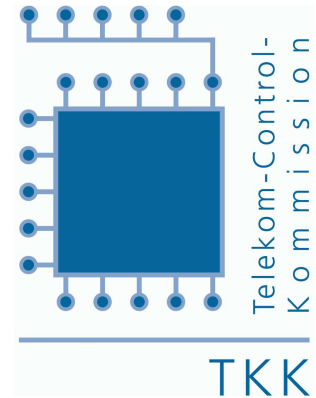


Telekom-Control-Kommission
Mariahilfer Straße 77-79
1060 Wien

F 1/11



Wien, im März 2013

Verfahrensordnung gemäß § 55 Abs 9 TKG 2003
Versteigerungsverfahren betreffend Frequenzzuteilungen
in den Frequenzbereichen 800 MHz, 900 MHz und 1800 MHz
(rechtlich unverbindliche WEB-Version)

1. Allgemeines

Zur Versteigerung gelangen gepaarte Frequenzblöcke im 800MHz, 900MHz und 1800 MHz Band, in jeweils mehreren Kategorien. Die Versteigerung erfolgt in Form einer kombinatorischen Clockauktion.

Das Verfahren besteht aus:

- einer Vorauktion, in der für potenzielle Neueinsteiger reservierte Frequenzen im 800MHz-Band als ein abstrakter Frequenzblock vergeben werden; und
- einer Hauptauktion bestehend aus einer Vergabephase, in der bestimmt wird, wie viele Frequenzblöcke jeder erfolgreiche Bieter in jeder der für alle Bieter verfügbaren Kategorien jeweils erhält und einer Zuordnungsphase, in der den Gewinnern der Vorauktion und der Vergabephase dann konkrete Frequenzblöcke zugewiesen werden.

Die Zuordnung von Frequenzblöcken im 1800 MHz Band erfolgt getrennt für den Zeitraum von 2013 bis Ende 2019 (die sogenannte Übergangsphase) und von 2020 bis zum Ende der Lizenzlaufzeiten.

Die Vorauktion und die Vergabephase der Hauptauktion bestehen jeweils aus einer Reihe von offenen Bietrunden (Clockphase) und einer verdeckten Gebotsrunde.

- In der Vorauktion können die dafür zugelassenen Bieter in jeder der offenen Bietrunden angeben, ob sie die für einen Neueinsteiger reservierten Frequenzen zum jeweiligen Rundenpreis erwerben möchten. In der verdeckten Gebotsrunde können diese Bieter dann ein finales Gebot für diese Frequenzen abgeben. Gewinner ist der Bieter, der das höchste Gebot abgegeben hat. Der von ihm zu entrichtende Preis bestimmt sich durch das zweithöchste Gebot, bzw. das Mindestgebot im Fall, dass nur ein Bieter an der Vorauktion teilgenommen hat.
- In der Vergabephase der Hauptauktion können Bieter in jeder der offenen Bietrunden jeweils ein kombinatorisches Paketgebot auf Frequenzblöcke abgeben, indem sie die gewünschte Anzahl an (abstrakten) Frequenzblöcken in jeder Kategorie spezifizieren, die sie zu den jeweiligen Rundenpreisen erwerben möchten. Nach Abschluss der Clockphase können die Bieter im Rahmen der verdeckten Bietrunde zusätzliche kombinatorische Paketgebote auf (andere) Kombinationen von Frequenzblöcken abgeben. Die gesamtbetragsmaximierende Kombination aus erfolgreichen Geboten wird dann algorithmisch aus allen während der Vergabephase abgegebenen Geboten ermittelt, wobei höchstens ein Gebot jedes Bieters (aus allen während der Clockphase und der verdeckten Bietrunde abgegebenen Geboten) gewinnen kann. Gewinner sind diejenigen Bieter, deren Gebot in der erfolgreichen gesamtbetragsmaximierenden Kombination von Geboten enthalten ist. Die Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltene Anzahl von Frequenzblöcken 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 Frequenzblöcke.

Die Zuordnungsphase der Hauptauktion besteht aus zwei verdeckten Bietrunden, in denen Bieter kombinatorische Paketgebote auf verschiedene Kombinationen von konkreten Frequenzblöcken abgeben, die mit der Anzahl der von den erfolgreichen Bietern in der Vergabephase bzw. Vorauktion gewonnenen Frequenzblöcken vereinbar sind.

- In der ersten Bietrunde werden die Frequenzblöcke im 1800 MHz Band für den Zeitraum von 2013 bis Ende 2019 zugeordnet. Aufgrund der Restlaufzeiten der bestehenden Lizenzen für diese Frequenzen sind manche dieser Frequenzblöcke in diesem Zeitraum nicht, oder nur eingeschränkt nutzbar. In der Kategorie C2 werden nicht notwendigerweise geschlossene Frequenzbereiche zugeteilt. In den anderen beiden Kategorien werden geschlossene Frequenzbereiche zugeteilt.
- In der zweiten Bietrunde erfolgt die simultane Zuordnung jeweils geschlossener Frequenzblöcke in den Frequenzbereichen 800 MHz und 900 MHz (soweit erforderlich) sowie im Frequenzbereich 1800 MHz (Kategorien C1 bis C3) für den Zeitraum ab 2020. Für die Zuordnung der Frequenzblöcke im 1800 MHz-Band ab 2020 werden für jeden Bieter die in der Vergabephase in den Kategorien C1 bis C3 jeweils gewonnenen Blöcke aufaddiert. Das heißt, die Kategorien C1 bis C3 werden zu einer einzigen Kategorie C zusammengefasst, in der geschlossene Frequenzbereiche (ab 2020) zugeteilt werden.

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. Vor Beginn der zweiten Bietrunde werden Bieter über das Ergebnis der ersten Bietrunde – d.h. die Zuordnung von Frequenzblöcken in der Übergangsphase – informiert.

Der Gesamtpreis, den die erfolgreichen Bieter zu entrichten haben, ergibt sich aus der Summe der jeweiligen Preise der Vorauktion, der Vergabephase der Hauptauktion und der Zuordnungsphase der Hauptauktion.

Zur Vorauktion und Vergabephase der Hauptauktion sind jene Antragsteller zugelassen, die nicht gemäß § 55 Abs 8 TKG 2003 vom Frequenzzuteilungsverfahren ausgeschlossen wurden und gegebenenfalls die von der TKK vorgegebenen Bedingungen für eine Qualifikation als Neueinsteiger erfüllen (vgl. dazu Kapitel 2.2 der Ausschreibungsunterlage).

Zur Zuordnungsphase der Hauptauktion sind jene Antragsteller zugelassen, die in der Vorauktion oder der Vergabephase der Hauptauktion erfolgreich waren und abstrakte Frequenzblöcke erworben haben, für die es mehr als eine Zuordnungsoption gibt.

Der maximale Umfang an Spektrum, den ein Bieter ersteigern darf, ist einerseits durch die Bietberechtigung, die dieser beantragt, und andererseits durch die von der Telekom-Control-Kommission festgelegten Spektrumsbeschränkungen begrenzt (vgl. dazu Kapitel 4.3 und Kapitel 4.4 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 (vgl. dazu Kapitel 2.5 der Ausschreibungsunterlage). Der Auktionator ist berechtigt, alle geeigneten Maßnahmen zu treffen, um kollusives Verhalten zu verhindern.

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

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

2.2. Abbruch des Verfahrens

Die Telekom-Control-Kommission ist berechtigt, das Versteigerungsverfahren abubrechen, wenn sie kollusives Verhalten von Antragstellern feststellt und ein effizientes, faires und nicht diskriminierendes Verfahren nicht durchgeführt werden kann (§ 55 Abs 12 Z 1 TKG 2003) oder wenn andere wichtige Gründe vorliegen, die eine ordnungsgemäße Durchführung des Versteigerungsverfahrens gefährden. In diesem Fall wird die Telekom-Control-Kommission entscheiden, ob das Verfahren gemäß Punkt 2.6 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. Zur Vorauktion sind nur solche Antragsteller zugelassen, die die von der TKK vorgegebenen Bedingungen für eine Qualifikation als Neueinsteiger erfüllen (siehe Kapitel 2.2 der Ausschreibungsunterlage).

3.2. Auktionsgegenstände

3.2.1. Zur Versteigerung gelangen die folgenden Frequenzblöcke (vgl. dazu Kapitel 3 der Ausschreibungsunterlage):

- Kategorie A1: ein konkreter Frequenzblock von 2x5MHz im Frequenzbereich 800 MHz.
- Kategorie A2: vier abstrakte Frequenzblöcke von jeweils 2x5MHz im Frequenzbereich 800 MHz.
- Kategorie A3: ein abstrakter Frequenzblock von 2x5MHz im Frequenzbereich 800 MHz, an den spezifische höhere Versorgungsaufgaben gebunden sind (vgl. dazu Kapitel 3.4 der Ausschreibungsunterlage).
- Kategorie B1: ein konkreter Frequenzblock von 2x5MHz im Frequenzbereich 900 MHz.
- Kategorie B2: fünf abstrakte Frequenzblöcke von jeweils 2x5MHz im Frequenzbereich 900 MHz.
- Kategorie B3: ein konkreter Frequenzblock von 2x5MHz im Frequenzbereich 900 MHz.
- Kategorie C1: zwei abstrakte Frequenzblöcke von 2x5MHz, im Frequenzbereich 1800 MHz.
- Kategorie C2: acht abstrakte Frequenzblöcke von jeweils 2x5MHz im Frequenzbereich 1800 MHz.
- Kategorie C3: fünf abstrakte Frequenzblöcke von jeweils 2x5MHz, im Frequenzbereich 1800 MHz.

Zwei der Frequenzblöcke aus der Kategorie A2 sind für einen Neueinsteiger reserviert und werden im Rahmen der Vorauktion als ein einzelner abstrakter Frequenzblock vergeben. Sollte kein Bieter in der Vorauktion erfolgreich sein, werden diese Frequenzblöcke in der Vergabephase der Hauptauktion vergeben.

Den einzelnen Frequenzpaketen sind Bietpunkte zugeordnet. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Frequenzblöcke, ihre jeweilige Bezeichnung im Versteigerungsverfahren und die ihnen zugeordneten Bietpunkte.

Tabelle 1: Überblick zu versteigernden Frequenzblöcke

Kategorie	Frequenzbereich	Blockbezeichnung	Bietpunkte
A1	800 MHz	LA01	2 Bietpunkte je Frequenzblock
A2 und A3	800 MHz	LA02	
	800 MHz	LA03	
	800 MHz	LA04	
	800 MHz	LA05	
	800 MHz	LA06	
B1	900 MHz	LB01	
B2	900 MHz	LB02	
	900 MHz	LB03	
	900 MHz	LB04	
	900 MHz	LB05	
	900 MHz	LB06	
B3	900 MHz	LB07	
C1	1800 MHz	LC01	1 Bietpunkt je Frequenzblock
	1800 MHz	LC02	
C2	1800 MHz	LC03	
	1800 MHz	LC04	
	1800 MHz	LC05	
	1800 MHz	LC06	
	1800 MHz	LC07	
	1800 MHz	LC08	
	1800 MHz	LC09	
	1800 MHz	LC10	
C3	1800 MHz	LC11	
	1800 MHz	LC12	
	1800 MHz	LC13	
	1800 MHz	LC14	
	1800 MHz	LC15	

3.2.2. Für die erste Runde der Vergabephase werden die Rundenpreise für jede Kategorie gemäß Kapitel 4.2 der Ausschreibungsunterlage gleich den in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellten Mindestgeboten für einen Frequenzblock in der jeweiligen Kategorie gesetzt:

Tabelle 2: Mindestgebote für die zu versteigernden Frequenzblöcke

Kategorie	Mindestgebot in Euro
A1	32.000.000,-
A2	32.000.000,-
A3	32.000.000,-
B1	23.400.000,-
B2	29.900.000,-
B3	23.400.000,-
C1	14.600.000,-
C2	8.800.000,-
C3	11.400.000,-

3.2.3. Das Mindestgebot für den in der Vorauktion angebotenen Frequenzblock beläuft sich auf 45.600.000,- Euro.

4. Vorauktion

4.1. Allgemeines

4.1.1. Die Vorauktion findet nur statt, wenn mindestens ein Bieter die Teilnahme an der Vorauktion gemäß Kapitel 5.2.1 der Ausschreibungsunterlage beantragt hat und die Zulassungsvoraussetzungen erfüllt.

4.1.2. Gibt es keinen für die Vorauktion zugelassenen Bieter, dann beginnt die Auktion unmittelbar mit der Vergabephase der Hauptauktion.

4.2. Gebote und Gebotsabgabe

4.2.1. In der Vorauktion geben für die Vorauktion zugelassene Bieter Gebote auf das für einen Neueinsteiger reservierte Spektrum ab. Ein solches Gebot besteht aus einem Gebotsbetrag und ist ein verbindliches Angebot eines Bieters, maximal den Gebotsbetrag für das reservierte Spektrum zu bezahlen.

4.2.2. In den offenen Bietrunden bestimmt sich der Gebotsbetrag durch den vom Auktionator vorgegebenen Rundenpreis. Der Rundenpreis wird vom Auktionator vor jeder Runde festgelegt (vgl. Regel 5.7).

4.2.3. In der ersten Runde der Clockphase wird der Preis gleich dem Mindestgebot gesetzt. In den folgenden Runden der Clockphase erhöht sich der Preis falls ein Nachfrageüberhang besteht, d.h. mehr als ein Bieter ein Gebot für das reservierte Spektrum abgegeben hat. Eine Preisabsenkung findet nicht statt.

4.2.4. 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.

4.2.5. Die Clockphase endet:

- wenn in einer Runde nicht mehr als ein Gebot für das reservierte Spektrum eingeht; oder
- durch Entscheidung des Auktionators selbst wenn mehr als ein Gebot für das reservierte Spektrum eingegangen ist.

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.

4.2.6. In der verdeckten Bietphase ist der Gebotsbetrag von Bietern, die in der letzten Clockrunde aktiv waren, frei wählbar. Der Gebotsbetrag muss ganzen Eurobeträgen entsprechen und darf das Mindestgebot nicht unterschreiten. Bieter, die in der letzten Clockrunde nicht mehr aktiv waren können ihr Gebot erhöhen. In diesem Fall kann das Gebot nicht den Rundenpreis in der letzten Clockrunde übersteigen, in der der Bieter ein Gebot hätte abgeben können.

4.2.7. Die Gebote werden elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben (siehe Kapitel 7). 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.

4.2.8. Die Höhe eines Gebotes in der Vorauktion muss im Einklang mit den Regelungen zur Bankgarantie (siehe Punkt 5.3.5 der Ausschreibungsunterlage) stehen. Gebote die das durch eine Bankgarantie bestimmte Bietlimit übersteigen sind nicht valide.

4.3. Aktivitätsregel

4.3.1. Bieter, die in einer Clockrunde kein Gebot oder ein Nullgebot abgeben, sind von der weiteren Teilnahme an der Clockphase ausgeschlossen. Die Berechtigung zur Abgabe eines verdeckten Gebots nach Abschluss der Clockphase in Übereinstimmung mit Regel 4.2.6 ist davon unberührt.

4.4. Rundenverlängerungsrechte

4.4.1. Jeder Bieter erhält zu Beginn der Vorauktion 1 Rundenverlängerungsrecht.

4.4.2. Ein Rundenverlängerungsrecht räumt einem Bieter zusätzliche Zeit für die Gebotsabgabe während einer Clockrunde ein. Falls ein Bieter zur Gebotsabgabe berechtigt ist und kein Gebot in der vorgegebenen Rundenzeit abgibt, wird diese Clockrunde 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 Clockrunde 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.

4.4.4. Die Runde in der ein oder mehrere Bieter ein Rundenverlängerungsrecht in Anspruch genommen haben endet spätestens 30 Minuten nach Ablauf des normalen

Rundenendes, oder dann, wenn alle Bieter, die ein Rundenverlängerungsrecht in dieser Runde in Anspruch genommen haben, erfolgreich ein Gebot abgegeben haben. Die Auktionssoftware gibt automatisch ein Nullgebot für jene Bieter ab, die eine Rundenverlängerung in Anspruch nehmen und die es innerhalb der Rundenverlängerungszeit nicht schaffen ein Gebot abzugeben (siehe Regel 4.4.3).

4.5. Valide Gebote

4.5.1. 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.

4.6. Gewinner- und Preisermittlung

4.6.1. Nach dem Ende der verdeckten Bietphase ermittelt der Auktionator aus allen während der Clockphase und der verdeckten Bietphase abgegebenen Gebote das Gebot mit dem höchsten Gebotsbetrag.

4.6.2. Gewinner ist derjenige Bieter, der das höchste Gebot abgegeben hat. Haben zwei oder mehr Bieter den gleichen Höchstbetrag geboten, entscheidet das Los.¹

4.6.3. Der vom Gewinner zu entrichtende Preis bestimmt sich als:

- der zweithöchste Gebotsbetrag im Fall dass mehrere Bieter für das reservierte Spektrum geboten haben; oder
- das Mindestgebot andernfalls.

4.7. Informationen an die Bieter

4.7.1. Zu Beginn einer jeden Runde in der Clockphase, teilt der Auktionator jedem zur Vorkuktion zugelassenen Bieter zumindest folgende Informationen mit:

- Die aktuelle Runde;
- Zeitpunkt zu dem die Runde endet;
- Der Preis für das reservierte Spektrum;
- Die Zahl seiner verbleibenden Rundenverlängerungsrechte;

4.7.2. Nach dem Ende einer jeden Runde in der Clockphase, teilt der Auktionator jedem zur Vorkuktion zugelassenen Bieter zumindest folgende Informationen mit:

- das von ihm abgegebene Gebot;
- die Zahl seiner verbleibenden Verlängerungsrechte.

4.7.3. Wenn die Clockphase endet (vgl. Regel 4.2.5), teilt der Auktionator dies jedem zur Vorkuktion zugelassenen Bieter mit.

4.7.4. Zu Beginn der verdeckten Bietphase teilt der Auktionator jedem zur Vorkuktion zugelassenen Bieter zumindest den Zeitpunkt mit, zu dem die verdeckte Bietphase endet.

¹ Die Auktionssoftware verwendet zur Gewinner- und Preisermittlung die im Anhang angegebenen Algorithmen.

- 4.7.5. Nach dem Ende der Vorauktion teilt der Auktionator jedem Teilnehmer mit, ob er als Gewinner hervorgegangen ist oder nicht. Zudem teilt der Auktionator dem Gewinner der Vorauktion den von ihm zu entrichtenden Preis mit.

5. Vergabephase der Hauptauktion

5.1. Gebote und Gebotsabgabe

- 5.1.1. In der Vergabephase der Hauptauktion geben Bieter kombinatorische Paketgebote auf jeweils konkrete oder abstrakte Frequenzblöcke in allen Kategorien ab. Ein solches Gebot ist demnach durch 10 Parameter definiert, nämlich den Gebotsbetrag und die Anzahl der Frequenzblöcke in den Kategorien A1 bis C3, 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 von Frequenzblöcken zu bezahlen.
- In der primären Bietphase (Clockphase) wird in jeder Runde jeweils ein kombinatorisches Paketgebot für eine Anzahl von Frequenzblöcken in jeder der 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 Frequenzblöcken in jeder der Kategorien ab, wobei sie sowohl die Anzahl der Frequenzblöcke als auch den Gebotsbetrag im Rahmen der durch die Aktivitätsregeln bestimmten Beschränkungen (siehe Regel 5.9) frei wählen können.
- 5.1.2. Der Auktionator kann die Vergabephase direkt mit der verdeckten Bietphase starten. In diesem Fall entfällt die Clockphase und die Beschränkungen aus Regel 5.9.6. werden im Sinne der Regel 5.9.8 vollständig ausgesetzt. Der Auktionator wird davon nur dann Gebrauch machen, wenn er davon überzeugt ist, dass dies im generellen Interesse einer effizienten Frequenzverteilung ist.
- 5.1.3. Die Gebote werden elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben (siehe Kapitel 7). 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.
- 5.1.4. Der Gebotsbetrag während der Clockphase kann nicht selbst frei gewählt werden. Vielmehr nominiert der Bieter eine Anzahl von Frequenzblöcken in jeder der Kategorien (die auch Null sein kann) und der Gebotsbetrag errechnet sich aus den jeweiligen vom Auktionator vorgegebenen Rundenpreisen (Anzahl der Frequenzblöcke in der Kategorie mal Rundenpreis für diese Kategorie, summiert über alle Kategorien ergibt den Gebotsbetrag).
- 5.1.5. Die Rundenpreise für einen Frequenzblock einer jeweiligen Kategorie werden vom Auktionator vor jeder Runde festgelegt (vgl. Regel 5.7). Die Software errechnet den Gebotsbetrag automatisch bei der Abgabe des kombinatorischen Paketgebots während der Clockphase.
- 5.1.6. Der Gebotsbetrag während der verdeckten Bietphase ist im Rahmen der Beschränkungen durch die Aktivitätsregeln frei wählbar. Die Gebotsabgabe folgt der Regel 5.9.

5.1.7. Die Höhe eines Gebotes in der Vergabephase muss im Einklang mit den Regelungen zur Bankgarantie (siehe Punkt 5.3.5 der Ausschreibungsunterlage) stehen. Gebote die das durch eine Bankgarantie bestimmte Bietlimit übersteigen sind nicht valide.

5.2. Bietberechtigung

5.2.1. Die Bietberechtigung bestimmt die maximale Zahl an Frequenzblöcken, auf denen ein Bieter in einer Runde aktiv sein darf.

5.2.2. Während der Clockphase darf ein Bieter auf jeder Kombination von Frequenzblöcken aktiv sein, solange die Summe der Bietpunkte für alle Frequenzblöcke in diesem Paket seine aktuelle Bietberechtigung nicht übersteigt und Regel 5.5 befolgt wird.

5.2.3. Die Bietberechtigung für die erste Runde der Clockphase ergibt sich aus dem Antrag (vgl. dazu Kapitel 4.3 der Ausschreibungsunterlage). In den weiteren Runden wird die aktuelle Bietberechtigung auf Basis der Aktivitätsregeln ermittelt.

5.2.4. In der verdeckten Gebotsphase darf ein Bieter auf jeder Kombination von Frequenzblöcken aktiv sein, solange die Summe der Bietpunkte in diesem Paket seine Bietberechtigung für die erste Runde der Clockphase nicht übersteigt, und die Gebotsbeträge mit den sich aus den Aktivitätsregeln ergebenden Beschränkungen (siehe Regel 5.9) vereinbar sind.

5.3. Aktivitätsregeln in der Clockphase

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

5.3.2. 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 5.9), und die von einem solchen Bieter im Lauf der Clockphase abgegebenen Gebote werden in der Gewinnerermittlung ebenfalls berücksichtigt (vgl. Regel 5.10).

5.4. Rundenverlängerungsrechte in der Clockphase

5.4.1. Jeder Bieter erhält zu Beginn der Vergabephase der Hauptauktion 3 Rundenverlängerungsrechte.

5.4.2. 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.

5.4.3. 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 5.3.2).

- 5.4.4. Die Runde in der ein oder mehrere Bieter ein Rundenverlängerungsrecht in Anspruch genommen haben endet spätestens 30 Minuten nach Ablauf des normalen Rundenendes, oder dann, wenn alle Bieter, die ein Rundenverlängerungsrecht in dieser Runde in Anspruch genommen haben, erfolgreich ein Gebot abgegeben haben. Die Auktionssoftware gibt automatisch ein Nullgebot für jene Bieter ab, die eine Rundenverlängerung in Anspruch nehmen und die es innerhalb der Rundenverlängerungszeit nicht schaffen ein Gebot abzugeben (siehe Regel 5.3.2).
- 5.4.5. Pro Bieter kann pro Runde nicht mehr als ein Rundenverlängerungsrecht zur Anwendung kommen.

5.5. Bietbeschränkungen

- 5.5.1. Zusätzliche zu den Beschränkungen, die sich aus der dem Bieter zur Verfügung stehenden Bietberechtigung ergeben (siehe Regel 5.2) unterliegen kombinatorische Gebote der Beschränkung, dass ein Gebot nicht zugleich Frequenzblock B1 und Frequenzblock B3 enthalten darf.
- 5.5.2. Bieter dürfen keine (kombinatorischen) Paketgebote abgeben, die unter Einschluss des in der Vorauktion gewonnenen Spektrums:
- Mehr als 2x70MHz an Spektrum beinhalten, d.h. ein Paketgebot darf maximal 14 Frequenzblöcke (und ein Paketgebot des Gewinners der Vorauktion maximal 12 Frequenzblöcke) aus den Kategorien A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2 und C3 enthalten.
 - Mehr als 2x35MHz an Spektrum unterhalb von 1GHz beinhalten, d.h. ein Paketgebot darf maximal 7 Frequenzblöcke (und ein Paketgebot des Gewinners der Vorauktion maximal 5 Frequenzblöcke) in den Kategorien A1, A2, A3, B1, B2 und B3 enthalten.
 - Mehr als 2x20MHz an Spektrum im 800MHz Band beinhalten, d.h. ein Paketgebot darf maximal 4 Frequenzblöcke (und ein Paketgebot des Gewinners der Vorauktion maximal 2 Frequenzblöcke) in den Kategorien A1, A2 und A3 enthalten.
 - Mehr als 2x30MHz an Spektrum im 900MHz Band beinhalten, d.h. ein Paketgebot darf maximal 6 Frequenzblöcke in den Kategorien B1, B2 und B3 enthalten.

5.6. Valide Gebote in der Clockphase

- 5.6.1. 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 5.4) gewährten Verlängerung gelegt wird. Dies gilt auch für die telefonische Gebotsabgabe.

5.7. Preisbestimmung in der Clockphase

- 5.7.1. In der ersten Runde der Clockphase wird der Preis für jeden Frequenzblock einer jeden Kategorie gleich dem Mindestgebot gesetzt.
- 5.7.2. In den folgenden Runden der Clockphase werden die Preise für diejenigen Kategorien erhöht, für die ein Nachfrageüberhang besteht – für die also die Gesamtnachfrage (d.h. die über die abgegebenen Paketgebote summierte Menge an nachgefragten Frequenzblöcken) die Anzahl der verfügbaren Frequenzblöcke übersteigt. Falls die Gesamtnachfrage gleich der, oder kleiner als die Anzahl der verfügbaren Frequenzblöcke ist, bleibt der Preis für die Kategorie unverändert.

- 5.7.3. 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.
- 5.7.4. 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.

5.8. Ende der Clockphase

5.8.1. Die Clockphase endet:

- automatisch wenn in einer Runde in keiner Kategorie 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.

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

5.9. Aktivitätsregeln und valide Gebote in der verdeckten Bietphase

- 5.9.1. 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.

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

5.9.3. Verdeckte Zusatzgebote können abgegeben werden auf:

- Kombinationen von Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase geboten hat; und
- Kombinationen von Frequenzblöcken, auf die der Bieter in der Clockphase, gegeben seine Bietberechtigung (für die erste Clockrunde) und den Regeln in Regel 5.5, hätte bieten können.

Auf jede Kombination von Frequenzblöcken ist jeweils nur ein verdecktes kombinatorisches Paketgebot möglich. Die TKK prüft noch, ob die Zahl der Zusatzgebote beschränkt wird. Es werden aber zumindest 2.000 Zusatzgebote zulässig sein.

- 5.9.4. Das Mindestgebot für jedes verdeckte kombinatorische Paketgebot errechnet sich aus der Summe der Mindestgebote (siehe Regel 3.2.2) der in der Kombination enthaltenen Frequenzblöcke beziehungsweise dem in der Clockphase für die jeweilige Kombination abgegebenen höchsten Clockgebot.

- 5.9.5. 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 Frequenzblöcke enthält.
- ‚Ankerrunde‘: Die Ankerrunde für eine Kombination K ist die Runde, in welcher der Bieter das letzte Mal eine ausreichende Bietberechtigung besaß, um auf die Kombination von Frequenzblöcken K zu bieten.

- ‚Ankerkombination‘: Als Ankerkombination für eine Kombination K wird das kombinatorische Paketgebot bezeichnet, auf welches der Bieter in der Ankerunde anstelle von Kombination K geboten hat, dies sei K'. K' kann ein Nullgebot sein.
- ‚Ankergebot‘: Als Ankergebot für eine Kombination K wird der höchste auf die Ankerkombination (das heißt auf K') eingegangene Gebotsbetrag bezeichnet. Das Ankergebot ist somit entweder das in der verdeckten Bietphase abgegebene Zusatzgebot auf die Ankerkombination, oder das höchste auf die Ankerkombination abgegebene Clockgebot für den Fall, dass kein solches Zusatzgebot abgegeben wurde.
- ‚Letztes Clockgebot‘: Das letzte in der Clockphase abgegebene Gebot, das kein Nullgebot war.

5.9.6. Die Gebotsbeträge für verdeckte kombinatorische Paketgebote sind zudem in Übereinstimmung mit den folgenden Bestimmungen und den Definitionen in Regel 5.9.5 nach oben hin beschränkt:

- Bieter, die in der letzten Runde der Clockphase aktiv waren, können den Gebotsbetrag ihres letzten Clockgebots beliebig erhöhen. Wurde das letzte Clockgebot in einer früheren Runde abgegeben, dann kann der Bieter ein verdecktes Zusatzgebot auf die gleiche Kombination von Frequenzblöcken abgeben, das nicht höher ist als der Wert dieser Kombination zu den Rundenpreisen in der auf die Runde, in der das letzte Clockgebot abgegeben wurde, folgenden Runde.
- Die maximalen Gebotsbeträge, die auf beliebige andere Kombinationen von Frequenzblöcken abgegeben werden können, sind relativ zu ihren jeweiligen Ankergeboten beschränkt.
- Der auf eine Kombination K abgegebene Gebotsbetrag darf nicht höher sein als das Ankergebot, zuzüglich des Wertunterschiedes zwischen der Kombination K und der Ankerkombination K' zu den Preisen der Ankerrunde.

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

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

5.9.7. 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 5.9.6 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.

- 5.9.8. Der Auktionator behält sich zudem das Recht vor, die Beschränkungen aus Regel 5.9.6. vollständig auszusetzen, d.h. die Gebotsbeträge für verdeckte Paketgebote in keiner Weise nach oben zu beschränken.² Der Auktionator wird diese vollständige Aussetzung der Beschränkungen aus Regel 5.9.6. 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.

5.10. Gewinnerermittlung

- 5.10.1. 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 Frequenzblöcke in jeder Kategorie über die Kombination der Gebote ist nicht größer als die Anzahl der in der jeweiligen Kategorie zur Verfügung stehenden Frequenzblöcke.
- Der Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot ist nicht geringer als der Gesamtbetrag jeder alternativen Kombination von Geboten, die den ersten beiden Bedingungen genügt.

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

- 5.10.3. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 5.10.1 erfüllen, dann wird die Kombination von (kombinatorischen) Paketgeboten als Kombination der erfolgreichen Gebote bestimmt, die die maximale Anzahl an Bietpunkten aufweist.

- 5.10.4. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 5.10.1 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.

- 5.10.5. Falls mehrere Kombinationen von kombinatorischen Paketgeboten die Bedingungen in 5.10.1 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.

- 5.10.6. Gewinner sind diejenigen Bieter, deren Gebot in der erfolgreichen Kombination von Geboten enthalten ist. Gewinner erhalten die in ihren jeweiligen erfolgreichen Geboten enthaltene Anzahl von Frequenzblöcken in der jeweiligen Kategorie zu einem in Übereinstimmung mit Regel 5.11 ermittelten Basispreis.

² Davon unberührt bleiben die Regelungen zur Bankgarantie (siehe Regel 5.1.7).

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

5.11. Bestimmung des Basispreises

- 5.11.1. 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.
- 5.11.2. Der Basispreis eines jeden erfolgreichen Gebots muss mindestens so hoch sein, wie die Summe der Mindestgebote für die im jeweiligen erfolgreichen Gebot enthaltene Kombination von Frequenzblöcken. Der Basispreis eines jeden erfolgreichen Gebots kann nicht höher sein als der Gebotsbetrag dieses Gebots.
- 5.11.3. Basispreise sind diejenigen Preise mit dem niedrigsten Gesamtwert, die:
- der Bedingung in Regel 5.11.2 genügen; und die
 - sicherstellen, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote zu den jeweiligen Basispreisen die Bedingungen in Regel 5.10.1 erfüllt, wenn bei der Ermittlung des Basispreises eines Gewinners die anderen Gebote dieses Gewinners um die Differenz zwischen dem jeweils erfolgreichen Gebot und dem Basispreis reduziert (bzw. dann, wenn dies zu einem negativen Wert führen würde, auf Null gesetzt) werden.

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

- 5.11.4. Wenn es nur eine Kombination von Preisen gibt, die die Bedingungen in 5.11.2 und 5.11.3 erfüllen, dann werden diese, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Basispreise bestimmt.
- 5.11.5. 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 5.11.2, das sicherstellt, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote die Bedingungen in Regel 5.10.1 erfüllt, wenn alle anderen Gewinner ihren ursprünglichen Gebotsbetrag bezahlen.

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Basispreisen herangezogen wird, findet sich im Anhang.³

5.12. Informationen an die Bieter

- 5.12.1. Zu Beginn der ersten Bietrunde der Vergabephase wird jeder Bieter darüber informiert, wie viele Blöcke in der Kategorie A2 zur Verfügung stehen (d.h. ob es einen erfolgreichen Bieter in der Vorauktion gibt). Zudem wird jeder Bieter über seine Bietberechtigungen informiert. Diese Information wird anderen Bietern nicht

³ 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 Auf- und Abrundung 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.

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

5.12.2. 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;
- den Preis für einen Frequenzblock einer jeden Kategorie;
- den Umfang seiner aktuellen Bietberechtigungen;
- die Zahl seiner verbleibenden Rundenverlängerungsrechte;

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

- Zusammenfassung des von ihm abgegebenen kombinatorischen Gebots;
- den Umfang seiner verbleibenden Bietberechtigungen; und
- die Zahl seiner verbleibenden Verlängerungsrechte.

5.12.4. Wenn die Clockphase endet (vgl. Regel 5.8), teilt der Auktionator dies jedem Bieter mit.

5.12.5. Zu Beginn der verdeckten Bietphase teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:

- Zeitpunkt zu dem die verdeckte Bietphase endet;
- das Ausmaß der Lockerung der Bietbeschränkungen (den Wert des Parameters α) in Übereinstimmung mit Regel 5.9.7.

5.12.6. Falls der Auktionator davon überzeugt ist, dass es der effizienten Frequenzvergabe zuträglich ist, kann er in seinem Ermessen den Bietern vor Beginn der verdeckten Bietphase zusätzlich die folgenden Informationen mitteilen:

- Eventuell bestehender Angebotsüberschuss in den einzelnen Kategorien in der letzten Clockrunde;
- Nachfrageüberschuss in jeder Kategorie für jede Runde der Clockphase.

5.12.7. Nach dem Ende der Vergabephase (also am Ende der verdeckten Bietphase) teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:⁴

- Die Identität jedes Gewinners der Vergabephase und ggf. den Gewinner der Vorauktion; und
- Die Anzahl der Frequenzblöcke, die jeder Gewinner in der Vergabephase und ggf. in der Vorauktion in jeder Kategorie gewonnen hat.
- Jedem Gewinner der Vergabephase wird der Basispreis seines Gewinnergebots mitgeteilt. Diese Information wird den anderen Bietern nicht mitgeteilt.

⁴ Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Minute vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erfordern. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe abgeschlossen, das Ergebnis aber erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

6. Zuordnungsphase

6.1. Durchführung der Zuordnungsphase

- 6.1.1. Das Ziel der Zuordnungsphase ist es, zu ermitteln wie die zur Verfügung stehenden Frequenzen unter den Gewinnern der Vergabephase bzw. dem Gewinner der Vorauktion aufgeteilt werden und welchen endgültigen Preis sie letztendlich für die von ihnen gewonnenen Frequenzen entrichten.
- 6.1.2. Die Zuordnungsphase findet in zwei Bietrunden statt:
 - In der ersten Bietrunde erfolgt die simultane Zuordnung der Frequenzblöcke in den Kategorien C1, C2 und C3 für den Zeitraum von 2013 bis Ende 2019.
 - In der zweiten Bietrunde erfolgt die simultane Zuordnung der Frequenzblöcke in den Kategorien A2/A3 und B2 (soweit erforderlich) sowie in den Kategorien C1 bis C3 für den Zeitraum ab 2020.

6.2. Zuordnung der Frequenzblöcke in den Kategorien C1, C2 und C3 für den Zeitraum von 2013 bis Ende 2019

- 6.2.1. Wenn es nur einen Gewinner in der Kategorie C1 gibt, dann ist kein Zuordnungsgebot für diese Kategorie erforderlich. Falls der erfolgreiche Bieter nur einen Frequenzblock gewinnt, dann erhält er automatisch den Frequenzblock LC02 zugeordnet.
- 6.2.2. Falls es in der Vergabephase in der Kategorie C1 mehr als einen Gewinner gibt, dann wird jedem Gewinner vom Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die Bedingung, dass die Anzahl der Frequenzblöcke gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der Kategorie C1 ist, die der Bieter in der Vergabephase gewonnen hat.
- 6.2.3. Jedem Gewinner von Frequenzblöcken in der Kategorie C2 wird vom Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die Bedingung, dass die Anzahl der Frequenzblöcke gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der Kategorie C2 ist, die der Bieter in der Vergabephase gewonnen hat.⁵
- 6.2.4. Falls die in der Kategorie C3 in der Vergabephase gewonnene Anzahl von Frequenzblöcken geringer ist als die Anzahl der zur Verfügung stehenden Frequenzblöcke (siehe Kapitel 4.1 der Ausschreibungsunterlage), erfolgt die Zuordnung von Frequenzblöcken zusammenhängend von Frequenzblock LC11 aufwärts, das heißt nicht vergebenes Spektrum in dieser Kategorie liegt zusammenhängend am oberen Ende des Frequenzbereichs.
- 6.2.5. Wenn es nur einen Gewinner in der Kategorie C3 gibt, dann ist kein Zuordnungsgebot für diese Kategorie erforderlich. Der erfolgreiche Bieter erhält unter Berücksichtigung von Regel 6.2.4 automatisch die entsprechenden Frequenzblöcke zugeordnet.

⁵ Im Regelfall liegen die Zuordnungsoptionen in weniger als 1 Sekunde vor. Unter bestimmten Konstellationen (z.B. mehr als 10 Gewinner) kann es auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall kann es zu Verzögerungen im Ablauf der Auktion kommen.

- 6.2.6. Falls es in der Vergabephase in der Kategorie C3 mehr als einen Gewinner gibt, dann wird jedem Gewinner vom Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die folgenden Bedingungen:
- Die Anzahl der Frequenzblöcke ist gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der Kategorie C3, 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 Kategorie gewonnen haben oder den Erhalt von zusammenhängendem nicht vergebenen Spektrum am oberen Ende des Frequenzbereichs aus.
- 6.3. Zuordnung der Frequenzblöcke in den Kategorien A2/A3 und B2 sowie in den Kategorien C1 bis C3 für den Zeitraum ab 2020
- 6.3.1. Das in der Vorauktion vergebene Spektrum wird wie zwei abstrakte Frequenzblöcke in der Kategorie A2 behandelt. Für die Bestimmung von Zuordnungsoptionen werden die Frequenzblöcke in A2 und A3 zusammengefasst und gemeinsam zugeordnet (vgl. dazu auch Kapitel 4.1 der Ausschreibungsunterlage).
- 6.3.2. Für die Kategorien A2/A3 und B2 werden zunächst die Frequenzblöcke identifiziert, die direkt auf der Grundlage der folgenden Regeln zugeordnet werden können:
- Falls ein Gewinner des konkreten Blocks in Kategorie A1 Frequenzblöcke in der Kategorie A2 oder A3 in der Vorauktion und/oder der Vergabephase gewinnt, so werden diesem Bieter die von ihm gewonnene Anzahl von Frequenzblöcken in der Kategorie A2 oder A3 zusammenhängend vom unteren Ende der Kategorie A2 her (d.h. beginnend mit LA02) zugeordnet.
 - Falls ein Gewinner des konkreten Blocks in Kategorie B1 Frequenzblöcke in der Kategorie B2 gewinnt, so werden diesem Bieter die von ihm gewonnene Anzahl von Frequenzblöcken in Kategorie B2 zusammenhängend vom unteren Ende der Kategorie B2 her (d.h. beginnend mit LB02) zugeordnet.
 - Falls ein Gewinner des konkreten Blocks in Kategorie B3 Frequenzblöcke in der Kategorie B2 gewinnt, so werden diesem Bieter die von ihm gewonnene Anzahl von Frequenzblöcken in Kategorie B3 zusammenhängend vom oberen Ende der Kategorie B2 her (d.h. beginnend mit LB06) zugeordnet.
- 6.3.3. Bieter, die Frequenzblöcke in der Kategorie A2/A3 bzw. B2 in Übereinstimmung mit Regel 6.3.2 direkt zugeordnet bekommen, nehmen nicht weiter an der Zuordnung von Frequenzblöcken in diesen Kategorien teil.
- 6.3.4. Falls die Anzahl der Frequenzblöcke in den Kategorien A2/A3 und B2 die Anzahl der von Bietern in der Vergabephase erworbenen Frequenzblöcke übersteigt, erfolgt die Zuordnung von Frequenzblöcken zusammenhängend vom ersten nicht durch Regel 6.3.2 direkt zugeordneten Frequenzblock an aufwärts. Das heißt nicht vergebenes Spektrum in diesen Kategorien liegt zusammenhängend am oberen Ende des jeweiligen nicht direkt zugeordneten Frequenzbereichs.
- 6.3.5. Wenn es nur einen erfolgreichen Bieter in der jeweiligen Kategorie gibt, der nicht Gewinner von A1 bzw. B1 oder B3 ist, dann ist kein Zuordnungsgebot für diese Kategorie erforderlich. Der erfolgreiche Bieter erhält unter Berücksichtigung von Regel 6.3.4 automatisch die entsprechenden Frequenzblöcke zugeordnet.
- 6.3.6. Falls es in der Vergabephase in diesen Kategorien mehr als einen Gewinner gibt, der nicht Gewinner von A1 bzw. B1 oder B3 ist, dann wird jedem dieser Gewinner vom

Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die folgenden Bedingungen:

- Die Anzahl der Frequenzblöcke ist gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der Kategorie A2/A3 bzw. B2, die der Bieter in der Vergabephase und der Vorauktion gewonnen hat.
 - Keine Option schließt die Zuordnung von zusammenhängenden Frequenzblöcken an andere Bieter, die in der Vergabephase und der Vorauktion abstrakte Frequenzblöcke in der Kategorie gewonnen haben, oder den Erhalt von zusammenhängendem nicht vergebenen Spektrum am oberen Ende des Frequenzbereichs in Übereinstimmung mit Regel 6.3.4 aus.
- 6.3.7. Für die Zuordnung der Frequenzblöcke in den Kategorien C1 bis C3 ab 2020 werden für jeden Bieter die in der Vergabephase in den Kategorien jeweils gewonnenen Frequenzblöcke aufaddiert. Das heißt, die Kategorien C1 bis C3 werden zu einer einzigen Kategorie C zusammengefasst, in der alle 15 Frequenzblöcke des 1,8 GHz Bandes zur Zuordnung anstehen. Die Anzahl der von einem Bieter gewonnenen Frequenzblöcke in dieser Kategorie errechnet sich als Summe der vom Bieter in den Kategorien C1, C2 und C3 gewonnenen Frequenzblöcke.
- 6.3.8. Im Falle von unverkauften Frequenzblöcken in der Kategorie C, werden unverkaufte Frequenzblöcke zusammenhängend im Band zugeordnet.
- 6.3.9. Jedem Gewinner in dieser Kategorie wird vom Auktionator eine vollständige Liste von für ihn relevanten Zuordnungsgebotsoptionen von konkreten Frequenzblöcken vorgelegt. Diese Optionen erfüllen die folgenden Bedingungen:
- Die Anzahl der Frequenzblöcke ist gleich der Anzahl der abstrakten Frequenzblöcke in der Kategorie C, 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 Kategorie gewonnen haben aus.
 - Im Falle von unverkauften Frequenzblöcken in diesen Kategorien, schließt keine Option aus, dass diese unverkauften Frequenzblöcke zusammenhängend im Band zugeordnet werden.

6.4. Gebote und Gebotsabgabe

- 6.4.1. Die Auktionssoftware ermittelt für jeden Bieter alle möglichen für ihn relevanten Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken für jede Kategorie, welche die Bedingungen gemäß Regeln 6.2 und 6.3 erfüllen. Im Versteigerungsverfahren werden die Zuordnungsoptionen eines Bieters durch die Liste der mit der jeweiligen Zuordnungsoption verbundenen Frequenzblöcke eindeutig bezeichnet.
- 6.4.2. In der Zuordnungsphase geben die in der Vorauktion oder Vergabephase erfolgreichen Bieter – soweit erforderlich – verdeckte Gebote auf die für sie in der jeweiligen Kategorie vorgegebenen Zuordnungsoptionen ab. Falls es für einen Bieter in einer Kategorie nur eine Zuordnungsoption gibt, ist kein Gebot erforderlich. Der Bieter erhält die entsprechenden Frequenzblöcke automatisch zugeordnet. Bieter, für die es in einer Kategorie keine oder nur eine Zuordnungsoption gibt, sind nicht berechtigt Zuordnungsgebote für diese Kategorie abzugeben.
- 6.4.3. Die Gebote werden elektronisch mittels Auktionssoftware abgegeben (siehe Kapitel 7). 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.

- 6.4.4. 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.

6.5. Valide Gebote

- 6.5.1. 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.
- 6.5.2. Gebote während der Zuordnungsphase müssen in ganzen Euro abgegeben werden. Das Mindestgebot in der Zuordnungsphase ist 0 €. Gebote sind nach oben hin nicht beschränkt.
- 6.5.3. 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.

6.6. Gewinnerermittlung

- 6.6.1. Nach dem Ende der jeweiligen Bietrunde in der Zuordnungsphase ermittelt der Auktionator aus allen von den Bietern abgegebenen und von der Auktionssoftware automatisch erzeugten Geboten separat für alle in der Bietrunde enthaltenen Kategorien jeweils die Kombination der Gebote, die den folgenden Bedingungen genügt:
- Es wird je Kategorie genau ein Gebot pro Bieter berücksichtigt.
 - Die mit den Geboten verbundene Zuordnung von Frequenzblöcken ist wechselseitig kompatibel und die Frequenzzuordnung ist eindeutig. Das heißt die Zuordnung ergibt einen Bandplan, in dem jeder Bieter spezifische Frequenzen im Umfang des von ihm in der Vergabephase gewonnenen Spektrums in diesen Kategorien zugeordnet bekommt, und keine Frequenzen mehr als einem Bieter zugeordnet werden.
 - Die mit den Geboten verbundene Zuordnung von unverkauften Frequenzblöcken entspricht den in den Kapiteln 6.2 bzw. 6.3 festgelegten Regeln zur Zuordnung von unverkauften Frequenzblöcken in dieser Kategorie.
 - Die Summe der Gebotsbeträge ist nicht geringer als die Summe jeder alternativen Kombination von Geboten, die den ersten beiden Bedingungen genügt.
- 6.6.2. Falls nur eine einzige Kombination von Zuordnungsgeboten diesen Bedingungen genügt, ist diese die Kombination der erfolgreichen Gebote.
- 6.6.3. Falls mehrere Kombinationen von Zuordnungsgeboten die Bedingungen in 6.6.1 erfüllen, dann wird die Kombination der erfolgreichen Zuordnungsgebote per Zufallslos bestimmt.
- 6.6.4. 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 6.7 ermittelten Zusatzpreis.

6.7. Bestimmung der Zusatzpreise

- 6.7.1. 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.
- 6.7.2. Der Zusatzpreis eines jeden erfolgreichen Gebots muss mindestens so hoch sein wie das Mindestgebot für die jeweilige Zuordnungsgebotsoption (vgl. Regel 6.5.2). Der Zusatzpreis eines jeden erfolgreichen Gebots kann nicht höher sein als der Gebotsbetrag dieses Gebots.
- 6.7.3. Zusatzpreise sind diejenigen Preise mit dem niedrigsten Gesamtwert, die:
 - der Bedingung in Regel 6.7.2 genügen; und die
 - sicherstellen, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote zu den jeweiligen Zusatzpreisen die Bedingungen in Regel 6.6.1 erfüllt, wenn bei der Ermittlung des Zusatzpreises eines Gewinners die anderen Gebote dieses Gewinners um die Differenz zwischen dem jeweils erfolgreichen Gebot und dem Zusatzpreis reduziert (bzw. dann, wenn dies zu einem negativen Wert führen würde, auf Null gesetzt) werden.

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

- 6.7.4. Wenn es nur eine Kombination von Preisen gibt, die die Bedingungen in 6.7.2 und 6.7.3 erfüllen, dann werden diese, jeweils aufgerundet auf ganze Euro, als Zusatzpreise bestimmt.
- 6.7.5. 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 6.7.2, das sicherstellt, dass die Kombination der erfolgreichen Gebote die Bedingungen in Regel 6.6.1 erfüllt, wenn alle anderen Gewinner ihren ursprünglichen Gebotsbetrag bezahlen.

Eine Beschreibung des Algorithmus, der zur Bestimmung von Zusatzpreisen herangezogen wird, findet sich im Anhang.⁶

6.8. Gesamtpreis

- 6.8.1. Der Gesamtpreis für jeden Bieter errechnet sich aus der Summe des Basispreises (der in der Vergabephase bestimmt wurde) und der Zusatzpreise (die in der Zuordnungsphase bestimmt wurden) sowie des Preises den ein allfälliger Gewinner in der Vorauktion zu entrichten hat.

6.9. Informationen an die Bieter

- 6.9.1. Zu Beginn jeder Bietrunde in der Zuordnungsphase teilt der Auktionator jedem teilnahmeberechtigten Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:

⁶ 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.

- Alle für den Bieter relevanten Zuordnungsoptionen von konkreten Frequenzblöcken;
 - Zeitpunkt zu dem die Zuordnungsphase endet;
- 6.9.2. Nach dem Ende der ersten Bietrunde in der Zuordnungsphase teilt der Auktionator jedem Bieter mit, welche Frequenzblöcke diesem Bieter für die Übergangsphase (d.h. die Zeit von 2013 bis Ende 2019) zugeordnet werden.
- 6.9.3. Am Ende der Auktion (also am Ende der Zuordnungsphase) teilt der Auktionator jedem Bieter zumindest die folgenden Informationen mit:⁷
- Die Identität jedes Gewinners;
 - Die Frequenzblöcke, die jedem Gewinner in jeder Kategorie zugeteilt werden;
 - Den Gesamtpreis, sowie den Basispreis, den Zusatzpreis und ggf. den Preis aus der Vorauktion den jeder Gewinner für seine Frequenzblöcke zahlen muss.

⁷ Vergleiche dazu Fußnote 4.

7. Auktionssoftware

7.1. 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.

7.2. Rundenablauf

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

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

Für den Fall, dass keine Verbindung zum Server vorliegt bzw. eine technische Störung des Bieter-Clients vorliegt, erfolgt die Gebotsübergabe wie in Kapitel 7.7 beschrieben.

7.3. 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 der Vorauktion: In dieser Phase gibt der Teilnehmer bekannt, ob er den Frequenzblock zum vorgegebenen Rundenpreis kaufen will.
- Verdeckte Bietrunde der Vorauktion: In dieser Phase kann der Bieter ein zusätzliches Gebot für den Frequenzblock abgeben.
- Clockphase der Hauptauktion: In dieser Phase gibt der Bieter bekannt, wie viele abstrakte Frequenzblöcke er zu einem vorgegebenen Rundenpreis je Kategorie erwerben möchte.
- Verdeckte Bietrunde der Hauptauktion: In dieser Phase kann der Bieter mehrere zusätzliche Paketgebote abgeben. Je Paketgebot gibt der Bieter den Gebotsbetrag und die Anzahl der Frequenzblöcke je Kategorie an. In der verdeckten Bietphase können die Gebote auch aus einer Datei hochgeladen werden.
- Zuordnungsphase der Hauptauktion: 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.

7.4. Relevante Zeit

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

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

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

7.5. Dauer der Runden

Details zum zeitlichen Ablauf und zu den Rundenzeiten werden sich in der Verfahrens-anordnung finden.

7.6. Gebotsauswertung und Bekanntgabe der Ergebnisse

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

Im Regelfall liegen die Ergebnisse in weniger als 1 Minute vor. Aufgrund der inhärenten Komplexität der kombinatorischen Clockauktion kann die Berechnung des Ergebnisses unter bestimmten Konstellationen auch deutlich länger dauern bzw. zusätzliche Rechenkapazität erforderlich sein. In diesem unwahrscheinlichen Fall wird die Gebotsabgabe der betroffenen

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

7.7. Ausnahmeregelung Gebotsabgabe ohne Bietersoftware

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

7.8. Abbruch einer Runde

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

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

7.9. Unterbrechung der Auktion

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

7.10. Nachrichten an Bieter

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

8. Organisatorischer Rahmen

8.1. Auktion

Organisatorische Details zur Auktion werden sich in der Verfahrensordnung finden.

8.2. Bieterschulungen

8.2.1. Theoretische Bieterschulung

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

8.2.2. Praktische Bieterschulung

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

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

8.3. Simulations-Tool

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

Nach Ende der Ausschreibungsfrist erhält jeder Bieter von der Regulierungsbehörde gratis Zugang zu diesem Simulations-Tool. Gegen einen Kostenbeitrag von 3.000,- Euro stellt die Regulierungsbehörde bereits ab Mai 2013 einen Zugang zum Simulations-Tool zur Verfügung.

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

8.4. Zusätzliche Bankgarantien während der Auktion

Es ist möglich (vgl. Ausschreibungsunterlage Kapitel 5.3.5, während der Auktion zusätzliche Bankgarantien vorzulegen. Die Bieterberechtigung bleibt von einer zusätzlichen Bankgarantie unberührt.

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

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

Anhang A: Beispiele für Maximalgebote für die verdeckte Bietphase

Die in den Beispielen verwendeten Mindestgebote sind eine Vereinfachung und bilden nicht notwendigerweise die für die Auktion verwendeten Mindestgebote ab.

Tabelle 3: Losstruktur und Mindestgebote für die folgenden Beispiele

Band	Kategorie	Anzahl	Bietpunkte	Mindestgebot
800MHz	A1	1	2	20 Mio.
	A2	4	2	20 Mio.
	A3	1	2	20 Mio.
900MHz	B1	1	2	20 Mio.
	B2	5	2	20 Mio.
	B3	1	2	20 Mio.
1800MHz	C1	2	1	10 Mio.
	C2	8	1	10 Mio.
	C3	5	1	10 Mio.

Die folgenden Beispiele illustrieren die Anwendung der im Abschnitt 5.9 beschriebenen Aktivitätsregel für die verdeckte Bietphase. Es wird angenommen, dass sich kein Bieter für die Vorauktion beworben hat und die für einen Neueinsteiger reservierten Frequenzblöcke in Kategorie A2 nun in der Vergabephase vergeben werden sollen.

Die Beschränkungen der Zusatzgebote in der verdeckten Bietphase ergeben sich aus der Aktivität in der Clockphase. Dabei sind insbesondere die Runden wichtig, in denen der Bieter seine Aktivität reduziert. Das erste Beispiel enthält nur eine solche Runde, das zweite Beispiel ist etwas allgemeiner und enthält mehrere solche Runden.

Beispiel 1

Zur Vereinfachung nehmen wir in diesem Beispiel an, dass sich die Preise der verschiedenen Kategorien innerhalb eines Bandes gleichmäßig entwickeln. Das heißt alle Frequenzblöcke innerhalb eines Bands kosten in einer Runde gleich viel, unabhängig von ihrer Kategorie innerhalb des Bandes.

Der Bieter hat eine Bietberechtigung von 8 Bietpunkten beantragt. In den ersten zehn Bietrunden bietet der Bieter auf vier Frequenzblöcke in Kategorie A2 im 800MHz Band. In der elften Runde fällt der Bieter auf drei Frequenzblöcke zurück. Die Rundenpreise in der elften Runde sind:

- 30 Mio. für einen Frequenzblock im 800MHz Band (Kategorie A1, A2 oder A3);
- 40 Mio. für einen Frequenzblock im 900MHz Band (Kategorie B1, B2 oder B3);
und
- 12 Mio. für einen Frequenzblock im 1800 MHz Band (Kategorie C1, C2 oder C3).

Durch das Reduzieren der Aktivität von 8 auf 6 Bietpunkte in Runde 11 wird diese Runde zur *Ankerrunde* für alle größeren Pakete, d.h. für Pakete mit 7 oder 8 Bietpunkten.

Bis zum Ende der Clockphase gibt der Bieter Gebote für drei Frequenzblöcke in A2 ab. Die Preise in der letzten Runde der Clockphase sind:

- 35 Mio € für einen Frequenzblock im 800MHz Band;
- 45 Mio. für einen Frequenzblock im 900MHz Band; und
- 15 Mio € für einen Frequenzblock im 1800 MHz Band.

Das letzte Paketgebot in der Clockphase für 3 Frequenzblöcke in Kategorie A2 beträgt 105 Mio. Dem Bieter steht frei, dieses Gebot beliebig zu erhöhen, d.h. ein verdecktes Paketgebot für 3 Frequenzblöcke in Kategorie A2 in Höhe von 105 Mio. + X abzugeben, wobei X der Betrag ist, um den das letzte Clockgebot erhöht wird. Alle anderen Paketgebote sind nun relativ zu diesem *Ankergebot* beschränkt. Das Paket mit drei Frequenzblöcken in Kategorie A2 (6 Bietpunkte) ist also die *Ankerkombination* für alle Zusatzgebote.

- Die Gebotsbeträge für alle Pakete mit 7 oder 8 Bietpunkten sind durch das Ankergebot (105 Mio. + X) und die Preise in der elften Runde (der *Ankerrunde* für diese Pakete) beschränkt.
- Gebotsbeträge für alle Pakete, die 6 oder weniger Bietpunkte erfordern, sind durch das Ankergebot (105 Mio. + X) und die Preise in der letzten Clockrunde (der *Ankerrunde* für diese Pakete) beschränkt.

Unter der Annahme, dass der Bieter nur Gebote auf Pakete mit mindestens zwei Frequenzblöcken im 800MHz Band abgeben möchte und außerhalb des 800MHz Bands nur an Frequenzen in Kategorie C2 interessiert ist, kann der Bieter die folgenden verdeckten Gebote (mit maximal 8 Bietpunkten) abgeben:

Tabelle 4: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1

A1	A2	A3	C2	Bietpunkte	Maximalgebot
1	1	0	0	4	Ankergebot - 35 Mio.
0	1	1	0	4	Ankergebot - 35 Mio.
0	2	0	0	4	Ankergebot - 35 Mio.
1	1	0	1	5	Ankergebot - 35 Mio. + 15 Mio.
0	1	1	1	5	Ankergebot - 35 Mio. + 15 Mio.
0	2	0	1	5	Ankergebot - 35 Mio. + 15 Mio.
1	1	0	2	6	Ankergebot - 35 Mio. + 30 Mio.
0	1	1	2	6	Ankergebot - 35 Mio. + 30 Mio.
0	2	0	2	6	Ankergebot - 35 Mio. + 30 Mio.
0	3	0	0	6	105 Mio. + X (Ankergebot)
1	2	0	0	6	Ankergebot
0	2	1	0	6	Ankergebot
0	3	0	1	7	Ankergebot + 12 Mio.
1	2	0	1	7	Ankergebot + 12 Mio.
0	2	1	1	7	Ankergebot + 12 Mio.
1	1	0	3	7	Ankergebot - 30 Mio. + 36 Mio.
0	1	1	3	7	Ankergebot - 30 Mio. + 36 Mio.
0	2	0	3	7	Ankergebot - 30 Mio. + 36 Mio.
0	3	0	2	8	Ankergebot + 24 Mio.
1	2	0	2	8	Ankergebot + 24 Mio.
0	2	1	2	8	Ankergebot + 24 Mio.
1	1	0	4	8	Ankergebot - 30 Mio. + 48 Mio.
0	1	1	4	8	Ankergebot - 30 Mio. + 48 Mio.
0	2	0	4	8	Ankergebot - 30 Mio. + 48 Mio.

Sollte der Auktionator die Bietbeschränkungen gemäß Regel 5.9.7 lockern und $\alpha=2$ wählen, kann der Bieter folgende verdeckte Zusatzgebote abgeben:

Tabelle 5: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase - Beispiel 1 ($\alpha=2$)

A1	A2	A3	C2	Bietpunkte	Maximalgebot
1	1	0	0	4	Ankergebot - 17,5 Mio.
0	1	1	0	4	Ankergebot - 17,5 Mio.
0	2	0	0	4	Ankergebot - 17,5 Mio.
1	1	0	1	5	Ankergebot - 10 Mio.
0	1	1	1	5	Ankergebot - 10 Mio.
0	2	0	1	5	Ankergebot - 10 Mio.
1	1	0	2	6	Ankergebot - 2,5 Mio.
0	1	1	2	6	Ankergebot - 2,5 Mio.
0	2	0	2	6	Ankergebot - 2,5 Mio.
0	3	0	0	6	105 Mio. + X (Ankergebot)
1	2	0	0	6	Ankergebot
0	2	1	0	6	Ankergebot
0	3	0	1	7	Ankergebot + 24 Mio.
1	2	0	1	7	Ankergebot + 24 Mio.
0	2	1	1	7	Ankergebot + 24 Mio.
1	1	0	3	7	Ankergebot + 12 Mio.
0	1	1	3	7	Ankergebot + 12 Mio.
0	2	0	3	7	Ankergebot + 12 Mio.
0	3	0	2	8	Ankergebot + 48 Mio.
1	2	0	2	8	Ankergebot + 48 Mio.
0	2	1	2	8	Ankergebot + 48 Mio.
1	1	0	4	8	Ankergebot + 36 Mio.
0	1	1	4	8	Ankergebot + 36 Mio.
0	2	0	4	8	Ankergebot + 36 Mio.

Beispiel 2

Während der Clockrunden bietet der Bieter ausschließlich auf Pakete in Kategorie A2 im 800MHz Band. Der Bieter beginnt die Auktion mit der beantragten Bietberechtigung von 8 Bietpunkten und bietet in der ersten Runde auf 4 Frequenzblöcke in Kategorie A2. Das Mindestgebot pro Frequenzblock beträgt 20 Mio. und das Paketgebot daher insgesamt 80 Mio.

Der Bieter bietet weiter für 4 Frequenzblöcke in Kategorie A2 bis er in Runde 5 bei einem Rundenpreis von 24 auf 3 Frequenzblöcke zurückfällt. Das Paket mit 3 Frequenzblöcken in Kategorie A2 ist demnach seine *Ankerkombination* für alle Pakete mit mehr als 6 Bietpunkten

(d.h. für alle Kombinationen mit 7 oder 8 Bietpunkten). Die *Ankerrunde* für diese größeren Pakete ist Runde 5.

In den folgenden Runden bietet der Bieter weiter auf 3 Frequenzblöcke in Kategorie A2, bis er in Runde 10 bei einem Rundenpreis von 29 Mio. auf 2 Frequenzblöcke zurückfällt. Das Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie A2 ist demnach die Ankerkombination für alle Pakete, die mehr als 4 Bietpunkte aber weniger als 7 Bietpunkte enthalten (Pakete mit 7 Bietpunkten oder mehr sind an das Ankergebot für 3 Frequenzblöcke in Runde 5 gekoppelt).

Der Bieter bietet weiter auf 2 Frequenzblöcke in Kategorie A2 bis die Clockphase endet. In der letzten Runde der Clockphase bietet er also auf 2 Frequenzblöcke in Kategorie A2. Der Rundenpreis für einen solchen Frequenzblock in der letzten Runde der Clockphase beträgt 35 Mio. Das Paketgebot des Bieters für 2 Frequenzblöcke beträgt 70 Mio. Dieses Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie A2 ist die Ankerkombination für alle Pakete mit 4 oder weniger Bietpunkten.

Tabelle 6: Relevante Rundenpreise

Band	Kategorie	Runde 5	Runde 10	Letzte Clockrunde
800MHz	A2	24 Mio.	29 Mio.	35 Mio.
1800MHz	C2	12 Mio.	14 Mio.	16 Mio.

In der verdeckten Bietphase kann der Bieter ein unbeschränktes Gebot auf **2 Frequenzblöcke in Kategorie A2 (4 Bietpunkte)** abgeben, da dieses sein letztes Paketgebot in der Clockphase gewesen ist und er bis zum Ende der Clockphase aktiv war.

Nehmen wir an, dass der Bieter ein verdecktes Paketgebot von 100 Mio. für 2 Frequenzblöcke in Kategorie A2 abgibt. Dies ist dann das Ankergebot für die Ankerkombination aus 2 Frequenzblöcken in Kategorie A2. Das Ankergebot beschränkt die maximalen Gebotsbeträge für alle Zusatzgebote mit weniger als 4 Bietpunkten. Ausgehend von diesem Ankergebot ergeben sich die maximalen Gebotsbeträge für die anderen Pakete, auf die der Bieter bieten möchte.

1 Frequenzblock in Kategorie A2 (2 Bietpunkte): Das entsprechende Maximalgebot ist demnach an das Ankergebot für 2 Frequenzblöcke und die Wertdifferenz in der Ankerrunde (hier der letzten Clockrunde) gebunden. Das Maximalgebot für dieses Paket wird berechnet, indem vom Ankergebot (100 Mio.) die Wertdifferenz zwischen den beiden Paketen in der letzten Runde der Clockphase abgezogen wird. In diesem Fall ist die Wertdifferenz der Preis eines einzelnen Blocks in der letzten Runde der Clockphase (35 Mio.). Das Maximalgebot für ein Paket mit einem Frequenzblock in Kategorie A2 ist demnach 65 Mio.

3 Frequenzblöcke in Kategorie A2 (6 Bietpunkte): Der Bieter hatte zuletzt in Runde 10 das Recht, auf ein Paket mit 6 Bietpunkten zu bieten. Deshalb ist Runde 10 die Ankerrunde für das Zusatzgebot für 3 Frequenzblöcke in Kategorie A2. Da der Bieter in Runde 10 auf 2 Frequenzblöcke geboten hat anstatt weiter auf 3 Frequenzblöcke zu bieten, fiel seine Bietberechtigung für Runde 11 auf 4 Bietpunkte. Das Ankergebot für 3 Frequenzblöcke ist damit das höchste Gebot auf 2 Frequenzblöcke in Kategorie A2, in diesem Fall also das verdeckte Zusatzgebot von 100 Mio. Das Maximalgebot für 3 Frequenzblöcke ergibt sich aus dem Ankergebot und der Wertdifferenz zwischen den Paketen in der Ankerrunde. Die Wertdifferenz ist der Preis eines einzelnen Blocks in Kategorie A2 in Runde 10 (29 Mio.). Der maximale Gebotsbetrag ist die Summe des Ankergebots (100 Mio.) *plus* der Wertdifferenz in der Ankerrunde (29 Mio.) und somit 129 Mio. Wir nehmen an, dass der Bieter das

Maximalgebot nicht voll ausschöpfen möchte, sondern ein verdecktes Gebot von 110 Mio. für das Paket mit 3 Frequenzblöcken abgibt.

Dieses Gebot ist das neue Ankergebot für Pakete mit mehr als 6 Bietpunkten. Hätte der Bieter dieses verdeckte Zusatzgebot von 110 Mio. nicht abgegeben wären das Ankergebot für solche Pakete durch die Rundenpreise in Runde 9 bestimmt gewesen.

4 Frequenzblöcke in Kategorie A2 (8 Bietpunkte): Der Bieter hatte zuletzt in Runde 5 das Recht, auf ein Paket mit 8 Bietpunkten zu bieten. Die Ankerrunde ist demnach Runde 5. In dieser Runde gab der Bieter allerdings ein Gebot für 3 Frequenzblöcke in Kategorie A2 ab. Das Paketgebot für 3 Frequenzblöcke ist die Ankerkombination für Pakete mit 8 Bietpunkten (der maximalen Menge von Bietpunkten, die der Bieter zur Verfügung hatte). Das Gebot auf diese Ankerkombination ist seinerseits beschränkt durch das Ankergebot für 3 Frequenzblöcke (hier dem verdeckten Zusatzgebot von 110 Mio.) und der Wertdifferenz der Pakete in Runde 5, also dem Rundenpreis für einen einzelnen Frequenzblock (24 Mio.). Das Maximalgebot für 4 Frequenzblöcke in Kategorie A2 ist also 134 Mio. Wir nehmen an, der Bieter gibt ein verdecktes Gebot von 130 Mio. für das Paket mit 4 Frequenzblöcken in Kategorie A2 ab.

Der Bieter kann natürlich auch noch weitere Zusatzgebote abgeben und auf Pakete bieten, auf die er in der Clockphase noch nicht geboten hatte. Für diese Gebote gelten entsprechende Beschränkungen der Maximalgebote.

2 Frequenzblöcke in Kategorie C2 (2 Bietpunkte): Der Bieter hatte bis zur letzten Runde der Clockphase das Recht, auf ein solches Paket zu bieten. Die letzte Clockrunde ist damit die relevante Ankerrunde. Die relevante Ankerkombination ist das Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie A2, auf das der Bieter in der letzten Clockrunde geboten hatte und auf das er ein verdecktes Zusatzgebot von 100 Mio. abgegeben hat. Das Maximalgebot für das Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie C2 ergibt sich aus dem Ankergebot (100 Mio.) plus der Wertdifferenz zwischen dem Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie C2 und der Ankerkombination (2 Frequenzblöcke in Kategorie A2) zu den Rundenpreisen in der Ankerrunde. Wir nehmen an, dass der Rundenpreis für Kategorie C2 in der letzten Runde der Clockphase bei 16 Mio. lag. Die Wertdifferenz wird berechnet, indem der Wert der Ankerkombination zum Rundenpreis ($2 \times 35 \text{ Mio.} = 70 \text{ Mio.}$) vom Wert der vom Bieter gewünschten Kombination ($2 \times 16 \text{ Mio.} = 32 \text{ Mio.}$) abgezogen wird. Das Maximalgebot ist demnach also $100 \text{ Mio.} + (32 \text{ Mio.} - 70 \text{ Mio.}) = 100 \text{ Mio.} - 38 \text{ Mio.} = 62 \text{ Mio.}$

1 Frequenzblock in Kategorie A2 und 3 Frequenzblöcke in Kategorie C2 (5 Bietpunkte): Der Bieter hatte zuletzt in Runde 10 das Recht auf ein Paket mit mehr als 4 Bietpunkten zu bieten. Die entsprechende Ankerkombination ist das Paket mit 2 Frequenzblöcken in Kategorie A2, das dazugehörige Ankergebot beträgt 100 Mio. Die Wertdifferenz zwischen dem gewünschten Paket und der Ankerkombination in der Ankerrunde 10 beträgt $(1 \times 29 \text{ Mio.} + 3 \times 14 \text{ Mio.}) - (2 \times 29 \text{ Mio.}) = 13 \text{ Mio.}$. Daraus ergibt sich ein Maximalgebot für das gewünschte Paket von $100 \text{ Mio.} + 13 \text{ Mio.} = 113 \text{ Mio.}$

Tabelle 7: Maximalgebote für die verdeckte Bietphase für Pakete mit Frequenzblöcken in den Kategorien A2 und C2

A2	C2	Bietpunkte	Ankerrunde	Maximalgebot (in Mio.)
0	1	1	Letzte Clockrunde	$100 + (1 \times 16 - 2 \times 35) = 46$
0	2	2	Letzte Clockrunde	$100 + (2 \times 16 - 2 \times 35) = 62$
1	0	2	Letzte Clockrunde	$100 + (1 \times 35 - 2 \times 35) = 65$
1	1	3	Letzte Clockrunde	$100 + (1 \times 35 + 1 \times 16 - 2 \times 35) = 81$
0	3	3	Letzte Clockrunde	$100 + (3 \times 16 - 2 \times 35) = 78$
0	4	4	Letzte Clockrunde	$100 + (4 \times 16 - 2 \times 35) = 94$
2	0	4	Ankergebot in letzter Clockrunde	Unbeschränkt Abgegebenes Zusatzgebot: 100
2	1	5	Runde 10	$100 + (2 \times 29 + 1 \times 14 - 2 \times 29) = 114$
1	3	5	Runde 10	$100 + (1 \times 29 + 3 \times 14 - 2 \times 29) = 113$
0	5	5	Runde 10	$100 + (5 \times 14 - 2 \times 29) = 112$
0	6	6	Runde 10	$100 + (6 \times 14 - 2 \times 29) = 126$
3	0	6	Runde 10 - Ankergebot für Runde 5	$100 + (3 \times 29 - 2 \times 29) = 129$ Abgegebenes Zusatzgebot: 110
2	2	6	Runde 10	$100 + (2 \times 29 + 2 \times 14 - 2 \times 29) = 128$
1	4	6	Runde 10	$100 + (1 \times 29 + 4 \times 14 - 2 \times 29) = 127$
0	7	7	Runde 5	$110 + (7 \times 12 - 3 \times 24) = 122$
3	1	7	Runde 5	$110 + (3 \times 24 + 1 \times 12 - 3 \times 24) = 122$
2	3	7	Runde 5	$110 + (2 \times 24 + 3 \times 12 - 3 \times 24) = 122$
1	5	7	Runde 5	$110 + (1 \times 24 + 5 \times 12 - 3 \times 24) = 122$
0	8	8	Runde 5	$110 + (8 \times 12 - 3 \times 24) = 134$
4	0	8	Runde 5	$110 + (4 \times 24 - 3 \times 24) = 134$
3	2	8	Runde 5	$110 + (3 \times 24 + 2 \times 12 - 3 \times 24) = 134$
2	4	8	Runde 5	$110 + (2 \times 24 + 4 \times 12 - 3 \times 24) = 134$
1	6	8	Runde 5	$110 + (1 \times 24 + 6 \times 12 - 3 \times 24) = 134$

Anhang B: Bestimmung von Basispreisen

Algorithmische Beschreibung der Bestimmung von Basispreisen in Übereinstimmung mit Regel 5.11.

Die folgende Prozedur erzeugt Basispreise, die den Bedingungen in Regel 5.11 genügen.

Es seien $n=1, \dots, N$ die Bieter, die an der Versteigerung teilnehmen. Die Gewinnerermittlung in Übereinstimmung mit Regel 5.10 bestimmt eine Menge von erfolgreichen Bietern W und den Gesamtbetrag v bestehend aus der Summe der Gewinnergebote und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot. v^{-C} bezeichnet den maximalen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebote und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot, der erzielt worden wäre, falls die Bieter in Menge C nicht an der Versteigerung teilgenommen hätten. $\sigma(C) = (v - v^{-C})$ bezeichnet den Rückgang des Gesamtbetrags, falls die Bieter in C nicht an der Versteigerung teilgenommen hätten.

- a) Für jeden erfolgreichen Bieter $j \in W$, berechne v^{-j} als den maximalen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der Gebote und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot, der sich aus der Gewinnerermittlung ergäbe, falls Bieter j kein Gebot abgegeben hätte.
- b) Für jeden erfolgreichen Bieter $j \in W$ bestimme den maximalen Bietabschlag $d_j^{\max} = \sigma(\{j\})$, wobei $\sigma(\{j\}) = (v - v^{-j})$.
- c) Erzeuge eine Liste von Beschränkungen B für ein lineares Programm und initialisiere diese als $B = \left\{ \forall j \in W: d_j \leq d_j^{\max}, \sum_{j \in W} d_j \leq \sigma(W) \right\}$.
- d) Löse das folgenden Maximierungsproblem: $\max \sum_{j \in W} d_j$ unter den Nebenbedingungen in B und der Bedingung dass die einzelnen d_j nicht negativ sein können. Im Allgemeinen ist es möglich, dass mehrere Lösungen für dieses Maximierungsproblem existieren. In diesem Fall, wähle eine beliebige maximale Lösung d^* .
- e) 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.
- f) Führe die Gewinnerermittlung mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10 erneut durch und bestimme den damit verbundenen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot.
- g) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot keinen geringeren Wert als den in Schritt f) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann ist der maximale Bietabschlag, der allen erfolgreichen Bietern zugestanden werden kann, gleich $D^* = \sum_{j \in W} d_j^*$. Gehe zu Schritt
- i).

- h) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot einen geringeren Wert als den in Schritt f) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann erweitere die Liste der Beschränkungen B um die folgende Bedingung:

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

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

- i) Löse das folgende Minimierungsproblem: $\min \sum_{j \in W} (d_j - \sigma(\{j\}))^2$ unter den Nebenbedingungen in B , der Bedingung, dass die einzelnen d_j nicht negativ sein können, und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss, d.h. $\sum_{j \in W} d_j = D^*$. Sei d^{**} die Lösung dieses Minimierungsproblems.
- j) Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter j gemachten Gebote um d_j^{**} . Falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null.
- k) Führe die Gewinnerermittlung mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10 erneut durch und bestimme den damit verbundenen Gesamtbetrag bestehend aus der Summe der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot.
- l) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die d_j^{**} die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Geboten, d.h. $p_j = b_j - d_j^{**}$ für alle $j \in W$.
- m) Falls der Gesamtbetrag aus der Summe der ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der modifizierten Gebotsbeträge und dem Wert ggf. unverkaufter Frequenzblöcke jeweils zum Mindestgebot einen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann erweitere die Liste der Beschränkungen B um die folgende Bedingung:

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

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

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

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

Beispiel 3: Bestimmung von Basispreisen

In diesem Beispiel bieten 6 Bieter (Alan, Ben, Carl, Doris, Emma und Fred). Es hat sich kein Bieter für die Vorauktion beworben und die für einen Neueinsteiger reservierten Frequenzblöcke in Kategorie A2 sollen nun in der Vergabephase vergeben werden. In der Vergabephase wurden die in Tabelle 8 gelisteten Gebote abgegeben. Mindestgebote sind die gleichen wie in den vorherigen Beispielen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 8: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 3

Bieter	Paket									Paketgebot (Vergabephase)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	320 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	250 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	320 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	295 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	185 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	170 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	160 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	310 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	300 Mio €

Die blau unterlegten Paketgebote sind die Gewinnergebote, da sie die (eindeutige) gesamtbetragsmaximierende Kombination darstellen, die im verfügbaren Spektrum untergebracht werden kann, wobei unverkaufte Frequenzblöcke zum Mindestgebot bewertet werden. Der Gesamtbetrag dieser Kombination ist 1,03 Mrd €, bestehend aus der Summe der Gewinnergebote (1,03 Mrd €) und der Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke (0 €). 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 den Gesamtbetrag, der sich aus der Gewinnermittlung ergäbe, falls dieser Bieter kein Gebot abgegeben hätte. Bestimme den maximalen Bietabschlag.

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

Falls Alan nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wären die von ihm ersteigerten Frequenzblöcke nicht vergeben. Somit sind die Opportunitätskosten für Alans Gewinnergebot 100 Mio € und der Basispreis für Alans Gewinnergebot mindestens 100 Mio €.

Ben hat zwei Frequenzblöcke in A2 und B2, sowie einen Frequenzblock in B3 und C1 und 4 Frequenzblöcke in C2 gewonnen. Hätte Ben nicht an der Auktion teilgenommen, hätte Alan einen zusätzlichen Frequenzblock in A2 gewonnen und Doris hätte die 2 Frequenzblöcke in B2 und die 4 Frequenzblöcke in C2 erwerben können. Somit gäbe es zusätzlich zu den existierenden Gewinnern (Alan, Carl und Fred) einen neuen Gewinner (Doris). In diesem Fall bleibt ein Frequenzblock in A2, ein Frequenzblock in B3 und ein Frequenzblock in C1 unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote in dieser nächstbesten Allokation ist 890 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke ist 50 Mio €. Der Gesamtbetrag dieser nächstbesten Allokation ist damit 940 Mio €. Somit ist der maximale Bietabschlag 90 Mio € (1,03 Mrd € - 940 Mio. €), und die Opportunitätskosten von Bens Gebot sind 230 Mio €.

Falls Carl nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wäre das nächstbeste betragsmaximierende Resultat, dass Alan einen zusätzlichen Frequenzblock in A2 gewinnt (für ein Paketgebot von 320 Mio €). In dieser nächstbesten Allokation bleiben ein Frequenzblock in A3, ein Frequenzblock in C1 und ein Frequenzblock in C3 unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote in dieser nächstbesten Allokation ist 940 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke ist 40 Mio €. Der Gesamtbetrag dieser nächstbesten Allokation ist damit 980 Mio €. Der maximale Bietabschlag für Carl ist demnach 50 Mio €. Abgezogen von seinem Gebot ergibt dies Opportunitätskosten von 110 Mio € für Carls Gewinnergebot.

Fred hat 2 Frequenzblöcke in B2, 4 Frequenzblöcke in C2 und 2 Frequenzblöcke in C3 gewonnen. Hätte Fred an der Auktion nicht teilgenommen, dann hätte Emma dieses Paket gewinnen können. In dieser nächstbesten Allokation gibt es keine unverkauften Frequenzblöcke. Der Gesamtbetrag, wenn Fred nicht an der Auktion teilnimmt, ist 870 Mio €, was einem maximalen Bietabschlag von 160 Mio € für Fred entspricht; die Opportunitätskosten für das Gewinnergebot von Fred sind 140 Mio €.

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

Tabelle 9: Potenzielle Basispreise Beispiel 3

Bieter	Nächstbester maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	880 Mio €	1,03 Mrd € - 880 Mio € = 150 Mio €	100 Mio €
Ben	940 Mio €	1,03 Mrd € - 940 Mio € = 90 Mio €	230 Mio €
Carl	980 Mio €	1,03 Mrd € - 980 Mio € = 50 Mio €	110 Mio €
Fred	870 Mio €	1,03 Mrd € - 870 Mio € = 160 Mio €	140 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 Gesamtbetrag, 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 Gesamtbetrag wäre in diesem Fall gleich 480 Mio € gewesen. Das heißt, dass die Liste der Beschränkungen die folgenden Bedingungen enthält:

$$\begin{aligned}
 d_{Alan} &\geq 0 \\
 d_{Ben} &\geq 0 \\
 d_{Carl} &\geq 0 \\
 d_{Fred} &\geq 0 \\
 d_{Alan} &\leq 150Mio \\
 d_{Ben} &\leq 90Mio \\
 d_{Carl} &\leq 50Mio \\
 d_{Fred} &\leq 160Mio \\
 d_{\{Alan, Ben, Carl, Fred\}} &\leq 550Mio
 \end{aligned}$$

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

Die Lösung des Maximierungsproblems unter den gegebenen Beschränkungen ist:

$$d_{Alan}^* = 150 \text{ Mio}$$

$$d_{Ben}^* = 90 \text{ Mio}$$

$$d_{Carl}^* = 50 \text{ Mio}$$

$$d_{Fred}^* = 160 \text{ Mio}$$

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 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge sowie die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Frequenzblöcke keinen geringeren Wert erbringen, gehe zu Schritt i)

Wenn man alle Paketgebote der Gewinner um die errechneten maximalen Bietabschläge reduziert, und den auf der Basis der solchermaßen modifizierten Gebote errechneten maximalen Gesamtbetrag bestimmt, stellt man fest, dass dieser nicht höher ist als die Summe der um die jeweiligen Bietabschläge reduzierten ursprünglich erfolgreichen Gebote. Die Kombination der ursprünglichen Gewinnergebote bleibt damit nach wie vor eine potenzielle Gewinnerkombination (wenn auch möglicherweise im Gleichstand mit anderen Kombinationen). Das heißt, dass die potenziellen Basispreise in der Tabelle 9 die tatsächlichen Basispreise sind. Dies ist in Tabelle 10 veranschaulicht.

Tabelle 10: Modifizierte Paketgebote - Beispiel 3

Bieter	Paket									Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	170 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	100 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	230 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	205 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	95 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	80 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	110 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	150 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabschläge von den individuellen $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$ gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um den so ermittelten Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge sowie die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Frequenzblöcke keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die gefundenen Bietabschläge die relevanten

Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Gewinnergeboten.

Die quadratische Optimierung ergibt die am Ende der linearen Optimierung gefundenen Bietabschläge. Diese wiederum verändern das Ergebnis der Gewinnermittlung 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	100 Mio €
Ben	230 Mio €
Carl	110 Mio €
Fred	140 Mio €
Summe:	580 Mio €

Beispiel 4: Bestimmung von Basispreisen - Minimierung des Gesamtwerts

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

Es sei angenommen, dass ein zusätzlicher Bieter, Greg, an der Versteigerung teilnimmt, also insgesamt sieben Bieter (Alan, Ben, Carl, Doris, Emma, Fred und Greg) für Frequenzblöcke bieten. Keiner der Bieter hat sich für die Vorauktion beworben und die für einen Neueinsteiger reservierten Frequenzblöcke in Kategorie A2 sollen nun in der Vergabephase vergeben werden. In der Vergabephase wurden die in Tabelle 12 gelisteten Gebote abgegeben.

Alan, Ben, Carl, Doris, Emma und Fred geben dieselben Gebote wie im vorangegangenen Beispiel ab. Greg gibt ein kombinatorisches Paketgebot für 1 Frequenzblock in A2, 4 Frequenzblöcke in C2 und 3 Frequenzblöcke in C3 ab, sowie ein weiteres kombinatorisches Paketgebot für jeweils 1 Frequenzblock in A1, A2 und C3. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt.

Tabelle 12: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 4

Bieter	Paket									Paketgebot (Vergabephase)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	320 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	250 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	320 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	295 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	185 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	170 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	160 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	310 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	300 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

Dieselben Bieter (Alan, Ben, Carl und Fred) gewinnen dieselbe Zahl Frequenzblöcken in den verschiedenen Kategorien wie im vorangegangenen Beispiel. Gregs Teilnahme erhöht allerdings die Basispreise für die Gewinnergebote.

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

Wenn Alan nicht an der Auktion teilgenommen hätte, dann wäre die gesamtbetragsmaximierende Kombination, dass Gregs Gebot für jeweils 1 Frequenzblock in A1, A2 und C3 gewinnt, und die anderen Bieter ihre Gewinnergebote erhalten. In dieser Allokation bleibt jeweils ein Frequenzblock in B1, B2 und C3 unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote wäre demnach 880 Mio € und die Summe der unverkauften Frequenzblöcke wäre 50 Mio €. Der Gesamtbetrag dieser alternativen Allokation ist somit 930 Mio € und der maximale Bietabschlag für Alan ist 100 Mio €. Der potenzielle Basispreis für Alans Gewinnergebot ist 150 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 Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	930 Mio €	1,03 Mrd € - 930 Mio € = 100 Mio €	150 Mio €
Ben	940 Mio €	1,03 Mrd € - 940 Mio € = 90 Mio €	230 Mio €
Carl	980 Mio €	1,03 Mrd € - 980 Mio € = 50 Mio €	110 Mio €
Fred	910 Mio €	1,03 Mrd € - 910 Mio € = 120 Mio €	180 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 Gesamtbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Falls die Gewinner nicht an der Auktion teilnehmen, gewinnen Emma und Greg. Es bleiben dann jeweils 1 Frequenzblock in A1, A3, B1 und B3 sowie jeweils 3 Frequenzblöcke in A2 und B2 und 2 Frequenzblöcke in C1 unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote in dieser alternativen Allokation ist 410 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke ist 220 Mio €. Somit ist der Gesamtbetrag dieser alternativen Allokation 630 Mio € und der maximale Bietabschlag für alle Gewinner zusammen 400 Mio €.

Die Beschränkungen für das lineare Programm sind also wie folgt:

$$\begin{aligned}
 d_{Alan} &\geq 0 \\
 d_{Ben} &\geq 0 \\
 d_{Carl} &\geq 0 \\
 d_{Fred} &\geq 0 \\
 d_{Alan} &\leq 100Mio \\
 d_{Ben} &\leq 90Mio \\
 d_{Carl} &\leq 50Mio \\
 d_{Fred} &\leq 120Mio \\
 d_{\{Alan, Ben, Carl, Fred\}} &\leq 400Mio
 \end{aligned}$$

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

Die Lösung des Maximierungsproblems unter diesen Beschränkungen ist gleich:

$$\begin{aligned}
 d_{Alan}^* &= 100Mio \\
 d_{Ben}^* &= 90Mio \\
 d_{Carl}^* &= 50Mio \\
 d_{Fred}^* &= 120Mio
 \end{aligned}$$

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

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

Tabelle 14: Modifizierte Paketgebote, erste Iteration - Beispiel 4

Bieter	Paket									Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	220 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	150 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	230 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	205 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	95 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	80 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	110 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	190 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	180 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

Schritte f) und g): Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die Kombination (der nun modifizierten Gebote), die den höchsten Gesamtbetrag erzielt. Diese ist in Tabelle 14 blau unterlegt. In dieser Kombination bleiben jeweils 1 Frequenzblock in A3 und C1, sowie 2 Frequenzblöcke in B2 unverkauft. Die Summe der modifizierten Gebote dieser Kombination ist 650 Mio € und die Summe der unverkauften Frequenzblöcke ist 70 Mio €. Der modifizierte Gesamtbetrag dieser Kombination ist somit 720 Mio €. Die Summe der modifizierten ursprünglichen Gewinnergebote ist 670 Mio € und die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Frequenzblöcke ist 0 €. Der modifizierte Gesamtbetrag der ursprünglichen Gewinnerkombination weicht somit vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag ab. Im Vergleich zum ursprünglichen Ergebnis stellt sich heraus, dass Carl 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 Reduktion im Gesamtgebotswert, wenn diese Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Gehe zu Schritt d).

Wir müssen daher den nächstbesten Gesamtbetrag auf der Basis der ursprünglich abgegebenen Gebote (siehe Tabelle 12) inklusive der Mindestgebote allfällig unverkaufter Frequenzblöcke finden, der sich ergäbe, wenn Carl und Fred nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Diese wäre 910 Mio € (Greg erhält in diesem Fall neben den anderen ursprünglichen Gewinnern sein erstes Paket und jeweils 1 Frequenzblock in A3 und C1, sowie 2 Frequenzblöcke in B2 bleiben unverkauft). Somit ist $\sigma(Carl, Fred) = 1,03Mrd - 910Mio = 120Mio$. Der maximale Bietabschlag für

Carl und Fred zusammen darf demnach maximal 120 Mio € sein. Wir fügen daher die folgende Restriktion zur Liste unserer Beschränkungen hinzu:

$$d_{Carl} + d_{Fred} \leq 120Mio$$

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

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

$$\begin{aligned} d_{Alan}^* &= 100Mio \\ d_{Ben}^* &= 90Mio \\ d_{Carl}^* &= 0Mio \\ d_{Fred}^* &= 120Mio \end{aligned}$$

Dies ist nur eine mögliche Lösung, da jede Kombination von nichtnegativen Bietabschlägen für Carl und Fred, welche die Bedingung $d_{Carl} + d_{Fred} \leq 120Mio$ (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)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	220 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	150 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	230 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	205 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	95 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	80 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	160 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	190 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	180 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

Schritte f) und g): Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir finden wieder die Kombination (der nun modifizierten Gebote), die den höchsten modifizierten Gesamtbetrag erzielt. Diese ist in Tabelle 15 blau unterlegt. In dieser Kombination bleiben jeweils 1 Frequenzblock in A1, B1 und C3, sowie 3 Frequenzblöcke in

B2 unverkauft. Die Summe der modifizierten Gebote dieser Kombination ist 660 Mio € und die Summe der unverkauften Frequenzblöcke ist 110 Mio €. Der modifizierte Gesamtbetrag dieser Kombination ist somit 770 Mio €. Die Summe der modifizierten ursprünglichen Gewinnergebote ist 720 Mio € und die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Frequenzblöcke ist 0 €. Der Gesamtbetrag der modifizierten ursprünglichen Gewinnerkombination weicht somit vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag ab.

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

Nun fallen aus der ursprünglichen Gewinnerkombination Alan und Fred heraus. Wir müssen daher den nächstbesten Gesamtbetrag aus Tabelle 12 finden, wenn Alan und Fred nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Dieses wäre 860 Mio € (Greg erhält neben den anderen ursprünglichen Gewinnern sein erstes Paket und jeweils 1 Frequenzblock in A1, B1 und C3, sowie 3 Frequenzblöcke in B2 bleiben unverkauft). Somit ist $\sigma(Alan, Fred) = 1,03Mrd - 860Mio = 170Mio$; der maximale Bietabschlag, der Alan und Fred gemeinsam zugestanden werden kann ist 170 Mio €. Wir fügen nun unserer Liste von Beschränkungen die folgende Restriktion hinzu:

$$d_{Alan} + d_{Fred} \leq 170Mio$$

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

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

$$\begin{aligned} d_{Alan}^* &= 100Mio \\ d_{Ben}^* &= 90Mio \\ d_{Carl}^* &= 50Mio \\ d_{Fred}^* &= 70Mio \end{aligned}$$

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 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Wir ziehen diese Bietabschläge von den Geboten der Gewinner in Tabelle 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)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	1	1	0	0	0	2	220 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	150 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	230 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	205 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	95 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	80 Mio €
Carl	0	1	1	0	0	0	1	0	1	110 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	240 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	230 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

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

Schritt i), j), k) und l): Minimiere die Summe der quadrierten Abstände der Bietabschläge von den individuellen $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$ gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen gesamten Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um ihren jeweiligen Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag. Falls die ursprünglich erfolgreichen Gebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt k) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind die gefundenen Bietabschläge die relevanten Bietabschläge, und die Basispreise entsprechen den um diese 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, aus denen die entsprechenden Basispreise folgen. Diese finden sich in Tabelle 17.

Tabelle 17: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 4

Bieter	Basispreise
Alan	150 Mio €
Ben	230 Mio €
Carl	110 Mio €
Fred	230 Mio €
Summe:	720 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, sowie die Summe der Mindestgebote der dann unverkauften Frequenzblöcke höher als die Summe der modifizierten Gewinnergebote von Fred und Alan bzw. Fred, und Carl, und es wäre demnach betragsmaximierend, anstelle von diesen Geboten Gregs Gebot zu befriedigen und einige Frequenzblöcke unverkauft zu lassen. Daraus ergeben sich zusätzliche Beschränkungen für die Basispreise:

- Alan und Freds Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Gregs Gebot für dieses Paket (270 Mio €), sowie die Summe der Mindestgebote der dann unverkauften Blöcke (110 Mio €);
- Carl und Freds Basispreise müssen gemeinsam höher sein als Gregs Gebot für dieses Paket (270 Mio €), sowie die Summe der Mindestgebote der dann unverkauften Frequenzblöcke (70 Mio €).

Das heißt, die Summe der Basispreise für Alan und Fred und für Carl und Fred muss jeweils um 50 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 50 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 50 Mio € bezahlt, dann müssen sowohl Alan als auch Carl jeweils zusätzlich 25 Mio € zahlen, und die Summe der Basispreise wäre 745 Mio €. Dies ist höher als die Summe der Basispreise, wenn Fred die 50 Mio € allein trägt (720 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 gesamt betragsmaximierende Kombination von Geboten unverändert bleibt.

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

Im folgenden Beispiel nimmt Carl nicht mehr an der Auktion teil und das erste Gebote von Alan wird so modifiziert, dass es nun den Frequenzblock B3 anstelle des Frequenzblocks B1 enthält. Die entsprechenden Gebote sind in Tabelle 18 zusammengefasst. Keiner der Bieter

hat sich für die Vorauktion beworben und die für einen Neueinsteiger reservierten Frequenzblöcke in Kategorie A2 sollen nun in der Vergabephase vergeben werden. Die Kombination von Gewinnergeboten ist wieder blau unterlegt. In dieser Allokation bleibt jeweils 1 Frequenzblock in A2, A3, C1 und C3 unverkauft. Die Summe der Gewinnergebote ist 870 Mio € und die Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke 60 Mio €. Der Gesamtbetrag ist somit 930 Mio €.

Tabelle 18: Kombinatorische Paketgebote in der Vergabephase - Beispiel 5

Bieter	Paket									Paketgebot (Vergabephase)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	0	1	1	0	0	2	320 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	250 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	320 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	295 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	185 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	170 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	310 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	300 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

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

Die maximal möglichen Bietabschläge werden wieder so errechnet wie in den vorangegangenen Beispielen beschrieben. Die resultierenden maximalen Bietabschläge und potenziellen Basispreise sind in Tabelle 19 zusammengefasst.

Tabelle 19: Potenzielle Basispreise - Beispiel 5

Bieter	Nächstbester maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Potenzieller Basispreis
Alan	830 Mio €	930 Mio € - 830 Mio € = 100 Mio €	150 Mio €
Ben	840 Mio €	930 Mio € - 840 Mio € = 90 Mio €	230 Mio €
Fred	910 Mio €	930 Mio € - 910 Mio € = 20 Mio €	280 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 Gesamtbetrag, falls die Bieter nicht an der Auktion teilgenommen hätten.

Wenn die Gewinner nicht an der Auktion teilgenommen hätten, dann wäre die nächstbeste gesamtbetragsmaximierende Kombination, dass Greg und Emma ihr jeweiliges Gebot

gewinnen. In dieser Allokation blieben jeweils 1 Frequenzblock in A1, A3, B1 und B3, sowie 3 Frequenzblöcke in A2 und B2 und 2 Frequenzblöcke in C1 unverkauft. Der Gesamtbetrag dieser Allokation wäre 630 Mio €; der gemeinsame Bietabschlag kann daher maximal 300 Mio € (930 Mio € - 630 Mio €) betragen.

Die Beschränkungen ergeben sich aus Tabelle 19 und sind wie folgt:

$$\begin{aligned} d_{Alan} &\geq 0 \\ d_{Ben} &\geq 0 \\ d_{Fred} &\geq 0 \\ d_{Alan} &\leq 100Mio \\ d_{Ben} &\leq 90Mio \\ d_{Fred} &\leq 20Mio \\ d_{\{Alan, Ben, Fred\}} &\leq 300Mio \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} d_{Alan}^* &= 100Mio \\ d_{Ben}^* &= 90Mio \\ d_{Fred}^* &= 20Mio \end{aligned}$$

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 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

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

Tabelle 20: Modifizierte Gebote, erste Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket									Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	0	1	1	0	0	2	220 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	150 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	230 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	205 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	95 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	80 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	290 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	280 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

Wir finden wieder die gesamtbetragsmaximierende Kombination (der nun modifizierten Gebote). Diese ist in Tabelle 20 blau unterlegt. In dieser Kombination bleiben jeweils 1 Frequenzblock in A1, A3, B1 und B3, sowie 3 Frequenzblöcke in A2 und B2 und 2 Frequenzblöcke in C1 unverkauft. Die Summe der modifizierten Gebote dieser Kombination ist 550 Mio € und die Summe der unverkauften Frequenzblöcke ist 220 Mio €. Der modifizierte Gesamtbetrag dieser Kombination ist somit 770 Mio €. Die Summe der modifizierten ursprünglichen Gewinnergebote ist 660 Mio € und die Summe der Mindestgebote der ursprünglich unverkauften Frequenzblöcke ist 60 Mio €. Der modifizierte Gesamtbetrag der ursprünglichen Gewinnerkombination (720 Mio €) weicht somit vom höchstmöglichen modifizierten Gesamtbetrag (770 Mio €) ab.

Im Vergleich zum ursprünglichen Ergebnis stellt sich heraus, dass Alan und Ben aus der modifizierten Gewinnerkombination herausfallen.

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

Wir müssen daher die nächstbeste Kombination auf der Basis der ursprünglich abgegebenen Gebote finden, die sich ergäbe, wenn Alan und Ben nicht an der Auktion teilgenommen hätten. In dieser Allokation gewinnt Fred mit seinem ursprünglichen Gewinnergebot und Greg gewinnt sein erstes Paket. Die Summe der Gewinnergebote in dieser Allokation ist 570 Mio €. In dieser Allokation bleiben jeweils 1 Frequenzblock in A1, A3, B1 und B3 sowie jeweils 3 Frequenzblöcke in A2 und B2 und 2 Frequenzblöcke in C1 unverkauft. Die Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke in dieser Allokation ist somit 220 Mio € und der Gesamtbetrag ist 790 Mio €. Somit ist $\sigma(Alan, Ben) = 930Mio - 790Mio = 140Mio$. Der maximale Bietabschlag für Alan und Ben zusammen darf demnach maximal 140 Mio € sein. Wir fügen daher die folgende Restriktion zur Liste unserer Beschränkungen hinzu:

$$d_{Alan} + d_{Ben} \leq 140Mio$$

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

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

$$\begin{aligned} d_{Alan}^* &= 100Mio \\ d_{Ben}^* &= 40Mio \\ d_{Fred}^* &= 20Mio \end{aligned}$$

Dies ist nur eine mögliche Lösung, da jede Kombination von nichtnegativen Bietabschlägen für Alan und Ben, welche die Bedingung $d_{Alan} + d_{Ben} = 140Mio$ (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 18 ergibt die in der folgenden Tabelle gelisteten modifizierten Gewinnergebote.

Tabelle 21: Modifizierte Paketgebote, zweite Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket									Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	0	1	1	0	0	2	220 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	150 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	280 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	255 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	145 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	130 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	290 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	280 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

Schritte f) und g): Bestimme dann die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10, und den damit verbundenen Gesamtbetrag und vergleiche sie mit den ursprünglich erfolgreichen Geboten unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge.

Nach der Gesamtbetragsmaximierung auf Basis dieser modifizierten Gebote stellt sich nun heraus, dass der so gefunden maximale modifizierte Gesamtbetrag (Schritt f) nicht höher ist als der modifizierte Gesamtbetrag der ursprünglichen Gewinnerkombination inklusive der Summe der Mindestgebote der unverkauften Frequenzblöcke, nämlich 770 Mio €.

Die ursprüngliche Gewinnerkombination bleibt damit optimal (selbst wenn eine andere Kombination, nämlich die Kombination der Gebote von Fred 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 Bietabschläge von den individuellen $\sigma(\{j\}) = (v - v^j)$ gegeben den Restriktionen und der Bedingung, dass die Summe der einzelnen Bietabschläge gleich dem maximal zulässigen totalen Bietabschlag sein muss. Reduziere die Gebotsbeträge für alle von den erfolgreichen Bietern gemachten Gebote um ihren jeweiligen Bietabschlag; falls dies zu einem negativen Gebotsbetrag führen würde, setze den Gebotsbetrag gleich Null. Bestimme die erfolgreichen Gebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 5.10 und den damit verbundenen Gesamtbetrag.

Die Lösung des quadratischen Minimierungsprogramms unter den angegebenen Nebenbedingungen ist:

$$\begin{aligned} d_{Alan}^* &= 75Mio \\ d_{Ben}^* &= 65Mio \\ d_{Fred}^* &= 20Mio \end{aligned}$$

Wir reduzieren nun alle Gebote der Gewinner um die gefundenen Bietabschläge und erhalten die modifizierten Gebote in Tabelle 22.

Tabelle 22: Modifizierte Gebote, dritte Iteration - Beispiel 5

Bieter	Paket									Modifiziertes Gebot (Berücksichtigung des Bietabschlags)
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
Alan	1	2	0	0	1	1	0	0	2	245 Mio €
	1	1	0	1	1	0	0	0	2	175 Mio €
Ben	0	2	0	0	2	1	1	4	0	255 Mio €
	0	2	0	0	2	1	1	3	0	230 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	4	0	120 Mio €
	0	1	0	0	2	1	0	3	0	105 Mio €
Doris	0	0	0	0	2	0	0	4	0	110 Mio €
Emma	0	0	0	0	2	0	0	4	2	140 Mio €
Fred	0	0	0	0	2	0	0	5	2	290 Mio €
	0	0	0	0	2	0	0	4	2	280 Mio €
Greg	0	1	0	0	0	0	0	4	3	270 Mio €
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	100 Mio €

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

Es ergeben sich also die in Tabelle 23 dargestellten Basispreise.

Tabelle 23: Basispreise der Gewinnergebote - Beispiel 5

Bieter	Basispreise
Alan	175 Mio €
Ben	255 Mio €
Fred	280 Mio €
Summe	710 Mio €

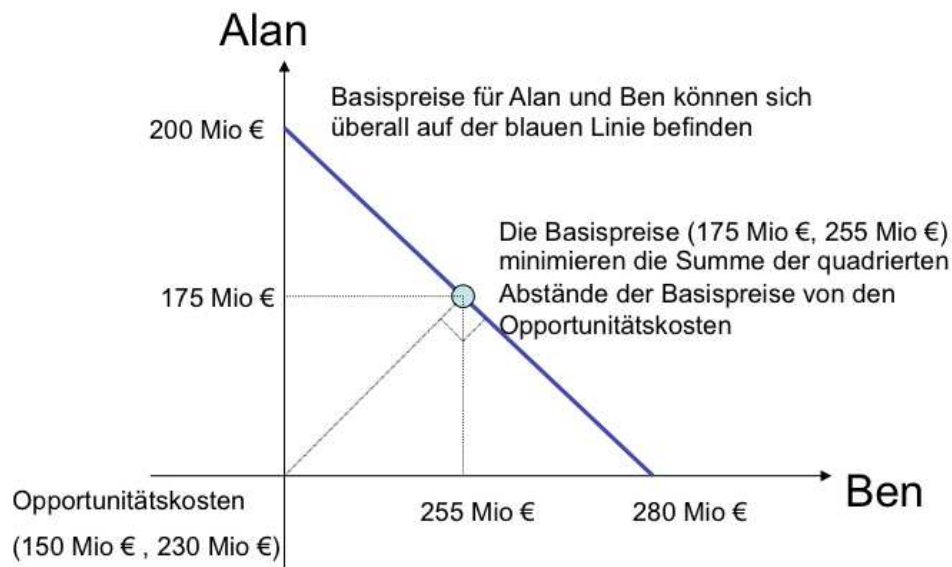
Die Intuition für diese Lösung ist wie folgt:

In der Gewinnerkombination blieben Frequenzblöcke im Wert von 60 Mio €, bemessen an deren Mindestgebot, unverkauft. Hätten Alan und Ben nicht an der Auktion teilgenommen, hätte Greg sein erstes Paket gewonnen (neben Fred, der das gleiche Paket, wie in der Gewinnerkombination erhält). Es wären in dieser Allokation Frequenzblöcke im Wert von 220 Mio €, bemessen an deren Mindestgebot, unverkauft geblieben. Dies bedeutet, dass zusätzliche Frequenzblöcke im Wert von 160 Mio € nicht verkauft worden wären, wenn Alan und Ben nicht an der Auktion teilgenommen hätten. Die Summe der Basispreise von Alan und Ben muss hoch genug sein, um Greg zu überbieten (270 Mio €) und für die Summe der Mindestgebote der ansonsten unverkauften Frequenzblöcke aufzukommen (160 Mio €).

Im vorliegenden Beispiel ist die Summe der Opportunitätskosten für Alan und Bens Pakete 380 Mio € (150 Mio € + 230 Mio €). Dies ist aber weniger, als Greg bereit wäre für diese Kombination zu bezahlen (270 Mio €), sowie die Summe der Mindestgebote der zusätzlich unverkauften Frequenzblöcke (160 Mio €). Ben und Alan müssen daher gemeinsam 50 Mio

€ zusätzlich tragen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten diesen Betrag aufzuteilen. In der nachfolgenden Abbildung sind alle Kombinationen von Basispreisen für Alan und Ben dargestellt, die zusammen so hoch sind wie Gregs Gebot und die Summe der Mindestgebote der zusätzlich unverkauften Frequenzblöcke (blauer Graph in Abbildung 1).

Abbildung 1: 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 Zuordnungsoptionen

Die Auktionssoftware gibt den Bietern die möglichen Zuordnungsoptionen vor. Diese Optionen müssen den Bedingungen, in den Regeln 6.2 und 6.3 genügen.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Bestimmung der Zuordnungsoptionen.

Beispiel 6: Bestimmung der Zuordnungsoptionen für C1, C2 und C3 in der Zwischenphase 2013-2019

Zunächst wird die Zuordnung der Frequenzen in den Kategorien C1, C2 und C3 für den Zeitraum von 2013 bis 2019 bestimmt. Wir nehmen an, dass vier Bieter Frequenzen in diesem Band gewonnen haben und dass ein Frequenzblock unverkauft geblieben ist:

Bieter	C1	C2	C3
Alan	1		
Ben		2	3
Carl		2	2
Doris		4	
Unverkauft	1		

Kategorie C1: Alan ist der einzige Gewinner von Frequenzen in Kategorie C1. Deshalb ist für C1 keine gesonderte Zuordnungsphase notwendig. Alan bekommt automatisch den konkreten Frequenzblock LC02, so dass die unverkauften Frequenzen am unterem Ende der Kategorie (Frequenzblock LC01) liegen.

Kategorie C2: Ben, Carl und Doris haben Frequenzen in Kategorie C2 gewonnen. Die Zuordnung von konkreten Frequenzen unterliegt nur der Beschränkung, dass jeder Bieter genau so viele konkrete Frequenzblöcke zugeordnet bekommt, wie er abstrakte Frequenzblöcke gewonnen hat. Zusammenhängende Frequenzen werden nicht notwendigerweise sichergestellt. Für Ben und Carl sind daher alle 28 Kombinationen von jeweils zwei konkreten Frequenzblöcken zulässige Zuordnungsoptionen:

- LC03+LC04, LC03+LC05, LC03+LC06, LC03+LC07, LC03+LC08, LC03+LC09, LC03+LC10
- LC04+LC05, LC04+LC06, LC04+LC07, LC04+LC08, LC04+LC09, LC04+LC10
- LC05+LC06, LC05+LC07, LC05+LC08, LC05+LC09, LC05+LC10
- LC06+LC07, LC06+LC08, LC06+LC09, LC06+LC10
- LC07+LC08, LC07+LC09, LC07+LC10
- LC08+LC09, LC08+LC10
- LC09+LC10

Für Doris, die 3 abstrakte Frequenzblöcke in Kategorie C2 gewonnen hat, gibt es folgende 56 zulässige Zuordnungsoptionen:

- LC03+LC04+LC05, LC03+LC04+LC06, LC03+LC04+LC07, LC03+LC04+LC08, LC03+LC04+LC09, LC03+LC04+LC10

- LC03+LC05+LC06, LC03+LC05+LC07, LC03+LC05+LC08, LC03+LC05+LC09, LC03+LC05+LC10
- LC03+LC06+LC07, LC03+LC06+LC08, LC03+LC06+LC09, LC03+LC06+LC10
- LC03+LC07+LC08, LC03+LC07+LC09, LC03+LC07+LC10
- LC03+LC08+LC09, LC03+LC08+LC10
- LC03+LC09+LC10
- LC04+LC05+LC06, LC04+LC05+LC07, LC04+LC05+LC08, LC04+LC05+LC09, LC04+LC05+LC10
- LC04+LC06+LC07, LC04+LC06+LC08, LC04+LC06+LC09, LC04+LC06+LC10
- LC04+LC07+LC08, LC04+LC07+LC09, LC04+LC07+LC10
- LC04+LC08+LC09, LC04+LC08+LC10
- LC04+LC09+LC10
- LC05+LC06+LC07, LC05+LC06+LC08, LC05+LC06+LC09, LC05+LC06+LC10
- LC05+LC07+LC08, LC05+LC07+LC09, LC05+LC07+LC10
- LC05+LC08+LC09, LC05+LC08+LC10
- LC05+LC09+LC10
- LC06+LC07+LC08, LC06+LC07+LC09, LC06+LC07+LC10
- LC06+LC08+LC09, LC06+LC08+LC10
- LC06+LC09+LC10
- LC07+LC08+LC09, LC07+LC08+LC10
- LC07+LC09+LC10
- LC08+LC09+LC10

Kategorie C3: Ben hat drei Frequenzblöcke und Carl zwei Frequenzblöcke in Kategorie C3 gewonnen. Die beiden Bieter bekommen die Zuordnungsoptionen angeboten, die der von ihnen gewonnenen Anzahl von Frequenzblöcken entspricht und eine zusammenhängende Zuordnung von Frequenzen an den jeweils anderen Gewinner zulässt. Die Zuordnungsoptionen sind also:

- Ben: LC11+LC12+LC13 oder LC13+LC14+LC15
- Carl: LC14+LC15 oder LC11+LC12

Beispiel 7: Bestimmung der Zuordnungsoptionen in den Kategorien A1, A2, A3 und B1, B2, B3, sowie in C1, C2, C3 ab 2020

In einer zweiten Zuordnungsphase werden die Frequenzblöcke in allen Kategorien für den Zeitraum ab 2020 zugeordnet. Wieder nehmen wir an, dass es vier Gewinner und einige unverkaufte Frequenzblöcke gibt. Die Frequenzblöcke, die die jeweiligen Bieter in der Vorauktion und der Vergabephase gewonnen haben, sind wie folgt:

Bieter	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Alan	1	1		1	1		1		
Ben		2			2			2	3
Carl		1	1		1			2	2
Doris						1		4	
Unverkauft					1		1		

800MHz Band (Kategorien A1, A2 und A3): Alans Zuordnung ergibt sich automatisch. Da Alan den Frequenzblock in Kategorie A1 und einen Frequenzblock in Kategorie A2 gewonnen hat bekommt er gemäß Regel 6.3.1 automatisch die Frequenzblöcke LA01 und LA02 zugeordnet, um eine zusammenhängende Zuordnung zu garantieren. Carl gewinnt 2 Frequenzblöcke in A2/A3 und Ben gewinnt 2 Frequenzblöcke in A2. Es gibt keinen unverkauften Frequenzblock in diesem Band. Somit bleiben für Ben und Carl noch die Frequenzblöcke LA03, LA04, LA05, und LA06 zur Auswahl. Da nur zusammenhängende Zuordnungen erlaubt sind, ergeben sich folgende Zuordnungsoptionen:

- Ben: LA03 mit LA04 oder LA05 mit LA06
- Carl LA03 mit LA04 oder LA05 mit LA06

900MHz Band (Kategorien B1, B2 und B3): Die zusammenhängende Zuordnung für Alan (LB01 und LB02) ergibt sich automatisch. Doris hat den konkreten Frequenzblock B3 gewonnen, so dass auch ihre Zuordnung bereits eindeutig bestimmt ist. Sie erhält LB07. Ben und Carl haben zusammen 3 Frequenzblöcke in Kategorie B2 gewonnen. Ein Frequenzblock in dieser Kategorie ist unverkauft. Gemäß Regel 6.3.4 wird der unverkaufte abstrakte Frequenzblock an das obere Ende des verfügbaren Frequenzbereichs (also auf LB06) gelegt. Somit bleiben für Ben und Carl noch die Frequenzblöcke LB03, LB04 und LB05 zur Auswahl. Da nur zusammenhängende Zuordnungen erlaubt sind, ergeben sich folgende Zuordnungsoptionen:

- Ben: LB03 mit LB04 oder LB04 mit LB05
- Carl: LB03 oder LB05

1800MHz Band (Kategorien C1, C2 und C3): Für den Zeitraum ab 2020 werden die von den Bietern gewonnenen Frequenzblöcke in den verschiedenen Kategorien zusammengezählt und das gesamte Band als eine einzige Kategorie C mit insgesamt 15 Frequenzblöcken behandelt (siehe Regel 6.3.7). In dieser Kategorie gibt es vier Gewinner und einen unverkauften Frequenzblock:

- Alan: 1 Frequenzblock
- Ben: 5 Frequenzblöcke
- Carl: 4 Frequenzblöcke
- Doris: 4 Frequenzblöcke
- Unverkauft: 1 Frequenzblock

Im Gegensatz zur Zuordnung für den Zeitraum 2013-2019 kommen für den Zeitraum ab 2020 nur noch zusammenhängende Zuordnungsoptionen in Frage. Dabei müssen auch die unverkauften Frequenzen zusammenhängend platziert werden. Die unverkauften Frequenzen müssen nicht am oberen Ende des Bandes platziert werden, sondern können

überall im Band liegen solange dies mit einer zusammenhängenden Zuordnung an die anderen Gewinner vereinbar ist.

Alan kann auf alle Positionen Zusatzgebote abgeben, die eine zusammenhängende Zuordnung von Frequenzen an die anderen Gewinner und den Platzhalter zulässt. Er kann also zum Beispiel *nicht* auf LC03 bieten, weil dies die zusammenhängende Zuordnung an die anderen Gewinner unmöglich machen würde. Alan hat dementsprechend folgende 10 Optionen:

- LC01, LC02, LC05, LC06, LC07, LC09, LC10, LC11, LC14, LC15

Für Ben gibt es folgende 9 zulässige Zuordnungsoptionen:

- LC01-LC05, LC02-LC06, LC03-LC07, LC05-LC09, LC06-LC10, LC07-LC11, LC09-LC13, LC10-LC14, LC11-LC15

Carl und Doris haben beide jeweils 4 Frequenzblöcke gewonnen und können dementsprechend auf die gleichen 10 Zuordnungsoptionen bieten:

- LC01-LC04, LC02-LC05, LC03-LC06, LC05-LC08, LC06-LC09, LC07-LC10, LC08-LC11, LC10-LC13, LC11-LC14, LC12-LC15

Der unverkaufte Frequenzblock kann an den folgenden 10 Stellen im Band platziert werden:

- LC01, LC02, LC05, LC06, LC07, LC09, LC10, LC11, LC14, LC15

Aus diesen Zuordnungsoptionen für die Gewinner und die unverkauften Frequenzen ergeben sich insgesamt 120 verschiedene mögliche Bandpläne. Die Gebote in der Zuordnungsphase entscheiden welcher dieser Bandpläne letztendlich eingesetzt wird.

Anhang D: Bestimmung von Zusatzpreisen

Algorithmische Beschreibung der Bestimmung von Zusatzpreisen in Übereinstimmung mit Regel 6.7

Die folgende Prozedur erzeugt Zusatzpreise, die den Bedingungen in Regel 6.7 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 6.6 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 Frequenzblöcke zum Ausdruck bringen; das heißt, falls alle von diesen Bietern abgegebenen Zuordnungsgebote einen Gebotsbetrag von Null aufweisen. $\sigma(C) = (v - v^{-C})$ bezeichnet den Rückgang im Gesamtbetrag falls die Bieter in $C \subseteq W$ keine positiven Zuordnungsgebote abgeben.

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

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

- b) Löse das folgende Maximierungsproblem: $\max \sum_{j \in W} d_j$ unter den Nebenbedingungen in B und der Bedingung, dass die einzelnen d_j nicht negativ sein können. Im Allgemeinen ist es möglich, dass mehrere Lösungen für dieses Maximierungsproblem existieren. In diesem Fall, wähle eine beliebige Lösung d^* .
- c) Reduziere die Gebotsbeträge für alle von Bieter j gemachten Zusatzgebote um d_j^* ; falls dies zu einem negativen Gebot führen würde, setze das jeweilige Gebot gleich Null.
- d) Bestimme die erfolgreichen Zusatzgebote mit den in dieser Weise modifizierten Gebotsbeträgen in Übereinstimmung mit Regel 6.6, und den damit verbundenen Gesamtbetrag.
- e) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträge keinen geringeren Wert als den in Schritt d) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann ist der maximale Bietabschlag, der allen Bietern zugestanden werden kann, gefunden. Dieser ist $D^* = \sum_{j \in W} d_j^*$. Gehe zu Schritt g).
- f) Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, deren Zuordnungsoption unter den modifizierten Zusatzgeboten nicht der Zuordnungsoption unter den ursprünglichen Geboten entspricht und deren modifiziertes Zusatzgebot

nicht positiv ist⁸, 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 6.6 und den damit verbundenen Gesamtbetrag.
- j) Falls die ursprünglich erfolgreichen Zusatzgebote unter Verwendung der reduzierten Gebotsbeträgen keinen geringeren Wert als den in Schritt i) ermittelten Gesamtbetrag erbringen, dann sind d_j^{**} die relevanten Bietabschläge, und die Zusatzpreise entsprechen den um diese Abschläge reduzierten Geboten, d.h. $p_j = b_j - d_j^{**}$ für alle $j \in W$, wobei b_j das erfolgreiche Zusatzgebot des Bieters bezeichnet.
- k) Falls es Gewinner aus der ursprünglichen Gewinnerermittlung gibt, deren Zuordnungsoption unter den modifizierten Geboten nicht der Zuordnungsoption unter den ursprünglichen Geboten entspricht und deren modifiziertes Zusatzgebot nicht positiv ist, dann erweitere die Liste der Beschränkungen B um die folgende Bedingung:

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

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

Auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten bei der maschinellen Berechnung der Zusatzpreise (minimale Preise im kompetitiven Core) kann es dabei zu minimalen Abweichungen vom theoretischen Zusatzpreis kommen, die aber auf Grund der Aufrundung auf ganze Euro-Beträge in der Regel keine Auswirkungen auf den ermittelten Zusatzpreis

⁸ Dies reflektiert die Tatsache, dass 'Verlierer' bei Zuordnungsgeboten diejenigen Bieter sind, deren Präferenzen für bestimmte Zuordnungsoptionen nicht berücksichtigt werden. Das heißt, dass in dem Fall, in dem Bieter mit einem modifizierten Zusatzgebot von Null eine andere Zuordnungsoption erhielten als mit ihrem ursprünglichen Gebot, diesen Bietern ein zu großer Bietabschlag gewährt würde.

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

Zur Vereinfachung wird die Bestimmung von Zusatzpreisen in der Zuordnungsphase nur für das 1800MHz Band für den Zeitraum ab 2020 besprochen. Die Zuordnung der anderen Bänder und des 1800MHz Bands für den Zeitraum 2013-2019 funktioniert entsprechend.

Dieses Beispiel verwendet andere Gewinner als das vorherige Beispiel. Im vorherigen Beispiel gab es 4 Gewinner und 1 unverkauften Frequenzblock. Daraus ergeben sich bereits 120 verschiedenen mögliche Bandpläne, was das Nachvollziehen der Bestimmung von Zusatzpreisen in diesem Beispiel unnötig komplizieren würde.⁹ Außerdem müssen unverkaufte Frequenzblöcke im 1800MHz Band ab 2020 zusammenhängend vergeben werden, was sich im Beispiel nur illustrieren lässt wenn mehrere Frequenzblöcke unverkauft sind.

Wir nehmen deshalb an es gibt drei Gewinner und zwei unverkaufte Frequenzblöcke:

Bieter	C1	C2	C3
Ben		2	3
Carl		2	2
Doris		4	
Unverkauft	2		

Für den Zeitraum ab 2020 werden die drei Kategorien C1, C2 und C3 zu einer einzigen Kategorie C zusammengelegt. Die von den Gewinnern in den drei Kategorien gewonnenen Frequenzblöcke werden für Zeitraum ab 2020 summiert:

Bieter	Kategorie C
Ben	5
Carl	4
Doris	4
Unverkauft	2

Die Zuordnungsoptionen im 1800MHz Band ab 2020 für die verschiedenen Gewinner sind:

⁹ Die Anzahl der möglichen Bandpläne berechnet sich als $n!$, wobei n die Anzahl der Gewinner ist, bzw. als $(n+1)!$ wenn es mindestens einen unverkauften Frequenzblock gibt.

- Ben: LC01-LC05, LC03-LC07, LC05-LC09, LC07-LC11, LC09-LC13, LC11-LC15
- Carl: LC01-LC04, LC03-LC06, LC05-LC08, LC06-LC09, LC07-LC10, LC08-LC11, LC10-LC13, LC12-LC15
- Doris: LC01-LC04, LC03-LC06, LC05-LC08, LC06-LC09, LC07-LC10, LC08-LC11, LC10-LC13, LC12-LC15
- Unverkauft: LC01-LC02, LC05-LC06, LC06-LC07, LC09-LC10, LC10-LC11, LC14-LC15

Aus Sicht jedes einzelnen Bieters gibt es also verschiedene Bandpläne.

Abbildung 2: Mögliche Positionen von Ben im Bandplan

LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15
■	■	■	■	■										
		■	■	■	■	■								
				■	■	■	■	■						
						■	■	■	■	■				
								■	■	■	■	■		
										■	■	■	■	■

Abbildung 3: Mögliche Positionen von Carl und Doris im Bandplan

LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15
■	■	■	■											
		■	■	■	■									
				■	■	■	■							
					■	■	■	■						
						■	■	■	■					
								■	■	■	■	■		
											■	■	■	■

Abbildung 4: Mögliche Positionen der unverkauften Frequenzblöcke im Bandplan

LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15
■	■													
				■	■									
					■	■								
								■	■					
									■	■				
													■	■

Aus den Zuordnungsoptionen der einzelnen Gewinner und der unverkauften Frequenzen sich insgesamt 24 mögliche vollständige Bandpläne:

Abbildung 5: Mögliche vollständige Bandpläne (B=Ben, C=Carl, D=Doris)

	LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15
1			B	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D
2			B	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	C	C
3			C	C	C	C	B	B	B	B	B	D	D	D	D
4			D	D	D	D	B	B	B	B	B	C	C	C	C
5			C	C	C	C	D	D	D	D	B	B	B	B	B
6			D	D	D	D	C	C	C	C	B	B	B	B	B
7	C	C	C	C			B	B	B	B	B	D	D	D	D
8	D	D	D	D			B	B	B	B	B	C	C	C	C
9	C	C	C	C			D	D	D	D	B	B	B	B	B
10	D	D	D	D			C	C	C	C	B	B	B	B	B
11	B	B	B	B	B			C	C	C	C	D	D	D	D
12	B	B	B	B	B			D	D	D	D	C	C	C	C
13	C	C	C	C	D	D	D	D			B	B	B	B	B
14	D	D	D	D	C	C	C	C			B	B	B	B	B
15	B	B	B	B	B	C	C	C	C			D	D	D	D
16	B	B	B	B	B	D	D	D	D			C	C	C	C
17	C	C	C	C	B	B	B	B	B			D	D	D	D
18	D	D	D	D	B	B	B	B	B			C	C	C	C
19	B	B	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D		
20	B	B	B	B	B	D	D	D	D	C	C	C	C		
21	C	C	C	C	B	B	B	B	B	D	D	D	D		
22	D	D	D	D	B	B	B	B	B	C	C	C	C		
23	C	C	C	C	D	D	D	D	B	B	B	B	B		
24	D	D	D	D	C	C	C	C	B	B	B	B	B		

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

Tabelle 24: Zuordnungsgebote - Beispiel 8

Bieter	Zuordnungsoption	Zuordnungs- gebot	Mögliche vollständige Bandpläne
Ben	LC01-LC05	0,5 Mio €	11,12,15,16,19,20
	LC03-LC07	0,2 Mio €	1,2
	LC05-LC09	0	17,18,21,22
	LC07-LC11	0	3,4,7,8
	LC09-LC13	0	23,24
	LC11-LC15	0,1 Mio €	5,6,9,10,13,14
Carl	LC01-LC04	0,45 Mio €	7,9,13,17,21,23
	LC03-LC06	0,1 Mio €	3,5
	LC05-LC08	0,08 Mio €	14,24
	LC06-LC09	0	15,19
	LC07-LC10	0	6,10
	LC08-LC11	0,05 Mio €	1,11
	LC10-LC13	0	20,22
	LC12-LC15	0	2,4,8,12,16,18
Doris	LC01-LC04	0,1 Mio €	8,10,14,18,22,24
	LC03-LC06	0,05 Mio €	4,6
	LC05-LC08	0	13,23
	LC06-LC09	0	16,20
	LC07-LC10	0	5,9
	LC08-LC11	0	2,12
	LC10-LC13	0	19,21
	LC12-LC15	0,3 Mio €	1,3,7,11,15,17

Ähnlich der Gewinnerermittlung der Vergabephase, wird die höchste Kombination aus Zuordnungsgeboten ermittelt (siehe Regel 6.6). Es wird also berechnet auf welchen der möglichen Bandpläne insgesamt am meisten geboten wurde. Die entsprechenden Gewinnergebote sind blau gekennzeichnet. Diese Kombination ergibt Bandplan Nummer 11.

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

Wenn man alle Zusatzgebote von Ben auf null setzt, dann würde nicht mehr Bandplan 11, sondern Bandplan 7 oder 17 gewinnen. Hätte Ben also keinen Präferenzen für eine Zuordnungsoption, dann würde Carl die Frequenzblöcke LC01-LC04 und Doris die Frequenzblöcke LC12-LC15 gewinnen. Der Gesamtbetrag wäre dann (0,45 Mio € + 0,3 Mio €) 0,75 Mio €. Somit ist der maximale Bietabschlag (gemäß Schritt a)) für Ben 0,1 Mio € und

die durch Bens Präferenzen verursachten Opportunitätskosten sind 0,4 Mio € (0,5 Mio € – 0,1 Mio €). Für die anderen Bieter wird analog vorgegangen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 25: Zusatzpreisbestimmung - Beispiel 8

Bieter	Frequenzblöcke	Modifizierter Maximaler Gesamtbetrag	Maximaler Bietabschlag	Opportunitätskosten (potenzielle Zusatzpreise)
Ben	LC01-LC05	0,75 Mio €	0,85 Mio € - 0,75 Mio € = 0,1 Mio €	0,5 Mio € - 0,1 Mio € = 0,4 Mio €
Carl	LC08-LC11	0,8 Mio €	0,85 Mio € - 0,8 Mio € = 0,05 Mio €	0,05 Mio € - 0,05 Mio € = 0 €
Doris	LC12-LC15	0,55 Mio €	0,85 Mio € - 0,55 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 25. Wenn man die Bietabschläge von den Geboten abzieht erhält man die in Tabelle 26 dargestellten modifizierten Zusatzgebote (Schritt c). Die ursprüngliche Gewinnerkombination maximiert nach wie vor den Gesamtbetrag (Schritte d) und e)); d.h. die Zusatzpreise sind gleich den Opportunitätskosten. Das ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht.

Tabelle 26: Modifizierte Zuordnungsgebote - Beispiel 8

Bieter	Zuordnungsoption	Zuordnungs- gebot	Mögliche vollständige Bandpläne
Ben	LC01-LC05	0,4 Mio €	11,12,15,16,19,20
	LC03-LC07	0,1 Mio €	1,2
	LC05-LC09	0	17,18,21,22
	LC07-LC11	0	3,4,7,8
	LC09-LC13	0	23,24
	LC11-LC15	0	5,6,9,10,13,14
Carl	LC01-LC04	0,4 Mio €	7,9,13,17,21,23
	LC03-LC06	0,05 Mio €	3,5
	LC05-LC08	0,03 Mio €	14,24
	LC06-LC09	0	15,19
	LC07-LC10	0	6,10
	LC08-LC11	0	1,11
	LC10-LC13	0	20,22
	LC12-LC15	0	2,4,8,12,16,18
Doris	LC01-LC04	0	8,10,14,18,22,24
	LC03-LC06	0	4,6
	LC05-LC08	0	13,23
	LC06-LC09	0	16,20
	LC07-LC10	0	5,9
	LC08-LC11	0	2,12
	LC10-LC13	0	19,21
	LC12-LC15	0	1,3,7,11,15,17

Die so bestimmten Zusatzpreise der Zuordnungsphase sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Auktionsergebnis - Beispiel 8

Bieter	Gewonnenes Paket	Zusatzpreis
Ben	LC01-LC05	0,4 Mio €
Carl	LC08-LC11	0 €
Doris	LC12-LC15	0 €

Anhang E: Algorithmus zur Gewinnerermittlung

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

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

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