

## Aufgabe 5

- (a) Nennen Sie die vier wesentlichen Eigenschaften einer Transaktion und erläutern Sie jede Eigenschaft kurz (ein Satz pro Eigenschaft).

**Atomicity** Eine Transaktion ist atomar, d. h. von den vorgesehenen Änderungsoperationen auf die Datenbank haben entweder alle oder keine eine Wirkung auf die Datenbank.

**Consistency** Eine Transaktion überführt einen korrekten (konsistenten) Datenbankzustand wieder in einen korrekten (konsistenten) Datenbankzustand.

**Isolation** Eine Transaktion bemerkt das Vorhandensein anderer (parallel ablaufender) Transaktionen nicht und beeinflusst auch andere Transaktionen nicht.

**Durability** Die durch eine erfolgreiche Transaktion vorgenommenen Änderungen sind dauerhaft (persistent).

- (b) Gegeben ist die folgende Historie (Schedule) dreier Transaktionen:

$r_1(B) \rightarrow w_1(C) \rightarrow r_3(C) \rightarrow r_1(A) \rightarrow c_1 \rightarrow r_2(C) \rightarrow r_3(C) \rightarrow r_2(C) \rightarrow w_2(B) \rightarrow c_2 \rightarrow c_3$

Zeichnen Sie den Serialisierbarkeitsgraphen zu dieser Historie und begründen Sie, warum die Historie serialisierbar ist oder nicht.

### Exkurs: Historie

In Transaktionssystemen existiert ein Ausführungsplan für die parallele Ausführung mehrerer Transaktionen. Der Plan wird auch Historie genannt und gibt an, in welcher Reihenfolge die einzelnen Operationen der Transaktion ausgeführt werden. Als serialisierbar bezeichnet man eine Historie, wenn sie zum selben Ergebnis führt wie eine nacheinander (seriell) ausgeführte Historie über dieselben Transaktionen.

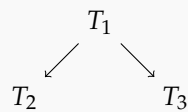
Der Algorithmus geht schrittweise durch den Ablaufplan unten und hebt die Abhängigkeiten der aktiven Transaktion zu allen anderen Transaktionen hervor. Hierfür werden in allen nachfolgenden Schritten solche Operationen gesucht, die einen Konflikt mit der aktuellen Operation hervorrufen. Konflikt-Operationen sind: read after write, write after read und write after write auf demselben Datenobjekt.

$T_1$	$T_2$	$T_3$
$r_1(B)$		
$w_1(C)$		
		$r_3(C)$
$r_1(A)$		
$c_1$		
	$r_2(C)$	
		$r_3(C)$
	$r_2(C)$	
	$w_2(B)$	
	$c_2$	
		$c_3$

### Konfliktoperation

- $r_1(B) < w_2(B)$ : Kante von  $T_1$  nach  $T_2$
- $w_1(C) < r_3(C)$ : Kante von  $T_1$  nach  $T_3$
- $w_1(C) < r_2(C)$ : Kante von  $T_1$  nach  $T_2$

### Serialisierbarkeitsgraph



Es gibt keinen Zyklus im Graph. Er ist deshalb serialisierbar. Wenn ein Zyklus auftreten würde, dann wäre er nicht serialisierbar.

- (c) Geben Sie an, wodurch die erste und die zweite Phase des Zwei-Phasen-Sperrprotokolls jeweils charakterisiert sind (ein Satz pro Phase).

Die zwei Phasen des Protokolls bestehen aus einer *Sperrphase*, in der alle benötigten Objekte für die Transaktion gesperrt werden. In der zweiten Phase werden die *Sperren wieder freigegeben*, sodass die Objekte von anderen Transaktionen genutzt werden können.