

ANLEITUNGEN, TIPPS & TRICKS

TOP-UP-TABELLEN FÜR NITROX UND TRIMIX



Die Top Up Tabellen für Nitrox- und Trimix-Standard-Gemische wurden mit Sorgfalt errechnet und erstellt. Die Verfasserin übernimmt aber für die Werte keine Gewähr und es entbindet den Gasmischer auch nicht davon, die fertigen Mischungen bezüglich des Sauerstoff- bzw. Heliumgehaltes zu überprüfen.

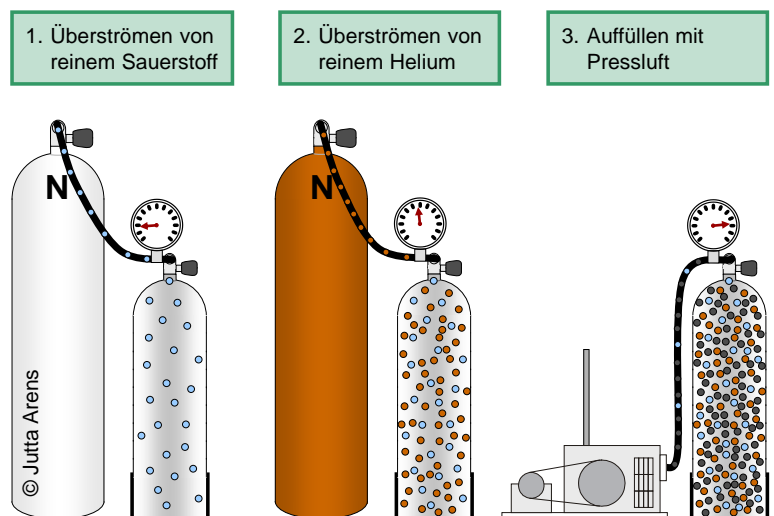
Diese Anleitung zur Nutzung der Top Up Tabellen kann und soll keinesfalls einen Gasmischer-Kurs ersetzen!

VERWENDUNG DER TOP-UP-TABELLEN FÜR NITROX UND TRIMIX

Autorin: Jutta Arens

Im Folgenden sollen die Top Up Tabellen für Nitrox und Trimix und ihre jeweilige Handhabung vorgestellt werden.

Die Tabellen wurden zur Anwendung mit der Partialdruckmethode (siehe Grafik) erstellt und wurden auf Basis der Idealen Gasgleichung berechnet. Sie können sowohl zum Befüllen von leeren Flaschen als auch zum Auftoppen von Flaschen mit Restgemischen genutzt werden.



Handhabung für Flaschen ohne Restdruck

Soll eine leere Nitrox-Flasche gefüllt werden, sucht man in der Nitrox-Tabelle die Zeile mit dem gewünschten Gemisch und die Spalte mit dem gewünschten Zieldruck und erhält am Schnittpunkt von Zeile und Spalte den Wert des Sauerstoffs, der als Reingas in die Flasche gefüllt werden muss, bevor diese mit Luft bis zum gewünschten Enddruck aufgefüllt werden kann.

Analog erfolgt das Ablesen in der Trimix-Tabelle: Die Zeile mit dem gewünschten Gemisch und die Spalte mit dem gewünschten Zieldruck ergeben in ihrem Schnittpunkt sowohl den Wert des Sauerstoffs als auch des Heliums, die nacheinander in die Flasche gefüllt werden müssen, bevor mit Luft bis zum Zieldruck aufgetoppt werden kann.

ANLEITUNGEN, TIPPS & TRICKS



TOP UP TABELLEN FÜR NITROX UND TRIMIX

Beispiele:

1. Eine leere Flasche soll mit Nitrox 50 auf 230 bar gefüllt werden.

Sauerstoff- anteil	MOD ppO ₂ max = 1,3 bar	MOD ppO ₂ max = 1,4 bar	Füllung in bar											
			30	40	50	60	70	80	90	...	200	210	220	230
21%	51 m	56 m	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31%	31 m	35 m	4	5	6	8	9	10	11	...	25	27	28	29
32%	30 m	33 m	4	6	7	8	10	11	13	...	28	29	31	32
33%	29 m	32 m	5	6	8	9	11	12	14	...	30	32	33	35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
49%	16 m	18 m	11	14	18	21	25	28	32	...	71	74	78	82
→ 50%	16 m	18 m	11	15	18	22	26	29	33	...	73	77	81	84

Die Zeile „Sauerstoffanteil 50 %“ und Spalte „230 bar“ ergeben den Wert 84 bar.

D. h. die Flasche muss mit reinem Sauerstoff bis 84 bar vorgefüllt und dann mit Luft bis 230 bar aufgefüllt werden.

2. Ein leeres Doppel-12 I Gerät soll mit Trimix 21/35 auf 200 bar gefüllt werden.

Sauerstoff- anteil	Helium- anteil	max. Einsatz- tiefe	Füllung in bar										Einsatz als
			...	50		...	200		210		220		
			...	O ₂	He	...	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	
12%	60%	90 m	...	2	30	...	9	120	10	126	10	132	Bottom- gas
15%	55%	75 m	...	4	28	...	14	110	15	116	15	121	
18%	45%	60 m	...	4	23	...	16	90	17	95	18	99	
→ 21%	35%	45 m	...	5	18	...	19	70	20	74	20	77	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Die Zeile „Sauerstoffanteil 21 % und Heliumanteil 35 %“ und die Spalte „200 bar“ ergibt einen Sauerstoffdruck von 19 bar und einen Heliumdruck von 70 bar.

D. h. das Doppel-12 I Gerät wird zunächst bis 19 bar mit Sauerstoff gefüllt und es werden dann 70 bar Helium zugefügt, also bis zu einem Gesamtdruck von 89 bar (Sauerstoff plus Helium). Danach wird das Gerät bis 200 bar mit Luft aufgefüllt.

Für Flaschen mit Restdruck

Soll eine Flasche, die ein Restgemisch (z. B. EAN 32) enthält, aufgefüllt werden, gibt es hierbei zwei Möglichkeiten. Es kann sowohl wieder dasselbe Gemisch (also wieder ein EAN 32) gefüllt werden als

ANLEITUNGEN, TIPPS & TRICKS



TOP UP TABELLEN FÜR NITROX UND TRIMIX

auch die Flasche so aufgetoppt werden, dass eine andere Gemischzusammensetzung entsteht (z. B. ein EAN 50).

Das Vorgehen für Nitroxgemische ist folgendes: Zunächst muss bestimmt werden, wieviel Sauerstoff aktuell in der Flasche ist. Hierfür wird mittels des Analyseergebnisses des Restgases und des gemessenen Restdrucks in der Tabelle der Sauerstoff-Ist-Wert abgelesen und notiert. Anschließend werden in der Tabelle wie gehabt im Schnittpunkt der Zeile mit dem gewünschten Gemisch und der Spalte mit dem gewünschten Zieldruck der Sauerstoff-Ziel-Wert abgelesen.

Von diesem Ziel-Wert wird der vorher abgelesene Ist-Wert abgezogen. Die Differenz ist der Wert, der an Reinsauerstoff in die Flasche gefüllt werden muss, bevor diese mit Luft bis zum Zieldruck aufgefüllt werden kann.

Soll ein bestehendes Trimix-Restgemisch aufgefüllt werden, müssen analog jeweils der Sauerstoff- und der Helium-Ist-Wert und der Sauerstoff- und der Helium-Soll-Wert abgelesen werden. Vom Sauerstoff-Soll-Wert wird der Sauerstoff-Ist-Wert abgezogen und ergibt das zu füllende Ergebnis. Anschließend muss vom Helium-Soll-Wert der Helium-Ist-Wert abgezogen werden, auch hier ergibt das Ergebnis den zu füllenden Helium-Wert. Die Flasche mit dem Restgas wird also zunächst mit der ermittelten Menge Reinsauerstoff aufgefüllt, im Anschluss mit der ermittelten Menge Helium weiter aufgefüllt und zum Schluss bis zum gewünschten Zieldruck mit Luft aufgetoppt.

Beispiele:

3. Eine 10 l Flasche mit Nitrox 32 hat einen Restdruck von 50 bar und soll mit einem Nitrox 50 bis 200 bar gefüllt werden.

Sauerstoff- anteil	MOD ppO ₂ max = 1,3 bar	MOD ppO ₂ max = 1,4 bar	Füllung in bar												
			30	40	50	60	70	80	90	...	200	210	220	230	
21%	51 m	56 m	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31%	31 m	35 m	4	5	6	8	9	10	11	13	...	25	27	28	29
→ 32%	30 m	33 m	4	6	7	8	10	11	13	13	...	28	29	31	32
33%	29 m	32 m	5	6	8	9	11	12	14	14	...	30	32	33	35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
49%	16 m	18 m	11	14	18	21	25	28	32	32	...	71	74	78	82
→ 50%	16 m	18 m	11	15	18	22	26	29	33	33	...	73	77	81	84

Der Sauerstoffgehalt von 32 % und der Restdruck von 50 bar ergeben abgelesen einen Wert von 7 bar O₂ und der Zielwert Nitrox 50 bei 200 bar einen Wert von 73 bar.

D. h. die Flasche muss mit 73 bar - 7 bar = 66 bar reinem Sauerstoff auf einen Druck von 116 bar (= 50 bar Restdruck + 66 bar O₂) und dann mit Luft bis auf 200 bar aufgefüllt werden.

ANLEITUNGEN, TIPPS & TRICKS



TOP UP TABELLEN FÜR NITROX UND TRIMIX

4. Ein Doppel-7 I Gerät mit Trimix 21/35 und einem Restdruck von 50 bar soll mit einem Trimix 21/35 auf 220 bar gefüllt werden.

Sauerstoff-anteil	Helium-anteil	max. Einsatz-tiefe	50		200		210		220		Einsatz als		
			O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He			
12%	60%	90 m	...	2	30	...	9	120	10	126	10	132	Bottom-gas
15%	55%	75 m	...	4	28	...	14	110	15	116	15	121	
18%	45%	60 m	...	4	23	...	16	90	17	95	18	99	
→ 21%	35%	45 m	...	5	18	...	19	70	20	74	20	77	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

In der Tabelle abgelesen Trimix 21/35 bei 50 bar ergibt für Sauerstoff den Wert 5 bar, für Helium 18 bar. Trimix 21/35 bei 220 bar abgelesen ergibt 20 bar für Sauerstoff und 77 bar für Helium.

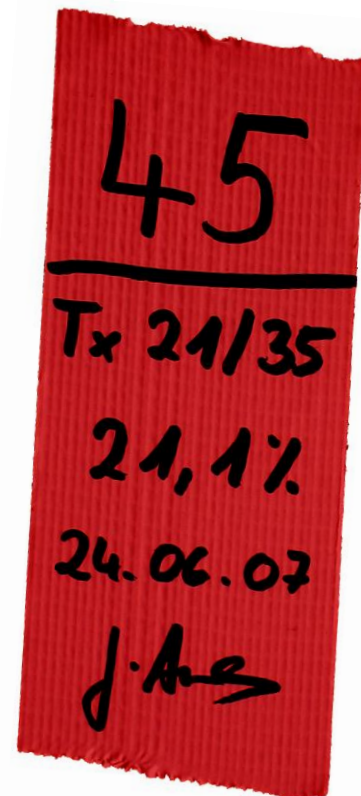
Das Gerät muss also zunächst mit $(20 - 5) \text{ bar} = 15 \text{ bar}$ Sauerstoff auf 65 bar (= 50 bar Restdruck + 15 bar O₂) Enddruck gefüllt werden.

Danach werden $(77 - 18) \text{ bar} = 59 \text{ bar}$ Helium bis zu einem Enddruck von 124 bar gefüllt und das Ganze dann mit Luft bis zum Zieldruck von 220 bar aufgefüllt.

Achtung: Vor dem Tauchgang das Analysieren und Etikettieren des Gemisches nicht vergessen!

Viel Spaß beim Mischen und natürlich beim „Vertauchen“ der Gemische,

Euer Aachener Tauchclub e.V.



Anhang: Top Up Tabelle Nitrox (2 Seiten)
Top Up Tabelle Trimix (1 Seite)

NITROX TOP UP TABELLE

FÜLLGAS: LUFT



Sauerstoff- anteil	MOD pO ₂ max = 1,3 bar	MOD pO ₂ max = 1,4 bar	Füllung in bar																				
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
21%	51 m	56 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22%	49 m	53 m	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
23%	46 m	50 m	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
24%	44 m	48 m	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9
25%	42 m	46 m	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
26%	40 m	43 m	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15
27%	38 m	41 m	2	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15	16	17	17
28%	36 m	40 m	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20
29%	34 m	38 m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
30%	33 m	36 m	3	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26
31%	31 m	35 m	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29
32%	30 m	33 m	4	6	7	8	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	25	26	28	29	31	32
33%	29 m	32 m	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18	20	21	23	24	26	27	29	30	32	33	35
34%	28 m	31 m	5	7	8	10	12	13	15	16	18	20	21	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38
35%	27 m	30 m	5	7	9	11	12	14	16	18	19	21	23	25	27	28	30	32	34	35	37	39	41
36%	26 m	28 m	6	8	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	28	30	32	34	36	38	40	42	44
37%	25 m	27 m	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	41	43	45	47
38%	24 m	26 m	6	9	11	13	15	17	19	22	24	26	28	30	32	34	37	39	41	43	45	47	49
39%	23 m	25 m	7	9	11	14	16	18	21	23	25	27	30	32	34	36	39	41	43	46	48	50	52
40%	22 m	25 m	7	10	12	14	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41	43	46	48	51	53	55
41%	21 m	24 m	8	10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	35	38	41	43	46	48	51	53	56	58
42%	20 m	23 m	8	11	13	16	19	21	24	27	29	32	35	37	40	43	45	48	51	53	56	58	61
43%	20 m	22 m	8	11	14	17	19	22	25	28	31	33	36	39	42	45	47	50	53	56	58	61	64
44%	19 m	21 m	9	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	49	52	55	58	61	64	67
45%	18 m	21 m	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70
46%	18 m	20 m	9	13	16	19	22	25	28	32	35	38	41	44	47	51	54	57	60	63	66	70	73
47%	17 m	19 m	10	13	16	20	23	26	30	33	36	39	43	46	49	53	56	59	63	66	69	72	76
48%	17 m	19 m	10	14	17	21	24	27	31	34	38	41	44	48	51	55	58	62	65	68	72	75	79
49%	16 m	18 m	11	14	18	21	25	28	32	35	39	43	46	50	53	57	60	64	67	71	74	78	82
50%	16 m	18 m	11	15	18	22	26	29	33	37	40	44	48	51	55	59	62	66	70	73	77	81	84

NITROX TOP UP TABELLE

FÜLLGAS: LUFT



Sauerstoff- anteil	MOD pO ₂ max = 1,3 bar	MOD pO ₂ max = 1,4 bar	Füllung in bar																				
			25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225
21%	51 m	56 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22%	49 m	53 m	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
23%	46 m	50 m	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6
24%	44 m	48 m	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9
25%	42 m	46 m	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
26%	40 m	43 m	2	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	14
27%	38 m	41 m	2	3	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	11	12	13	13	14	15	16	16	17
28%	36 m	40 m	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16	17	18	19	20
29%	34 m	38 m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
30%	33 m	36 m	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	26
31%	31 m	35 m	3	4	6	7	8	9	11	12	13	15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	28
32%	30 m	33 m	3	5	6	8	9	10	12	13	15	16	17	19	20	22	23	24	26	27	29	30	31
33%	29 m	32 m	4	5	7	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27	28	30	31	33	34
34%	28 m	31 m	4	6	7	9	11	12	14	16	17	19	21	22	24	26	27	29	30	32	34	35	37
35%	27 m	30 m	4	6	8	10	12	13	15	17	19	20	22	24	26	27	29	31	33	35	36	38	40
36%	26 m	28 m	5	7	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	29	31	33	35	37	39	41	43
37%	25 m	27 m	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	42	44	46
38%	24 m	26 m	5	8	10	12	14	16	18	20	23	25	27	29	31	33	36	38	40	42	44	46	48
39%	23 m	25 m	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	28	31	33	35	38	40	42	44	47	49	51
40%	22 m	25 m	6	8	11	13	16	18	20	23	25	28	30	32	35	37	40	42	44	47	49	52	54
41%	21 m	24 m	6	9	11	14	17	19	21	24	27	29	32	34	37	39	42	44	47	49	52	54	57
42%	20 m	23 m	7	9	12	15	17	20	22	25	28	31	33	36	39	41	44	47	49	52	54	57	60
43%	20 m	22 m	7	10	13	15	18	21	23	26	29	32	35	38	40	43	46	49	52	54	57	60	63
44%	19 m	21 m	7	10	13	16	19	22	24	28	31	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66
45%	18 m	21 m	8	11	14	17	20	23	25	29	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62	65	68
46%	18 m	20 m	8	11	14	17	21	24	26	30	33	36	40	43	46	49	52	55	59	62	65	68	71
47%	17 m	19 m	8	12	15	18	22	25	27	31	35	38	41	44	48	51	54	58	61	64	67	71	74
48%	17 m	19 m	9	12	15	19	22	26	28	32	36	39	43	46	50	53	56	60	63	67	70	73	77
49%	16 m	18 m	9	12	16	19	23	27	29	34	37	41	44	48	51	55	58	62	66	69	73	76	80
50%	16 m	18 m	9	13	17	20	24	28	30	35	39	42	46	50	53	57	61	64	68	72	75	79	83

TRIMIX TOP UP TABELLE

FÜLLGAS: LUFT



Sauerstoffanteil	Heliumanteil	max. Einsatztiefe	Füllung in bar																				Einsatz als				
			10		20		30		40		50		60		70		80		90		100			110		120	
			O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He		O ₂	He	O ₂	He
12%	65%	90 m	1	7	1	13	2	20	2	26	3	33	4	39	4	46	5	52	5	59	6	65	6	72	7	78	Bottomgas
15%	55%	75 m	1	6	1	11	2	17	3	22	4	28	4	33	5	39	6	44	6	50	7	55	8	61	8	66	
18%	45%	60 m	1	5	2	9	2	14	3	18	4	23	5	27	6	32	7	36	7	41	8	45	9	50	10	54	
21%	35%	45 m	1	4	2	7	3	11	4	14	5	18	6	21	7	25	7	28	8	32	9	35	10	39	11	42	
30%	30%	36 m	2	3	4	6	6	9	8	12	10	15	12	18	14	21	15	24	17	27	19	30	21	33	23	36	
32%	0%	30 m	1	0	3	0	4	0	6	0	7	0	8	0	10	0	11	0	13	0	14	0	15	0	17	0	
35%	35%	33 m	3	4	5	7	8	11	11	14	14	18	16	21	19	25	22	28	24	32	27	35	30	39	32	42	Dekogas
50%	0%	21 m	4	0	7	0	11	0	15	0	18	0	22	0	26	0	29	0	33	0	37	0	40	0	44	0	
50%	15%	21 m	4	2	8	3	12	5	16	6	20	8	24	9	28	11	33	12	37	14	41	15	45	17	49	18	
50%	25%	21 m	4	3	9	5	13	8	17	10	22	13	26	15	30	18	35	20	39	23	43	25	48	28	52	30	

Sauerstoffanteil	Heliumanteil	max. Einsatztiefe	Füllung in bar																				Einsatz als				
			130		140		150		160		170		180		190		200		210		220			230		240	
			O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He	O ₂	He		O ₂	He	O ₂	He
12%	65%	90 m	8	85	8	91	9	98	9	104	10	111	11	117	11	124	12	130	12	137	13	143	14	150	14	156	Bottomgas
15%	55%	75 m	9	72	10	77	11	83	11	88	12	94	13	99	13	105	14	110	15	116	15	121	16	127	17	132	
18%	45%	60 m	11	59	11	63	12	68	13	72	14	77	15	81	16	86	16	90	17	95	18	99	19	104	20	108	
21%	35%	45 m	12	46	13	49	14	53	15	56	16	60	17	63	18	67	19	70	20	74	20	77	21	81	22	84	
30%	30%	36 m	25	39	27	42	29	45	31	48	33	51	35	54	37	57	39	60	41	63	43	66	45	69	46	72	
32%	0%	30 m	18	0	19	0	21	0	22	0	24	0	25	0	26	0	28	0	29	0	31	0	32	0	33	0	
35%	35%	33 m	35	46	38	49	41	53	43	56	46	60	49	63	51	67	54	70	57	74	59	77	62	81	65	84	Dekogas
50%	0%	21 m	48	0	51	0	55	0	59	0	62	0	66	0	70	0	73	0	77	0	81	0	84	0	88	0	
50%	15%	21 m	53	20	57	21	61	23	65	24	69	26	73	27	77	29	81	30	85	32	90	33	94	35	98	36	
50%	25%	21 m	56	33	61	35	65	38	69	40	74	43	78	45	82	48	87	50	91	53	95	55	100	58	104	60	