

# ***Verteilte Systeme***

Vorlesung 1 vom 08.04.2004

Dr. Sebastian Iwanowski  
FH Wedel

# ***Informatikseminar***

Pilotvortrag

Prof. Dr. Uwe Schmidt  
Dr. Sebastian Iwanowski  
FH Wedel

# Organisatorisches

## **Vorlesung**

Donnerstags, 08:00 – 09:15

Raum HS6

## **Seminar**

Dienstags, 15:30 – 18:15, 27.04., 04.05., 11.05., 18.05., 25.05., 01.06.

Seminarraum 7

# Was ist ein verteiltes System ?

**Eine Einführung durch Beispiele**

**als Anregung für Seminarvorträge**

**für Praktikumsarbeiten**

**für Diplom- und Masterarbeiten**

**für Geschäftsideen**

**für ...**

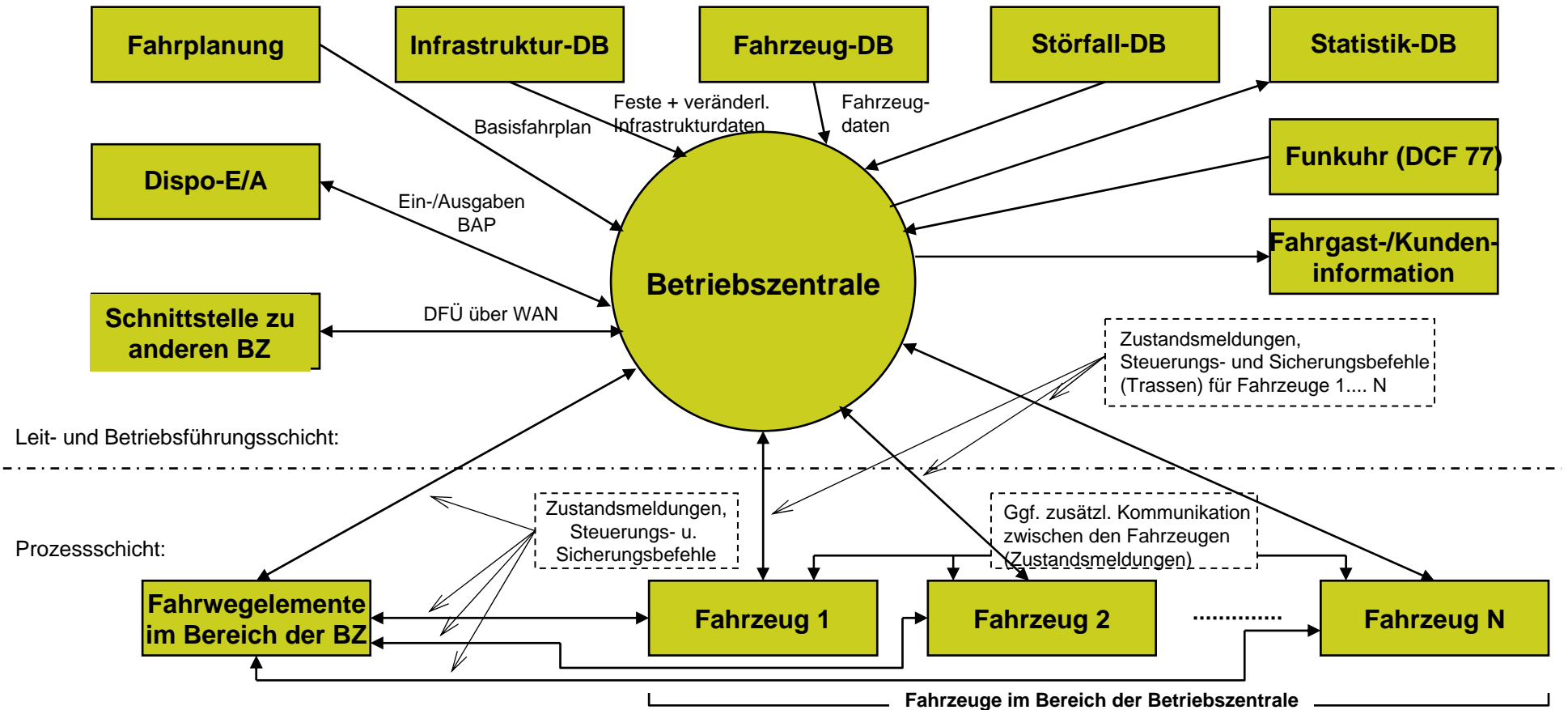
# **Folgende Beispiele werden vorgestellt:**

- 1. Verkehrsteuerung für Schienenfahrzeuge**
- 2. Verkehrssteuerung für Straßenfahrzeuge**
- 3. Verteilte Verkehrsinformationsgewinnung**
- 4. Verteiltes Touristeninformationssystem**

***Beispiel 1:***  
***Verkehrssteuerung für Schienenfahrzeuge***

# Schienerverkehr: Problemstellung

## Kommunikations-Infrastruktur im modernen Schienenverkehr:



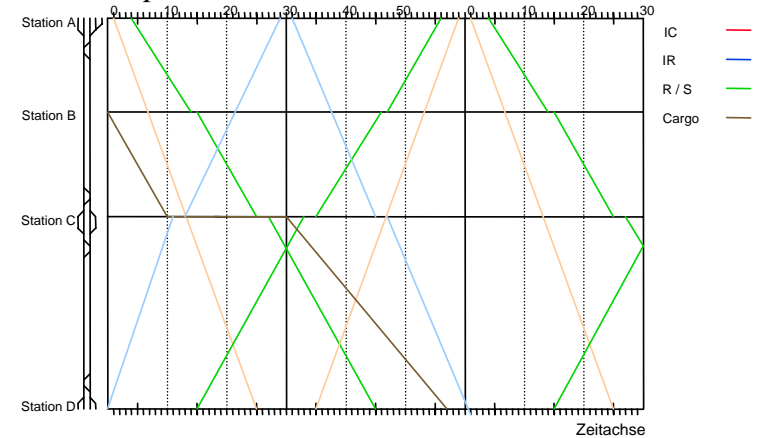
# Schienenverkehr: Problemstellung

Welcher Zug darf wann auf welchem Streckenelement fahren ?

## Dispositionsebene:

Koordinierung aller Züge  
über alle Streckenelemente

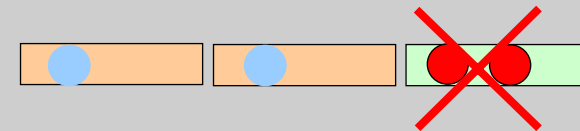
Graphische Fahrplankonstruktion



## Sicherungssebene:

Absicherung eines Streckenelements:  
Nur 1 Zug zur gleichen Zeit

wird hier nicht verändert



Blockungsprinzip

ortsfeste Signalisierung

Zugbeeinflussungssysteme

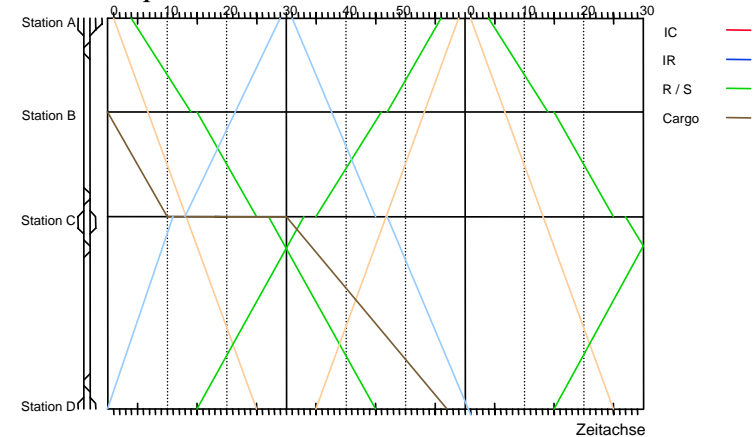
# Schienenverkehr: Problemstellung

Welcher Zug darf wann auf welchem Streckenelement fahren ?

**Dispositionsebene:**

**Koordinierung aller Züge  
über alle Streckenelemente**

*Graphische Fahrplankonstruktion*



**Stand der Technik:** Fahrpläne und Routenführungen werden in Zentrale vorausgeplant

Weichen werden zentral gestellt

**Problem:**

**unflexibel gegenüber**

- **unvorhersehbaren spontanen Änderungen ("Störungen")**
- **spontane Bedarfsänderung**



# Schienenverkehr: Lösung

**Weg von der zentralen Steuerung !**

**Alternative: Züge stellen sich selbst alle Weichen**

**Züge handeln sich untereinander freie Belegungen aus**

**bereits realisiert: Straßenbahnen durch Menschen  
(mit elektronischer Unterstützung)**

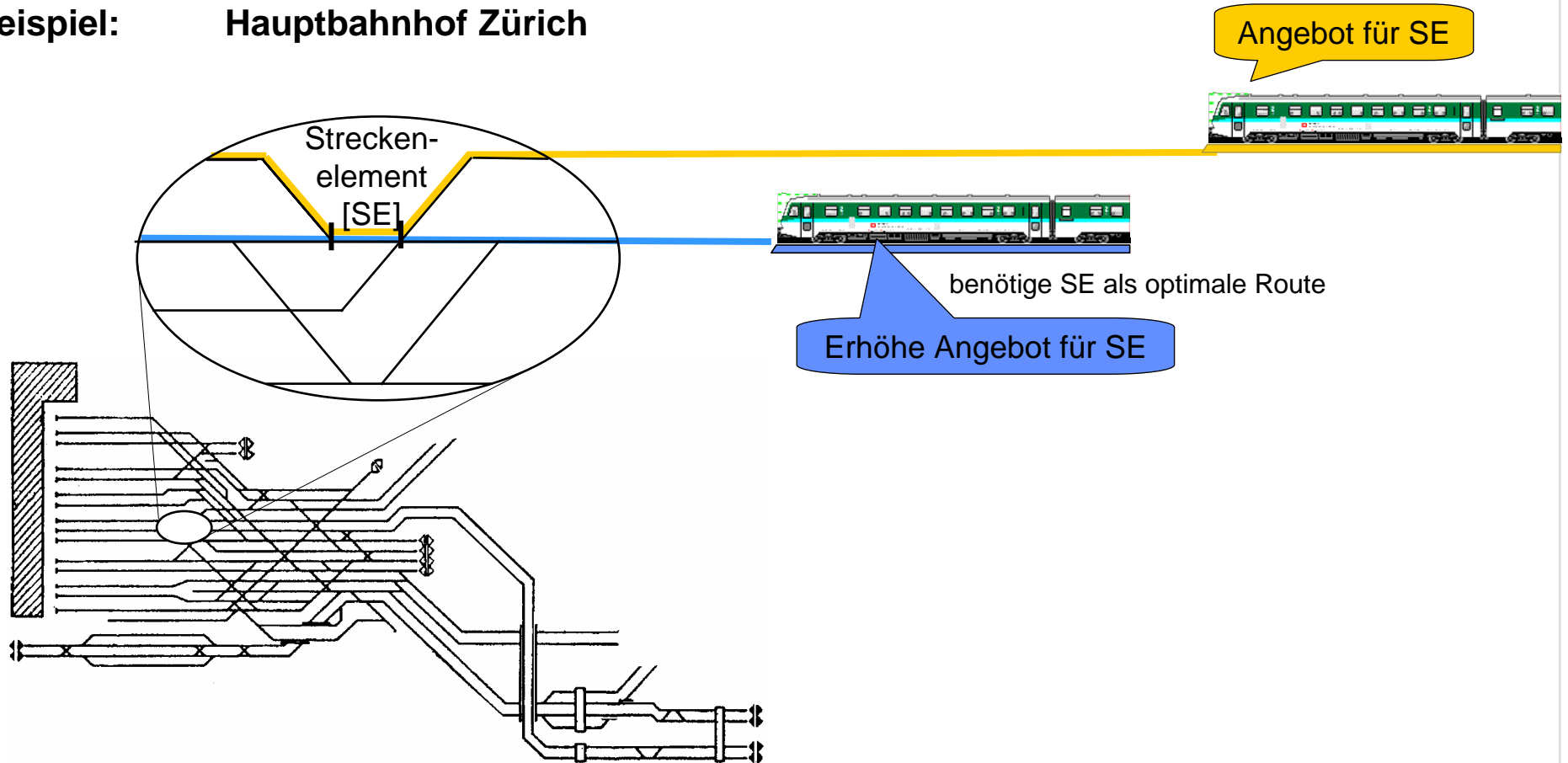
**neues Konzept für: Fernverkehr durch autonome Softwareeinheiten**

- **Züge mit Fahrplan hauptsächlich Personenverkehr**
- **Züge ohne Fahrplan hauptsächlich Güterverkehr**

# Schiienenverkehr: Lösung

Verhandlungsmethode: Elektronische Auktion

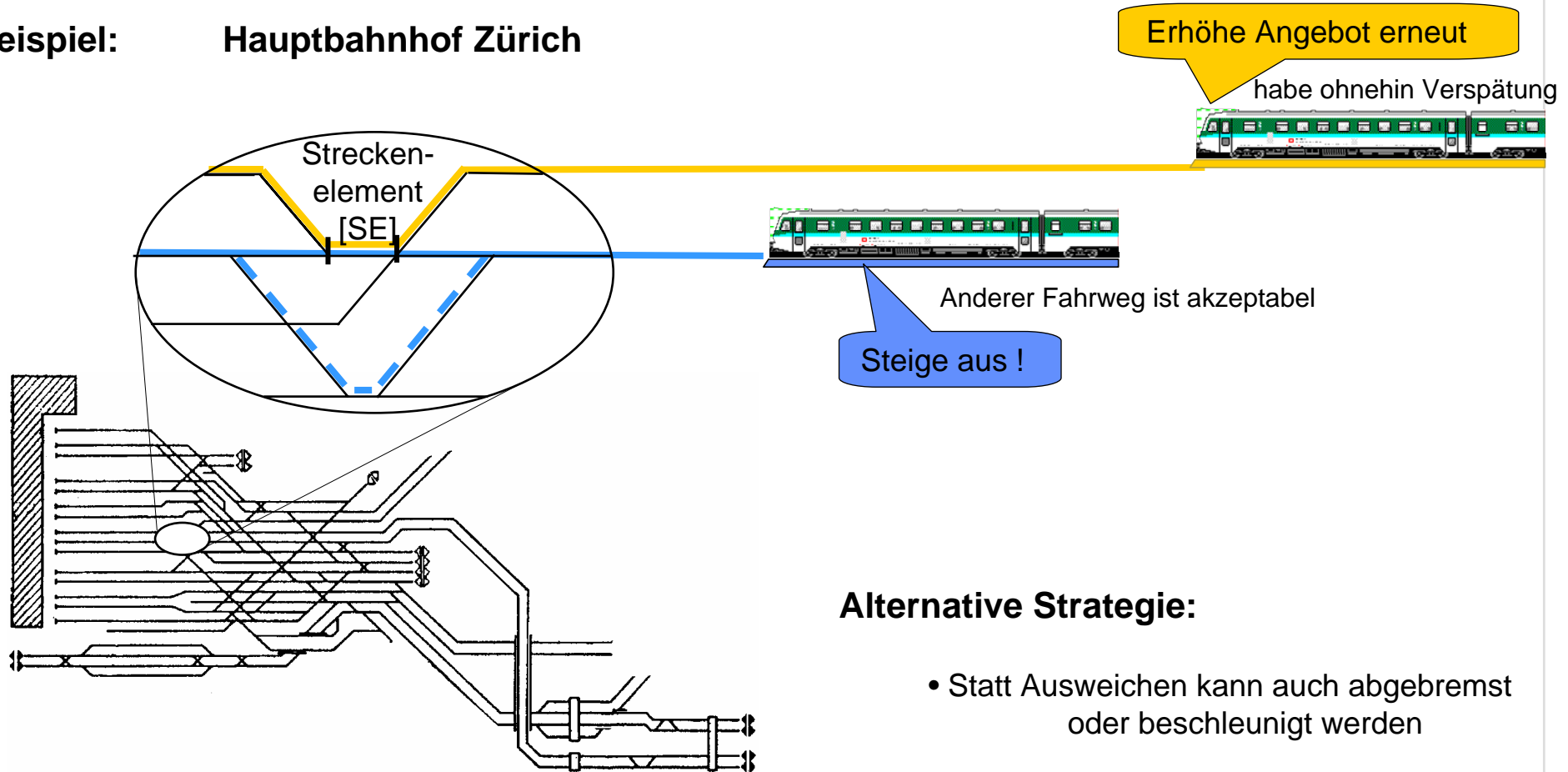
Beispiel: Hauptbahnhof Zürich



# Schiienenverkehr: Lösung

Verhandlungsmethode: Elektronische Auktion

Beispiel: Hauptbahnhof Zürich



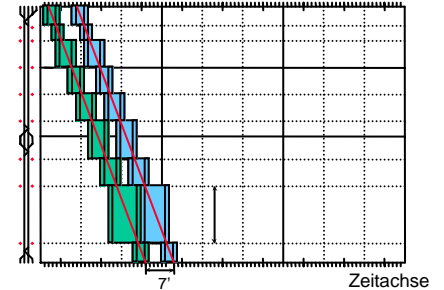
## Alternative Strategie:



- Statt Ausweichen kann auch abgebremst oder beschleunigt werden

# Schienenverkehr: Lösung

## Verhandlungsmethode: Elektronische Auktion

**Verhandlungsobjekte:** Kombinationen von Zeitscheiben aufeinander folgender Streckenelemente



**Beteiligte Parteien:**  Zugsteuerungs-Agenten, die direkt oder indirekt von einer Störung betroffen sind  
 Agenten der Betriebszentralen als Auktionatoren

**Regeln:**

- Gebote sind öffentlich
- Die Abgabe der Gebote erfolgt sequentiell
- Angebote sind Sequenzen von Zeitscheiben auf Kombinationen von Streckenelementen
- Die Verhandlung ist erst beendet, wenn alle Beteiligten ein Angebot besitzen, das nicht überboten wurde
- Jede Zeitscheibe hat einen Mindestpreis
- Ein einmal gebotener Preis wird nicht zurückgenommen
- Alle Beteiligten, die ein gültiges Angebot besitzen, verhalten sich passiv
- Budgets werden a priori zugeteilt und dienen der Priorisierung von Zügen

**Strategie:** • In jedem Fall eine Kombination von Zeitscheiben auf solchen Streckenelementen ersteigern, die zusammen einen gültigen Fahrweg ergeben

***Beispiel 2:***  
***Verkehrssteuerung für Straßenverkehr***

# Vergleich Straßenverkehr - Schienenverkehr

## Was ist anders bei Straßenfahrzeugen ?

- Fahrzeuge können nicht gezwungen werden, auf ein Streckenelement zu verzichten
- strikte Trennung zwischen Netzbetreiber und Fahrzeugbetreiber
- mehrere Fahrzeuge zur gleichen Zeit pro Streckenelement zugelassen
- Vielzahl alternativer Routen möglich

# Straßenverkehr: Problemstellung

## Dynamische Zielführung im Straßenverkehr

### Auf dem Markt befindliche dynamische Zielführungssysteme

- machen mehrere Routenvorschläge,  
die die aktuelle Verkehrslage berücksichtigen
- geben jedem Autofahrer mit gleichem Start und Ziel  
zur selben Zeit die gleichen Vorschläge

**Was passiert, wenn viele Autos solch ein  
dynamisches Navigationssystem haben ?**

# Straßenverkehr: Problemstellung

## Problem

Störungen verlagern sich von einer Stelle zur anderen,  
weil alle Autofahrer ihr auf die gleiche Weise ausweichen

## Lösungsidee

Koordiniere die Autofahrer  
und mache unterschiedliche Vorschläge

## Problem

Autofahrer lassen sich ungern bevormunden

## Lösungsidee

Lass die Autofahrer Einfluss nehmen auf die Vorschläge  
durch Priorisierungen und unterschiedliche Wichtungen



# Straßenverkehr: Lösungskonzept

## Auktionsbasierte Verkehrssteuerung

Straßennetz ist unterteilt in Streckensegmente mit vorgesehener Höchstbelegung von Fahrzeugen zur selben Zeit

Die Benutzungsrechte für Streckensegmente für bestimmte Zeitintervalle werden an die Fahrzeuge in periodischen Auktionsrunden versteigert. Hierfür erhalten die Fahrzeuge periodisch ein *virtuelles Budget* („Spielgeld“).

Die Versteigerung wird auf Fahrzeugseite durch individualisierte Softwarekomponenten vorgenommen. Die Kommunikation mit der Versteigerungszentrale erfolgt automatisch ohne die Notwendigkeit einer Fahrerinteraktion.

**Damit ist die Verkehrssteuerung primär ein Softwareproblem**

# Demonstration mit einem vorhandenen Verkehrssimulator

## Verkehrssimulator

(bereits vorhanden)

- Verkehrssimulation für verschiedene Fahrertypen und Verkehrssituationen
- Routenberechnung unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation

## Auktionsbasiertes Verfahren für individuelle Routenempfehlungen (AVIR)

(noch zu implementieren)

- Definition eines neuen Fahrertyps „auktionsbasiert“ für den Verkehrssimulator
- Eigenständige Steuerung der auktionsbasierten Fahrzeuge
- Durchführung der elektronischen Auktionen
- Einspeisung der Ergebnisse in den Verkehrssimulator

# Implementierungsdetails

Vorhandener Verkehrssimulator

→ lief auf Einzelrechner unter Betriebssystem Unix

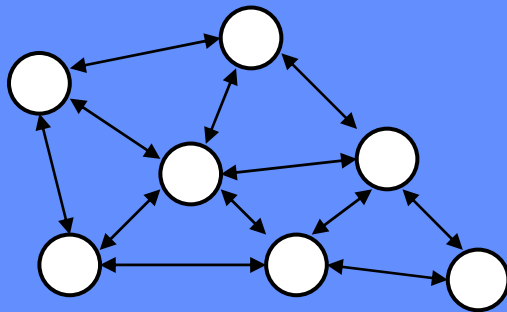
TCP/IP-Schnittstelle

→ sollte auf verteilten Rechnern mit beliebigem Betriebssystem laufen

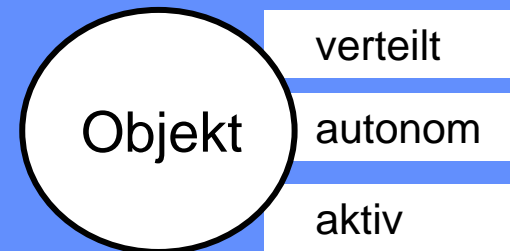
Java mit agentenorientierter Erweiterung (Eigenprodukt)

**AVIR**

Multiagentensystem:



Softwareagent:



# Softwareagenten in AVIR

für jedes AVIR-Fahrzeug:

**Fahrzeug-  
Agent**

- Kennt individuelle Strategien des Fahrers
- kommuniziert automatisch mit der Verkehrszentrale
- kann jederzeit durch Fahrer neu instruiert werden

für die Verkehrszentrale:

**Fahrzeug-  
Koordinator**

- kommuniziert mit Fahrzeugen
- für die **Simulation**: generiert und verwaltet Fahrzeugagenten

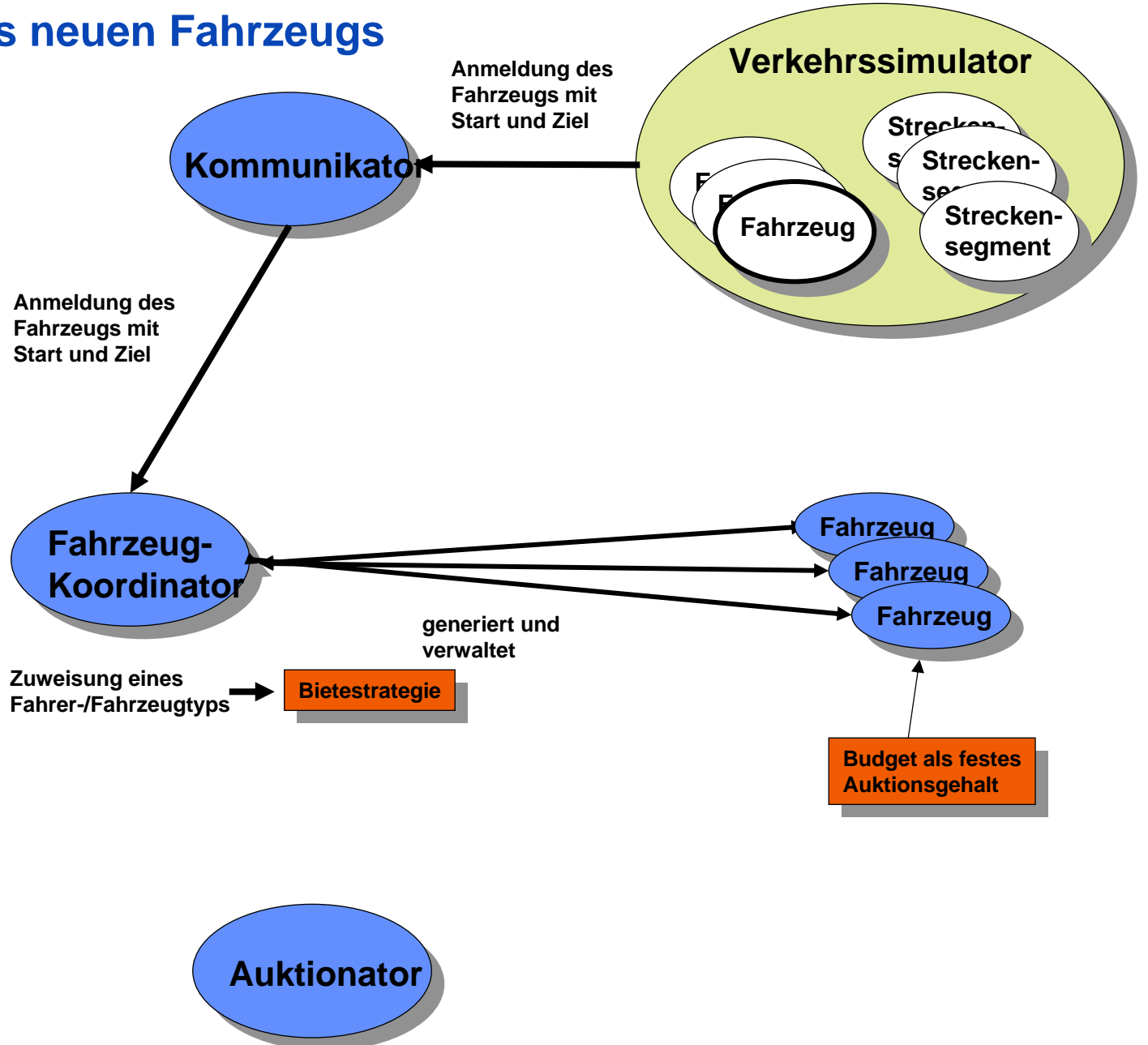
**Auktionator**

- verteilt die Streckenbenutzungen in Auktionsverfahren

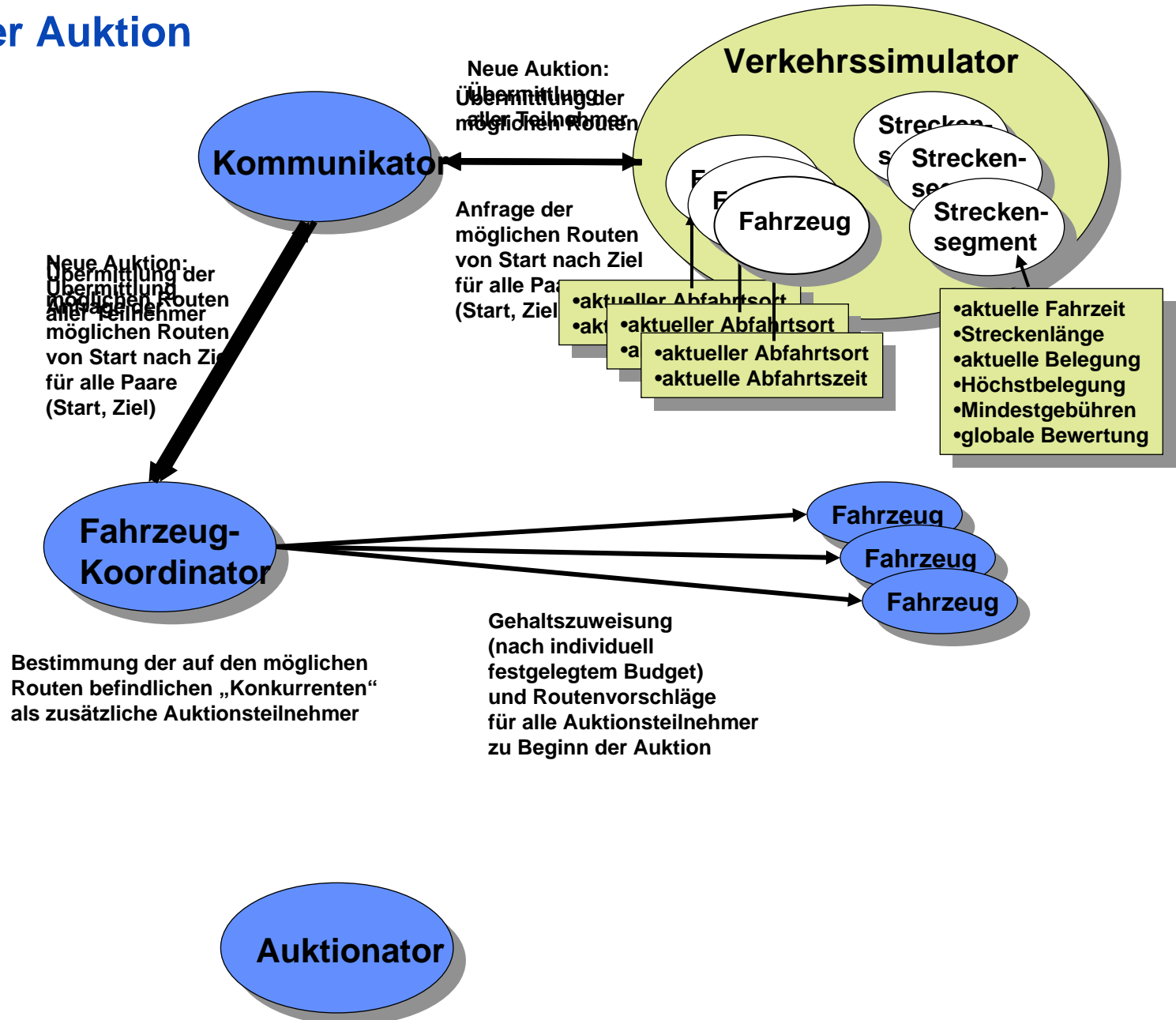
**Kommunikator**

- kommuniziert über TCP/IP mit Verkehrssimulator

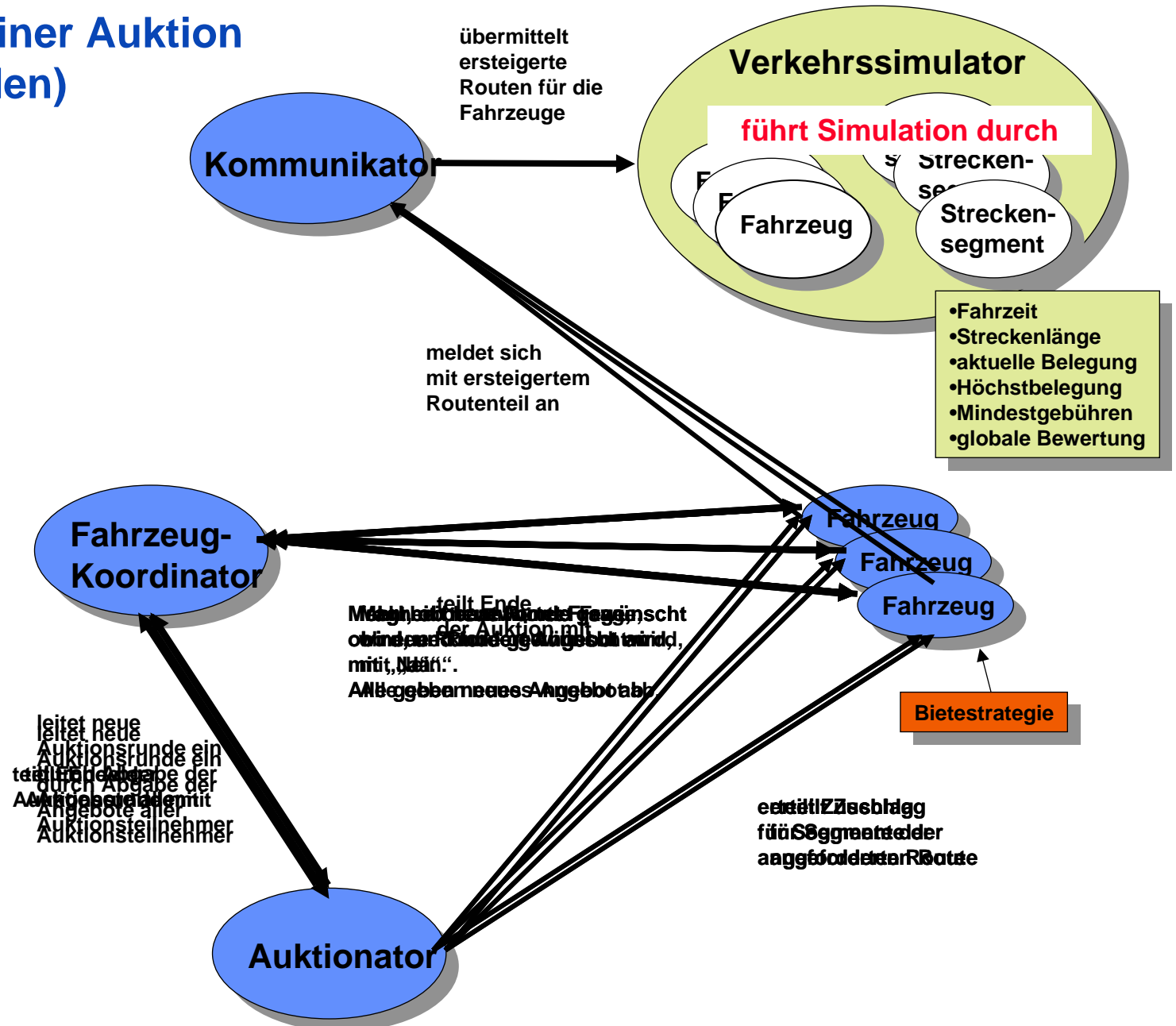
# Anmeldung eines neuen Fahrzeugs



# Einleitung einer Auktion



# Durchführung einer Auktion (2 Auktionsrunden)



# Ausblick auf weitergehende Fragestellungen

## Problem

Wie bringt man die Fahrer dazu, die vorgeschlagenen Routen zu befolgen ?

## Lösung

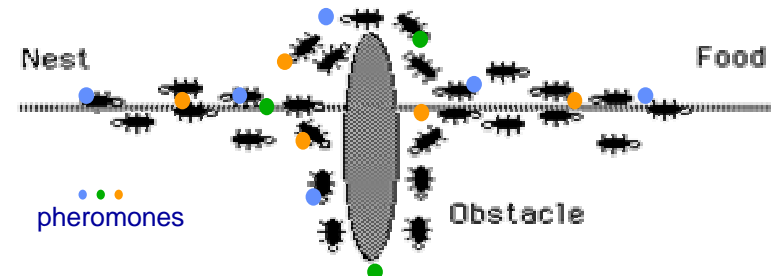
Fahrer mit einer besseren Route zahlen  
an Fahrer mit einer schlechteren Route

## Problem

Wie ermittelt man die dynamischen Routeninformationen ?

## Lösung

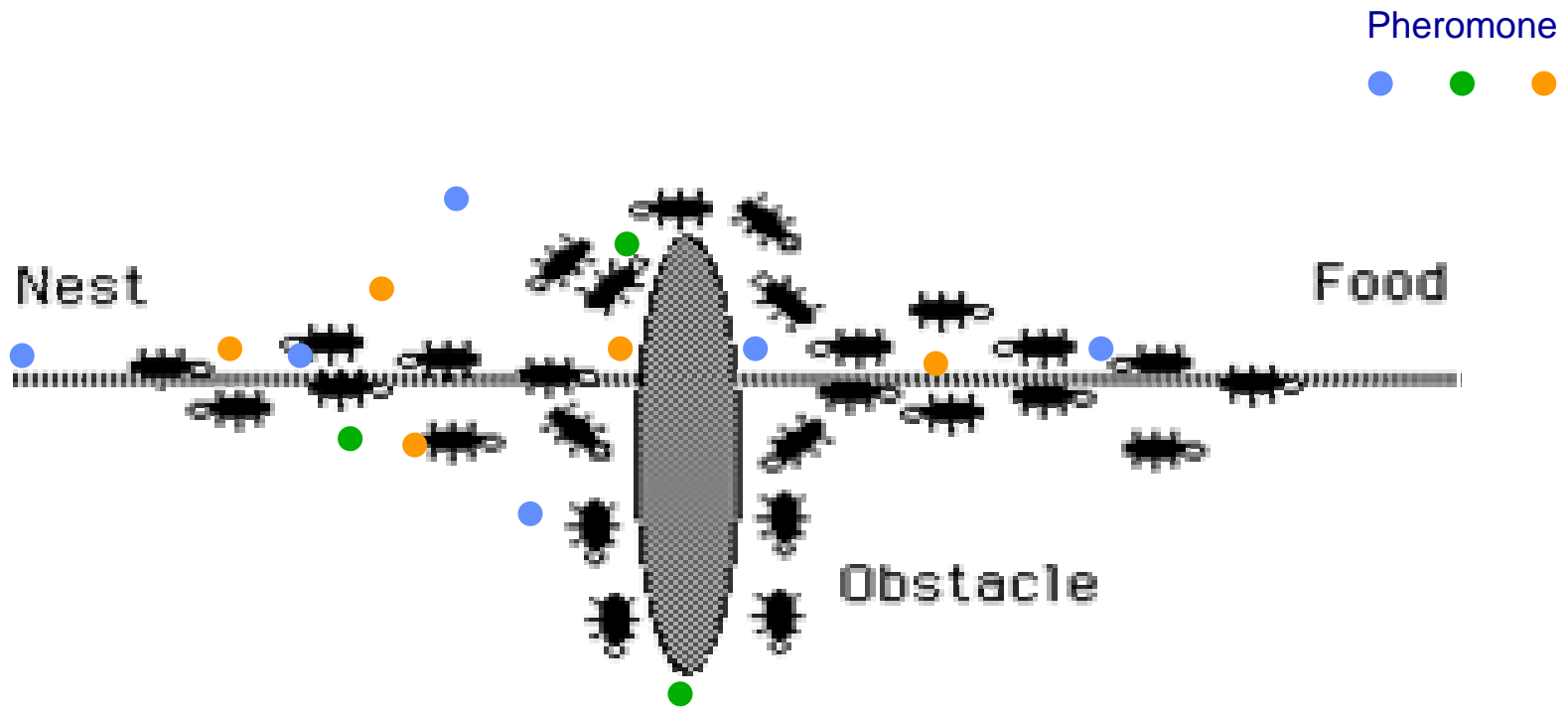
So wie es die Ameisen tun !



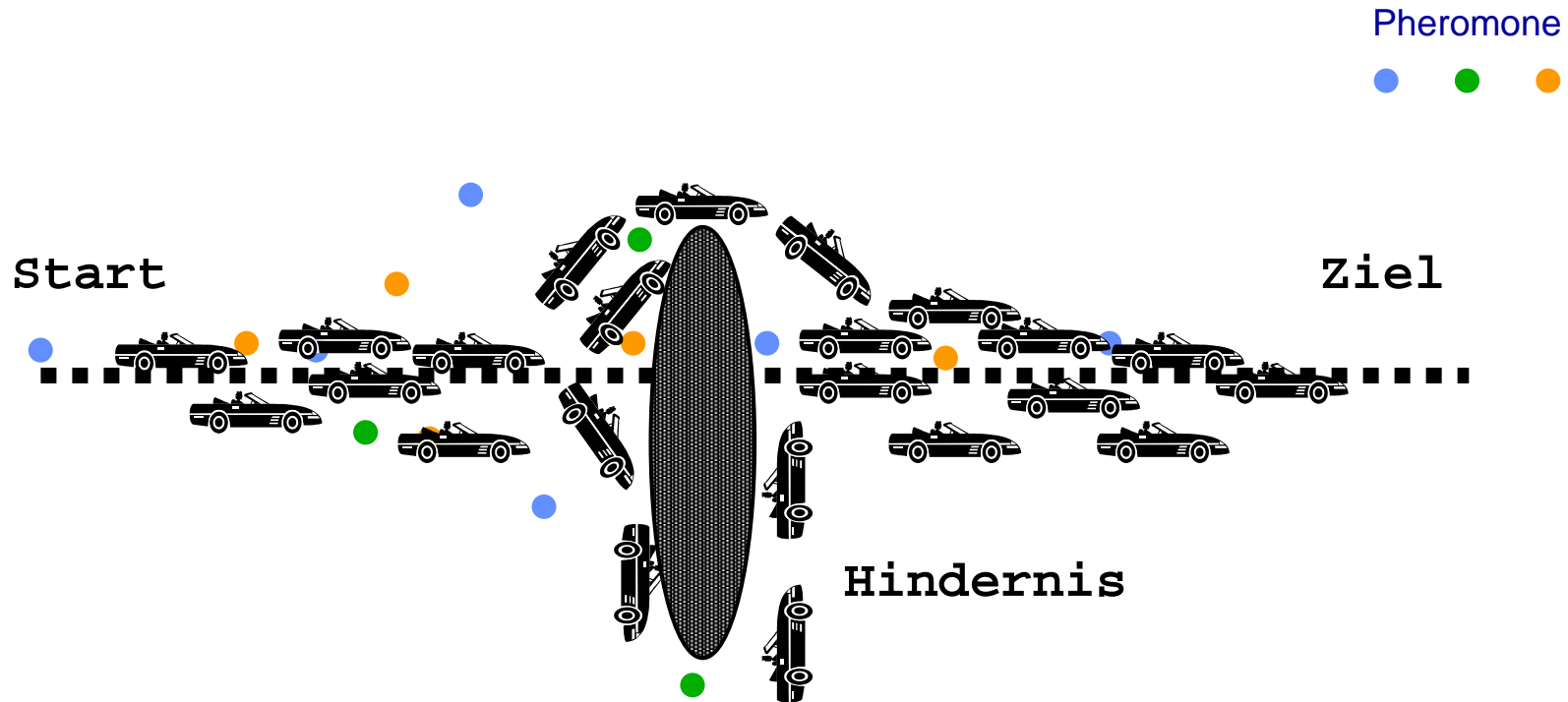


***Beispiel 3:***  
***Verteilte Verkehrsinformationsgewinnung***

## Bsp.: Ameisen auf Futtersuche



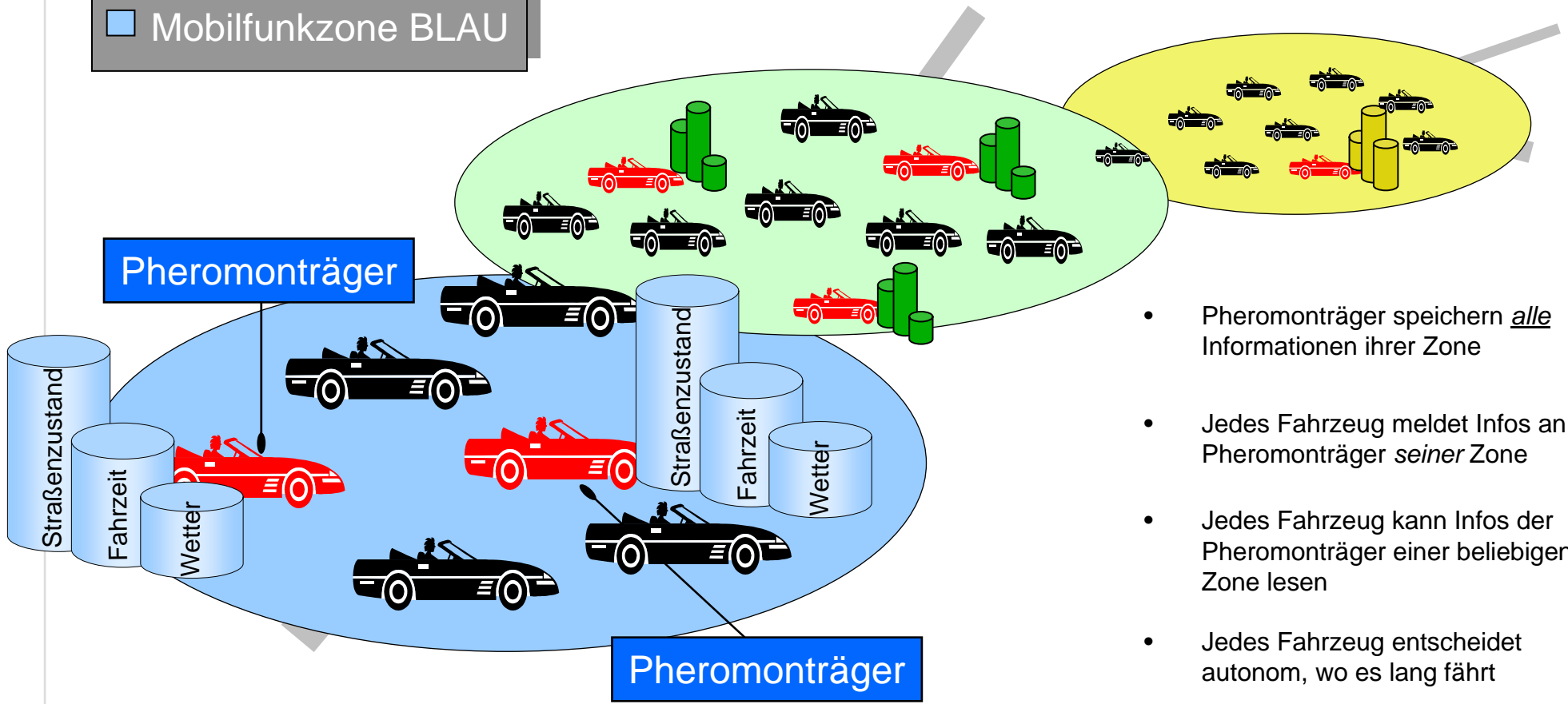
# Bsp.: Autos auf Routensuche



# Bsp.: Car Swarm Intelligence

■ Mobilfunkzone GELB  
■ Mobilfunkzone GRÜN  
■ Mobilfunkzone BLAU

Pheromone =  
Verkehrsinfos



- 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

***Beispiel 4:***  
***Verteiltes Touristeninformationssystem***

# Verteiltes Touristeninformationssystem

## Szenario

- Tourist will eine Stadt besuchen und informiert sich über die Gelegenheiten, die er sinnvollerweise in dieser Stadt wahrnehmen sollte
- Tourist hat außerdem geschäftliche oder persönliche Randbedingungen (Termine)
- Tourist erstellt vor der Reise eine Tagesablaufsplanung am PC (über das Internet)
- Tourist bucht Veranstaltungen und reserviert Plätze
- Tourist wird bei seiner Reise von einem mobilen Gerät (PDA) unterstützt

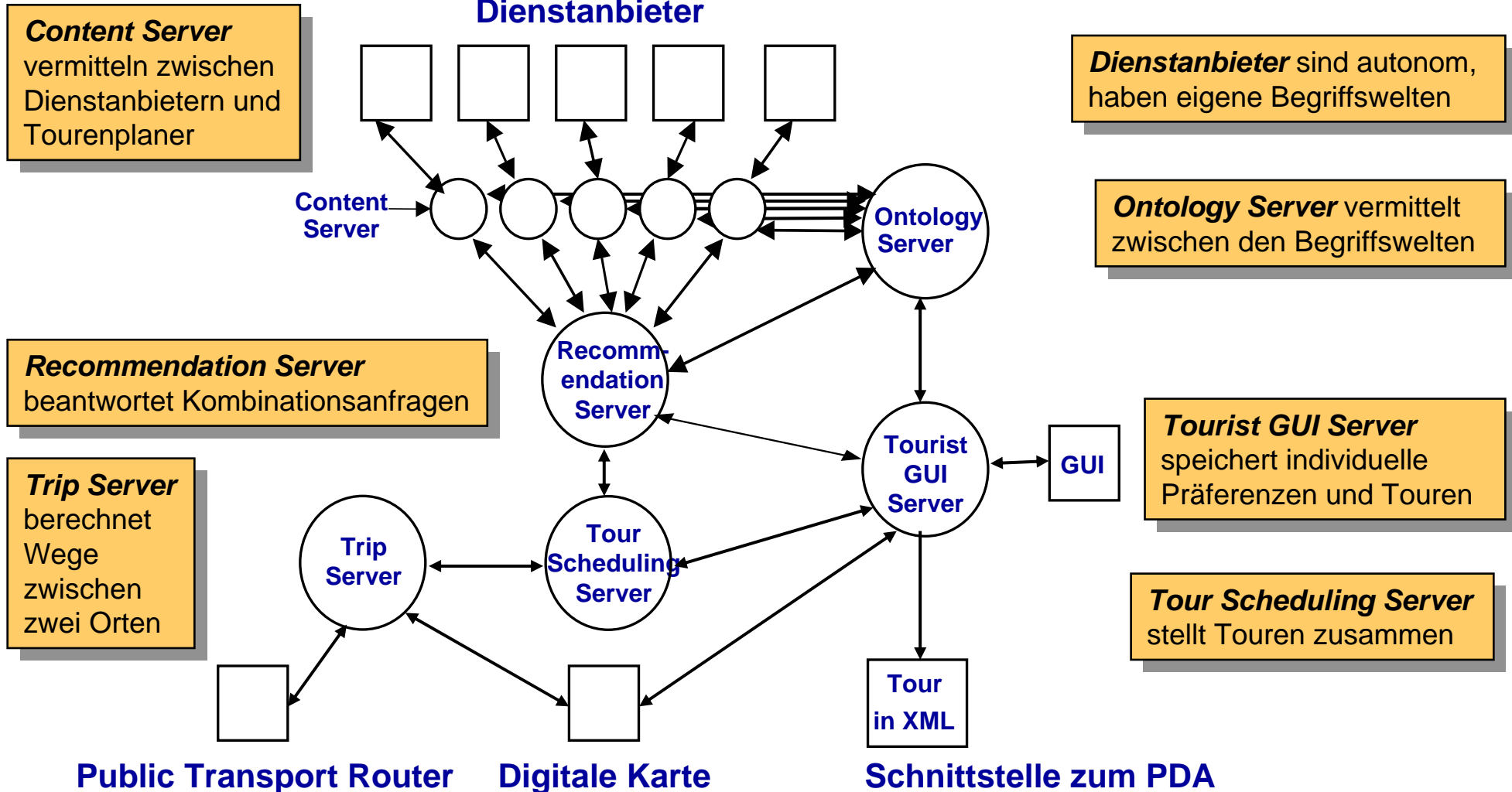
# Verteiltes Touristeninformationssystem

## Forderungen:

- Tourist hat die endgültige Kontrolle
- Dienstanbieter ist autonom und trägt die Verantwortung für die Informationen
- Unabhängiges Makeln zwischen verschiedenen Anbietern
- Flexibilität gegenüber Anforderungsänderungen, sogar während der Tour
- Fehlertoleranz gegenüber Ausfall von Dienstanbietern

# Verteiltes Touristeninformationssystem

## Architektur des Tourenplaners:





***Weitere Beispiele im Seminar !***

# Seminarthemen mit praktischen Anwendungen

- **World Wide Web**

**Alle Daten für alle !**

- **Grid Computing**

**Alle Rechner für alle !**

- **Bankkontenverwaltung**

**Weltweiter Zugriff auf ein Konto**

- **Telekommunikationsanbieter**

**Netz aus Vermittlungsstationen**

***Zum Schluss:***

***Beispiel für ein perfektes verteiltes System***



**Macht das nach !**