



**Universität Paderborn**

Institut für Informatik

AG Softwaretechnik

**Softwaretechnikpraktikum**

**Sommersemester 2003**

**Aufgabenbeschreibung**

# 1 Kontext

Im Rahmen einer Reihe neuer Forschungsprojekte und Einrichtungen an der Universität Paderborn („Railcab“, Graduate School of Dynamic Intelligent Systems, Sonderforschungsbereich „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus“) soll ein neues schienengebundenes Transportsystem entwickelt werden. Das System soll den individuellen Güter- und Personenverkehr, der heutzutage vielfach durch Lkws und Pkws abgewickelt wird, mit Hilfe von autonom handelnden Shuttles auf Schienen ermöglichen. Die Autonomie eines Shuttles soll dabei die Nachteile, die heutige Züge im Individualverkehr haben, vermeiden. Die autonome Steuerung der Shuttles und die Koordination der Shuttles untereinander sind Probleme, die innerhalb der Projekte gelöst werden sollen.

Motiviert durch die genannten Forschungsprojekte sollen verschiedene, auftragsorientiert operierende Shuttlesteuerungen, eine Visualisierungskomponente und ein Analysemodul entwickelt werden. Im Verlauf des Softwaretechnikpraktikums sollen die einzelnen Gruppen unabhängig von einander arbeiten. Die zu entwickelnden Bausteine sollen modular aufgebaut sein, mit Bausteinen anderer Gruppen kooperieren und zur Laufzeit des Systems ausgetauscht werden können. Die parallel von mehreren Gruppen entwickelten Lösungen werden dazu abschließend im Rahmen einer Simulation des gesamten Transportsystems evaluiert.

Es wurde bereits eine Version des Systems im letzten Softwaretechnikpraktikum entwickelt. In zwei Studienarbeiten ist diese Version an die neue Aufgabenstellung angepasst worden. Diese Version soll von den einzelnen Gruppen verwendet und ihre Lösung integriert werden. Die Simulation wird dabei durch einen vorgegebenen, nicht änderbaren Simulationskern bereitgestellt.

## 2 Szenario

Als Grundlage für das Softwaretechnikpraktikum soll das folgende vereinfachte System dienen. Das betrachtete System besteht aus Bahnhöfen, die untereinander verbunden sind. Zwischen den Bahnhöfen verkehren Shuttles, die mit dem Transport von Personen beauftragt werden. Für die erfolgreiche Erfüllung eines Auftrags erhalten die Shuttles Geld. Bei Nichterfüllung eines Auftrags wird eine Konventionalstrafe verhängt. Neue Aufträge werden an alle Shuttles verschickt, so dass jeder Shuttle ein Angebot für den Auftrag abgeben kann. Der Shuttle mit dem besten Angebot erhält den Zuschlag. Für das Befahren einer Strecke werden Mautgebühren erhoben, die von der Entfernung abhängig sind. Des Weiteren fallen beim Betrieb der Shuttles Wartungskosten an. Die Wartung der Shuttles erfolgt an beliebigen Bahnhöfen und kostet sowohl Zeit als auch Geld.

### 2.1 Das Streckennetz

Das Streckennetz besteht aus Bahnhöfen, Gleisabschnitten und Weichen. Die Gleisabschnitte sind immer nur in eine Richtung befahrbar. Eine Weiche ist in Abhängigkeit der festgelegten Fahrtrichtung entweder als Verzweigung oder als Zusammenführung einer Strecke ausgelegt. Ein Streckenzug besteht aus beliebig vielen zusammenhängenden Gleisabschnitten und Weichen. Ein Streckenzug zwischen zwei Bahnhöfen stellt eine Verbindung dar.

Die Richtung einer Verbindung ergibt sich aus der Richtung der zugrunde liegenden Gleisabschnitte. Die Verbindung kann nur in der festgelegten Richtung befahren werden. Das Wechseln der Fahrtrichtung beim Befahren der Verbindung ist nicht möglich. Verbindungen können sich Gleisabschnitte und Weichen teilen, wobei zur Vereinfachung jeweils nur eine Verbindung in einer Richtung zwischen zwei Bahnhöfen existieren darf. In Abbildung 1 ist ein Beispiel für ein Streckennetz dargestellt.

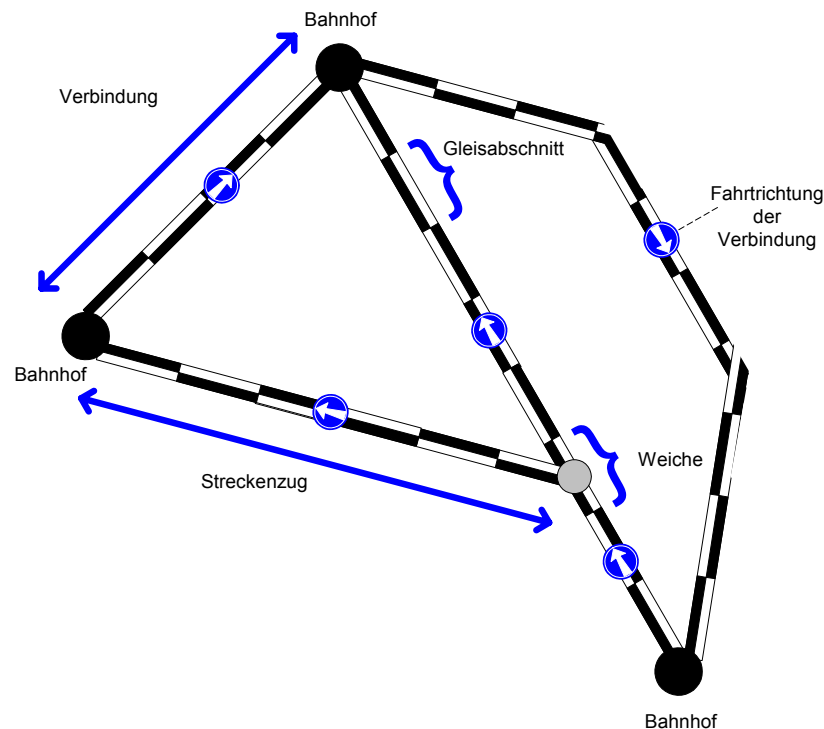


Abbildung 1: Beispiel eines Streckennetzes

### 2.1.1 Bahnhöfe

In einem Bahnhof können zur gleichen Zeit beliebig viele Shuttles parken. Die Dauer des Aufenthaltes eines Shuttles im Bahnhof gilt nicht als Wartezeit. Eine Wartung muss explizit in Auftrag gegeben werden.

### 2.1.2 Verbindungen

Eine Verbindung zwischen zwei Bahnhöfen kann temporär ausfallen. Shuttles, die sich zum Zeitpunkt des Ausfalls bereits auf einem Gleisabschnitt dieser Verbindung befinden, werden von dem Ausfall nicht beeinflusst und können ihre Fahrt fortsetzen. Shuttles, die im Bahnhof stehen, können diese Verbindung nicht mehr nutzen. Sie können jedoch eine Umleitung wählen. Der Ausfall wird durch eine Nachricht an alle Shuttle bekannt gegeben.

## 2.2 Aufträge

Aufträge werden von einem Makler allen Shuttles angeboten. Ein Auftrag definiert die Anzahl der Personen, einen Start- und Zielbahnhof und muss innerhalb einer vorgegebenen Bearbeitungszeit ausgeführt werden. Der Termin, zu dem der Auftrag erfolgreich beendet sein muss, ergibt sich aus dem Zeitpunkt der Auftragsannahme und der vorgegebenen Bearbeitungszeit. Die Bearbeitungszeit beginnt mit der Vergabe des Auftrags an den Shuttle.

Die Auftragsvergabe erfolgt nach einem festgelegten Muster. Zunächst werden alle Shuttles vom Makler über einen vorliegenden Auftrag informiert. Innerhalb eines definierten Zeitfensters können die Shuttles ein Angebot abgeben, das die Höhe der Vergütung nach erfolgreicher Ausführung des Auftrags festlegt. Das günstigste Angebot erhält vom Makler den Zuschlag. Werden von unterschiedlichen Shuttles gleiche Angebote abgegeben, so erhält derjenige Shuttle den Zuschlag, der sein Angebot zuerst abgegeben hat. Ein Shuttle kann mehrere Aufträge gleichzeitig annehmen.

## 2.3 Shuttle

Ein Shuttle kann gleichzeitig mehrere Aufträge bearbeiten. Dabei darf die Zuladung des Shuttles nicht überschritten werden. Aufträge müssen komplett bearbeitet werden. Jeder Shuttle muss mindestens einen Auftrag durchführen, um nicht nachträglich disqualifiziert zu werden.

Zur Erfüllung des Auftrags muss der Shuttle zuerst den Startbahnhof und anschließend den Zielbahnhof anfahren. Dieser Vorgang muss innerhalb der festgelegten Bearbeitungszeit erfolgen, da ansonsten eine Konventionalstrafe erhoben wird (siehe Abschnitt 2.4.2). Die Auftragsbearbeitung beginnt mit dem Beladen des Shuttles im Startbahnhof und endet durch das Entladen im Zielbahnhof. Das Beladen, Entladen sowie Zwischenlagern an anderen Bahnhöfen ist nicht erlaubt.

Fährt ein Shuttle eine gewählte gerichtete Verbindung zwischen zwei Bahnhöfen, so kann es weder seine Fahrtrichtung wechseln noch einen anderen Zielbahnhof wählen. Eine Fahrtscheidung ist nur in einem Bahnhof vor Antritt einer Fahrt zwischen zwei Bahnhöfen möglich.

## 2.4 Einnahmen und Ausgaben

Die Einnahmen und Ausgaben eines Shuttles errechnen sich wie in den folgenden Sektionen erläutert.

### 2.4.1 Einnahmen

Zu Beginn wird jedem Shuttle ein festgelegtes Startkapital zugewiesen. Ansonsten kann ein Shuttle nur durch erfolgreich abgeschlossene Aufträge Geld verdienen. Die Vergütung eines Auftrags ist erst nach der Erfüllung, dem Erreichen des Zielbahnhofs, möglich.

Selbstverständlich ist es das Ziel eines Shuttles, möglichst viel Geld zu verdienen. Hat ein Shuttle nicht mehr genügend Kapital, um einen Bahnhof zu verlassen, scheidet es aus.

### 2.4.2 Ausgaben

Insgesamt gibt es drei verschiedene Kostenarten. Diese sind:

1. Mautgebühren für eine Verbindung zwischen zwei Bahnhöfen  
Die Kosten einer Verbindung errechnen sich aus der Summe der Kosten der benutzten Gleisabschnitte dieser Verbindung.
2. Wartungskosten eines Shuttles  
Nach dem Zurücklegen einer festgelegten Entfernung muss eine kostenpflichtige Wartung durchgeführt werden. Die Entfernung berechnet sich aus der Anzahl der zurückgelegten Gleisabschnitte und Weichen. Wird diese Entfernung vom Shuttle überschritten, so muss die Wartung im nächsten angefahrenen Bahnhof selbständig eingeleitet werden. Hat ein Shuttle die notwendigen Wartungsarbeiten nicht durchgeführt, so darf es einen Bahnhof nicht mehr verlassen. Wartungen können aber auch bereits vor Überschreitung der Entfernung in jedem beliebigen Bahnhof veranlasst werden.
3. Konventionalstrafen  
Kann ein Auftrag nicht termingerecht von einem Shuttle abgewickelt werden, wird vom Konto des Shuttles eine Konventionalstrafe abgebucht.

Abrechnungen werden jeweils an den Bahnhöfen getätigt. Die Mautgebühr für die gerade zurückgelegte Verbindung wird an jedem Bahnhof direkt gezahlt. Wird eine Wartung angefordert, so werden die Kosten dem Shuttle ebenfalls sofort abgebucht.

Kann ein Shuttle seine Kosten nicht decken, so darf es den Bahnhof nicht mehr verlassen und wird stillgelegt, das heißt, dass es auch keine neuen Aufträge mehr annehmen kann.

## 3 Aufgabe

Jede Gruppe des Softwaretechnikpraktikums stellt eine Firma dar, die eine „intelligente“ Steuerung für einen Shuttle des Transportsystems entwickelt. Ziel ist es, dass die entwickelte „intelligente“ Steuerung in dem oben beschriebenen Szenario durch Beobachtung der Shuttleumgebung und eine geschickte Strategie zu einem möglichst guten betriebswirtschaftlichen Ergebnis führt. Dies bedingt zum einen, dass die Steuerung „offensichtliche“ Planungsfehler wie zum Beispiel das Anfahren eines Bahnhofes ohne wegführende Gleise vermeidet. Zum anderen sollte die Steuerung verschiedene Aspekte wie zum Beispiel eine veränderte Verfügbarkeit von Aufträgen, das Risiko von hohen Strafen oder nicht realisierbare Auftragsfristen berücksichtigen.

Da das reale System sich zurzeit noch im Aufbau befindet, müssen zusätzlich eine Visualisierungskomponente und ein Analysemodul entwickelt werden. Dies ergibt zusammenfassend die folgenden Teilaufgaben:

### 3.1 Shuttlesteuerung

Die Shuttlesteuerung soll als ein modulares und leicht erweiterbares System realisiert werden. Die Aktionen des Shuttles sind auf drei Module zu verteilen: die Auftragsverhandlung, die Auftragsbearbeitung und die Abrechnung. Diese Modularisierung ist erforderlich, da sich u.U. das Verhalten der systemseitigen Komponenten im Laufe der Projekte verändern kann. So wäre es möglich, dass z.B. als neues Abrechnungsverfahren die Vorkasse eingeführt wird.

Für die Auftragsverhandlung muss nur das Modell implementiert werden, das vom System momentan unterstützt wird. In der Präsentation soll dann gezeigt werden, wie ein weiteres Verhandlungsmodule in den Shuttle integriert werden kann. Als Beispiel dafür dient das sog. „Last Minute Angebot“. Der Shuttle meldet dem Broker seine freien Plätze, die er innerhalb eines von ihm bestimmten Zeitraums auf einer Strecke anbietet. Während dieser Zeit verpflichtet sich der Shuttle, alle vom Broker daraufhin gefundenen Aufträge zu erledigen. Zu der Präsentation gehört ein Dokument, das erklärt, wie ein neues Auftragsverhandlungsmodule in den Shuttle zu integrieren ist. Die Implementierung eines bzw. mehrerer Auftragsbearbeitungsmodule soll ein möglichst wettbewerbsfähiges Verhalten des Shuttles ermöglichen.

Das Abrechnungsmodule des Shuttles muss in der Lage sein, verschiedene Abrechnungsarten verarbeiten zu können. Pflicht ist es, dass der Shuttle nach Bearbeitung eines Auftrags das Kreditkartenverfahren anstoßen kann. Sehr gut ist es, wenn der Shuttle auch Rechnungen und Mahnungen ausstellen kann.

### 3.2 Visualisierung

Zur Visualisierung des Schienennetzes existiert bereits ein Programm. Dieses soll so erweitert werden, dass der interne Status eines Shuttles dargestellt werden kann. Dafür steht eine Schnittstelle bereit. Jede Gruppe entwickelt für ihren Shuttle ein PlugIn, das diese Schnittstelle erfüllt.

Mögliche Informationen des Shuttle-Status sind:

- Streckenplanung
- Aufträge und deren Status
- Konto
- Wartung
- Strategie

Damit eine Simulation nochmals visualisiert werden kann, soll die Visualisierung erweitert werden. Man spricht hier auch von der „offline“ Variante oder dem Playback.

Die Visualisierung muss sowohl „online“ als auch „offline“ betrieben werden können. Zusätzlich sind im „offline“ Betrieb die Funktionalitäten „Pause“ und „Stopp“ Pflicht.

Für eine sehr gute Leistung sollte die erweiterte Visualisierung die folgenden Funktionen anbieten:

- „Schneller Vorlauf“ im „offline“ Betrieb
- „Pause“ und „Schneller Vorlauf“ in „online“ Betrieb. Der „Schnelle Vorlauf“ dient dazu, nach einer Pause die Simulation wieder einzuholen.

### 3.3 Analysemodul

Das Analysemodul soll verschiedene Statistiken präsentieren, die sich zum einen auf die Simulation, zum anderen auf Shuttles beziehen.

Folgende Informationen bezüglich der Simulation sollen dabei aufbereitet werden:

- Auftragshäufigkeit pro Startbahnhof
- Verkehrsdichte auf den Stecken

Für einen Shuttle sollen die folgenden Statistiken erstellt werden:

- Durchschnittlicher Gewinn pro Auftrag
- Ein Vergleich zwischen Kosten und Gewinn
- Kontostand
- Rang in der Gesamtliste der Shuttles
- Durchschnittliche Auslastung
- Aktuelle Auslastung

Weitere nützliche Statistiken können hinzugefügt werden.

Eine sehr gute Leistung ist es, wenn die Statistiken zusätzlich sinnvoll kombinierbar sind und die Analyse im „offline“ Betrieb arbeiten kann. Sinnvoll kombinierbar heißt, dass z.B. Statistiken, die alle auf einer Zeitbasis beruhen, kombiniert werden können.

Die Analyse im „online“ Modus ist Pflicht.

### 3.4 Vorgehen

Die Aufgaben einer Gruppe umfassen das Reengineering des Prototyps, das Pflichtenheft samt Präsentation, das Design, die Implementierung sowie deren Test und die Abschlusspräsentation und -dokumentation.

Eine Beispielimplementierung eines Shuttles wird vorgegeben, die als Basis zum Reengineering und zur Erweiterung dient. Des Weiteren werden der Simulationskern und die Visualisierung zur Verfügung gestellt, deren Funktionsweise ebenfalls durch Reengineering herausgefunden werden muss.

Abgabedokumente beinhalten neben dem lauffähigen Quelltext und einer Demo-Version das Pflichtenheft, das Design in Form von UML-Diagrammen für statische und dynamische Teile des Designs, Testpläne und Testergebnisse, Protokolle der Gruppensitzungen, sowie eine Aufwandsabschätzung und Stundenzettel.

Das Projekt ist nach heutigen Softwaretechnik-Standards durchzuführen. Insbesondere sind die aus der Vorlesung bekannten Softwarequalitätsmerkmale einzuhalten, da diese in die Benotung eingehen.

Zur Unterstützung der Konfigurations- und Versionsverwaltung wird das Softwarewerkzeug CVS eingesetzt.

### 3.5 Tests

Jeder Shuttle muss sich mehreren Testläufen unterziehen. Dabei wird die Reaktion des Shuttles auf bestimmte Situationen überprüft und bewertet.

Für eine akzeptable Leistung müssen die Shuttles in der Lage sein, die folgenden Auftrags-szenarien zu absolvieren, ohne gegen eine Regel, wie Überlast, zu verstoßen:

- Der Shuttle muss einen Auftrag bearbeiten können. Dabei nehmen keine weiteren Shuttles an der Simulation teil.
- Der Shuttle muss einen zweiten Auftrag annehmen und bearbeiten können während er einen anderen Auftrag bearbeitet. Dabei nehmen keine weiteren Shuttles an der Simulation teil.
- Mehrere Shuttles des gleichen Typs dürfen das Testsystem nicht vollständig auslasten.

Diese Tests sind das Mindestmaß für die Teilnahme an der Abschlussveranstaltung.

Für eine sehr gute Bewertung der Shuttlesteuerung müssen die folgenden zusätzlichen Tests erfolgreich bestanden werden:

- Der Shuttle muss zwei sich überlappende Aufträge bearbeiten. Dabei nehmen keine weiteren Shuttles an der Simulation teil.
- Der Shuttle muss mehrere sich überlappende Aufträge bearbeiten können. Dabei nehmen keine weiteren Shuttles an der Simulation teil
- Der Shuttle muss ein weiteres Abrechnungsverfahren ausführen können. Dabei nehmen keine weiteren Shuttles an der Simulation teil

### 3.6 Bewertung

Anhand folgender Kriterien wird ein Gruppennote festgestellt: Die erste Präsentation, das Pflichtenheft, die Implementierung und die Abschlussdokumentation. Mit Hilfe der Klausur wird dann eine individuelle Note gebildet.

### 3.7 Turnier

Beim abschließenden Turnier werden alle Shuttles auf festgelegten Streckennetzen gegeneinander antreten. Die Strecken werden vorgegeben und bis dahin nicht veröffentlicht. Alle Shuttles starten unter gleichen Bedingungen. Die einzige Ausnahme bildet der zugeordnete Ausgangsbahnhof. Dieser wird für jeden Shuttle zufällig ermittelt.

Nach dem Start des Spiels verfolgen die Shuttles ihre Gewinnstrategie. Sie konkurrieren um Aufträge und versuchen, das eigene Kapital durch die erfolgreiche Abwicklung dieser Aufträge zu vermehren. Wird ein Shuttle durch Missmanagement zahlungsunfähig, so nimmt er am weiteren Verlauf nicht mehr teil.

Das Turnier gewinnt der Shuttle mit dem höchsten Kapital. Da das Turnier aus mehreren Simulationsläufen besteht, erfolgt die Auswertung und Ermittlung des Gesamtsiegers nach dem Formel-1-Modus. Bei Punktegleichstand sind die Plätze gleich, das heißt, wenn zwei Shuttles 50 Punkte haben und alle anderen weniger, dann stehen diese beiden Shuttles auf Platz 1 und der nächste Shuttle auf Platz 3. Bei Shuttles, die vorzeitig aus dem Wettbewerb ausgeschieden sind, entscheidet der Zeitpunkt der Stilllegung. Hier gilt die Devise, wer sich länger am Markt behaupten kann wird auch besser bewertet.

Die Ergebnisse des Turniers haben keinen Einfluss auf die Gesamtbewertung.

Viel Erfolg!