



# Fallstudie Smart Traffic

**Kim De Souza, Sebastian Thmmel**

---

**Vorwort** Die vorliegende Ausarbeitung behandelt eine Fallstudie über Complex Event Processing im Kontext von Smart Traffic im Rahmen der MSI-Veranstaltung *Data Analytics*.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Motivation</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Fallstudie</b>	<b>3</b>
3.1	Verwendete Technologien . . . . .	3
3.2	Beschreibung der Ausgangslage . . . . .	3
3.3	Unfall an Kreuzung K2 . . . . .	4
3.4	Geschlossene Bahnschranke . . . . .	4
3.5	Erhöhte Stickstoffbelastung an Kreuzung K2 . . . . .	4
3.6	Überhöhtes Verkehrsaufkommen an Straße S1 . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Real World Smart Traffic</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>7</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>8</b>

# 1 Einleitung

Diese Ausarbeitung befasst sich mit dem Thema Smart Traffic. Im Modul Data Analytics des Masterstudiengangs Informatik an der HTWG sollen Möglichkeiten und Einsatzgebiete für das Complex Event Processing (CEP) erarbeitet werden. Der Begriff *Smart Traffic* bezeichnet dabei eine ereignisbasierte Mustererkennung im Straßenverkehr. Anhand einer Fallstudie werden in dieser Arbeit Szenarien für eine intelligente Steuerung des Verkehrs aufgezeigt. Abb. 1 zeigt die Visualisierung eines Straßenausschnitts, welchen wir für die Veranschaulichung der Smart Traffic Fallstudie verwenden. In diesem Verkehrskontext können nun fiktive Datenströme erzeugt werden, um bestimmte Verkehrssituationen zu simulieren. Eine Implementierung der CEP Engine ESPER erlaubt uns die Erkennung und Verarbeitung von Verkehrsszenarien. Wir generieren Datenströme, welche beispielsweise einen lokalen Unfall repräsentieren und benutzen die Mustererkennung in ESPER, um eine kluge (englisch smart) Umleitung des Verkehrs anzustoßen. Mit Hilfe einer WebUI können verschiedene Kombinationen von Verkehrsereignissen in unsere SMART Traffic Applikation kommuniziert werden.

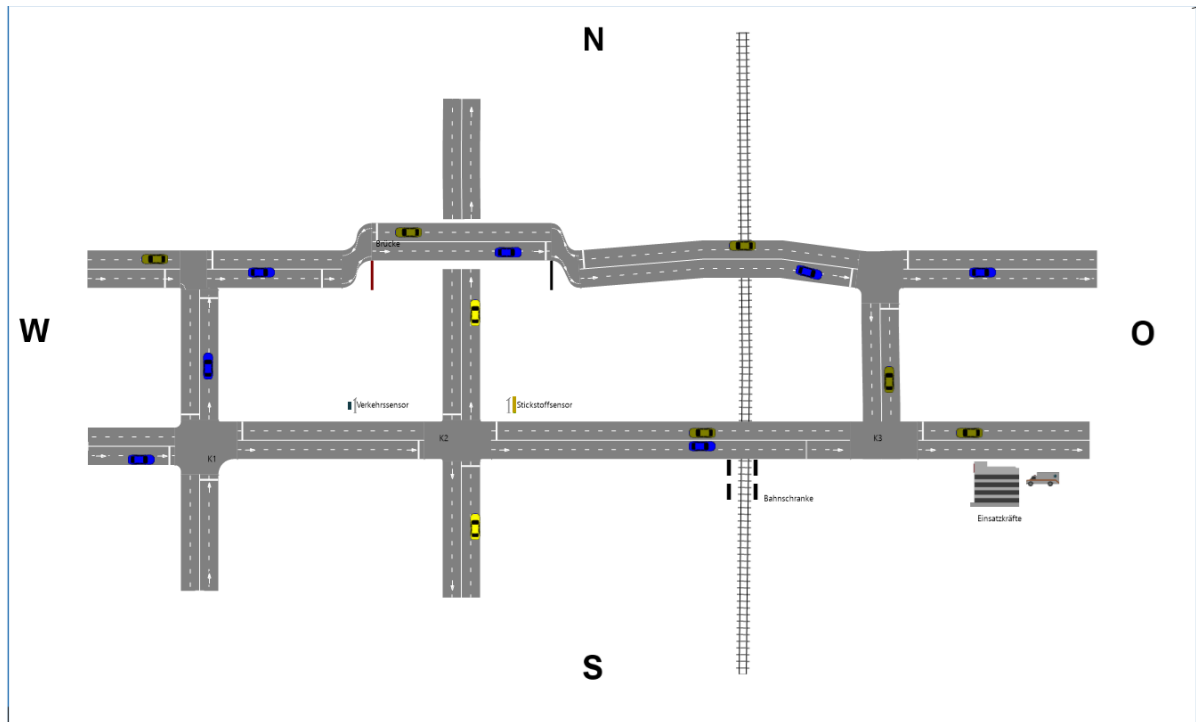


Abbildung 1: Straßenausschnitt der Fallstudie

## 2 Motivation

Im heutigen Zeitalter lassen sich in allen Bereichen des Lebens situationsbezogene Daten gewinnen. Hinter dem Schlagwort Big Data verbirgt sich die Idee aus gesammelten Daten Schlüsse zu ziehen. Im Allgemeinen entsteht daraus ein Potential verschiedenste Situationen besser einzuordnen. Es lassen sich komplexe Zusammenhänge analysieren und effiziente Herangehensweisen entwickeln. Ansätze des Maschinellen Lernens, des Autonomen Fahrens oder auch Vorhersagen von Aktienkursen und des Wetters basieren auf Erkenntnissen historisch erhobener Datenmengen. Es dreht sich alles um die Frage, welche Zusammenhänge und Muster zu welchen Aktionen und Interaktionen führen. Ein Paradebeispiel aus dem Alltag findet man im Straßenverkehr. Unter dem Begriff *Smart Traffic* versteht man eine intelligente Vernetzung von Verkehrsteilnehmern und Verkehrskomponenten wie beispielsweise Ampelschaltungen an Kreuzungen. Mithilfe von Echtzeit Datenerhebungen zur Verkehrsdichte, Umweltfaktoren oder speziellen Ereignissen, wie einem Unfall, sollen Verkehrsflüsse gesteuert und umgeleitet werden. Der Dateninput entsteht durch Sensoren an Straßenrändern oder durch interagierende Systeme in den Autos, welche zum Beispiel die Information über die Position und das Ziel der Verkehrsteilnehmer kommunizieren. Die verschiedenen Informationen werden zentral an einer Stelle zusammengeführt und analysiert. Aus historisch gewonnen Erkenntnissen zum Verkehrsverhalten bei Staus, Umweltbelastungen oder Unfällen lassen sich nun effiziente Reaktionen auf solche Szenarien anstoßen. Mit der Ereignisverarbeitung ist es dann möglich Verkehrsströme umzuleiten, in dem Ampeln verkehrsgerecht umgeschaltet werden und die Zielführung der Teilnehmer angepasst wird. Ziel ist ein intelligentes Netz zur optimalen Steuerung des Verkehrsaufkommens in bestimmten Zonen. Eine Echtzeit-Ereignisverarbeitung für einen flüssigen Verkehrsstrom bietet dabei nicht nur den Verkehrsteilnehmern einen großen Vorteil. Im Falle eines Unfalls kann die Umleitung des Verkehrs eine verbesserte Versorgung durch die Einsatzkräfte sichergestellt werden. Ein aktuelles Thema in der Politik Deutschlands ist die Umweltverschmutzung durch ein zu hohes Verkehrsaufkommen. Besonders in Stuttgart kommt es regelmäßig zu sogenannten Feinstaubalarmen. Mit Sensoren am Fahrbahnrand in den beeinträchtigten Regionen lässt sich die Umweltbelastung detektieren. Bei einem erhöhten Schadstoffgehalt in der Luft ist eine Umleitung des Verkehrs ebenfalls eine geeignete Maßnahme. Von einer solchen Steuerung profitiert die gesamte (einheimische) Gesellschaft. Smart Traffic umreißt also einen spannenden Ansatz mit vielen Facetten zur Verbesserung der Gesamtsituation im Straßenverkehr und der Umwelt. Die Idee beruht im Grunde darauf mit Hilfe einer Mustererkennung verschiedene Szenarien im Straßenverkehr zu identifizieren und eine automatisierte, sowie optimale Reaktion anzustoßen. In dieser Arbeit wird die Umsetzung eines fiktiven, aber realitätsnahen, Fallbeispiels für eine ereignisbasierte Verkehrssteuerung beschrieben.

## 3 Fallstudie

In diesem Kapitel erfolgt die Beschreibung der technischen Realisierung dieser Fallstudie. Dabei werden die verwendeten Technologien als auch die eintretenden Szenarien und deren Verarbeitung beschrieben.

### 3.1 Verwendete Technologien

Damit die Fallstudie in einer angemessenen Art präsentiert werden kann, erfolgt die Realisierung des Projekts als Web-Applikation. Dafür wird mit *Spring-Boot* ein quelloffenes Java-Framework verwendet. Darin enthaltene Komponenten wie *SpringMVC* und der Applikation-Server *Tomcat* ermöglichen eine konfigurationsarme Erstellung der Webanwendung. Die Webanwendung besteht im Wesentlichen aus einer serverseitigen (Backend) und einer clientseitigen (Frontend) Komponente. Das Backend folgt dem Architekturmuster Model-View-Controller. Die Controller-Klassen enthalten REST-Schnittstellen, durch die es möglich ist, einzelne Events zu senden und diese durch eine Complex Event Processing - Engine zu verarbeiten. Das Frontend wird durch Verwendung der *Java Server Pages* - Technologie (JSP) in Kombination mit der *Java Standard Tag Library* (JSTL) umgesetzt. Diese ermöglicht die Visualisierung des aktuellen Zustands des Straßenausschnitts, die Steuerung von Eventströmen und das Auslösen einzelner Events. Die Kommunikation zwischen Front- und Backend erfolgt durch den Einsatz von *Asynchronous JavaScript and XML* (AJAX) statt.

Als Complex Event Processing - Engine wird *Esper* verwendet. Esper ermöglicht die schnelle Verarbeitung großer Mengen eingehender Nachrichten und ist somit sehr gut für die Verwendung in Smart Traffic Szenarien geeignet.

### 3.2 Beschreibung der Ausgangslage

Das Szenario dieser Fallstudie beschreibt den fiktiven Kartenausschnitt aus Abb.4. Dieser Ausschnitt besteht aus den drei Kreuzungen K1, K2 und K3, einer Nord-Süd-Achse S3 und einer West-Ost-Achse S1 als Hauptverkehrsstraßen sowie einer Bahnlinie mit Bahnübergang an der West-Ost-Achse. Die Verkehrsteilnehmer sind autonom fahrende (Einsatz-)Fahrzeuge, deren Fahrtrichtung durch Pfeile in den Tabellen auf Abb.4 dargestellt werden. Als Ausweichrouten können die parallel verlaufende nördliche Straße S2 sowie die westlich von der S3 verlaufende S4 befahren werden. Diese werden verwendet, wenn es die Verkehrslage durch eines oder mehrere der möglichen nachfolgend aufgelisteten Szenarien erfordert.

- Unfall an Kreuzung K2
- Geschlossene Bahmschranke

- Erhöhte Stickstoffbelastung an Kreuzung K2
- Überhöhtes Verkehrsaufkommen an Straße S1

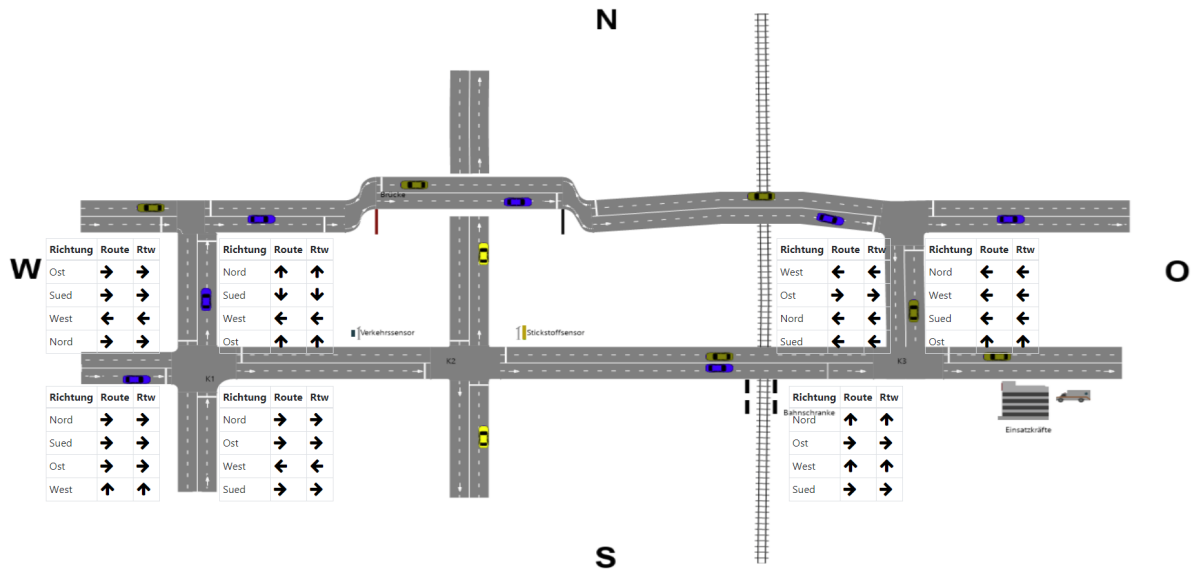


Abbildung 2: Straßenausschnitt mit Anzeige der Fahrrichtung

### 3.3 Unfall an Kreuzung K2

### 3.4 Geschlossene Bahnschranke

### 3.5 Erhöhte Stickstoffbelastung an Kreuzung K2

### 3.6 Überhöhtes Verkehrsaufkommen an Straße S1

## 4 Real World Smart Traffic

Die Umweltbelastungen durch Treibhausgase ist im vergangenen Jahrhundert auf ein bedrohliches Maß für unseren Klima angewachsen. Die Auswirkungen werden in der Weltgesellschaft gerne mit dem Schlagwort der Erderwärmung beschrieben. Im Jahre 2002 hat die EU das Kyoto-Protokoll ratifiziert, Bis zum Jahr 2030 sollen sich die Treibhausgas-Emissionen um 40% gegenüber dem Jahr 1990 verringern.

- Pariser Klimakonferenz 2015 / 195 Staaten globale Staatengemeinschaft / gleiches Ziel
- Ziel: Globale Erwärmung auf unter 2 Grad Celsius / vorindustrielles Niveau
- Leitbild für deutsche Klimaschutzpolitik der Bundesregierung
- Treibhausgaseffekte in Deutschland

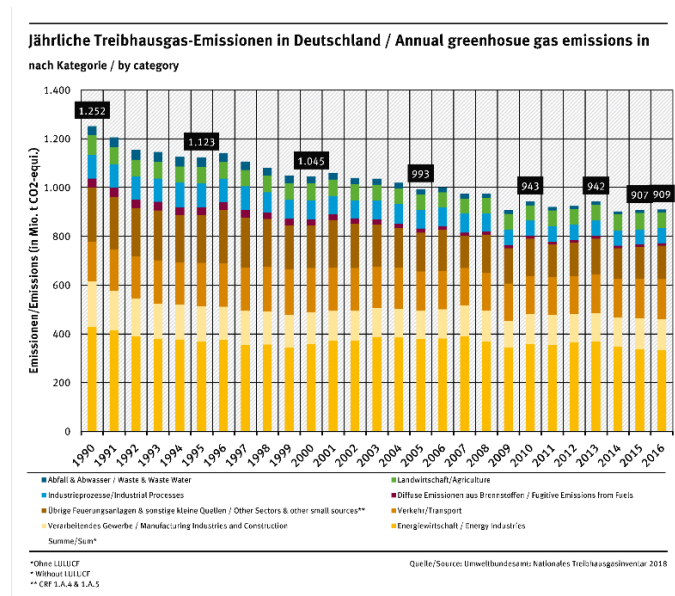


Abbildung 3: Entwicklung der jährlichen Treibhausemissionen in Deutschland

- allein der technische Fortschritte in Motorentechnik reicht nicht aus -; immer mehr Autos

Seit Jahren wird ein Anstieg des Verkaufsaufkommens auf deutschen Straßen verzeichnet. Unterstützt wird diese Feststellung durch die steigende Anzahl der in Deutschland angemeldeten Pkw. Laut dem Statistikinstitut „statista“ hat sich die Zahl gemeldeter Fahrzeuge seit 1960 von knapp 4,5 Millionen auf heute 46 Millionen erhöht [1]. Die Jahresbilanz 2018 des Kraftfahrtbundesamt weißt 63,7 Millionen zugelassene Fahrzeuge aus [2].



- speziell durch Transportmittel, welche mit Verbrennungsmotoren angetrieben ein Problem

[QUELLE: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/emissionsquellen>]

- Einsparpotential im Verkehr mit über 40% bewertet

**Klimaschutzplan 2050: Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder**

	1990	2014	2030	
	in Mio t CO <sub>2</sub> -Äquivalent	in Mio t CO <sub>2</sub> -Äquivalent	in Mio t CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Minderung in Prozent gegenüber 1990
<b>Handlungsfelder</b>				
Energiewirtschaft	466	358	175 bis 183	62 bis 61
Gebäude	209	119	70 bis 72	67 bis 66
Verkehr	163	160	95 bis 98	42 bis 40
Industrie	283	181	140 bis 143	51 bis 49
Landwirtschaft	88	72	58 bis 61	34 bis 31
<b>Teilsomme</b>	<b>1209</b>	<b>890</b>	<b>538 bis 557</b>	<b>56 bis 54</b>
Sonstige	39	12	5	87
<b>Gesamtsumme</b>	<b>1248</b>	<b>902</b>	<b>543 bis 562</b>	<b>56 bis 55</b>

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015) - Klimaschutzplan 2050. Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung

Abbildung 4: Klimaschutzplan 2050

[QUELLE: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/klimaschutzziele-deutschlands>]

4) Santander in Spanien – Vorzeigestadt – 20 000 Sensoren

<https://www.wiwo.de/adv/telekom-digitalisierung/insights/smart-city-wettrennen-um-die-stadt-der-zukunft/19313878.html>

- Probleme/Hindernisse 1) Kostenpunkt 2) Datenschutz/Rechtliches -¿ Missbrauch 3) Angreifbar -¿ Sicherheitsrisiko

## 5 Fazit

- Viele verschiedene Ansätze in der Realen Welt - Weltweite Konzepte (<https://de.statista.com/statistik/staedten-veroeffentlichte-smart-city-strategien-weltweit/>) - Enormes Einsparpotenzial - Viele Vorteile in Bezug auf Innovation, Entwicklung, Gesellschaft, Umwelt - Kritik und Unsicherheit

**Abbildungsverzeichnis**

1	Straßenausschnitt der Fallstudie . . . . .	1
2	Straßenausschnitt mit Anzeige der Fahrrichtung . . . . .	4
3	Entwicklung der jährlichen Treibhausemissionen in Deutschland . . . . .	5
4	Klimaschutzplan 2050 . . . . .	6