

Bachelorarbeit

**Vergleich von regelmäßigen,
randomisierten und bedarfsorientierten
Abfahrtsplänen von Zügen im Kontext einer
Verkehrssimulation**

**Comparison of regular, randomized, and on-demand train departure
schedules in the context of a traffic simulation**

Christian J. Raue

Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam

17. Juni 2023

Bachelorarbeit

**Vergleich von regelmäßigen,
randomisierten und bedarfsorientierten
Abfahrtsplänen von Zügen im Kontext einer
Verkehrssimulation**

**Comparison of regular, randomized, and on-demand train departure
schedules in the context of a traffic simulation**

von
Christian J. Raue

Betreuung

Prof. Dr. Andreas Polze, Arne Boockmeyer, Lukas Pirl
Professur für Betriebssysteme und Middleware

Henry Huebler, Götz Gassauer
DB Systel GmbH

Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam

17. Juni 2023

Zusammenfassung

TESTTESTTEST Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Strukturwandel in der Lausitz	2
1.2	Das Schienennetz der LEAG	3
1.3	FlexiDug - Gemeinsam Nutzung durch Personen- und Güterzüge	4
1.4	Das Softwareprojekt und die Interaktion im Team	5
2	Grundlagen	7
2.1	Fahrpläne	8
2.2	Abfahrtspläne	9
2.3	Design Patterns	10
2.3.1	Strategy Pattern	10
2.3.2	Template Method	10
2.3.3	Observer Pattern	10
2.3.4	Mediator Pattern	10
2.3.5	Visitor Pattern und Double Dispatch	10
2.3.6	Factory Method	10
2.4	Object-Relational-Mapping	11
3	Hauptteil	13
3.1	Die Berechnung des Kohlebedarfs	14
3.2	Architekturdiskussion	15
3.2.1	Die Datenbank	15
3.2.2	Der Spawner	15
3.2.3	Die Konfiguration des Spawners	15
3.2.4	Der Eventbus	15
3.3	Implementierungsdetails	16
3.4	Simulationsergebnisse	17
4	Schlussbetrachtung	19
4.1	Architekturübersicht	20
4.2	Ergebnisdiskussion	21
4.3	Ausblick	22
A	Anhang	23
	Literaturverzeichnis	23

1 Einleitung

1.1 Strukturwandel in der Lausitz

Die Lausitz, eine Region in Südbrandenburg, steht vor in naher Zukunft vor tiefgreifenden Veränderungen. Einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren in der Region ist der Abbau von Braunkohle durch die LEAG AG in mehreren Tagebauen. Braunkohle ist ein wichtiger Energieträger für die Strom- und Fernwärmeproduktion in der Lausitz. Im Rahmen der Energiewende soll jedoch die Energieproduktion aus Braunkohle bis zum Jahr 2038 zugunsten von erneuerbaren Energiequellen vollständig eingestellt werden. Dies wird die Region (und auch ganz Deutschland) vor eine Vielzahl von finanziellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen stellen. Es müssen neue Wirtschaftskonzepte für die Region entwickelt werden, um diesen Strukturwandel zu bewältigen. Dazu zählt zum einen eine Alternative für den Bergbau zu finden, um den vorhandenen Arbeitnehmern weiterhin Arbeitsplätze zur Verfügung stellen zu können. Die Region möchte weiterhin den Tourismus stark ausbauen durch Nachnutzung der entstehenden Flächen als Erholungsgebiet. Um das erreichen zu können ist es notwendig, die Tagebaulandschaft zu renaturieren und die notwendigen Flächen und Infrastrukturen zu erschließen. Dieser Strukturwandel stellt für die Lausitz den größten Wandel seit dem Strukturbruch im Jahr 1990 im Rahmen der Wiedervereinigung dar.

Es ist daher notwendig, die entsprechenden Maßnahmen ausreichend zu planen und mit den jeweiligen Interessenvertretern abzustimmen. Mit einem Teil dieser Planung beschäftigt sich das Projekt FlexiDug. Es erkundet Nachnutzungsmöglichkeiten der Schieneninfrastruktur, welche bisher ausschließlich dem Transport der Braunkohle diente und aktuell in privater Hand liegt.

1.2 Das Schienennetz der LEAG

Essentiell für den Betrieb der Kraftwerke ist die regelmäßige und zuverlässige Belieferung mit Braunkohle. Zu diesem Zweck betreibt die LEAG ein Schienennetz von 391 Kilometern Länge. Es verbindet die Tagebaue Jänschwalde, Welzow-Süd, Nochten und Reichwalde mit den Braunkohlekraftwerken Jänschwalde, Boxberg und Schwarze Pumpe. Außerdem ist der Kohleveredlungsbetrieb in Schwarze Pumpe angeschlossen. Gleichzeitig fahren bis zu 25 Kohlezüge auf dem Netz. Sie dienen nicht nur allein dem Transport der Kohle. Ebenso befördern sie die Abfallprodukte der Kohleverstromung, Asche und Gips. Mit ca. 1600 Tonnen pro Zug erreichen sie eine Maximalgeschwindigkeit von 50 km/h und einen Bremsweg von 400 Metern. Zum Fuhrpark gehören 61 E-Loks und 14 Diesel-Loks.

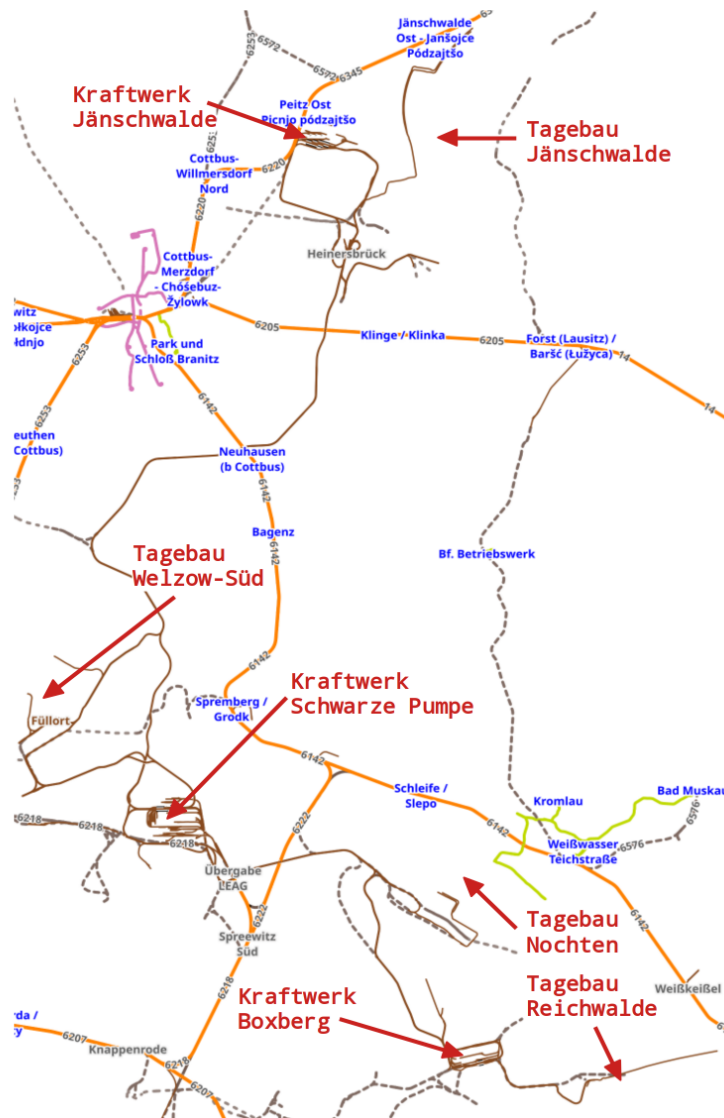


Abbildung 1.1: LEAG Netz

1.3 FlexiDug - Gemeinsam Nutzung durch Personen- und Güterzüge

1.4 Das Softwareprojekt und die Interaktion im Team

2 Grundlagen

2.1 Fahrpläne

2.2 Abfahrtspläne

2.3 Design Patterns

2.3.1 Strategy Pattern

2.3.2 Template Method

2.3.3 Observer Pattern

2.3.4 Mediator Pattern

2.3.5 Visitor Pattern und Double Dispatch

2.3.6 Factory Method

2.4 Object-Relational-Mapping

3 Hauptteil

3.1 Die Berechnung des Kohlebedarfs

3.2 Architekturdiskussion

3.2.1 Die Datenbank

3.2.2 Der Spawner

3.2.3 Die Konfiguration des Spawners

3.2.4 Der Eventbus

3.3 Implementierungsdetails

3.4 Simulationsergebnisse

4 Schlussbetrachtung

4.1 Architekturübersicht

4.2 Ergebnisdiskussion

4.3 Ausblick

A Anhang

Eins (ohne extra Eintrag im Inhaltsverzeichnis)

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

Zwei (ohne extra Eintrag im Inhaltsverzeichnis)

Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua.

Drei (ohne extra Eintrag im Inhaltsverzeichnis)

At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Vier (ohne extra Eintrag im Inhaltsverzeichnis)

Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass meine Bachelorarbeit „Vergleich von regelmäßigen, randomisierten und bedarfsorientierten Abfahrtsplänen von Zügen im Kontext einer Verkehrssimulation“ („Comparison of regular, randomized, and on-demand train departure schedules in the context of a traffic simulation“) selbständig verfasst wurde und dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt wurden. Diese Aussage trifft auch für alle Implementierungen und Dokumentationen im Rahmen dieses Projektes zu.

Potsdam, den 17. Juni 2023,

(Christian J. Raue)