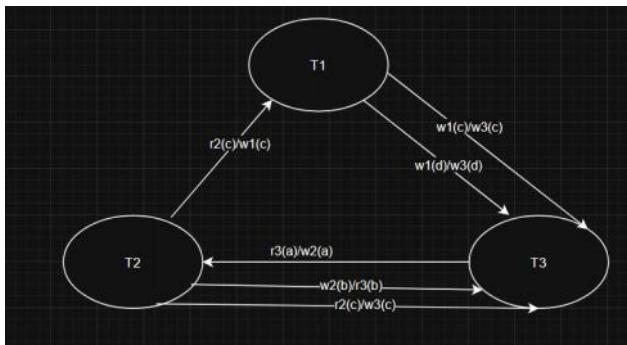


Aufgabe 1: Serialisierbarkeit**5 Punkte**

Ist die angegebene Ausführung der Transaktionen T1, T2 und T3 konfliktserialisierbar? Warum (nicht)? Begründen Sie Ihre Lösung mittels eines Präzedenzgraphen (= Konfliktgraph; Kantenbezeichnungen nicht vergessen) und geben Sie, falls möglich, eine äquivalente serielle Ausführung an.

T1	T2	T3
READ a		
	READ a	
	WRITE b	
WRITE d		
		WRITE d
	READ c	
	WRITE a	
WRITE c		
		WRITE c
		READ b



Nicht serialisierbar, weil zyklisch zwischen T2 und T3 und daher konfliktbehaftet.
Es existiert daher auch keine äquivalente serielle Ausführung.

Aufgabe 2: Zeitstempel-Verfahren**7 Punkte**

Angenommen wir verwenden das Zeitstempel-Verfahren (optimiertes Verfahren / Thomas Write Rule / blindes Schreiben) für das vorherige Beispiel. Welche Transaktionen werden abgebrochen, wenn wir folgende Zeitstempel für die Transaktionen T1, T2, T3 annehmen? Stellen Sie entsprechende Tabellen auf.

- a)
 a) 85, 75 und 100
 b) 80, 70 und 65

a)

T1	T2	T3	A		B		C		D	
			tr(A)	tw(A)	tr(B)	tw(B)	tr(C)	tw(C)	tr(D)	tw(D)
85	75	100	0	0	0	0	0	0	0	0
	READ a		75	0	0	0	0	0	0	0
		READ a	100	0	0	0	0	0	0	0
	WRITE b		100	0	0	75	0	0	0	0
WRITE d			100	0	0	75	0	0	0	85
		WRITE d	100	0	0	75	0	0	0	100
	READ c		100	0	0	75	75	0	0	100
	WRITE a		100	0	(Konfl.)	0	75	75	0	100
	ABORT		100	0	0	75	75	0	0	100
WRITE c			100	0	0	75	85	0	0	100
		WRITE c	100	0	0	75	100	0	0	100
	READ b	100	0	100	75	100	0	0	0	100

b)

T1	T2	T3	A		B		C		D	
			tr(A)	tw(A)	tr(B)	tw(B)	tr(C)	tw(C)	tr(D)	tw(D)
80	70	65	0	0	0	0	0	0	0	0
	READ a		70	0	0	0	0	0	0	0
		READ a	70	0	0	0	0	0	0	0
	WRITE b		70	0	0	70	0	0	0	0
WRITE d			70	0	0	70	0	0	0	80

	WRITE d	70	0	0	70	0	0	0	80 (Confl.)
	ABORT	70	0	0	70	0	0	0	80
	READ c	70	0	0	70	70	0	0	80
	WRITE a	70	70	0	70	70	0	0	80
WRITE c		70	70	0	70	70	80	0	80
	WRITE c	70	70	0	70	70	80	0	80
	READ b	70	70	0	70	70	80	0	80

Aufgabe 3: Transaktionen in Oracle

18 Punkte

Die Aufgabe bezieht sich auf Beispieldaten, die mit einem Skript (ue6_schema.sql, siehe Moodle) zu erstellen sind.

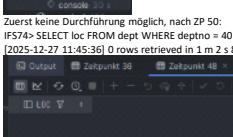
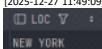
DEPT	deptno	dname	loc
10	ACCOUNTING	NEW YORK	
20	RESEARCH	DALLAS	
30	SALES	CHICAGO	
40	OPERATIONS	BOSTON	

Führen Sie die in der folgenden Tabelle angegebenen verzahnten Transaktionen aus. Dafür melden Sie sich (mit dem gleichen DB-User) pro Transaktion einmal bei der DB an. Beschreiben Sie, was die Transaktionen beabsichtigen zu tun, welche Probleme bzw. Konflikte dabei entstehen, warum diese entstehen und wie diese möglicherweise verhindert werden könnten. Geben Sie dabei auch für jede Anweisung der beiden Transaktionen an, ob sie von Oracle erfolgreich durchgeführt werden kann oder einen Fehler liefert, und wenn ja, welchen. Geben Sie bei Abfragen auch deren Ergebnis an.

Zur Dokumentation Ihrer Ergebnisse empfiehlt sich eine Tabelle, in die Sie pro Zeileinheit Ihre lt. Angabe durchzuführenden Beobachtungen u. Rückmeldungen der Datenbank notieren. Beim Arbeiten mit SQL*Plus werden diese Rückmeldungen als Teil des Bildschirmdialogs in der Kommando-Zeile ausgegeben, beim Arbeiten mit dem SQL Developer kommen die für uns interessanten Rückmeldungen in der Statuszeile ganz unten links, in der Dialogbox (z.B. bei Fehlermeldungen) sowie in den Tab im unteren Bereich (z.B. Ausgabe von Ergebnissen) vor.

Transaktion 1	ZP	Transaktion 2	Response	Erklärung
LOCK TABLE dept IN ROW SHARE MODE;	1		IF574> LOCK TABLE dept IN ROW SHARE MODE [2025-12-27 10:41:25] completed in 36 ms	Table Lock wird erstellt
	2	DROP TABLE dept;	[2025-12-27 11:05:58] [72000][47800] [2025-12-27 11:05:58] ORA-17800: Got minus one from a read call. (CONNECTION_ID=UdldPKxReU1nfWLDjqcg==) [2025-12-27 11:05:58] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-17800/	Table ist gesperrt und kann daher nicht gelöscht werden.
	3	LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:10:18] [61000][54] [2025-12-27 11:10:18] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:10:18] [2025-12-27 11:10:18] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:10:18] Position: 0	Table kann auch nicht exklusiv gesperrt werden, da bereits eine Sperre vorliegt.
	4	SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE OF loc;	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE OF loc [2025-12-27 11:05:37] 1 row retrieved starting from 1 In 3 s 260 ms (execution: 75 ms, fetching: 3 s 185 ms) 	Select funktioniert ohne Probleme.
UPDATE dept SET loc='NEW YORK' WHERE deptno=20;	5		[2025-12-27 11:11:33] completed in 35 ms IF574> UPDATE dept SET loc = 'NEW YORK' WHERE deptno = 20	Update funktioniert ohne Probleme.
	6	ROLLBACK;	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:12:50] completed in 20 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
ROLLBACK;	7		IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:13:14] completed in 35 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE;	8		IF574> LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE [2025-12-27 11:14:27] completed in 36 ms	ROW Exclusive Sperre wird erstellt.
	9	LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:14:41] [61000][54] [2025-12-27 11:14:41] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:14:41] [2025-12-27 11:14:41] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:14:41] Position: 11	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die Sperren nicht.
	10	LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:14:58] [61000][54] [2025-12-27 11:14:58] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:14:58] [2025-12-27 11:14:58] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:14:58] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die Sperren nicht.
	11	LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:15:08] [61000][54] [2025-12-27 11:15:08] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:15:08] [2025-12-27 11:15:08] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:15:08] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die Sperren nicht.
	12	UPDATE dept SET loc='NEW YORK' WHERE deptno = 20;	IF574> UPDATE dept SET loc = 'NEW YORK' WHERE deptno = 20 [2025-12-27 11:15:19] 1 row affected in 17 ms	Update funktioniert, da ROW EXCLUSIVE dazu kompatibel ist.
	13	ROLLBACK;	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:15:29] completed in 22 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=20 FOR UPDATE OF loc;	14		IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE OF loc [2025-12-27 11:15:49] 1 row retrieved starting from 1 In 422 ms (execution: 67 ms, fetching: 355 ms) 	SELECT funktioniert ohne Probleme
	15	UPDATE dept SET loc='NEW YORK' WHERE deptno=20;	Zuerst keine Durchführung möglich, nach ZP 16: IF574> UPDATE dept SET loc = 'NEW YORK' WHERE deptno = 20 [2025-12-27 11:24:12] 1 row affected in 6 ms 37 s 247 ms	Zuerst keine Durchführung möglich, nach ZP 16 funktioniert das Update, da T1 die Zeile exklusiv gesperrt hat zu ZP 14. Nach dem Rollback kann ein Update gemacht werden.
ROLLBACK;	16		IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:24:22] completed in 46 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
	17	ROLLBACK;	[2025-12-27 11:25:10] completed in 18 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
LOCK TABLE dept IN SHARE MODE;	18		IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE MODE [2025-12-27 11:25:22] completed in 47 ms	Table wird mit SHARE MODE gesperrt
	19	LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:25:37] [61000][54] [2025-12-27 11:25:37] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:25:37] [2025-12-27 11:25:37] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:25:37] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die Sperren nicht.
	20	LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:25:50] [61000][54] [2025-12-27 11:25:50] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:25:50] [2025-12-27 11:25:50] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die Sperren nicht.

		[2025-12-27 11:25:50] Position: 11	
21	LOCK TABLE dept IN SHARE MODE;	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE MODE [2025-12-27 11:26:02] completed in 17 ms 	In SHARE MODE kann auch eine zweite Transaktion wieder in SHARE MODE locken.
22	SELECT loc FROM dept WHERE deptno=20;	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 [2025-12-27 11:26:16] 1 row retrieved starting from 1 in 409 ms (execution: 23 ms, fetching: 386 ms) 	Transaktion 2 kann lesend zugreifen
23	SELECT loc FROM dept WHERE deptno=20 FOR UPDATE OF loc;	Zuerst keine Durchführung möglich, nach ZP 24: IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE OF loc [2025-12-27 11:31:19] 1 row retrieved starting from 1 in 30 s 383 ms (execution: 30 s 230 ms, fetching: 153 ms) 	FOR UPDATE OF würde Sperre benötigen, die nicht mit SHARE MODE kompatibel ist.
ROLLBACK;	24	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:31:19] completed in 54 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
25	UPDATE dept SET loc='NEW YORK' WHERE deptno=20;	IF574> UPDATE dept SET loc = 'NEW YORK' WHERE deptno = 20 [2025-12-27 11:32:04] 1 row affected in 19 ms	Nach dem Rollback funktioniert das Update.
26	ROLLBACK;	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:32:16] completed in 16 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE;	27	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE [2025-12-27 11:32:30] completed in 37 ms	SHARE ROW Sperre wird erstellt.
	28	LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:32:44] [61000][54] [2025-12-27 11:32:44] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:32:44] [2025-12-27 11:32:44] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:32:44] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	29	LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:32:55] [61000][54] [2025-12-27 11:32:55] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:32:55] [2025-12-27 11:32:55] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:32:55] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	30	LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:33:06] [61000][54] [2025-12-27 11:33:06] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:33:06] [2025-12-27 11:33:06] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:33:06] Position: 11	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	31	LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:33:21] [61000][54] [2025-12-27 11:33:21] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:33:21] [2025-12-27 11:33:21] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:33:21] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	32	LOCK TABLE dept IN ROW SHARE MODE; IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:33:34] completed in 18 ms	SHARE ROW Sperre ist mit SHARE ROW kompatibel und kann daher erstellt werden
	33	ROLLBACK;	Rollback stellt Zustand wieder her.
ROLLBACK;	34	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:33:55] completed in 33 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=20 FOR UPDATE;	35	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE [2025-12-27 11:34:08] 1 row retrieved starting from 1 in 188 ms (execution: 100 ms, fetching: 88 ms) 	SELECT funktioniert lesend.
	36	SELECT loc FROM dept WHERE deptno=40 FOR UPDATE; IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 40 FOR UPDATE [2025-12-27 11:34:32] 1 row retrieved starting from 1 in 156 ms (execution: 21 ms, fetching: 135 ms) 	SELECT funktioniert lesend.
	37	SELECT loc FROM dept WHERE deptno=20 FOR UPDATE; Keine Durchführung möglich aufgrund von ZP 35, nach ZP 38: IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 20 FOR UPDATE [2025-12-27 11:36:19] [61000][60] [2025-12-27 11:36:19] ORA-00060: deadlock detected while waiting for resource [2025-12-27 11:36:19] [2025-12-27 11:36:19] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00060/ [2025-12-27 11:36:19] Position: 27	Es besteht eine Deadlock-Gefahr, die von Oracle detektiert wird und daher ist keine Durchführung möglich wegen FOR UPDATE von Transaktion 1. .
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=40 FOR UPDATE;	38	Zuerst keine Durchführung möglich aufgrund von ZP 36, nach ZP 39: IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 40 FOR UPDATE [2025-12-27 11:37:49] 1 row retrieved starting from 1 in 1 m 30 s 981 ms (execution: 1 m 30 s 771 ms, fetching: 210 ms) 	Auch hier ist keine Durchführung möglich aufgrund von ZP 36, weil Transaktion 2 einen Lock hat.
	39	ROLLBACK;	Rollback stellt Zustand wieder her.
ROLLBACK;	40	IF574> ROLLBACK [2025-12-27 11:38:55] completed in 37 ms	Rollback stellt Zustand wieder her.
LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE;	41	Keine Durchführung möglich: IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 40 FOR UPDATE [2025-12-27 11:41:20] [61000][60] [2025-12-27 11:41:20] Cancelling... [2025-12-27 11:41:21] [72000][1013] [2025-12-27 11:41:21] ORA-01013: user requested cancel of current operation [2025-12-27 11:41:21] [2025-12-27 11:41:21] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-01013/ [2025-12-27 11:41:21] Position: 11	EXCLUSIVE LOCK wird erstellt, funktioniert allerdings nicht weil NO WAIT nicht definiert wurde und daher momentan nicht sperren kann.
	42	LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:40:09] [61000][54] [2025-12-27 11:40:09] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:40:09] [2025-12-27 11:40:09] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:40:09] Position: 0	EXCLUSIVE LOCK wird erstellt, funktioniert allerdings nicht weil resource zu diesem Zeitpunkt nicht exklusiv gesperrt werden kann.
LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT;	43	IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:41:27] completed in 33 ms	SHARE ROW EXCLUSIVE NOWAIT lock wird erstellt.
	44	LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN SHARE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:43:30] [61000][54] [2025-12-27 11:43:30] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:43:30] [2025-12-27 11:43:30] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:43:30] Position: 0	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	45	LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN ROW EXCLUSIVE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:43:42] [61000][54] [2025-12-27 11:43:42] ORA-00054: resource busy and acquire with NOWAIT specified or timeout expired [2025-12-27 11:43:42] [2025-12-27 11:43:42] https://docs.oracle.com/error-help/db/ora-00054/ [2025-12-27 11:43:42] Position: 11	Da schon eine Sperre existiert, funktionieren die exklusiveren Sperren nicht.
	46	LOCK TABLE dept IN ROW SHARE MODE NOWAIT; IF574> LOCK TABLE dept IN ROW SHARE MODE NOWAIT [2025-12-27 11:43:57] completed in 16 ms	SHARE ROW EXCLUSIVE NOWAIT lock wird erstellt, weil kompatibel.
	47	SELECT loc FROM dept WHERE deptno=40;	Lesezugriff ist möglich, SELECT funktioniert.
	48	SELECT loc FROM dept	FOR UPDATE erfordert LOCK, der noch gesperrt ist. Nach Commit wird auf den geänderten Daten gearbeitet und daher

	WHERE deptno=40 FOR UPDATE OF loc;		wird nichts zurückgeliefert.
UPDATE dept SET deptno= 50 WHERE deptno=40;	49	IF574> UPDATE dept SET deptno = 50 WHERE deptno = 40 [2025-12-27 11:45:20] 1 row affected in 39 ms	Update ist erfolgreich.
COMMIT;	50	IF574> COMMIT [2025-12-27 11:45:36] completed in 35 ms	Transaktion wird committed.
SET TRANSACTION READ ONLY;	51	IF574> SET TRANSACTION READ ONLY [2025-12-27 11:47:08] completed in 40 ms	READ ONLY wird gesetzt.
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=10;	52	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 10 [2025-12-27 11:47:19] 1 row retrieved starting from 1 in 325 ms (execution: 41 ms, fetching: 284 ms) 	SELECT funktioniert mit NEW York.
	53	UPDATE dept SET loc='LINZ' WHERE deptno=10;	Update funktioniert zu Linz.
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=10;	54	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 10 [2025-12-27 11:48:18] 1 row retrieved starting from 1 in 148 ms (execution: 36 ms, fetching: 112 ms) 	Aufgrund von READ ONLY wird noch immer NEW York zurückgegeben. Noch immer als Ergebnis NEW YORK
	55	COMMIT;	IF574> COMMIT [2025-12-27 11:48:55] completed in 18 ms
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=10;	56	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 10 [2025-12-27 11:49:09] 1 row retrieved starting from 1 in 359 ms (execution: 37 ms, fetching: 322 ms) 	Aufgrund von READ ONLY wird noch immer NEW York zurückgegeben.
COMMIT;	57	IF574> COMMIT [2025-12-27 11:49:39] completed in 46 ms	Transaktion wird committed.
SELECT loc FROM dept WHERE deptno=10;	58	IF574> SELECT loc FROM dept WHERE deptno = 10 [2025-12-27 11:49:48] 1 row retrieved starting from 1 in 146 ms (execution: 36 ms, fetching: 110 ms) 	SELECT liefert nun in neuer Transaktion geänderten Wert zurück.