

Spülvorgänge und Seifenblasen

Speichermanagement und
dessen Folgen in

PostgreSQL

Susanne Ebrecht

August 2012



Vortragende



Susanne Ebrecht

- Diplom in Informatik und Technischer Gebäudeausrüstung
- Bau war letztes Jahrhundert, dieses Jahrhundert ist IT
- Seit 1995 / 96 im Open Source aktiv
- Seit 2000 bei PostgreSQL aktiv
- War bei MySQL AB
- Ist für 2ndQuadrant im Einsatz

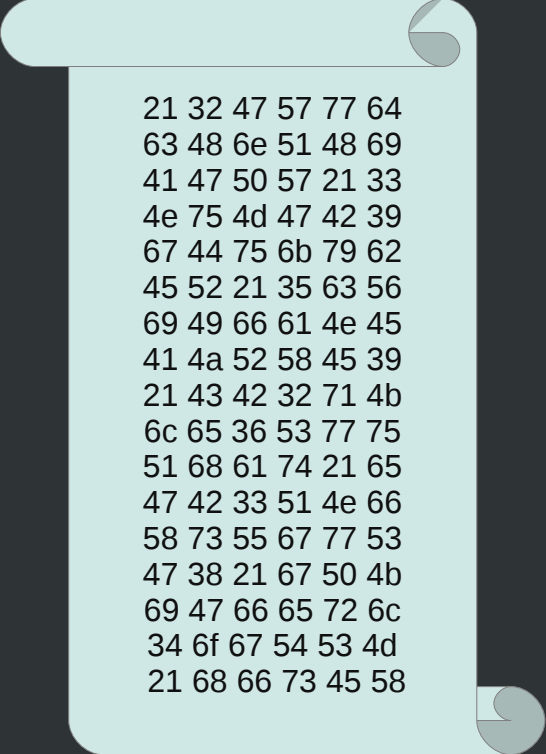


Spielregeln

- Zwischenfragen sind Willkommen
- Keine Verunglimpfungen
- Keine Individualberatung



Die Page



21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

- 8 kB
- Datenzeilen werden
Tupel genannt
- Reicht der Platz nicht
aus, wird eine weitere
Page alloziert



Die Datei

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75



Die Statistik

```
SELECT relfilenode, relname, reltuples, relpages
FROM pg_class
WHERE relname='meine_tabelle';
```

relfilenode	relname	reltuples	relpages
36400	meine_tabelle	0	0



ANALYZE

```
ANALYZE meine_tabelle;
```

```
SELECT relfilenode, relname, reltuples, relpages  
FROM pg_class  
WHERE relname='meine_tabelle';
```

relfilenode	relname	reltuples	relpages
36400	meine_tabelle	600	4



INSERT

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b



DELETE

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b



INSERT nach DELETE

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
69 49 66 61 4e 45

41 47 50 57 21 33
67 44 75 6b 79 62



VACUUM

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33

58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62

47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
69 49 66 61 4e 45

41 47 50 57 21 33
67 44 75 6b 79 62



INSERT nach VACUUM

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
63 48 6e 51 48 69
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45

47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
69 49 66 61 4e 45

41 47 50 57 21 33
67 44 75 6b 79 62



UPDATE

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
63 48 6e 51 48 69
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
51 68 61 74 21 65
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
00 11 aa bb cc dd
11 aa bb cc dd ee
00 11 22 33 44 55
47 42 33 51 4e 66
58 73 55 67 77 53
47 38 21 67 50 4b
69 47 66 65 72 6c
34 6f 67 54 53 4d
21 68 66 73 45 58

21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b

67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
21 32 47 57 77 64
63 48 6e 51 48 69
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
45 52 21 35 63 56
69 49 66 61 4e 45
41 4a 52 58 45 39
21 43 42 32 71 4b
6c 65 36 53 77 75
69 49 66 61 4e 45

41 47 50 57 21 33
67 44 75 6b 79 62
45 45 34 34 34 2a
a4 34 4b ef 34 34
99 9a 9b 9e 9f 90
41 47 50 57 21 33
4e 75 4d 47 42 39
67 44 75 6b 79 62
67 44 75 6b 79 62
98 76 54 32 1a bc



Autovacuum

```
autovacuum_vacuum_threshold +  
autovacuum_vacuum_scale_factor *  
pg_class.reltuples
```

```
autovacuum_analyze_threshold +  
autovacuum_analyze_scale_factor *  
pg_class.reltuples
```



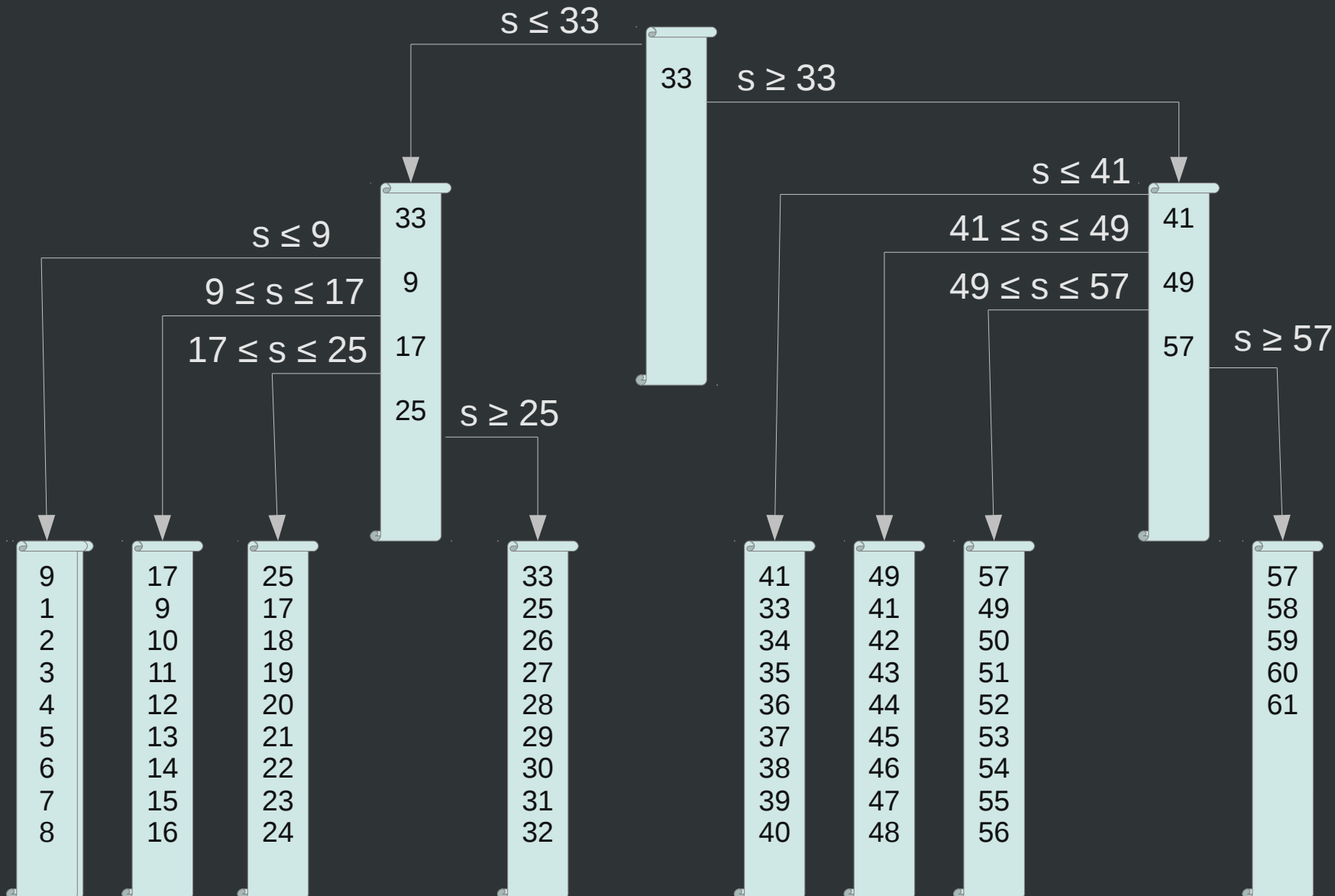
Defaults und Änderungen

<code>autovacuum_vacuum_threshold</code>	50
<code>autovacuum_vacuum_scale_factor</code>	0.2
<code>autovacuum_analyze_threshold</code>	50
<code>autovacuum_analyze_scale_factor</code>	0.1

Werte lassen sich mit `CREATE` bzw.
`ALTER TABLE` tabellenspezifisch setzen.



B-Tree-Index



Fillfactor

```
CREATE INDEX ...  
ON ...  
WITH (FILLFACTOR = wert);
```

```
ALTER INDEX ...  
SET (FILLFACTOR = wert);
```



Index ineffizient

~~DROP INDEX ...;
CREATE INDEX ...;~~

~~REINDEX ...;~~

CREATE INDEX CONCURRENTLY neu ...;
DROP INDEX alt;
ALTER INDEX neu RENAME TO alt;



Monitoring

- Wachstum im Auge behalten mit Hilfe von `pg_class`
- Tiefere Einblicke in Index-Pages gibt die Extension `pageinspect`



ENDE

Vielen Dank für
die Aufmerksamkeit.

Fragen?

