

Dokumentation

random graph

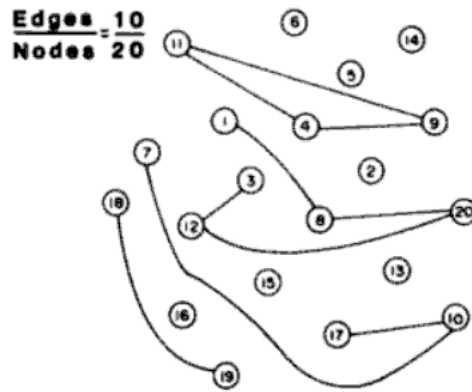
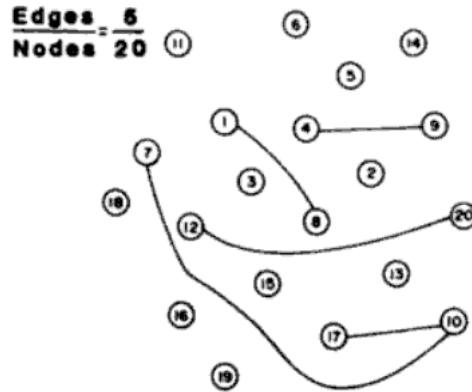
Sonifikation für 4 Sänger, Video, Live-Elektronik; 2008/2009

Elisabeth Kaiser, Johannes Winkler

10.12.2009, Essen

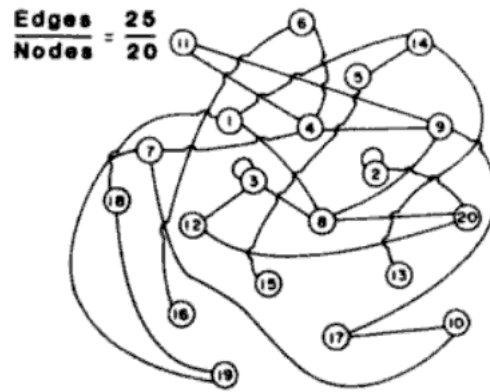
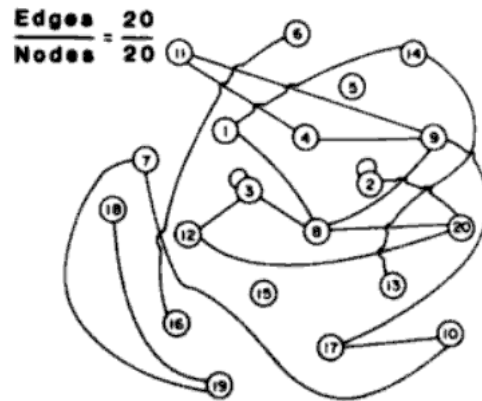
1 random graph

Das zugrunde liegende Prinzip in „random graph“ orientiert sich an einem Modell von Stuart Kauffman. Zur Verdeutlichung seiner Hypothese führt dieser in seinem Buch „Investigations“¹ zunächst ein Beispiel mit Knöpfen und Fäden an:



¹Oxford University Press, 2000

1 random graph



Es werden zunächst zufällige Verbindungen zwischen den einzelnen Knöpfen hergestellt und es bilden sich kleine Netzwerke. Mit zunehmender Anzahl von Verbindungen wächst auch das Verhältnis von Fäden und Knöpfen (vergl. Abbildung 5/20 und 10/20). Kleinere und größere Verbindungen/Cluster wachsen zunächst langsam und stetig; dann erfolgt plötzlich das Wachstum eines gigantischen Clusters, welcher nun weitere Verknüpfungen mit einbindet. Hierbei handelt es sich um einen Phasen-Übergang, welcher umso plötzlicher auftritt, je größer die Anzahl der Knöpfe im System ist. Dieser „Umschlagspunkt“ wird ausgedrückt durch einen bestimmten Wert des Verhältnisses von Fäden (Kanten) und Knöpfen (Knotenpunkte), 0.5. (in der Grafik 10/20).

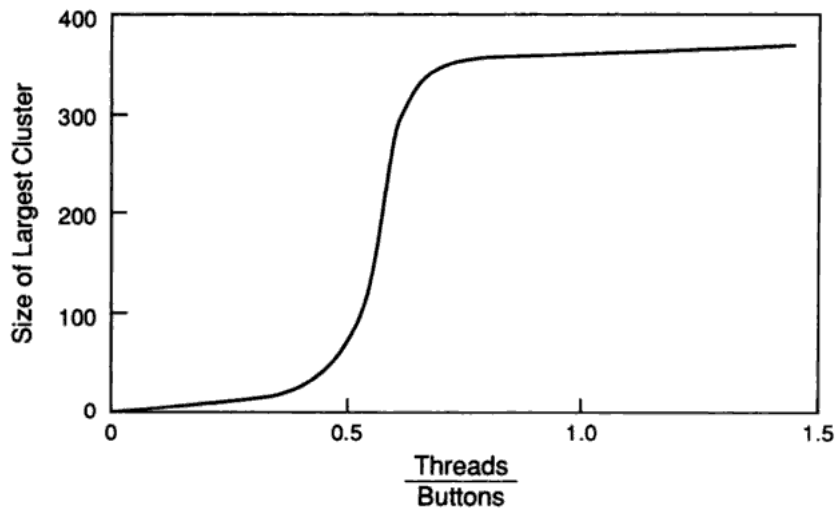


Figure 3.4 *A phase transition. As the ratio of threads (edges) to buttons (nodes) in a random graph passes 0.5, the size of the connected cluster slowly increases until it reaches a “phase transition” and a giant component crystallizes. (For this experiment, the number of threads ranges from 0 to 600, while the number of buttons is fixed at 400.)*

Dieses Phänomen ist allgemein bekannt als „random graph“².

Sobald die Konnektivität (das Verhältnis von Kanten zu Knotenpunkten) eines Random Graphs wächst, findet an diesem kritischen Verhältnis von 0.5 ein plötzlicher Sprung statt, hin zu einem dicht verbundenen Cluster.

Stuart Kauffman glaubt, dass dieser Phasenübergang zu einem gigantischen verbundenen Komponenten-Netz (innerhalb chemischer Systeme) Ausgangspunkt für autokatalytische, selbstorganisierende Netzwerke bildet. Stuart Kauffman knüpft an die klassische Wissenschaft an, vertritt jedoch die These, dass bei der Entstehung der Komplexität biologischer Systeme und Organismen die Selbstorganisation ein mindestens ebenso wichtiger Faktor ist wie zum Beispiel die darwinsche Selektion.

In dem Stück „random graph“ wird versucht, Analogien zu Kaufmanns Prozess-Modell eines random graphen aufzubauen. Die Anzahl der Knoten ist stark reduziert (Kauffman spricht von zehntausenden bis millionen von Knoten) und orientiert sich an Kaufmanns Beispiel-Grafiken mit den Knöpfen und Fäden.

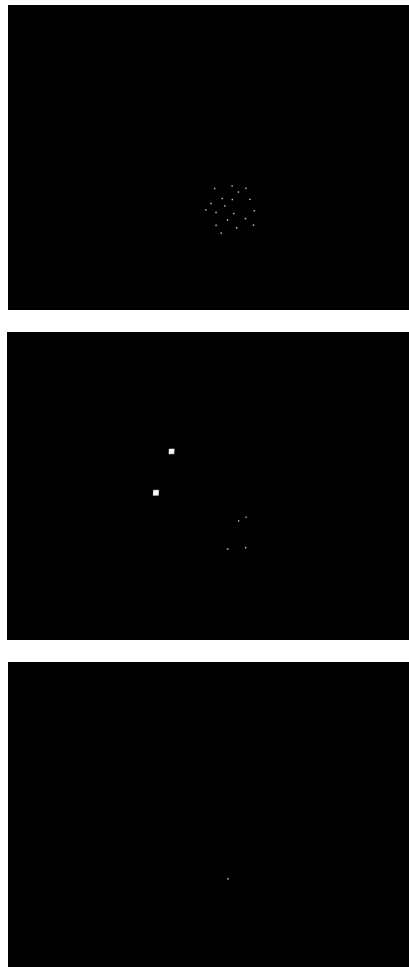
Im ersten Teil werden die Verknüpfungen/Fäden durch eine gesungliche Angleichung (Tonhöhen- und Timbre Angleichungen) der Sänger repräsentiert. Aufgrund ihrer natürlichen Atempausen kann kein (kontinuierlicher) Cluster aufgebaut werden. Die Live-Elektronik erlaubt dies jedoch im zweiten Teil: Jeweils 2 Sänger, welche bestimmte Knoten repräsentieren sollen, werden klanglich durch einen Convolution-Prozess verbunden, in-

²Erdos und Reny , 1956

1 random graph

dem der Input eines „passiven“ Sängers durch das Signal des „aktiven Sängers“ gefiltert wird. Das resultierende Convolution-Produkt klingt nun kontinuierlich weiter (geloopt) und ersetzt die Sänger, welche nun neue Knoten repräsentieren können. Gegen Ende sind fast nur noch Convolution-Produkte übrig und auch der letzte Knoten/Sänger wird in diese miteinbezogen. Es existieren nun nur noch Convolution-Produkte, welche untereinander convolviert werden (das Produkt ersetzt nun jedoch seine Bestandteile nicht mehr - zwecks akustischer Verstärkung) und der Cluster wächst weiter, ehe das Stück abrupt abbricht, um zu verdeutlichen, dass der Prozess (theoretisch) ins Unendliche weitergeführt hätte werden können.

Die Position der Sänger auf der Bühne, das Panning der (einzelnen) Convolution-Produkte im Raum, sowie die Koordinaten der einzelnen graphischen Elemente des Videos orientieren sich ebenfalls an Kauffmans Beispiel-Grafiken:



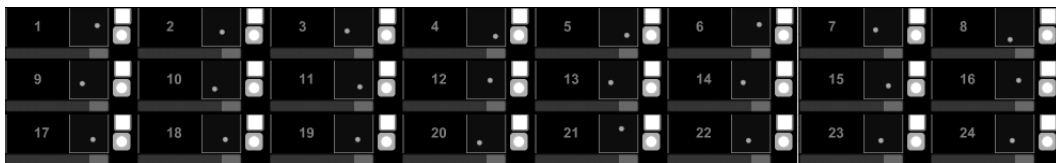
Die Punkte, welche vom Hintergrund in den Vordergrund fliegen, sich dort annähern und schließlich ganz verschwinden, werden auf der Bühne durch die Sänger ersetzt (welche wiederum durch das Convolution-Produkt ersetzt werden).

2 Live-Elektronik

In der Live-Elektronik werden jeweils 2 Inputs parallel miteinander convolviert...



... und in Buffern gespeichert und geloopt abgespielt.



Außerdem erhalten die 4 Sänger ihre jeweils zu intonierende Tonhöhe über Kopfhörer aufs Ohr.

2 *Live-Elektronik*

3 Partitur

...known more formally as a "random graph," was first studied by Hungarian mathematicians Erdős and Rényi in 1959. The central image you need to take away, where a graph is a set of points, or vertices, connected by a set of edges, is that a phase transition occurs. As the connectivity of a random graph increases, where the connectivity is just a ratio of edge and vertices, a sudden jump to a richly connected network occurs at a critical ratio of edges to vertices. ...

(STUART KAUFMANN, INVESTIGATIONS, Oxford University Press, 2000)

3 Partitur

Wir versuchen singulär über die Kopplung zwanzig diskreter Zustände eines Zustandsraumes durch einen Phasenübergang einen gigantischen Cluster auszubilden. Alle Sänger verkörper unterschiedliche Zustände - pro Zeiteinheit jeweils einen. Infolge der natürlichen Stenopausen lösen neue Zustandsveränderungen stetig die vorherigen ab, der Cluster kann sich nicht stabilisieren. Die Zustände sind durch die Stenopausen miteinander verbunden und bilden ein Netzwerk. Die Clusterbildung wird durch die Stenopausen ermöglicht, die resultieren in einer dauerhaften, der Cluster etabliert sich dadurch auf der Ilipe-elektronischen Ebene und dominiert die menschlichen Ilipepaten zunehmend.

3 Partitur

sonifikation für Gesang und Live-Elektronik

den jeweiligen stimmigen in ihrer konkreten musikalischen Interpretation entsprechen unterschiedliche Folgen einer Skala.
skizzen miteilen sich teilweise auch gegenseitig.

hell
mittel
mittel-dunkel
dunkel

zwei Pfeile am Notenkopf bedeuten – einen vertikalschritt auf, beziehungsweise abwärts.
ein Pfeil am Notenkopf bedeutet – einen horizontalschritt auf, beziehungsweise abwärts.

Pfeilangaben der Dynamik bedeuten etwas mehr als ... beziehungsweise etwas weniger als ...

Elektronik
das violette Band beschreibt den convolution-prozess.
es sind die zeichnungen angegeben, an welchen a (input) und b (filter) convolviert werden und dem klangprodukt bestehen bleibt.
es sind die zeichnungen angegeben, an welchen a (input) und b (filter) convolviert werden und dem klangprodukt bestehen bleibt.
(siehe koordinaten in der tabelle)

3 Partitur

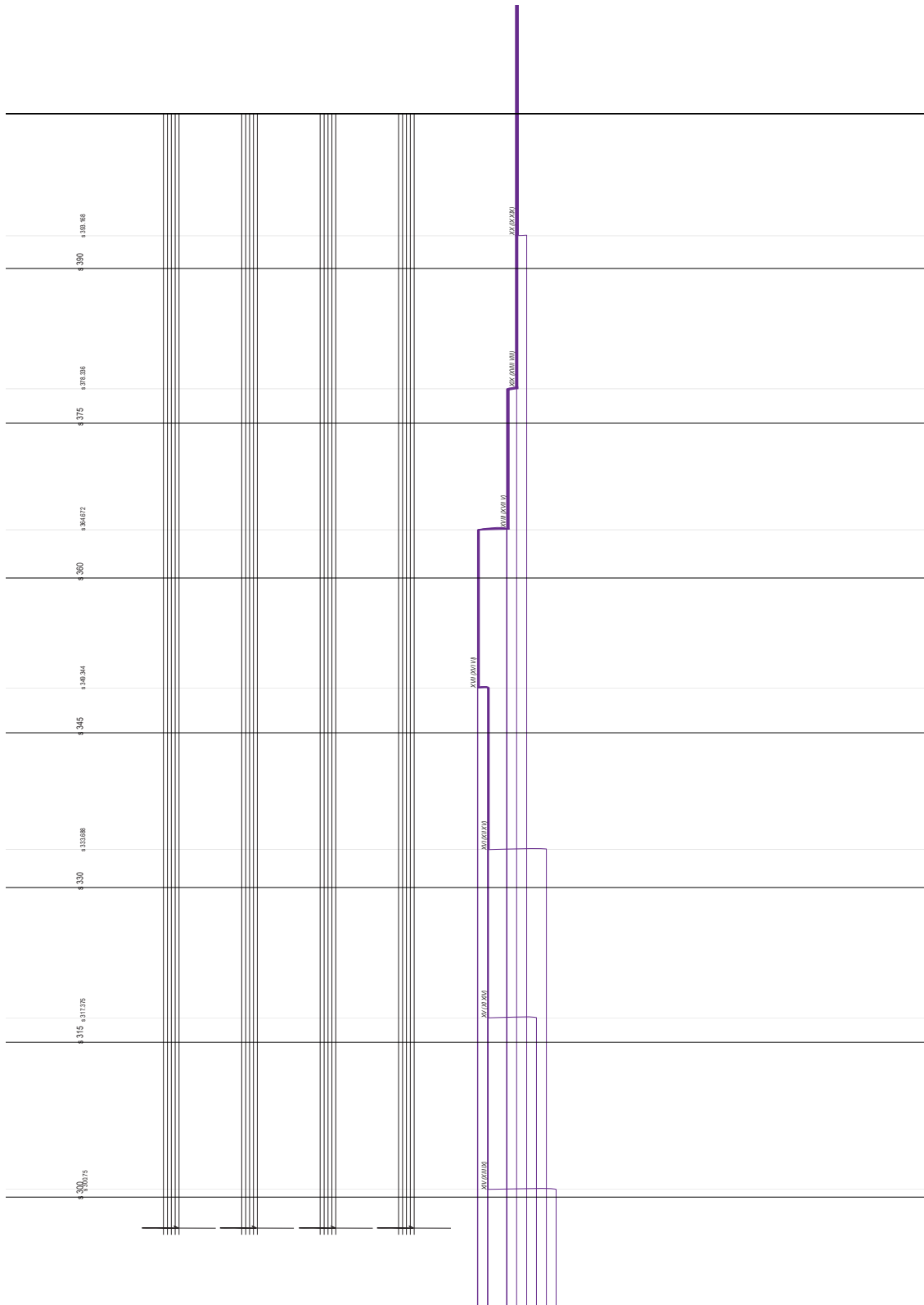
The image shows a musical score for three parts: horn, trumpet, and trombone. The score is divided into six systems, each with a time signature and dynamic markings. The parts are labeled 'horn', 'trumpet', and 'trombone' at the bottom.

System	Time Signature	Dynamic	Horn	Trumpet	Trombone
1	4.0 125	mf	9	8	4
2	4.15 185	f	20	9	12
3	4.30 335	f	17	10	7
4	4.45 425	mf	9	11	4
5	4.60 465	mf	9	11	4
6	4.75 515	f	20	3	10

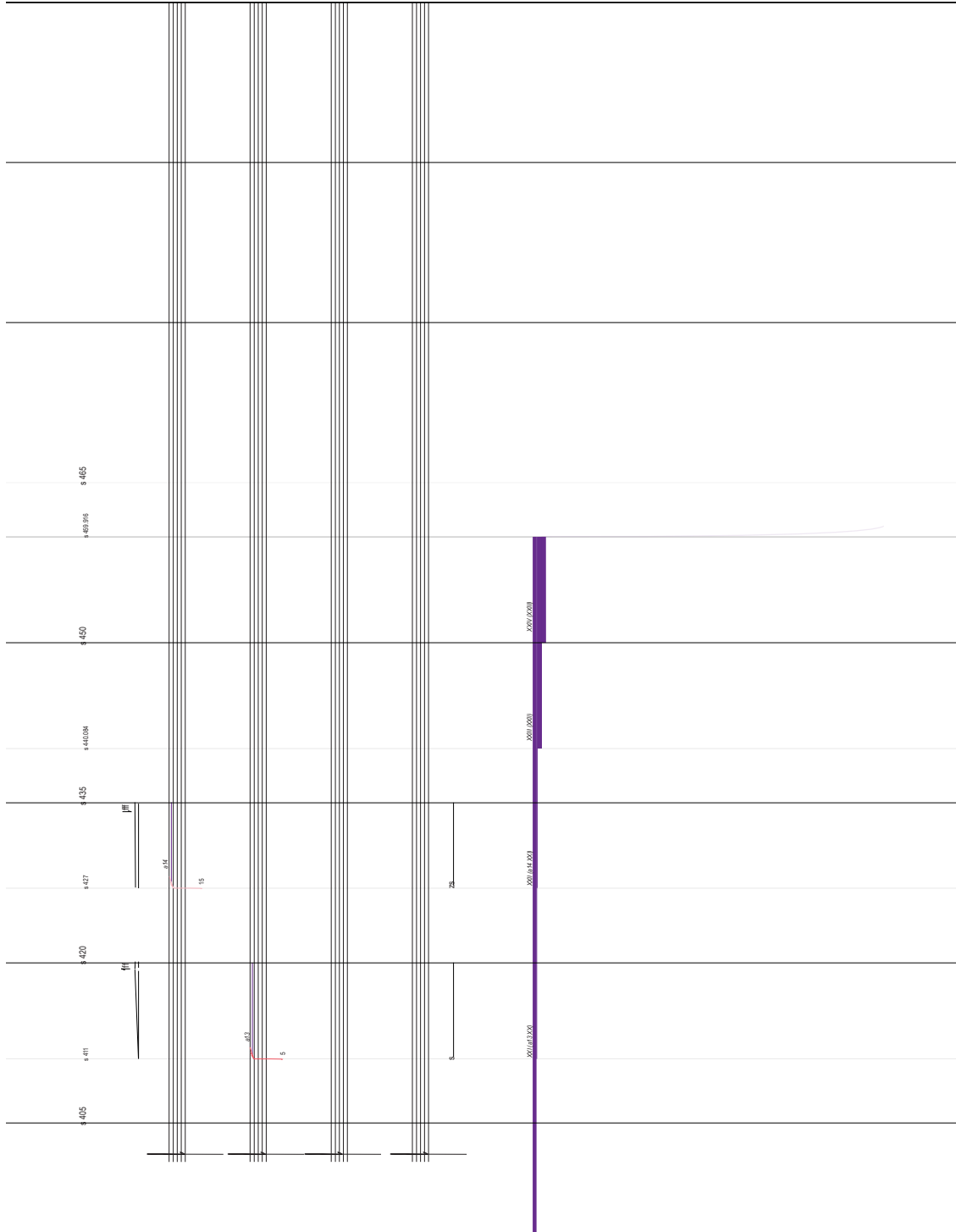
3 Partitur

The image displays a musical score for three parts, oriented vertically. The score is divided into measures by vertical bar lines. The measures are labeled with time signatures and measure numbers: 4:195, 4:210, 4:225, 4:240, 4:255, 4:270, 4:285, and 4:300. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamics (e.g., *f*, *ff*, *mf*, *pp*). There are also performance markings like *rit.* and *dim.*. The score is written on multiple staves, with some staves containing multiple lines of music. The overall layout is clean and professional, typical of a printed musical score.

3 Partitur



3 Partitur



3 Partitur

		REC-START +Play	REC-STOP	passiv/Input a	aktiv/Filter b	Koordinaten
1	I	120 (02:00)	130 (02:10)	1_Sopran 9	3_Mezzo II 4	440 / 340
2	II	120 (02:00)	135 (02:15)	2_Mezzo I 8	4_Altus 1	310 / 230
3	III	136 (02:16)	150 (02:30)	3_Mezzo II 12	1_Sopran 20	170 / 240
4	IV	136 (02:16)	146 (02:26)	2_Mezzo I 10	4_Altus 7	460 / 140
5	V	155 (02:35)	165 (02:45)	2_Sopran 17	4 (IV)	450 / 160
6	VI	170 (02:50)	180 (03:00)	2_Mezzo I 11	1 (I)	430 / 360
7	VII	181 (03:01)	195 (03:15)	2_Mezzo I 3	3 (III)	160 / 260
8	VIII	212 (03:32)	225 (03:45)	1_Sopran 19	2_Mezzo I 18	210 / 80
9	IX	225.5 (03:45:500)	-	3 (III)	2 (II)	170 / 240
10	X	243 (04:03)	255 (04:15)	1_Sopran 16	4_Altus 6	170 / 140
11	XI	259 (04:19)	270 (04:30)	3_Mezzo II 13	2_Mezzo I 14	400 / 190
12	XII	275 (04:35)	285 (04:45)	4_Altus 2	4_Altus 2	370 / 300
13	XIII	286 (04:46)	300 (05:00)	2_Mezzo I 3	2_Mezzo I 3	160 / 260
14	XIV	300.75 (05:00:75)	315 (05:15)	13 (XIII)	9 (IX)	160 / 260
15	XV	317.375 (05:17:375)	330	11 (XI)	14 (XIV)	390 / 210
16	XVI	333.688 (05:33:688)	345	12 (XII)	15 (XV)	370 / 300
17	XVII	349.344 (05:49:344)	360	16 (XVI)	6 (VI)	370 / 200
18	XVIII	364.672 (06:04:672)	375	17 (XVII)	5 (V)	370 / 200
19	XIX	378.336 (06:18:336)	390	18 (XVIII)	8 (VIII)	450 / 160
20	XX	393.168 (06:33:168)	405	10 (X)	19 (XIX)	170 / 140
21	XXI	411.000 (06:51:000)	420	2_Mezzo I 5; 340/400	20 (XX)	
22	XXII	427.000 (07:08:000)	435	1_Sopran 15; 260/180	21 (XXI)	
23	XXIII	440.084 (07:20:084)	450	22 (XXII) 260/180		
24	XXIV	450.000 (07:30:000)	459.916 (07:39:916)	23 (XXIII) 260/180		

„465“
(abso-
Ende)