

# **Verkehrssimulation - Projekt 1 Team Q1**

Projektmanagement,  
Anforderungsdokumentation

Marko Bublic, Informatikstudent, Berner Fachhochschule

[bublm1@bfh.ch](mailto:bublm1@bfh.ch)

Timo Bürk, Informatikstudent, Berner Fachhochschule

[burkt4@bfh.ch](mailto:burkt4@bfh.ch)

Reto Stähli, Informatikstudent, Berner Fachhochschule

[stahr2@bfh.ch](mailto:stahr2@bfh.ch)

**Auftraggeber** Peter Schwab  
**Projektleiter** Marko Bublic  
**Autor** Marko Bublic (bublm1), Timo Bürk (burkt4), Reto Stähli (stahr2)  
**Klassifizierung** Intern  
**Status** In Arbeit

## Änderungsverzeichnis

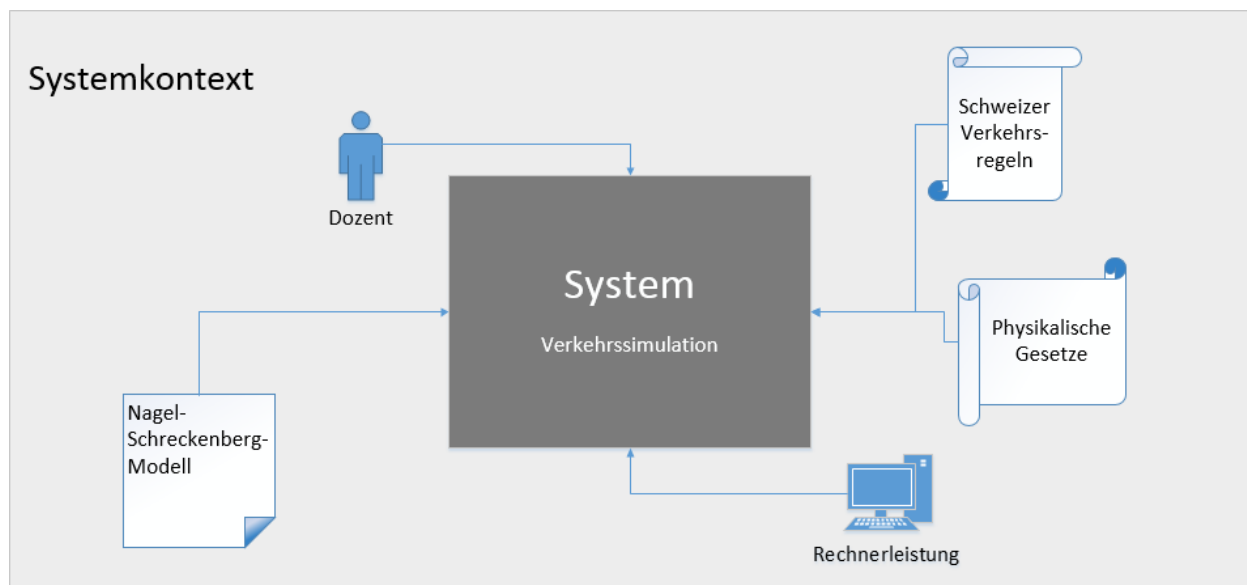
Datum	Version	Änderung	Autor
08.10.2014	0.1.0	Haupt- und Teilziele und Systemkontext	bublm1, burkt4, stahr2
13.10.2014	0.1.1	Änderungen gemäss Feedback	stahr2
22.10.2014	0.2.0	Erste Skizzierungen für Anforderungen	bublm1
28.11.2014	0.3.0	Erfassen der funktionalen Anforderungen 01.01.00.00 -02.02.02.00	burkt4
30.11.2014	0.3.1	Erfassen der nicht funktionalen Anforderungen und Randbedingungen 03.01.00.00 -05.01.00.00	burkt4
03.12.2014	0.4.0	Glossar erstellt	bublm1, burkt4, stahr2

## Inhaltsverzeichnis

1	Hauptziel.....	1
2	Teilziele.....	1
3	Anforderungen .....	2
3.1	Legende .....	2
3.2	Funktionale Anforderungen .....	2
3.3	Nichtfunktionale Anforderungen: .....	5
3.4	Randbedingungen: .....	6
4	Glossar .....	7

# 1 Hauptziel

**Das Ziel dieses Projekts ist es, eine Möglichkeit zu bieten, die Entstehung von Verkehrsstaus auf der Schweizer Autobahn zu analysieren, indem die hauptverantwortlichen Faktoren identifiziert werden und somit Lösungsansätze für aktuelle Problemabschnitte (wie der Gubrischtunnel oder das Limmattalerkreuz) aufzuzeigen.**



## 2 Teilziele

1. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 ein neuer Algorithmus entsteht, der den Verkehr auf mehrspurigen Autobahnen und unter Berücksichtigung der Schweizer Verkehrsregeln realitätsnahe, aber unfallfrei simuliert.
2. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 das Programm die Möglichkeit bietet Verkehrsabschnitte der Schweizer Autobahn im Simulationsmodell nachzubilden.
3. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 der Verkehr mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen, sowie mit verschiedenen Lenkerstereotypen, welche sich in ihren Eigenschaften und Verhalten unterscheiden, simuliert wird.
4. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 mit der Simulation die Messwerte Verkehrsdichte oder Verkehrsfluss erfasst werden können, damit die Simulation nicht nur visuell, sondern auch anhand dieser Messwerte ausgewertet werden kann.

### 3 Anforderungen

#### 3.1 Legende

- P=Priorität
- V= Variabilität
- K= Komplexität
- R= Risiko
- Hoher Zahlenwert = Hohe Ausprägung

#### 3.2 Funktionale Anforderungen

Nr.	Kurzbezeichnung	Status	P	V	K	R	Quelle	Datum	Ziele
1	Simulationsalgorithmus erstellen								
1.1	Unfallfreies Fahren innerhalb einer Spur	geplant	3	2	1	1	Gespräch mit P.Schwab	01.10.2014	1
1.2	Richtiges Verhalten bei Spurwechsel	geplant	3	3	3	3	Gespräch mit P.Schwab	22.10.2014	1
2	Beschaffenheit der Strecke								
2.1	Einstellen der Streckenstruktur	geplant	2	2	2	2	Gespräch mit P.Schwab	19.11.2014	2
2.2	Verwalten von Spezialabschnitten	geplant	2	3	3	3	Gespräch mit P.Schwab	19.11.2014	2

01.00.00.00	Simulationsalgorithmus erstellen	P	V	K	R
-------------	----------------------------------	---	---	---	---

01.01.00.00 Unfallfreies Fahren innerhalb einer Spur P 3 V 2 K 1 R 1

Das System muss die Geschwindigkeiten der simulierten Fahrzeuge innerhalb einer Spur und unter Berücksichtigung des nächsten Fahrzeugs berechnen, damit keine Auffahrunfälle entstehen.

**01.02.00.00 Richtiges Verhalten bei Spurwechsel****P 3 V 3 K 3 R 3**

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Spurwechsel durchgeführt werden soll. Anschliessend muss das System entscheiden, ob ein Spurwechsel möglich ist.

**01.02.01.00 Spurwechsel auf linke Spur****P 3 V 2 K 2 R 2**

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Überholungsmanöver nötig und möglich ist. Das Fahrzeug soll nur ein Überholmanöver starten, wenn dadurch eine grössere Geschwindigkeit erreicht werden kann. Beim Überholmanöver muss darauf geachtet werden, dass genügend Platz vorhanden ist. Das heisst:

- Es hat auf der Überholspur eine Lücke in welches das überholende Fahrzeug passt, so dass auch der Mindestabstand nach vorne und hinten berücksichtigt wird.
- Es muss beim Überholen darauf geachtet werden, dass das Fahrzeug, welches sich nach dem Überholmanöver hinter dem überholenden Fahrzeug befindet, genügend Platz hat, um seine Geschwindigkeit zu halten.

**01.02.02.00 Spurwechsel auf rechte Spur****P 3 V 2 K 2 R 2**

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Spurwechsel nach rechts nötig und möglich ist. Das Fahrzeug soll nur auf die rechte Spur wechseln, wenn es seine momentane Geschwindigkeit auch auf der rechten Spur für die nächsten zwei Schritte halten kann. Beim Spurwechsel muss darauf geachtet werden, dass genügend Platz vorhanden ist. Das heisst:

- Es hat auf der Überholspur eine Lücke in welches das spurwechselnde Fahrzeug passt, so dass auch der Mindestabstand nach vorne und hinten berücksichtigt wird.
- Es muss beim Überholen darauf geachtet werden, dass das Fahrzeug, welches sich nach dem Überholmanöver hinter dem spurwechselnden Fahrzeug befindet, genügend Platz hat, um seine Geschwindigkeit zu halten.

**01.02.03.00 Verhindern von Unfällen bei Spurwechselkonflikten****P 2 V 2 K 2 R 2**

Das System muss Spurwechselkonflikte erkennen und Auflösen. Ein Spurwechselkonflikt entsteht dann, wenn zwei oder mehr Fahrzeuge gleichzeitig die Spur wechseln wollen und somit den gleichen Platz auf der Ziel-Spur einnehmen würden. Das System muss diese Konflikte so auflösen, dass Fahrzeuge, welche auf die rechte Spur wechseln, immer Vortritt haben und dass nach der Auflösung des Konflikts mindestens eines der beteiligten Fahrzeuge die Spur wechseln darf. Die übrigen Fahrzeuge behalten ihre jetzige Spur und fahren normal weiter.

02.00.00.00	<b>Beschaffenheit der Strecke</b>	P	V	K	R
02.01.00.00	<b>Einstellen der Streckenstruktur</b>	P 2	V 2	K 2	R 2
<p>Das System muss die Möglichkeit bieten die Struktur der simulierten Autobahnstrecke anzupassen. Folgende Elemente sollen verändert bzw. hinzugefügt werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Anzahl der Spuren muss eingestellt werden können</li> <li>• Es müssen Ein- und Ausfahrten auf die Autobahn eingefügt werden können</li> <li>• Es müssen Baustellen und sonstige Spurverengungen eingefügt werden können.</li> </ul>					
02.02.00.00	<b>Verwalten von Spezialabschnitten</b>	P 2	V 3	K 3	R 3
<p>Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte zu definieren. Mithilfe dieser Abschnitte müssen Eigenschaften wie maximal erlaubte Höchstgeschwindigkeit und Überholverbote auf einem gewünschten Bereich definiert werden können, welche nur für diesen Bereich gelten. Ausserdem müssen Abschnitte definiert werden können mit denen sich Verkehrsdichte und Verkehrsfluss auf diesem Abschnitt messen lassen.</p>					
02.02.01.00	<b>Spezialabschnitten für Streckeneigenschaften</b>	P 2	V 2	K 1	R 2
<p>Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte für maximal erlaubte Höchstgeschwindigkeiten und Überholverbote zu definieren. Diese Eigenschaften überschreiben auf dem definierten Bereich die Eigenschaften der Strecke, jedoch gibt die Strecke selbst immer die Obergrenze vor. D.h. die Höchstgeschwindigkeit des Abschnitts kann nicht höher definiert werden, als die Höchstgeschwindigkeit der Strecke selbst.</p>					
02.02.02.00	<b>Spezialabschnitten für Messungen</b>	P 2	V 2	K 1	R 2
<p>Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte für die Erfassung der Verkehrsdichte oder des Verkehrsflusses zu definieren. Hierbei ist die Verkehrsdichte definiert als: „Anzahl der Fahrzeuge im Messbereich / Länge des Messbereichs“ und der Verkehrsfluss als: „Summe der Geschwindigkeiten aller Fahrzeuge im Messbereich / Länge des Messbereichs“. Diese beiden Messwerte werden pro Messbereich vom System berechnet und neben dem entsprechenden Messbereich in der Simulation ausgegeben.</p>					

### 3.3 Nichtfunktionale Anforderungen:

Nr.	Kurzbezeichnung	Status	P	V	K	R	Quelle	Datum	Ziele
3	Beschränkungen des Simulationsalgorithmus								
3.1	Einhalten der Schweizer Verkehrsregeln	geplant	3	1	2	2	Annahme	08.10.2014	1
4	Anforderungen an Simulation								
4.1	Simulation muss flüssig laufen	geplant	3	1	1	1	Gespräch mit P.Schwab	15.10.2014	4

03.00.00.00	Beschränkungen des Simulationsalgorithmus	P	V	K	R
-------------	---	---	---	---	---

03.01.00.00	<b>Einhalten der Schweizer Verkehrsregeln</b>	P 3	V 1	K 2	R 2
-------------	---	-----	-----	-----	-----

Das System muss bei der Berechnung der Simulation den Mindestabstand und das Rechtsüberholverbot gemäss den Schweizer Verkehrsregeln einhalten.

04.00.00.00	Anforderungen an Simulation	P	V	K	R
-------------	-----------------------------	---	---	---	---

04.01.00.00	<b>Simulation muss flüssig laufen</b>	P 3	V 1	K 2	R 2
-------------	---------------------------------------	-----	-----	-----	-----

Das System muss die Simulation auf einem Rechner mit Mindestanforderungen:

- **Prozessor:** Intel Core i7 620M, 2,66-3,33 Ghz
- **Arbeitsspeicher:** 4 GB RAM

mit mindestens 30 Bilder pro Sekunde, einer maximalen Arbeitsspeicherbelastung von 200 MB und bei einer durchschnittlichen Prozessor-Auslastung von 10 Prozent darstellen können.



### 3.4 Randbedingungen:

Nr.	Kurzbezeichnung	Status	P	V	K	R	Quelle	Datum	Ziele
5	Beschränkungen des Simulationsalgorithmus								
5.1	Muss auf Nagel-Schreckenberg-Modell aufbauen	geplant	3	1	2	2	Gespräch mit P.Schwab	01.10.2014	1

05.00.00.00	Beschränkungen des Simulationsalgorithmus		P	V	K	R
-------------	---	--	---	---	---	---

05.01.00.00 Muss auf Nagel-Schreckenberg-Modell aufbauen P 3 V 1 K 2 R 2

Das System muss für die Simulation des Verkehrs einen Algorithmus verwenden, welcher auf dem Nagel-Schreckenberg-Modell aufbaut.

## 4 Glossar

Fahrzeug (-typ)	Motorfahrzeug nach Definition des Schweizer <a href="#">Strassenverkehrsgesetzes</a> , die auf Schweizer Autobahnen zulässig sind.
Lenkerstereotyp	Aus dem Volksmund bekannter Fahrzeuglenker-Typ wie Raser, notorischer Linksfahrer, Drängler, Sonntagsfahrer, etc.
Mindestabstand – Sicherheitsabstand	Gesetzlich festgelegter Abstand (Nach <a href="#">SVG Art.34.4</a> ) der zwischen Verkehrsteilnehmern einzuhalten ist.
Abschnitt (Problemabschnitt, Verkehrsabschnitt, Spezialabschnitt, Messabschnitt)	Als ein Abschnitt wird eine begrenzte Teilstrecke einer Autobahn bezeichnet. Ein Abschnitt kann sich sowohl auf die ganze Strecke (alle Spuren) beziehen oder nur auf eine einzelne Spur dieser Strecke und ist klar durch einen absolut definierten Anfangs und Endpunkt beschränkt.
Rechtsüberholverbot	Nach Gesetz darf nur link überholt werden. (Nach <a href="#">SVG Art 35.1</a> )
Spurverengung	Reduktion der parallel befahrbaren Spuren um 1.
Spurwechsel	Das Überwechseln eines Fahrzeugs von einer Spur auf eine Benachbarte
Stau	Ansammlung von Fahrzeugen in einer langen Reihe durch Behinderung oder Stillstand des Verkehrs
Streckenstruktur	Als Streckenstruktur definieren wir den Gesamtaufbau der Strecke mit auftretenden Elementen wie Anzahl Spuren, Spurverengungen, Baustellen, Ein- und Ausfahrten.
SVG	<a href="#">Schweizer Strassenverkehrsgesetz</a>
Überholmanöver	Ein schnellerer Verkehrsteilnehmer überholt einen langsameren Verkehrsteilnehmer. Dazu wechselt der schnellere Verkehrsteilnehmer (parallel linke Spur) auf die Überholspur, passiert den langsameren Teilnehmer und schliesst das Manöver mit dem Zurückwechseln auf die ursprüngliche Spur ab.
Verkehrsdichte	Anzahl Verkehrsteilnehmer pro Streckenabschnitt.
Verkehrsfluss	Durchschnittliche Anzahl Verkehrsteilnehmer, die einen Streckenabschnitt passieren