

Verkehrsfluss bei Bahnsystemen

“Spielen ist eine Tätigkeit, die man garnicht ernst genug nehmen kann!”

Jacques-Yves Cousteau

Inhaltsverzeichnis

I. Anleitung	4
1. Simulation	5
1.1. Aufbau der Strecke	5
1.2. Züge	5
1.3. Rundenablauf	5
1.4. Beispiel einer simulierten Zugbewegung	6
2. Blockteilung	6
2.1. Anordnung von Blocken	7
2.2. Beispiel einer Zugfahrt durch einen Block	7
3. Fahrstraßen	7
3.1. Anordnung von Fahrstraßen	7
3.2. Beispiel einer Zugfahrt durch eine Fahrstraße	7
II. Aufgaben	8
1. Erste Stufe	9
1.1. Einführung Fahrdynamik	9
1.2. Sicht- und Bremsweg	10
2. Zweite Stufe	10
2.1. Blockteilung	10
2.2. Verkehrsfluss	11
3. Dritte Stufe	12
3.1. Fahrstraßenverschluss und -festlegung	12
3.2. Durchrutschweg	13
3.3. Zwieschutzweiche	14

Ziel und Materialien

Ziel des Lernspieles ist die Fahrdynamik von Zügen im Zusammenhang mit Blockteilung zu simulieren und zu erfahren. Dafür wird benötigt:

- zwei Züge mit unterschiedlicher Fahrdynamik
- eine Strecke, bestehend aus Spielfeldern
- Halteplätze für die Züge
- Signale für die Blockteilung
- ggf. Weichen

Reale kontinuierliche Größen Zeit (t) und Strecke (s) werden dabei in diskrete Einheiten von Runden (t) und Felder (s) eingeteilt. Die Simulation erfolgt also Rundenbasiert, um im Schrittverfahren einen Computer nachzuahmen.

Version 0.7 vom 2019-09-09

 Dieses Werk steht unter der Creative Commons Lizenz (CC BY 4.0).

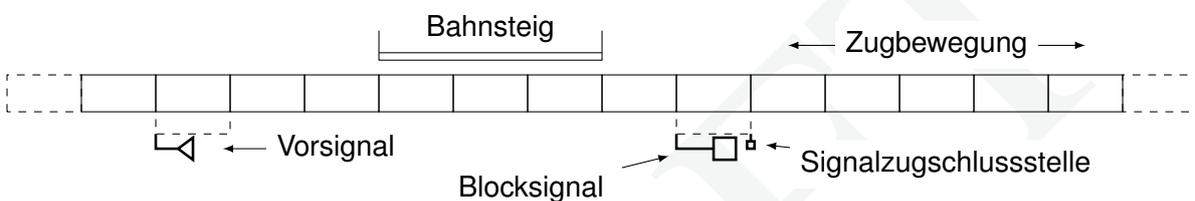
Teil I.
Anleitung

DRAFT

1. Simulation

1.1. Aufbau der Strecke

Die Strecke besteht aus einer beliebigen Anzahl von Feldern. An die Strecke können Signale oder Bahnsteigkanten angeordnet werden.



1.2. Züge

(nur Zugfahrten, keine Rangierfahrten)

1.3. Rundenablauf

Die Simulation erfolgt Rundenbasiert. Jede Runde besteht aus aufeinanderfolgenden Schritten:

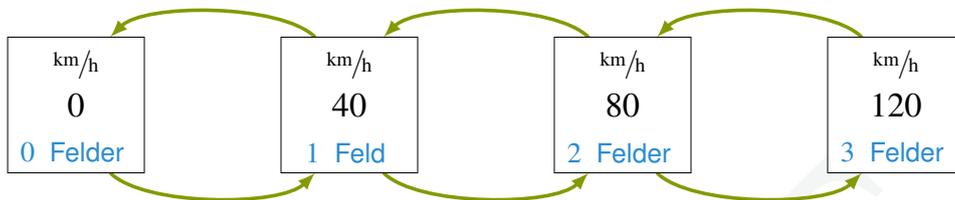
Ablauf pro Runde:

1. Fahrstraßen bilden (optional)
2. Signale auf Fahrt stellen (optional)
3. Schalthebelposition wählen (optional)
4. *alle Züge entsprechend der Schalthebelposition bewegen!*
5. *Haltfall von Signalen ausführen!*
6. Fahrstraßen auflösen (optional)

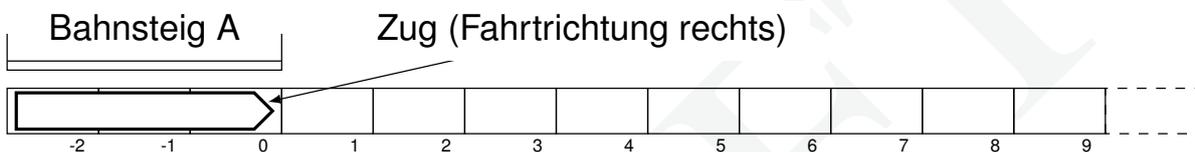
Beim Start des Spiels steht der Zug. Schalthebelposition beginnen bei dem Feld "0". Die unterschiedliche Fahrdynamik von Zügen wird durch unterschiedliche mögliche Schalthebelbewegung abgebildet.

1.4. Beispiel einer simulierten Zugbewegung

Der Schalthebel wird entlang der grünen Pfeile bewegt. Schalthebelpositionen für einen Personenzug:



Ein Zug soll auf folgender Strecke beschleunigen:



Für den Verlauf des Lernspiels beginnen wir mit der ersten Runde und befolgen den Ablauf aus vorherigen Abschnitt *Simulation*. In der ersten Runde steht der Zug aus der Anfangsbedingung. Im Beispiel gibt es keine Signale die eingestellt werden können. Wir können den Schalthebel um eine Position auf 40 km/h nach vorne bewegen. Die Runde ist beendet.

Die zweite Runde beginnt mit dem Ausführen der Bewegung um ein Feld nach rechts. Der Schalthebel kann wieder weiterbewegt werden und die Runde ist damit beendet. Die dritte Runde beginnt mit dem Ausführen der Bewegung um *zwei* Felder nach rechts. Der Schalthebel kann wieder weiterbewegt werden und die Runde ist damit beendet. Und so weiter, bis man auf der Position auf 120 km/h angekommen ist und der Zug sich gleichmäßig mit drei Felder pro Runde weiter bewegt.

Runde	aktuelle Geschwindigkeit	Bewegen um	
0	0 km/h	0 Felder	
1	40 km/h	1 Feld	
2	80 km/h	2 Felder	
3	120 km/h	3 Felder	
4	120 km/h	3 Felder	
etc.			

2. Blockteilung

2.1. Anordnung von Blocken

Das Hauptsignal darf nur Fahrt zeigen, wenn im nachfolgenden Blockabschnitt (von Gleisfreimeldegrenze zu Gleisfreimeldegrenze) kein Zug ist. Das Vorsignal steht im Bremswegabstand vor dem Hauptsignal und spiegelt den Signalbegriff vom Hauptsignal.

	Halt	Fahrt
Hauptsignal		
Vorsignal		

2.2. Beispiel einer Zugfahrt durch einen Block

3. Fahrstraßen

3.1. Anordnung von Fahrstraßen

3.2. Beispiel einer Zugfahrt durch eine Fahrstraße

Teil II.
Aufgaben

DRAFT

1. Erste Stufe

1.1. Einführung Fahrdynamik

Ausgangssituation

Auf einem Gleis soll ein beliebiger Zug verkehren, mit:

- Infrastruktur wie unten abgebildet
- der Zug steht auf Feld 0 in Richtung 39



Aufgabe 1.1

Der Zug steht und hat seinen Schalthebel auf 0 km/h .

- Wenn der Zug maximal beschleunigt, bis zu welchem Feld gelangt er in *neun* Runden?
- Wie viele Runden benötigt man minimal, wenn der Zug an jedem Bahnsteig halten soll?
- Der Zug fährt gerade am Bahnsteig A vorbei und hat seinen Schalthebel auf der maximalen Geschwindigkeit. Wie viele Runden benötigt man, wenn der Zug ohne Halt die Strecke vollständig verlassen soll?

Notiere die Lösungsschritte in einem Protokoll!

1.2. Sicht- und Bremsweg

Ausgangssituation

Unbekannte Strecke mit verschiedenen Sichtverhältnissen:

Sichtverhältnis	Sicht in Feldern
Sehr gut	3
Normal	2
Schlecht	1

Aufgabe 1.2

- Wie schnell kann der Zug bei sehr gutem Sichtverhältnis maximal fahren um vor einem Hindernis rechtzeitig anzuhalten?
- Wie viele Runden benötigt man minimal, um gefahrlos bei normalen Sichtverhältnissen in einem 12 Felder entfernten Bahnhof zu gelangen?
- Wie viele Felder weit müsste man sehen können, um 160 km/h fahren zu können?

2. Zweite Stufe

2.1. Blockteilung

Ausgangssituation

Auf einer Strecke sollen mit Blocklogik verschiedene Züge verkehren können! Dafür wird benötigt:

- eine beliebig lange Strecke
- 3 vollständige Blöcke mit Vorsignal, Hauptsignal und Signalzugschlussstelle.
- mindestens ein Zug

Aufgabe 2.1

- Platziere die Vorsignale, Hauptsignale und Signalzugschlussstelle so, dass 160 km/h gefahren werden kann und schlechte Sichtverhältnisse nicht zur Beeinträchtigung führt!
- Wie viele Runden dauert die vollständige Sperrzeit für die Fahrt durch einen Block (Sichtzeit, Annäherungszeit, Fahrzeit im Block, Räumzeit)?

2.2. Verkehrsfluss

Ausgangssituation

Auf einer Strecke sollen mit Blocklogik verschiedene Züge verkehren! Dafür wird benötigt:

- zwei Züge mit verschiedener Fahrdynamik
- die Strecke aus Abschnitt 2.1

Am Anfang der Strecke brechen Züge ein; am Ende der Strecke brechen Züge aus. Die Infrastruktur vor und nach der Strecke wird vernachlässigt.

Aufgabe 2.2

- a) Wie viele Runden werden benötigt vom Einbruch des ersten Zuges bis zum verlassen des zweiten Zuges, wenn beide Züge behinderungsfrei fahren sollen und der *schnelle* vor dem *langsamen* Zug fährt?
- b) Wie viele Runden werden benötigt vom Einbruch des ersten Zuges bis zum verlassen des zweiten Zuges, wenn beide Züge behinderungsfrei fahren sollen und der *langsame* vor dem *schnellen* Zug fährt?

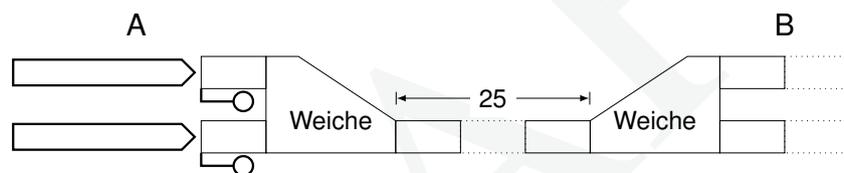
3. Dritte Stufe

3.1. Fahrstraßenverschluss und -festlegung

Ausgangssituation

Die Zugfolge zwischen zwei Bahnhöfen mit Weichen soll betrachtet werden! Dafür wird benötigt:

- Infrastruktur wie unten abgebildet mit mindestens *zwei* vollständigen Blöcke
- zwei Züge mit verschiedener Fahrdynamik im Bahnhof A



Die Weichen dürfen im abzweigenden Strang jeweils nur mit 80 km/h befahren werden. Im durchgehenden Strang ist die Geschwindigkeit nicht begrenzt.

Aufgabe 3.1

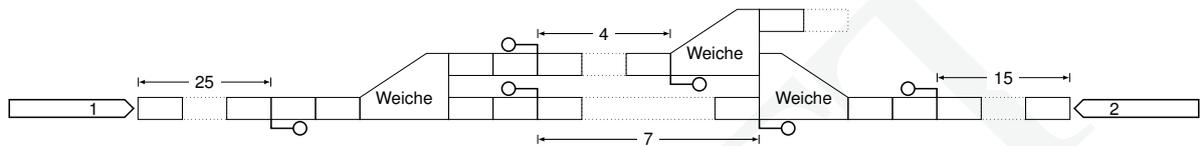
- Ergänze die Infrastruktur mit Vorsignalen, Blocksignalen, Fahrstraßensignalen, Signalzugschlussstellen und Fahrstraßenzugschlussstellen!
- Wähle den Zug aus, der als erster abfahren soll und begründe!
- Wie viele Runden dauert es bis der zweite Zug abfahren kann?
- Wie viele Runden dauert es bis beide Züge (Summe der Runden von Zug 1 und Zug 2) im Zielbahnhof angekommen sind?

3.2. Durchrutschweg

Ausgangssituation

In einem Bahnhof sollen sich zwei Züge kreuzen! Dafür wird benötigt:

- Infrastruktur wie unten abgebildet
- zwei Züge mit verschiedener Fahrdynamik in Fahrt mit maximaler Geschwindigkeit
- Zug 1 fährt ohne Halt durch; Zug 2 hat einen Verkehrshalt von 2 Runden im Bahnhof



Die Weichen dürfen im abzweigenden Strang mit 80 km/h befahren werden. Der Durchrutschweg beträgt 2 Felder.

Aufgabe 3.2

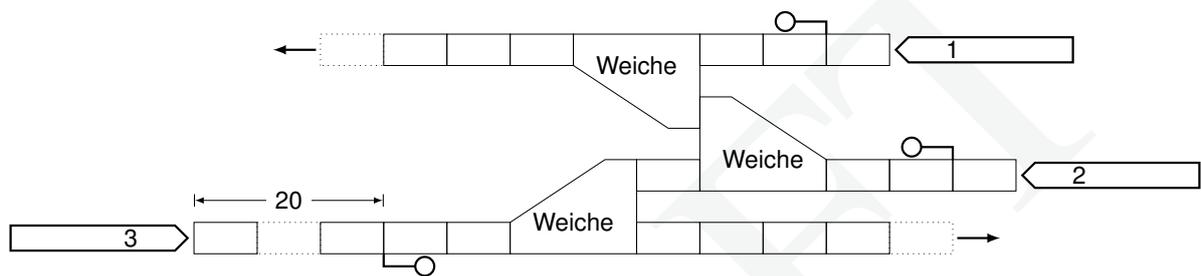
- Ergänze die Infrastruktur mit Vorsignalen, Signalzugschlussstellen und Fahrstraßenzugschlussstellen!
- Entscheide begründet welcher Zug auf welches Gleis fahren soll. Welche Probleme können auftreten?
- Nach wie viel Runden ist Zug 2 im Bahnhof zum stehen gekommen?
- Nach wie viel Runden hat Zug 1 den Bahnhof vollständig verlassen?
- Fertige vom Bahnhof einen Verschlussplan an!

3.3. Zwieschutzweiche

Ausgangssituation

In einem Bahnhof mit Zwieschutzweiche begegenen sich Züge. Dafür wird benötigt:

- Infrastruktur wie unten abgebildet (Rechtsfahrbetrieb)
- drei Züge: Zug 1 und 2 stehen; Zug 3 fährt mit maximaler Geschwindigkeit



Aufgabe 3.3

- a) Sichere die Ausfahrstraße für Zug 1!
- b) Sichere die Einfahrstraße für Zug 3!
- c) Sichere die Fahrstraße für Zug 2, nachdem Zug 1 ausgefahren ist. Welches Problem tritt auf? Wie kann es gelöst werden?

Versionshistorie

Version	Datum	Autor(en)	Änderungen
0.1	2018-04-17	MS, FN, LG	Ersten Prototyp mit Fahrdynamik erstellt
0.2	2018-05-15	MS, LG	Lehrspiel mit Blocklogik erweitert
0.3	2018-09-03	MS	Handbuch erstellt
0.3.1	2018-10-17	MS	Handbuch mit neutralem Design
0.4	2018-11-16	MS, LE, SZ	Übersetzung ins Englische
0.5	2019-03-29	MS	Kleinere Verbesserungen und Bastelbögen
0.5.1	2019-03-29	MS	Anpassung der Streckenlänge und Aufgaben
0.6	2019-05-20	MS	Fahrstraßen und Fahrstraßenverschluss hinzugefügt
0.6.1	2019-08-26	MS, LP	Aufgaben für Fahrstraßen erweitert
0.7	2019-09-09	MS, LP	Spielmechanik und Aufgaben mit Abbildungen überarbeitet

Felix Nebel (FN), Laura Enders (LE), Lukas Gruber (LG), Leonhard Pelster (LP), Martin Scheidt (MS), Stephan Zieger (SZ)