Verteilte Systeme

Vorlesung 9 vom 10.06.2004
Dr. Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Inhaltsverzeichnis für die Vorlesung

Inhalt heute:

Überblick Synchronisation von Daten

Datenzentrierte Synchronisation

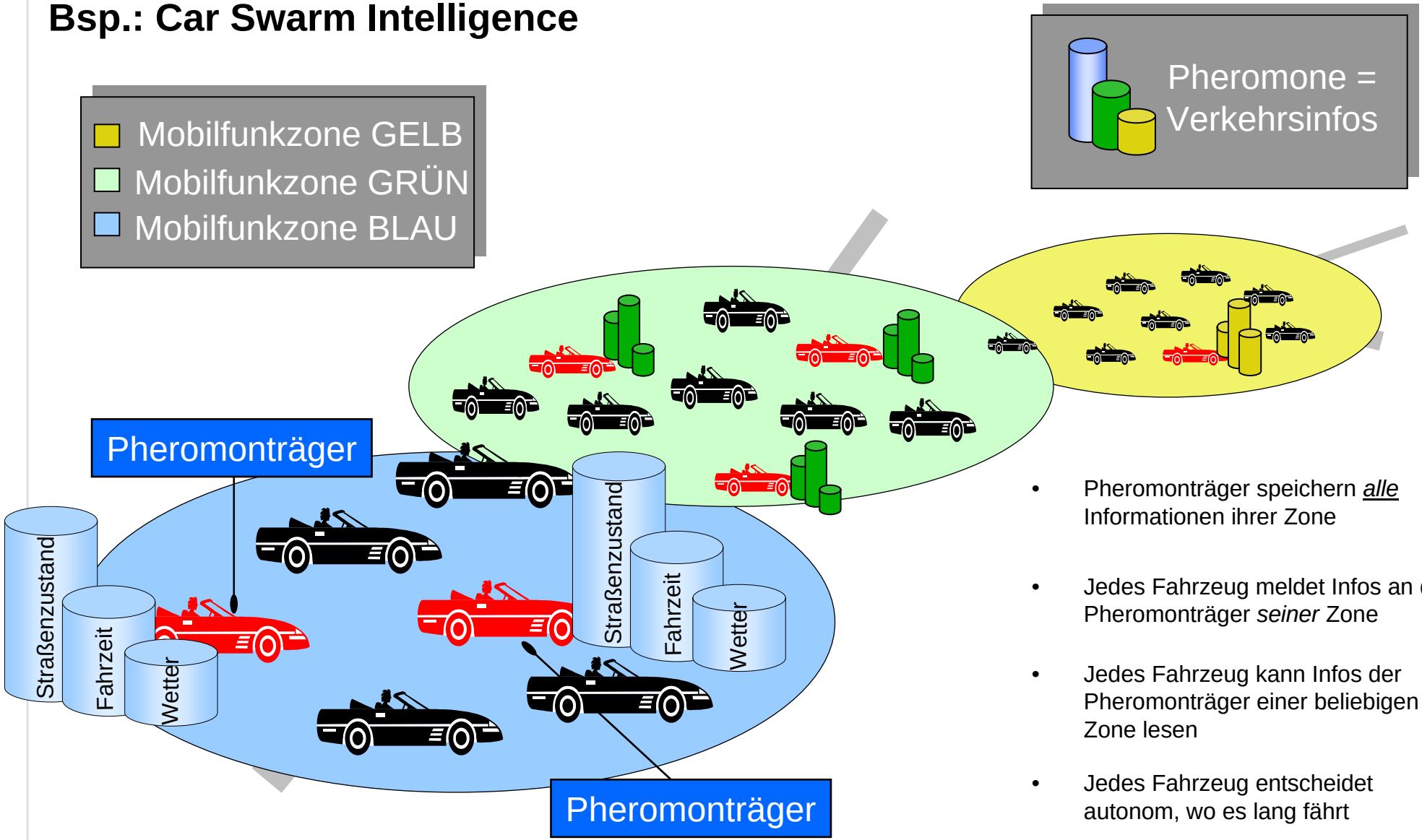
Client-zentrierte Synchronisation

Technische Details zur Synchronisation (beim nächsten Mal)

Überblick Synchronisation von Daten

Anwendungsgebiet

Bsp.: Car Swarm Intelligence



- Pheromonträger speichern *alle* Informationen ihrer Zone
- Jedes Fahrzeug meldet Infos an die Pheromonträger *seiner* Zone
- Jedes Fahrzeug kann Infos der Pheromonträger einer beliebigen Zone lesen
- Jedes Fahrzeug entscheidet autonom, wo es lang fährt

Welche Daten sind zu synchronisieren ?

Kernproblem: Synchronisation von Datenkopien

Gründe für Datenkopien:

- **Zuverlässigkeit**
- **Leistung**

Probleme bei der Synchroniation von Datenkopien

- **Unsichere Kommunikationskanäle zwischen den Kopien**
- **Kopien häufig nicht vollständig gegenseitig bekannt**
- **Mobilität von Client oder Server**
- **Ort und Zeit der Aktualisierungen nicht vorhersehbar**

Weitere Anwendungen

Primäres Anwendungsgebiet für Datenkopien: Internet

- **Webseiten**
- **e-mails**
- **Web Services**

Synchronisation = Konsistenzerhalt

Typen von Konsistenzforderungen

- **datenzentriert** — *global auf das Netz bezogen*
- **Client-zentriert** — *individuell aus der Sicht eines Clients*

Typen von Konsistenzlösungen

- **Server-getrieben (push)**
- **Client-getrieben (pull)**

- **eifrig (eager, greedy)**
- **träge (lazy)**

Datenzentrierte Synchronisation

Überblick über datenzentrierte Synchronisation

Konsistenzforderungen

- **strenge Konsistenz**
- **sequentielle Konsistenz**
- **kausale Konsistenz**
- **schwache Konsistenz**

Strenge Konsistenz

Definition:

Jede Leseoperation gibt den zuletzt geschriebenen Wert zurück

Realisierung: nicht möglich !

Begründung:

wegen der beschränkten Datenübertragungsgeschwindigkeit

Sequentielle Konsistenz

Definition (Lamport, 1979):

Alle Schreiboperationen werden von jedem Client in der Reihenfolge gesehen, in der sie statt fanden.

Realisierung:

Techniken auch für andere Konsistenzforderungen verwendbar !

- **Primärbasiertes Schreiben**

  1) *Client kommuniziert nur mit seinem Lieblingsserver*
  2) *Lieblingsserver kommuniziert mit Primärserver*
  3) *Primärserver kommuniziert mit allen Servern, die Datenkopien halten*

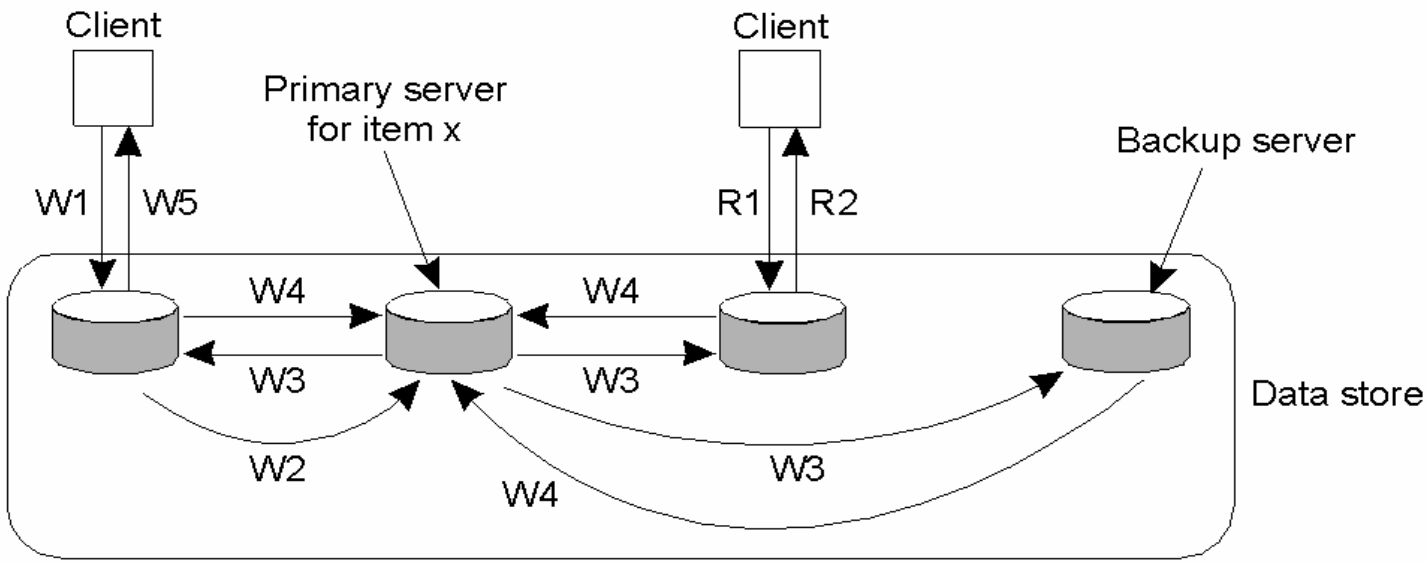
- **Mehrfaches Schreiben (replicated write)**

  Client kommuniziert mit allen Servern, die Datenkopien halten

Primärbasiertes Schreiben

Entferntes Schreiben:

Lieblingsserver teilt Änderungen dem Primärserver mit



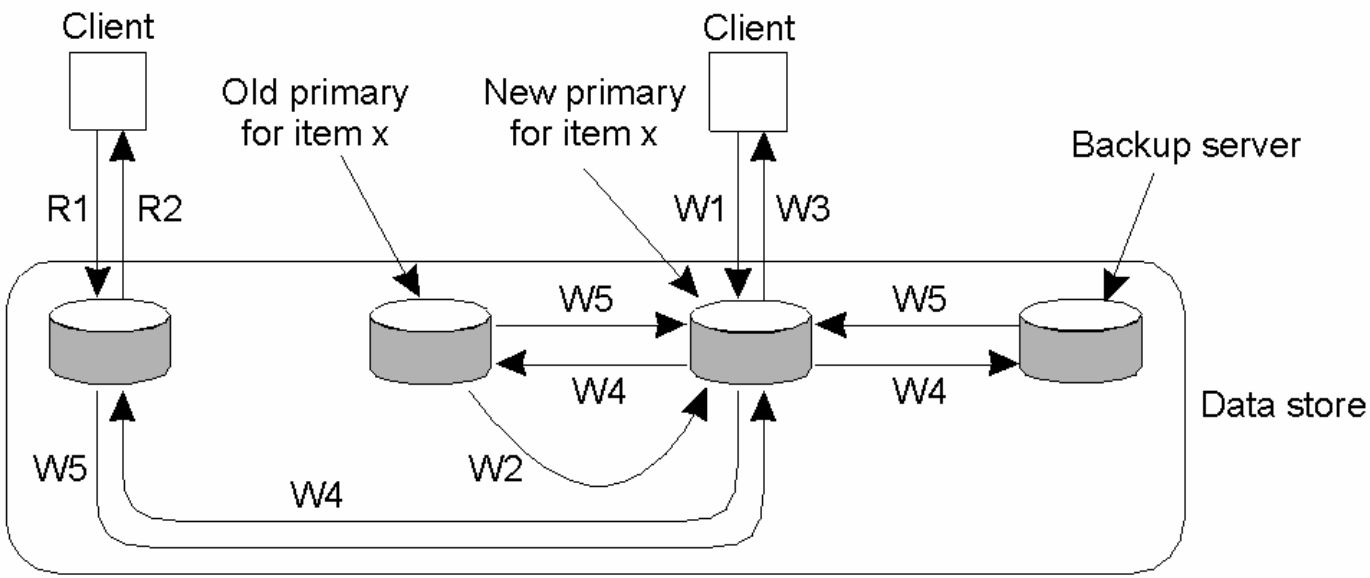
W1. Write request
W2. Forward request to primary
W3. Tell backups to update
W4. Acknowledge update
W5. Acknowledge write completed

R1. Read request
R2. Response to read

Primärbasiertes Schreiben

Lokales Schreiben:

Lieblingsserver kann der Primärserver werden



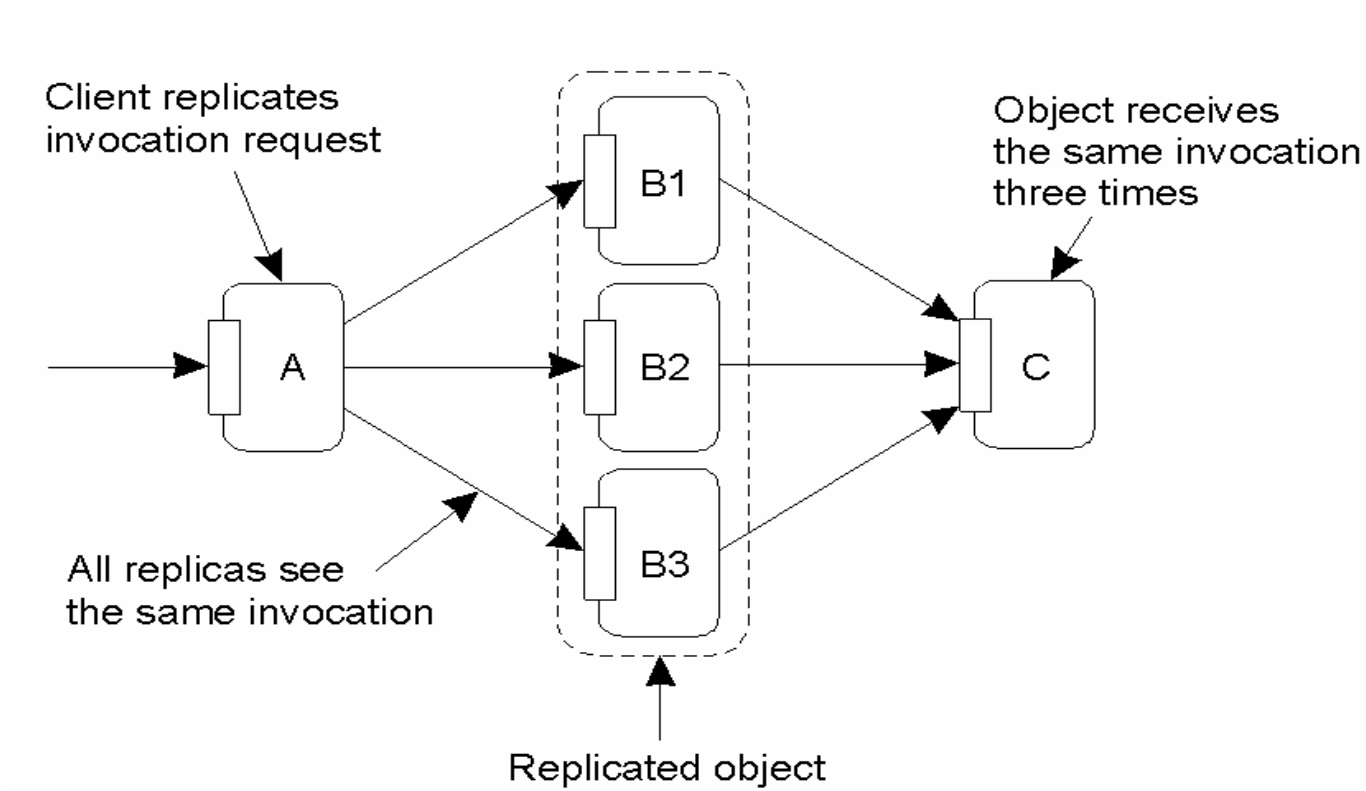
W1. Write request
W2. Move item x to new primary
W3. Acknowledge write completed
W4. Tell backups to update
W5. Acknowledge update

R1. Read request
R2. Response to read

Mehrfaches Schreiben

Probleme durch mehrfaches Schreiben:

1) Aktualisierungen können neue Prozesse auslösen

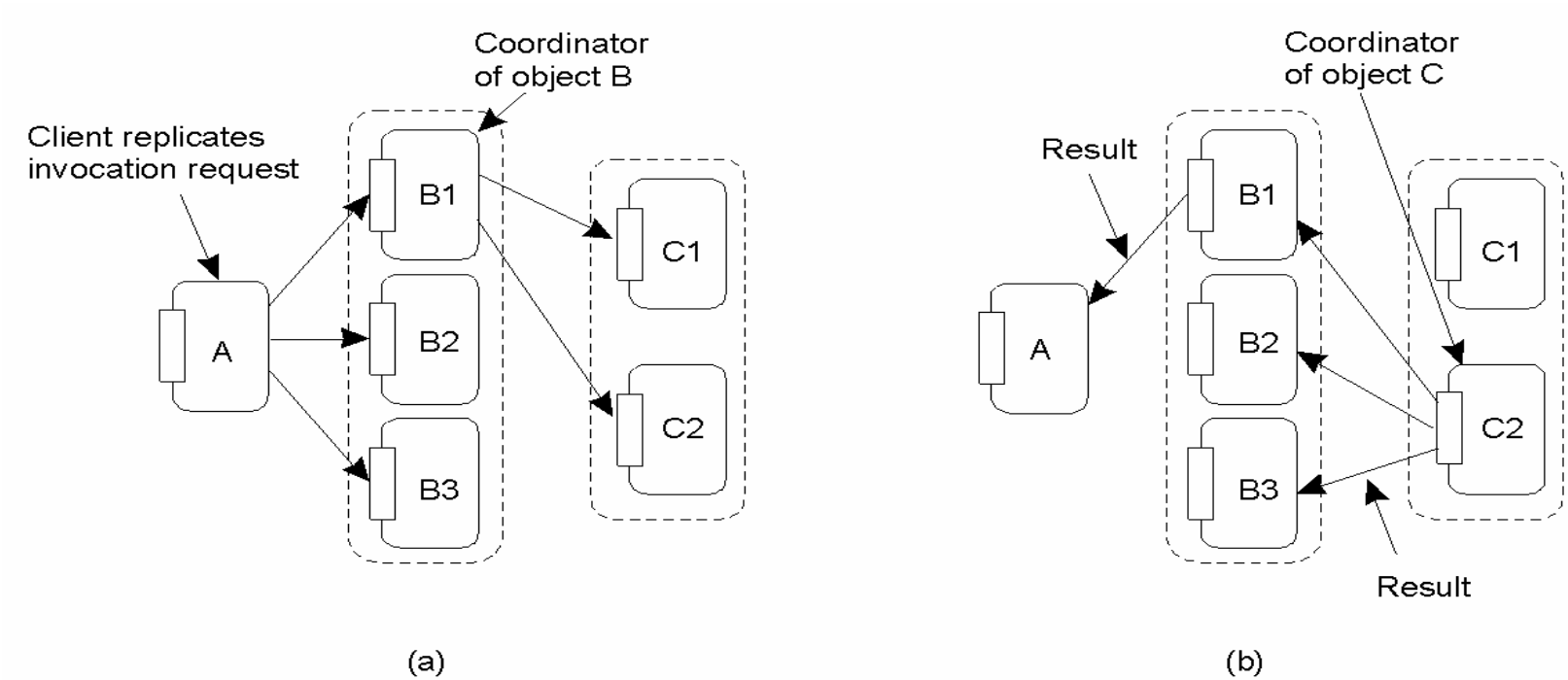


Mehrfaches Schreiben

Probleme durch mehrfaches Schreiben:

1) **Aktualisierungen können neue Prozesse auslösen**

Lösung: **Bestimmung von Koordinatoren**



Mehrfaches Schreiben

Probleme durch mehrfaches Schreiben:

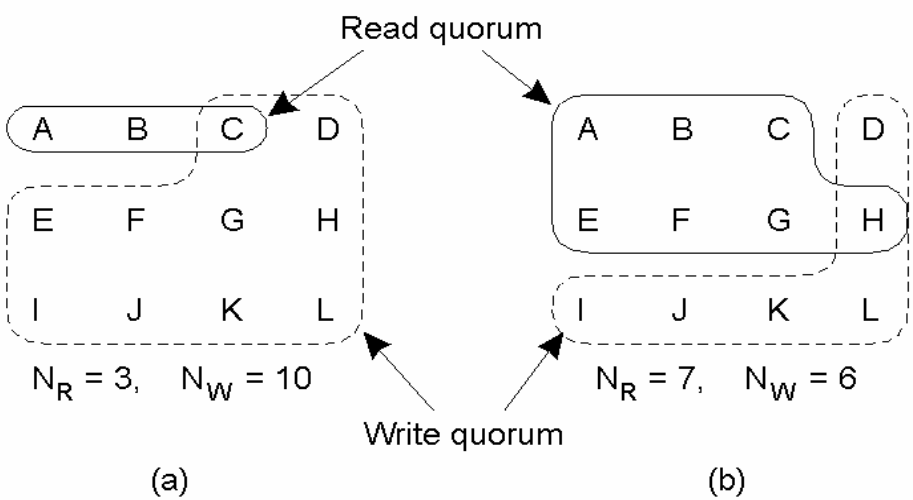
2) Mehrere Clients wollen dasselbe aktualisieren

Lösung: Quorum-basierter Zugriff

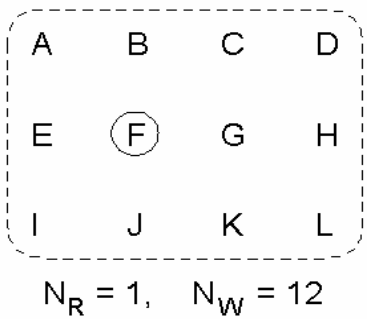
N_R: Lesequorum **N_W: Schreibquorum**

Konsistenzforderungen: **i) $N_R + N_W > N$**

ii) $N_W > N / 2$



Spezialfall ROWA:



Weichere Konsistenzforderungen

Kausale Konsistenz:

Nur die Schreiboperationen, die kausal voneinander abhängig sind, müssen von jedem Client in der Reihenfolge gesehen werden, in der sie statt fanden.

Spezialfall FIFO:

Nur die Schreiboperationen, die kausal voneinander abhängig sind und die vom selben Client ausgeführt werden, müssen von jedem Client in der Reihenfolge gesehen werden, in der sie statt fanden.

Weichere Konsistenzforderungen

Schwache Konsistenz:

Synchronisierungsvariable wacht über Bündel von Operationen. Nur das gesamte Bündel wird von allen Clients an derselben Ausführungsposition gesehen (relativ zu den anderen Bündeln).

Lösung:

- **Anforderungsoperation `acquire`**
- **Freigabeoperation `release`**

eifrige vs. träge Synchronisierung

Client-zentrierte Synchronisation

Client-basierte Konsistenz

Anforderung:

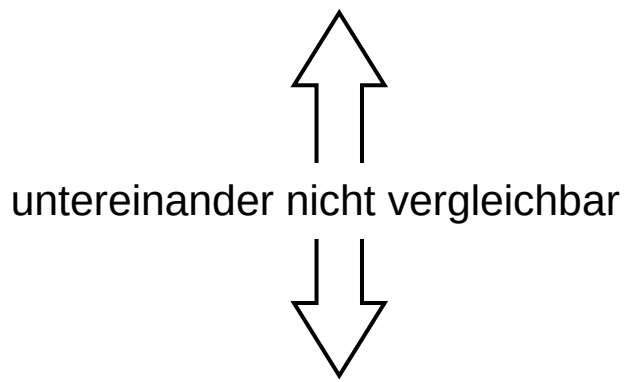
Client darf nur Daten sehen, die er selbst nicht als inkonsistent beweisen kann.

Erschwerendes Problem:

Clients arbeiten im Laufe der Zeit mit unterschiedlichen Kopien.

Konsistenzforderungen:

- **monotones Lesen**
- **monotones Schreiben**
- **Read your Writes**
- **Write follows Read**



Monotones Lesen

Definition:

Client bekommt beim wiederholten Lesen desselben Datensatzes mindestens genau so aktuelle Werte zurück wie beim letzten Mal

Lösung: Verwaltung von Mengen von Schreib-IDs

- **Lesemenge: Menge aller Schreib-IDs, die für diesen Lesevorgang relevant sind**
- **Schreibmenge: Menge aller Schreib-IDs, die von diesem Client durchgeführt worden sind**

Jeder Server, von dem gelesen werden soll, bekommt mit der Leseanforderung die aktuelle Lesemenge.
Vor Rückgabe des Wertes überprüft der Server eventuell erforderliche Aktualisierungen und führt diese durch.

Reicht es aus, wenn die Lesemenge eine Teilmenge der Schreibmenge ist ?

Weitere Konsistenzforderungen

Monotones Schreiben:

Client schließt jede Schreiboperation auf einem Datensatz ab, bevor er eine neue auf demselben Datensatz beginnt.

Read your Writes:

Jede Änderung, die durch denselben Client durchgeführt worden ist, wird in nachfolgenden Leseoperationen berücksichtigt.

Write follows Read:

Das Schreiben eines Datensatzes erfolgt nur auf Kopien, die mindestens so aktuell sind wie alle, die zuvor gelesen wurden.

Zur Übung: Mögliche Klausurfragen

1) **Benennen Sie die beiden Typen von Konsistenzforderungen! Ist ein Typ grundsätzlich schwächer als der andere ? Wenn ja, welcher (mit Begründung). Wenn nein, geben Sie die Begründung dafür an!**

2) **Server A halte einen Datensatz, Server B eine Kopie davon. Der Datensatz von A werde aktualisiert. Wann würde ein träger Algorithmus den Datensatz von Server B aktualisieren ? Wer ergreift die Initiative, Server A oder B ? (mit Begründung)**

3) **Für welche Art von Konsistenzrealisierungen bietet sich die Quorum-Methode an ?**

   Für einen Datensatz, der in zehnfacher Kopie vorliegt, gebe es ein Lesequorum N_R=5 und ein Schreibquorum N_W=4.

   Erklären Sie an diesem Beispiel die Begriffe Lesequorum und Schreibquorum!

   Welche Art von Konflikten kann sich mit diesen Zahlen ergeben ? Geben Sie hierfür eine Begründung an!

Bearbeitungszeit 1) bis 3): 30 Minuten

Für besonders Anspruchsvolle:

- **Erklären Sie die Begriffe Monotones Lesen und Read your Writes! Ist einer der Begriffe eine Abschwächung des anderen ? Wenn ja, welcher (mit Begründung). Wenn nein, geben Sie die Begründung dafür an!**

Beim nächsten Mal:
Besprechung Klausurübung (als Wdh.)
Technische Details zur Datensynchronisation
Konzepte zur Erzielung von Fehlertoleranz