgebotsbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir ziehen diese Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 12 ab und erhalten die in der folgenden Tabelle angegebenen modifizierten Gewinnergebote.

Tabelle 16: Modifizierte Paketgebote, dritte Iteration - Beispiel 4

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	5	0	13,8 Mio €
	4	0	13 Mio €
Bob	6	4	20,8 Mio €
	6	3	19,2 Mio €
	5	4	19 Mio €
Carl	5	3	18,2 Mio €
	4	0	13 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	9,4 Mio €
	0	5	9 Mio €
Greg	4	5	22 Mio €

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

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabstände von den individuellen, maximalen Bietabschlägen 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 Gesamtgebotsbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtgebotsbetrag 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 17.

Tabelle 17: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 4

Bieter	Basispreise
Alan	13 Mio €
Bob	20,8 Mio €
Carl	13 Mio €
Fred	9 Mio €

Summe:

55,8 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 Gregs Gebot höher als die Summe der modifizierten Gewinnergebote von Fred und Alan bzw. Fred, und Carl, und es wäre demnach erlösmaximierend, anstelle von diesen Geboten Gregs Gebot zu befriedigen. Daraus ergeben sich zusätzliche Beschränkungen für die Basispreise:

- Alan und Freds Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Gregs Gebot für dieses Paket;
- Carl und Freds Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Gregs Gebot für dieses Paket.

Das heißt, die Summe der Basispreise für Alan und Fred und für Carl und Fred muss jeweils um 1 Mio € 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: Fred muss die zusätzlich erforderliche Summe von 1 Mio € alleine aufbringen. Andernfalls müssten sowohl Alan als auch Carl einen höheren Basispreis zahlen, und die Summe der Basispreise wäre damit höher als im Fall in dem Fred alleine die zusätzliche Summe aufbringt. Wenn beispielsweise Fred nur die Hälfte der zusätzlichen Summe von 1 Mio € bezahlt, dann müssen sowohl Alan als auch Carl jeweils zusätzlich 0,5 Mio € zahlen, und die Summe der Basispreise wäre 56,3 Mio €. Dies ist höher als die Summe der Basispreise, wenn Fred die 1 Mio € allein trägt (55,8 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 erlösmaximierende 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 kombinieren wir Carls und Alans Nachfrage, das heißt wir nehmen an, dass Alan nun für 8 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke bietet) und verdoppeln Gregs Nachfrage nach gepaarten Spektrum (Greg bietet nun für 8 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und 5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke). Die entsprechenden Gebote sind in Tabelle 18 zusammengefasst. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt.

Tabelle 18: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 5

Bieter	Paket		Paketgebot (Vergabephase)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	8	0	30 Mio €
Bob	6	4	21,8 Mio €
	6	3	20,2 Mio €
	5	4	20 Mio €
	5	3	19,2 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	9,4 Mio €
	0	5	9 Mio €
Greg	8	5	35 Mio €

Schritte a) und b): Für jeden erfolgreichen Bieter, berechne die Summe der Gebotsbeträge, die sich aus der Gewinnerermittlung ergäben, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme das Mindestgebot und 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 19 zusammengefasst.

Tabelle 19: Potenzielle Basispreise - Beispiel 5

Bieter	Nächstbester maximaler Erlös	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	56,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 56,8 Mio € = 4 Mio € und 30 Mio € - 3,2 Mio € = 26,8 Mio € d.h. 4 Mio €	26 Mio €
Bob	46 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 46 Mio € = 14,8 Mio € und 21,8 Mio € - 3,2 Mio € = 18,6 Mio € d.h. 14,8 Mio €	7 Mio €
Fred	59,8 Mio €	Minimum von 60,8 Mio € - 59,8 Mio € = 1 Mio € und 9 Mio € - 1 Mio € = 8 Mio € d.h. 1 Mio €	8 Mio €

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 ge-

meinsam verfügbare Bietabschlag nicht größer sein darf, als die Reduktion im Gesamtgebotsbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Wenn die Gewinner nicht an der Auktion teilgenommen hätten, dann wäre die nächstbeste Erlöskombination, dass Greg und Doris ihr jeweiliges Gebot gewinnen. Der Erlös dieser Kombination wäre 42 Mio €; der gemeinsame Bietabschlag kann daher maximal 18,8 Mio € (60,8 Mio € - 42 Mio €) betragen.

Die Beschränkungen ergeben sich aus Tabelle 16 und sind wie folgt:

$$d_{Alan} \geq 0$$

$$d_{Bob} \geq 0$$

$$d_{Fred} \geq 0$$

$$d_{Alan} \leq 4 \text{ Mio}$$

$$d_{Bob} \leq 14,8 \text{ Mio}$$

$$d_{Fred} \leq 1 \text{ Mio}$$

$$d_{\{Alan, Bob, Fred\}} \leq 18,8 \text{ Mio}$$

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

Maximierung der Summe der Bietabschläge unter den angegebenen Beschränkungen ergibt beispielsweise die folgende Lösung:⁸

$$d_{Alan}^* = 4 \text{ Mio}$$

$$d_{Bob}^* = 14,8 \text{ Mio}$$

$$d_{Fred}^* = 0 \text{ Mio}$$

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 Gesamtgebotsbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir ziehen die Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 18 ab. Dies ergibt die in Tabelle 20 dargestellten modifizierten Gebote.

⁸ Dies ist nur eine mögliche Lösung – andere Kombinationen von Bietabschlägen erfüllen ebenfalls die Nebenbedingungen. Die durch den Algorithmus identifizierte Lösung ist unabhängig davon, welche konkrete Kombination in diesem Schritt gewählt wird.

Tabelle 20: Modifizierte Gebote, erste Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket		Gebot in Vergabephase
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	8	0	26 Mio €
Bob	6	4	7 Mio €
	6	3	5,4 Mio €
	5	4	5,2 Mio €
	5	3	4,4 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	9,4 Mio €
	0	5	9 Mio €
Greg	8	5	35 Mio €

Nach der Erlösmaximierung auf Basis dieser modifizierten Gebote stellt sich nun heraus, dass der so gefundene maximale Gesamtgebotsbetrag (Schritt f) nicht höher ist als die modifizierten Gebote (d.h. die modifizierten Gebote von Alan, Bob und Fred), nämlich 42 Mio €.

Die ursprüngliche Gewinnerkombination bleibt damit optimal (selbst wenn eine andere Kombination, nämlich die Kombination der Gebote von Bob und Greg, den gleichen Wert ergibt), und wir können demnach zur quadratischen Optimierung übergehen.

Schritt i), j), und k): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabstände von den individuellen, maximalen Bietabschlägen 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 Gesamtgebotsbetrag.

Die Lösung des quadratischen Minimierungsprogramms unter den angegebenen Nebenbedingungen ist:

$$d_{Alan}^{**} = 3,66...Mio$$

$$d_{Bob}^{**} = 14,466...Mio$$

$$d_{Fred}^{**} = 0,66...Mio$$

Wir reduzieren nun alle Gebote der Gewinner um die gefundenen Bietabschläge und erhalten die modifizierten Gebote in Tabelle 21.

Tabelle 21: Modifizierte Gebote, zweite Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	8	0	26,33... Mio €
Bob	6	4	7,33... Mio €
	6	3	5,73... Mio €
	5	4	5,53... Mio €
	5	3	4,73... Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	8,73... Mio €
	0	5	8,33... Mio €
Greg	8	5	35 Mio €

Schritt l): Prüfe, ob die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge einen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtgebotsbetrag erbringen.

Mit den derart modifizierten Gewinnergeboten wären nun aber Alan und Fred nicht länger unter den Gewinnern: Die quadratische Optimierung führt dazu, dass die Differenz zwischen der Summe der maximalen individuellen Bietabschläge (19,8 Mio €) und dem maximalen Bietabschlag für alle Gewinner (18,8 Mio €) gleichmäßig auf alle Gewinner aufgeteilt wird. Damit würde aber Alans und Freds Abschlag zu hoch bzw. Bobs Abschlag zu geringer ausfallen. Die Kombination Bob und Greg würde damit die ursprüngliche Gewinnerkombination schlagen.

Schritt m): 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 nächstbeste Erlöskombination, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt i).

Auf Basis der Gebote in Tabelle 18 wird nun $\sigma(\text{Alan}, \text{Fred}) = 4\text{Mio}$ errechnet. Dies ergibt sich aus der Differenz zwischen dem maximalen Gesamterlös der ursprünglichen Gebote minus dem Erlös der nächstbesten Kombination, wenn Alan und Fred nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Dies impliziert, dass die Summe der Bietabschläge für Alan und Fred nicht größer als 4 Mio € sein kann. Wir fügen daher die folgende Beschränkung zur Liste der Nebenbedingungen hinzu:

$$d_{\text{Alan}} + d_{\text{Fred}} \leq 4.$$

Die Lösung des Minimierungsproblems unter den erweiterten Beschränkungen ist nun:

$$d_{\text{Alan}}^{**} = 3,5\text{Mio}$$

$$d_{\text{Bob}}^{**} = 14,8\text{Mio}$$

$$d_{\text{Fred}}^{**} = 0,5$$

Wir reduzieren nun alle Gebote der Gewinner um die gefundenen Bietabschläge und erhalten die Gebote in Tabelle 21. Anschließend werden die Schritte i) bis k) durchlaufen.

Tabelle 22: Modifizierte Gebote, dritte Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket		Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	8	0	26,5 Mio €
Bob	6	4	7 Mio €
	6	3	5,4 Mio €
	5	4	5,2 Mio €
	5	3	4,4 Mio €
Doris	0	4	7 Mio €
Emma	0	5	8 Mio €
Fred	0	6	8,9 Mio €
	0	5	8,5 Mio €
Greg	8	5	35 Mio €

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

Es ergeben sich also die in Tabelle 23 dargestellten Basispreise.

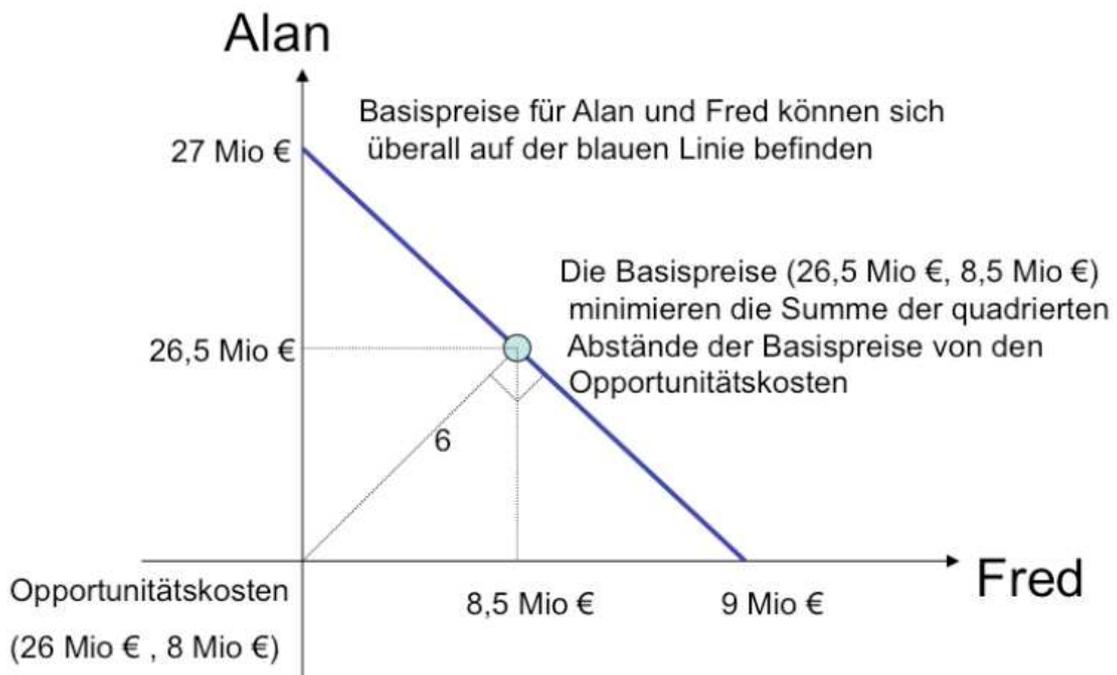
Tabelle 23: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 5

	Basispreise
Alan	26,5 Mio €
Bob	7 Mio €
Fred	8,5 Mio €

Die Intuition für diese Lösung ist wie folgt:

Ähnlich wie im Beispiel 4, muss die Summe der Basispreise von Fred und Alan hoch genug sein, um Greg zu überbieten. Im vorliegenden Beispiel ist die Summe der Opportunitätskosten für Alan und Freds Pakete von 8 abstrakten gepaarten Frequenzpaketen (26 Mio €) und 5 abstrakten ungepaarten Frequenzpaketen (8 Mio €) 34 Mio €. Dies ist aber weniger, als Greg bereit wäre für diese Kombination zu bezahlen (35 Mio €). Fred und Allen müssen daher gemeinsam 1 Mio € zusätzlich tragen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten diesen Betrag aufzuteilen. In der nachfolgenden Abbildung sind alle Kombinationen von Basispreisen für Allen und Fred dargestellt, die zusammen so hoch sind wie Gregs Gebot (blauer Graph in Abbildung 2).

Abbildung 2: Minimierung der quadrierten Differenzen - Beispiel 5



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

Anhang C: Bestimmung der Zuordnungsgebotsoptionen

Die Auktionssoftware gibt den Bietern die möglichen Zuordnungsgebotsoptionen vor. Diese Optionen müssen den Bedingungen, in den Regeln 5.1 genügen.

Algorithmische Bestimmung der Zuordnungsoptionen

Algorithmisch lassen sich die Zuordnungsoptionen wie folgt bestimmen:

Sei W die Menge der Bieter, die in der Vergabephase Frequenzblöcke (=Lose) gewonnen haben. Sei L_i^k die Anzahl der von Bieter $i \in W$ in Kategorie k gewonnenen Blöcke.

- Erzeuge eine Liste P^k aller möglichen Anordnungen der Bieter in Kategorie k . Eine solche Anordnung ist eine geordnete Liste der erfolgreichen Bieter, wobei Bieter in der Reihenfolge, in der sie gelistet sind, die von ihnen jeweils gewonnenen Frequenzblöcke beginnend vom niedrigsten zuteilbaren Block in der Kategorie zugewiesen bekommen.

- Für jede mögliche Anordnung $p^k \in P^k$ ergibt sich die valide Zuordnungsoption für

Bieter i als ein Gebot auf den (Start-)Frequenzblock $n = 1 + \sum_{j=1}^{\omega_i(p^k)} L_j^k - L_i^k$ (und die

daran anschließenden $L_i^k - 1$ Blöcke), wobei $\omega_i(p^k)$ die Position von Bieter i in der Anordnung p^k darstellt und n die Position des Startblocks im zuzuteilenden Bereich des Spektrums (vgl dazu die Regeln 5.1). Beachte: unterschiedliche Anordnungen können die gleiche Zuordnungsoption für einen Bieter ergeben.

Im Regelfall liegen die Zuordnungsoptionen in weniger als 1 Sekunde vor. Unter bestimmten Konstellationen (zB mehr als 10 Gewinner im gepaarten Bereich) kann es auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall kann es zu Verzögerungen im Ablauf der Auktion kommen

Zwei Beispiele veranschaulichen die Bestimmung dieser Optionen. Im Beispiel 6 ist das gesamte 2,6 GHz-Band versteigert worden. Im Beispiel 7 wird der Fall unverkaufter Frequenzblöcke illustriert.

Beispiel 6: Bestimmung der Zuordnungsoptionen

In diesem Beispiel sind alle abstrakten Frequenzblöcke in der Vergabephase versteigert worden und es haben sich die folgenden Gewinner herausgestellt:

- Alan gewann 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und 3 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke;
- Ben gewann 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke;
- Carl gewann 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke;
- Dana gewann 6 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke.

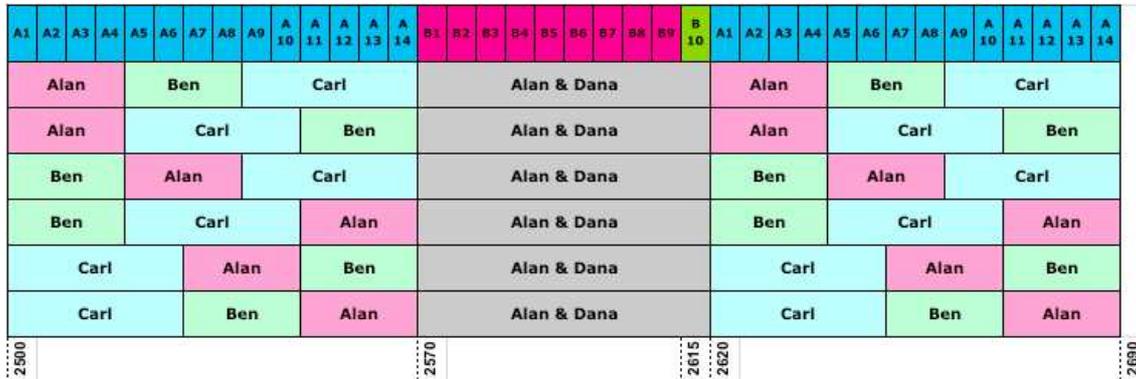
Die Zuordnungsphase ist in zwei simultane Verfahren eingeteilt:

- Die Versteigerung konkreter gepaarter Frequenzblöcke; und
- Die Versteigerung konkreter ungepaarter Frequenzblöcke.

Die möglichen Zuordnungsoptionen für gepaartes Spektrum sind in Abbildung 3 veranschaulicht. Die möglichen Optionen sind für die jeweiligen Bieter:

- Alan: A1-A4; A5-A8; A7-A10; A11-A14.
- Ben: A1-A4; A5-A8; A7-A10; A11-A14.
- Carl: A1-A6; A5-A10; A9-A14.

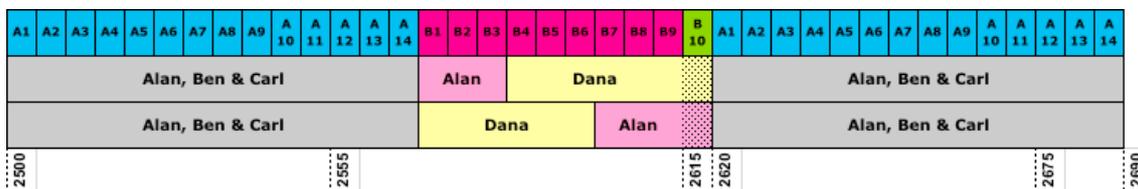
Abbildung 3: Zuordnungsoptionen für gepaartes Spektrum - Beispiel 6



Die möglichen Zuordnungsoptionen für ungepaartes Spektrum sind in Abbildung 4 veranschaulicht. Die möglichen Optionen sind für die jeweiligen Bieter:

- Alan: B1-B3; B7-B9 (mit zusätzlichem Frequenzblock B10).
- Dana: B1-B6; B4-B9 (mit zusätzlichem Frequenzblock B10).

Abbildung 4: Zuordnungsoptionen für ungepaartes Spektrum - Beispiel 6



Beispiel 7: Bestimmung der Zuordnungsoptionen bei unverkauften Frequenzblöcken

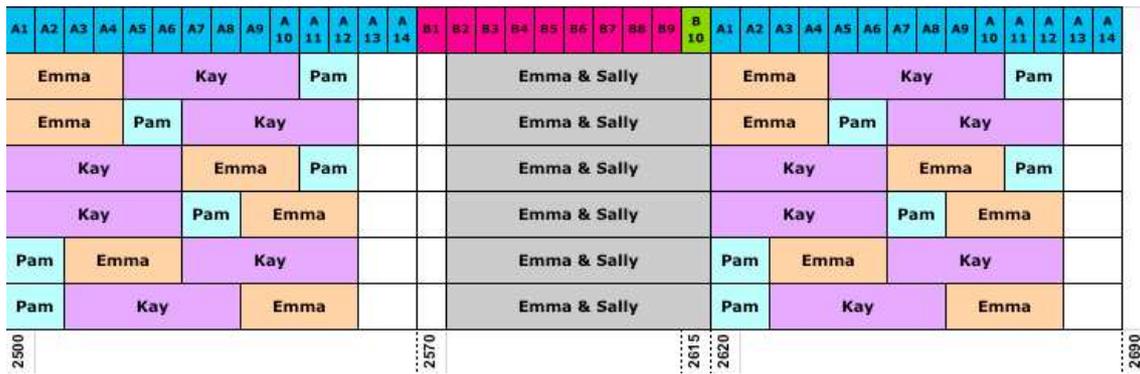
In diesem Beispiel wurden nicht alle abstrakten Frequenzblöcke während der Vergabephase vergeben. Insgesamt wurden zwei abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und ein abstrakter ungepaarter Frequenzblock nicht vergeben. Wie in Regel 5.1.3 beschrieben, wird in diesem Fall das gepaarte Spektrum zusammenhängend von 2500 MHz aufwärts und das ungepaarte Spektrum von 2615 MHz abwärts zugeordnet. Dies bedeutet, dass in diesem Beispiel A13, A14 und B1 nicht zugeordnet werden. Die folgenden Bieter waren erfolgreich:

- Emma gewann 4 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke und 3 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke;
- Kay gewann 6 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke;
- Pam gewann 2 abstrakte gepaarte Frequenzblöcke;
- Sally gewann 5 abstrakte ungepaarte Frequenzblöcke.

Die möglichen Zuordnungsoptionen für gepaartes Spektrum sind in Abbildung 5 veranschaulicht. Die möglichen Optionen sind für die jeweiligen Bieter:

- Emma: A1-A4; A3-A6; A7-A10; A9-A12.
- Kay: A1-A6; A3-A8; A5-A10; A7-A12.
- Pam: A1-A2; A5-A6; A7-A8; A11-A12.

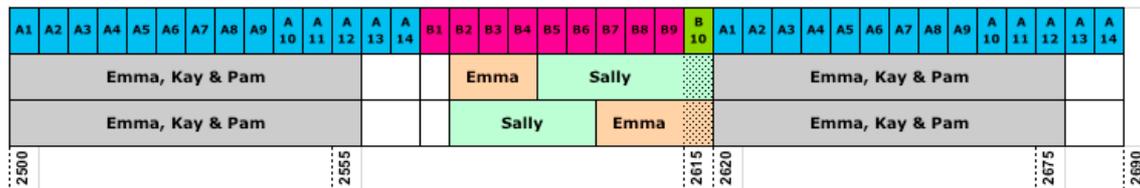
Abbildung 5: Zuordnungsoptionen für gepaartes Spektrum - Beispiel 7



Die möglichen Zuordnungsoptionen für ungepaartes Spektrum sind in Abbildung 6 veranschaulicht. Die möglichen Optionen sind für die jeweiligen Bieter:

- Emma: B2-B4; B7-B9 (mit zusätzlichem Frequenzblock B10);
- Sally: B2-B6; B5-B9 (mit zusätzlichem Frequenzblock B10).

Abbildung 6: Zuordnungsoptionen für ungepaartes Spektrum - Beispiel 7



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 Gesamtgebotswert 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
$$B = \left\{ \forall j \in W : d_j \leq \sigma(\{j\}), \sum_{j=1}^J d_j \leq \sigma(W) \right\}$$
- 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 Gesamtgebotsbetrag.
- e) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge keinen geringeren Wert als den in Schritt d) ermittelten Gesamtgebotsbetrag 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 ist⁹, 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 Gesamtgebotsbetrag.
- j) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt i) ermittelten Gesamtgebotsbetrag 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

⁹ 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 Bieter 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 basiert auf Beispiel 3 (Bestimmung von Basispreisen, wenn Basispreise gleich den Opportunitätskosten sind). In der Vergabephase wurden die in Tabelle 24 dargestellten Gewinner und Gewinnergebote ermittelt.

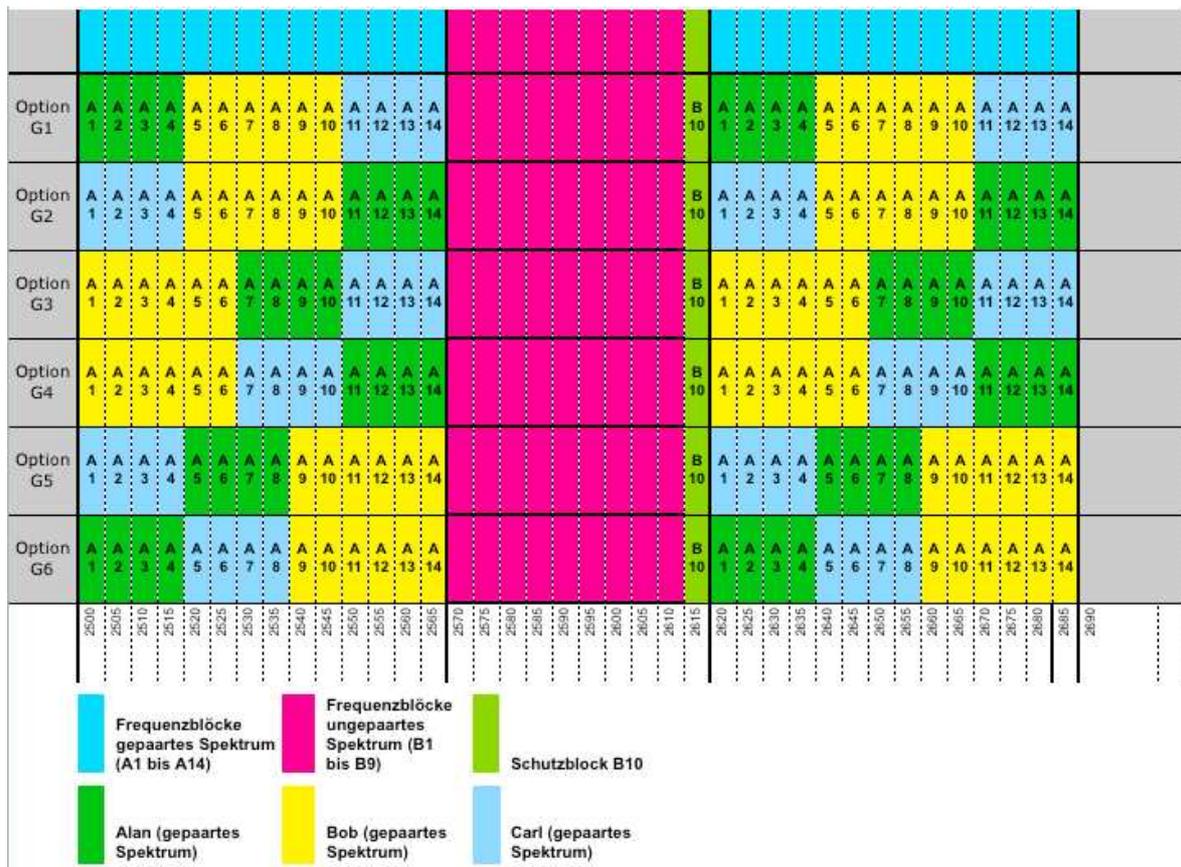
Tabelle 24: Gewinner und Gewinnergebote - Beispiel 8

Bieter	Paket		Basispreis
	Anzahl abstrakter gepaarter Frequenzblöcke	Anzahl abstrakter ungepaarter Frequenzblöcke	
Alan	4	0	1,6 Mio €
Bob	6	4	7,8 Mio €
Carl	4	0	1,6 Mio €
Fred	0	5	8 Mio €

In Abbildung 7 sind alle möglichen Optionen für die Zuordnung des gepaarten Spektrums abgebildet, die den Regeln 5.1 entsprechen. Es stehen die folgenden Optionen für die Bieter zur Verfügung:

- Alan: A1-A4; A5-A8; A7-A10; A11-A14.
- Bob: A1-A6; A5-A10; A9-A14.
- Carl: A1-A4, A5-A8; A7-A10; A11-A14.

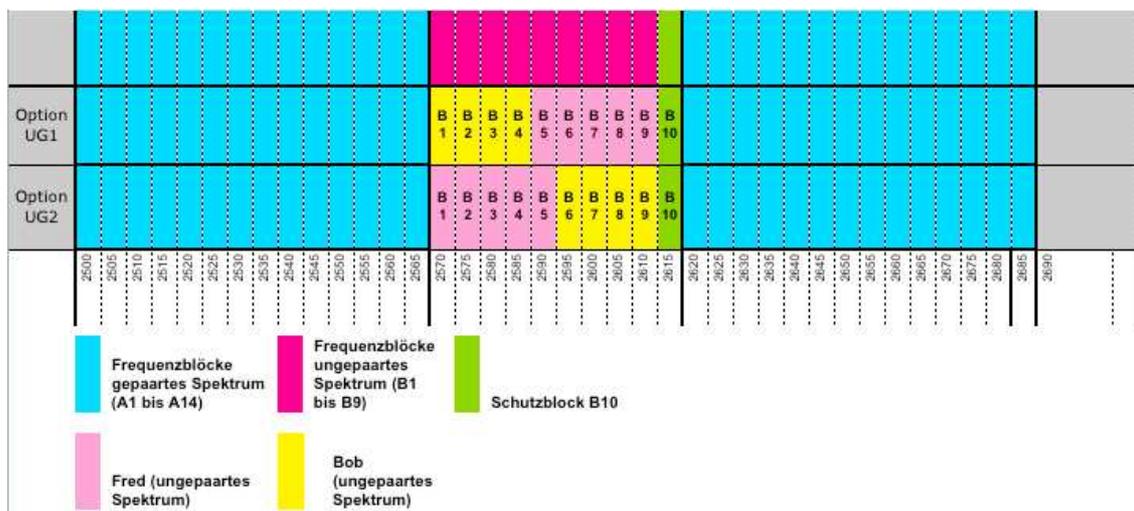
Abbildung 7: Optionen für die Zuordnung des gepaarten Spektrums - Beispiel 8



In Abbildung 8 sind alle möglichen Optionen für die Zuordnung des ungepaarten Spektrums abgebildet, die den Regeln 5.1 entsprechen. Es stehen die folgenden Optionen für die Bieter zur Verfügung:

- Bob: B1-B4; B6-B9 (inklusive B10);
- Fred: B1-B5; B5-B9 (inklusive B10).

Abbildung 8: Optionen für die Zuordnung des ungepaarten Spektrums - Beispiel 8



Die Bieter geben, die in der Tabelle 25 dargestellten Zuordnungsgebote ab (die Nullgebote wurden von der Auktionssoftware automatisch gelegt).

Tabelle 25: Zuordnungsgebote - Beispiel 8

Bieter	Gewonnene abstrakte Frequenzblöcke	Kategorie	Startblock der Zuordnungsoption	Zuordnungsgebot	Optionen
Bob	6	Gepaart	A9	0,5 Mio €	G5, G6
Bob	6	Gepaart	A1	0 Mio €	G3, G4
Bob	6	Gepaart	A5	0 Mio €	G1, G2
Alan	4	Gepaart	A1	1 Mio €	G1, G6
Alan	4	Gepaart	A7	0,3 Mio €	G3
Alan	4	Gepaart	A5	0 Mio €	G5
Alan	4	Gepaart	A11	0 Mio €	G2, G4
Carl	4	Gepaart	A1	0,8 Mio €	G2, G5
Carl	4	Gepaart	A11	0,9 Mio €	G1, G3
Carl	4	Gepaart	A5	0 Mio €	G6
Carl	4	Gepaart	A7	0 Mio €	G4
Bob	4	Ungepaart	B1	0,1 Mio €	UG1
Bob	4	Ungepaart	B6	0 Mio €	UG2
Fred	5	Ungepaart	B5	0,3 Mio €	UG1
Fred	5	Ungepaart	B1	0 Mio €	UG2

Die Kombination aus Gewinnergeboten für die jeweilige Kategorie sind blau unterlegt.

Ähnlich der Gewinnerermittlung der Vergabephase, wird die höchste Kombination aus Zuordnungsgeboten ermittelt, wobei die in Regel 5.4 festgelegten Bedingungen Anwendung finden. Die Gesamtgebote für die jeweiligen Optionen für die Zuordnung von gepaartem Spektrum sind wie folgt:

- G1: 1,9 Mio €;
- G2: 0,8 €;
- G3: 1,2 Mio €;
- G4: 0 €;
- G5: 1,3 Mio €;
- G6: 1,5 Mio €.

Im gepaarten Spektrum gewinnt Carls Zusatzgebot von 0,9 Mio € für die Frequenzblöcke A11 bis A14 und Alans Zusatzgebot von 1 Mio € für die Frequenzblöcke A1 bis A4. Somit gewinnt Option G1. Bob erhält die Frequenzblöcke A5-A10.

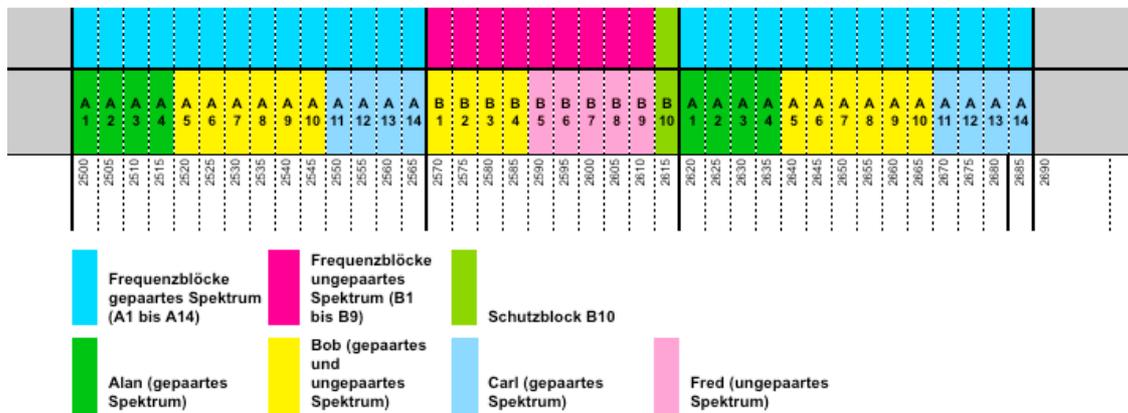
Die Gesamtgebote für die jeweiligen Optionen für ungepaartes Spektrum sind wie folgt:

- UG1: 0,4 Mio €;
- UG2: 0 Mio €.

Im ungepaarten Spektrum gewinnt die Option UG1 für die Zuordnung der Frequenzblöcke.

Die Kombination aus Gewinnergeboten, die den Erlös maximiert und die Bedingungen in Regel 5.4 erfüllt ist in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Gewinnergebote in der Zuordnungsphase - Beispiel 8



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.

Im gepaarten Spektrum gewannen die Zusatzgebote von Carl, Alan und Bob auf Option G1 (für Bob wurde automatisch ein Nullgebot gelegt). Wenn man alle Zusatzgebote von Carl auf null setzt, dann würde allerdings nicht mehr Option G1 gewinnen, sondern G6. Hätte Carl also keinen Präferenzen für eine Zuordnungsoption, dann würde Bob die Blöcke A9-A14 und Alan die Blöcke A1-A4 gewinnen. Der Erlös wäre dann (1 Mio € + 0,5 Mio € = 1,5 Mio €). Somit ist der maximale Bietabschlag (gemäß Schritt a)) für Carl 0,4 Mio € und die durch Carls Präferenzen verursachten Opportunitätskosten sind 0,5 Mio € (0,9 Mio € – 0,4 Mio €). Für die anderen Bieter wird analog vorgegangen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 26: Zusatzpreisbestimmung - Beispiel 8

Bieter	Frequenzblöcke	Modifizierter Maximaler Erlös	Maximaler Bietabschlag	Opportunitätskosten (potenzielle Zusatzpreise)
Alan	A1-A4	1,3 Mio €	1,9 Mio € - 1,3 Mio € = 0,6 Mio €	1 Mio € - 0,6 Mio € = 0,4 Mio €
Bob	A5-A10;	1,9 Mio €	1,9 Mio € - 1,9 Mio € = 0 €;	0 € - 0 € = 0 €;
	B1-B4	0,3 Mio €	0,4 Mio € - 0,3 Mio € = 0,1 Mio €	0,1 Mio € - 0,1 Mio € = 0 €
Carl	A11-A14	1,5 Mio €	1,9 Mio € - 1,5 Mio € = 0,4 Mio €	0,9 Mio € - 0,4 Mio € = 0,5 Mio €
Fred	B5-B9	0,1 Mio €	0,4 Mio € - 0,1 Mio € = 0,3 Mio €	0,3 Mio € - 0,3 Mio € = 0 €

Die lineare Optimierung (Schritt b)) ergibt Bietabschläge in Höhe der maximalen Bietabschläge aus Tabelle 26. Wenn man die Bietabschläge von den Geboten abzieht erhält man die in Tabelle 27 dargestellten modifizierten Zusatzgebote (Schritt c). Die ursprüngliche Gewinnerkombination maximiert nach wie vor den Auktionserlös (Schritte d) und e)); d.h. die Zusatzpreise sind gleich den Opportunitätskosten. Das ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht.

Tabelle 27: Modifizierte Zuordnungsgebote - Beispiel 8

Bieter	Gewonnene abstrakte Frequenzblöcke	Kategorie	Startblock der Zuordnungsoption	Modifiziertes Zuordnungsgebot	Optionen
Bob	6	Gepaart	A9	0,5 Mio €	G5, G6
Bob	6	Gepaart	A1	0 €	G3, G4
Bob	6	Gepaart	A5	0 €	G1, G2
Alan	4	Gepaart	A1	0,4 Mio €	G1, G6
Alan	4	Gepaart	A7	0 €	G3
Alan	4	Gepaart	A5	0 €	G5
Alan	4	Gepaart	A11	0 €	G2, G4
Carl	4	Gepaart	A1	0,4 Mio €	G2, G5
Carl	4	Gepaart	A11	0,5 Mio €	G1, G3
Carl	4	Gepaart	A5	0 €	G6
Carl	4	Gepaart	A7	0 €	G4
Bob	4	Ungepaart	B1	0 €	UG1
Bob	4	Ungepaart	B6	0 €	UG2
Fred	5	Ungepaart	B5	0 €	UG1
Fred	5	Ungepaart	B1	0 €	UG2

Die so bestimmten Zusatzpreise der Zuordnungsphase ergeben zusammen mit den in der Vergabephase bestimmten Basispreisen (siehe Tabelle 24) den Gesamtpreis für jeden erfolgreichen Bieter (vgl. Regel 5.6). Das Ergebnis der Auktion ist in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Auktionsergebnis - Beispiel 8

Bieter	Gewonnenes Paket	Kategorie	Basispreis	Zusatzpreis	Gesamtpreis
Bob	A5-A10	gepaart	7,8 Mio €	0 €	7,8 Mio €
	B1-B4	ungepaart		0 €	
Alan	A1-A4	gepaart	1,6 Mio €	0,4 Mio €	2 Mio €
Carl	A11-A14	gepaart	1,6 Mio €	0,5 Mio €	2,1 Mio €
Fred	B5-B9	ungepaart	8 Mio €	0 €	8 Mio €

Anhang E: Algorithmus zur Gewinnerermittlung

Ziel der Gewinnerermittlung ist es, die Kombination von Geboten zu finden, die den maximalen Gesamtgebotwert aufweist, wobei von jedem Bieter maximal ein (in der Zuordnungsphase genau ein) Gebot akzeptiert wird, und die Gebote mit den zur Verfügung stehenden Losen (=Frequenzblöcken) befriedigt werden können.

Der verwendete Ansatz basiert auf der Eigenschaft, dass jede optimale Aufteilung der vorhandenen Lose auf die Gruppe der Gewinner Teilmengen von Losen 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 Loskombinationen gegeben die Gesamtmenge von Losen L .
- Für jedes $t \in T$ identifiziere den maximalen Erlös $v_1(t)$ der erzielt werden kann, wenn dem ersten Bieter die jeweilige Loskombination zur Verfügung gestellt würde; der erste Bieter kann beliebig gewählt werden.
- Für die restlichen $n = 2, \dots, N$ Bieter: für jedes $t \in T$, identifiziere den maximalen Erlös $v_n(t)$ der erzielt werden kann, wenn den ersten n Bietern die jeweilige Loskombination zur Verfügung gestellt würde - dieser ergibt sich aus der optimalen Entscheidung des Bieters n in Verbindung mit dem maximalen Wert, der erzeugt werden kann, wenn die verbleibenden Lose $(t - b)$ den restlichen $n - 1$ Bietern zur Verfügung gestellt werden (d.h. $v_{n-1}(t - b)$ wobei b die Loskombination im besten Gebot von n ist).
- Der maximale Gesamtertrag ist dann $v_N(L)$.
- Bestimme das in $v_N(L)$ enthaltene optimale Gebot b_N^* .
- Für die restlichen Bieter $n = N - 1, \dots, 1$: Identifiziere das optimale Gebot von Bieter n unter Verwendung von $v_n(L - \sum_{i=n+1}^N b_i^*)$.