

# **Verkehrsschilderkennung mit künstlichen Neuronalen Netzen**

## **Bachelorarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of  
Science (B. Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftswissenschaft  
der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz  
Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Süllwold

Vorname: Leif-Jascha



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Ort, den \_\_\_\_\_

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Motivation .....	7
1.2 Problemstellung.....	8
1.2 Ziele.....	8
1.3 Aufbau der Arbeit.....	9
<b>2 Künstliche neuronale Netze</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Verkehrsschilderkennung im Allgemeinen</b> .....	<b>12</b>
3.1 Schwierigkeiten der Verkehrsschilderkennung .....	12
3.2 Stand der Technik .....	13
3.3 Einleitung in die Verkehrsschilderkennung .....	14
3.3.1 Digitale Bildverarbeitung im Überblick .....	15
3.3.2 GTSRB Datensatz .....	15
3.4 Bildvorverarbeitung.....	16
3.4.1 Transformation der gegebenen Größe und Farbe .....	16
3.4.2 Normalisierung der Kontraste .....	17
3.5 Regions of Interest segmentieren.....	18
3.6 Klassifizierung der gefundenen Verkehrsschilder.....	19
3.6.1 Support Vector Machines .....	19
<b>4 Convolutional Neural Network (CNN)</b> .....	<b>21</b>
4.1 CNN im Allgemeinen .....	21
4.2 Warum werden Convolutional Networks dem „klassischen“ KNN im Bereich der Bilderkennung vorgezogen?.....	22
4.3 Aufbau eines CNN.....	23
4.3.1 Der Convolutional Layer .....	23
4.3.2 Der Pooling Layer / Subsampling .....	25
4.3.3 Der Fully Connected Layer.....	25
4.3.4 Aktivierungsfunktion und weitere Optimierungen des CNN .....	26

4.4	Aufbau eines CNN zur Verkehrsschilderkennung .....	26
<b>5</b>	<b>Moralisch-ethische Aspekte beim Einsatz in autonom fahrenden Systemen .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Anhangsverzeichnis.....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>33</b>
	<b>Ehrenwörtliche Erklärung .....</b>	<b>35</b>

# 1 Einleitung

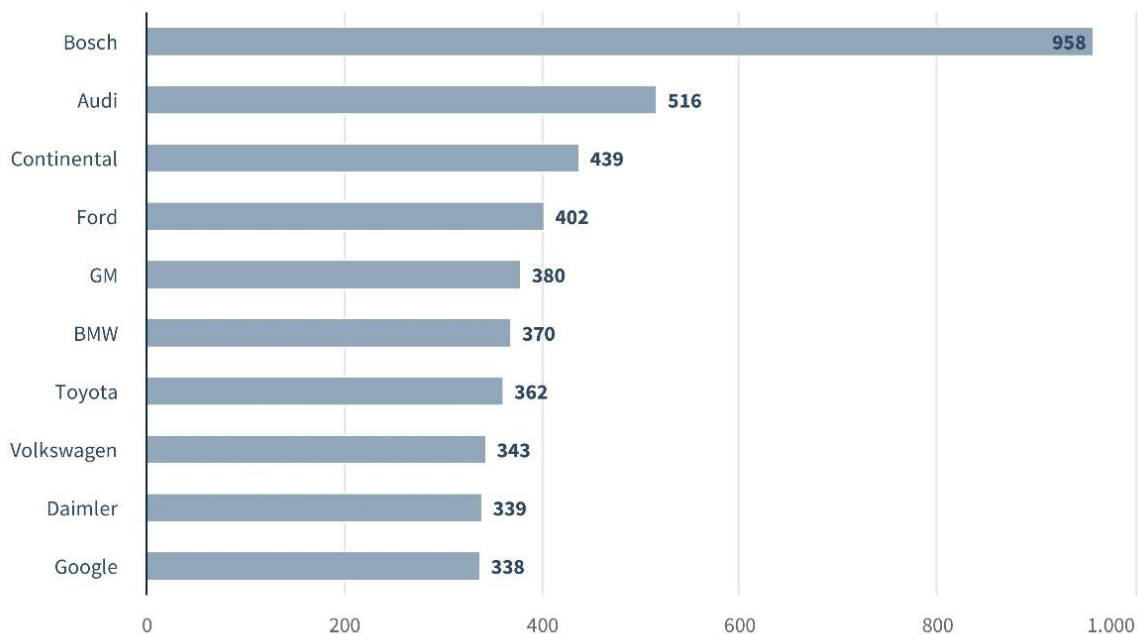
## 1.1 Motivation

Fahrassistenzsysteme dienen der Sicherheit im Straßenverkehr und können je nach System das Fahrzeug autonom steuern. Die Fahrzeuge besitzen viele verschiedene Sensoren und Kameras, um ihre Umgebung wahrzunehmen. Diese funktionieren allerdings nicht immer zuverlässig und können demnach fehlerhafte Informationen an das Auto weitergeben, die zu einem Fehlverhalten anderer Fahrassistenzsysteme führen können.

In den vergangenen Jahren hat sich die Automobilindustrie immer weiter in Richtung autonomes Fahren entwickelt. Um in Zukunft auf Fahrer zu verzichten und die Autos selbstständig fahren zu lassen, sind viele verschiedene Systeme in einem autonomen Auto zwingend erforderlich. Von den Top-10-Unternehmen für autonomes Fahren wurden in den Jahren 2010-2017 insgesamt 4447 Patente in dem Bereich angemeldet. Zu den Top-3-Unternehmen nach Patenten gehören demnach Bosch, Audi und Continental.

### TOP-10-Unternehmen für autonome Fahrzeuge

Zahl der Patente von Januar 2010 bis Juli 2017



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Abbildung 1: Top-10-Unternehmen für autonom fahrende Fahrzeuge

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Ein System, welches schon jetzt in vielen modernen Fahrzeugen zu finden ist und für die späteren selbstfahrenden Fahrzeuge unabdinglich ist, ist die Verkehrsschilderkennung. Verkehrsschilder dienen zur Regulierung des Straßenverkehrs. Sie geben Geschwindigkeitsvorschriften vor, regeln die Vorfahrt und noch vieles mehr. Damit die Autos selbständig und sicher am Straßenverkehr teilnehmen können, müssen diese fehlerfrei erkannt werden. Selbst in der Dunkelheit oder bei zum Beispiel durch Aufkleber oder Sprühfarbe verschmierten Straßenschildern müssen die Systeme ohne Ausfälle funktionieren.

Die modernen Assistenzsysteme kennen die Tempolimits und andere Verkehrsschilder aus den digital vorhandenen Navigationskarten und gleichen diese mit den in Echtzeit durch Bilderkennung gewonnenen Informationen ab.

Da sich immer mehr Menschen auf diese Assistenzsysteme verlassen, möchte ich mich in dieser Arbeit mit den Problemen und Herausforderungen, die es bei der Verkehrsschilderkennung gibt, beschäftigen und die vorhandenen Lösungsvorschläge diskutieren.

## **1.2 Problemstellung**

Nachdem die Verkehrsschilderkennung als Fahrassistenz erläutert wurde soll am Ende dieser Arbeit die folgende Frage auf Grundlage ethischer und moralischer Aspekte diskutiert werden:

*Ist die Entwicklung der Verkehrsschilderkennung zum jetzigen Zeitpunkt weit genug fortgeschritten, um sie für autonom Fahrende Systeme einzusetzen?*

Autonom fahrende Systeme sind in unserer Zukunft nicht wegzudenken. Diese benötigen jedoch viele unterschiedliche Fahrassistenzsysteme, die eine Genauigkeit von nahezu 100% haben sollten. Wenn der Mensch nicht mehr bewusst am Straßenverkehr teilnehmen muss, hat er auch keine Möglichkeit mehr in die autonomen Systeme einzugreifen.

Da die Verkehrsschilder den gesamten Straßenverkehr regeln, ist dies eines der wichtigsten Assistenten in einem Automobil. Wenn diese nicht zu 100% funktionieren, kann es zu schweren Unfällen kommen.

## **1.2 Ziele**

Ziel dieser Arbeit ist es, die Herausforderungen vor denen die Wissenschaft im Hinblick auf die Verkehrsschilderkennung als Fahrassistenzsysteme steht zu erarbeiten und die erfolgreichsten Verfahren für die Verkehrsschilderkennung vorzustellen.

Insbesondere die der Convolutional Neural Networks (CNN). Abschließend soll die obenstehende Fragestellung diskutiert werden.

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Im Folgenden Kapitel 2 werden zunächst die Grundlagen künstlicher neuronaler Netze erläutert.

Anschließend wird die Verkehrsschilderkennung im Allgemeinen vorgestellt und der Ablauf der einzelnen Schritte bis zur Klassifizierung erläutert.

Weiterführend wird erarbeitet, vor welchen Herausforderungen die Wissenschaft im Hinblick auf die Echtzeitverkehrsschilderkennung steht und welche Lösungen es dafür bereits gibt.

Im Kapitel 4 werden eine der erfolgreichsten Verfahren zur Erkennung der Verkehrsschilder präsentiert und der Aufbau eines CNN detailliert erklärt.

Nachfolgend werden moralische und ethische Aspekte in Bezug auf den Einsatz von Fahrassistenzsystemen in autonom fahrenden Fahrzeugen diskutiert.

Abschließend wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf weitere Forschungsgebiete gegeben.

Frage offen, ob man ein menschliches Leben in die Hände eines Computer legen kann und möchte.

## 6 Fazit und Ausblick

Die Verkehrsschilderkennung ist eines der wichtigsten Fahrassistenzsysteme, das in Zukunft für autonom fahrende Autos benötigt wird. Bei der Verkehrsschilderkennung treten Schwierigkeiten auf, die mit Hilfe moderner Bildbearbeitungsverfahren und Convolutional Neural Networks größtenteils behoben werden können. Um in zukünftigen autonom fahrenden Automobilen eingesetzt zu werden, müssen diese Systeme allerdings nahezu 100% genau funktionieren. Einige Teilnehmer des GTSRB Test haben Verfahren entwickelt, die eine Genauigkeit von bis zu 99,65% aufweisen. Wie im vorherigen Abschnitt bereits erwähnt, treffen bei autonomen Systemen nicht mehr die Menschen selbst die Entscheidungen, die für den funktionierenden Straßenverkehr wichtig sind. Bei 100.000 Verkehrsschildern, würden Systeme mit einer Genauigkeit von 99,65% immer noch ca. 350 Verkehrsschilder falsch erkennen und den unzähligen weiteren Assistenzsystemen somit einen falschen Input bereitstellen. In einigen Situationen könnte dies zu schweren Unfällen führen. Welche Voraussetzungen sollten solche Systeme also erfüllen, um in autonom fahrenden Systemen eingesetzt zu werden? Diese Frage ist schwer zu beantworten. Kein System wird zu 100% korrekt funktionieren. Die Frage ist, ab was für einer Genauigkeit man das Leben eines Menschen in die Hände eines Computers legt.

In Zukunft bietet dieses Themengebiet noch einiges an offener Forschungsarbeit. Zum einen, um die Genauigkeit der aktuellen Systeme weiter zu verbessern und eine noch deutlich kleinere Fehlerquote zu erreichen, zum anderen aber auch im Bereich der Ethikforschung. Da wie bereits erwähnt kein System zu 100% fehlerfrei funktionieren kann, muss in Zukunft entschieden werden ab welchem Fehlerquotienten wir unser Leben in die Hand eines Computers legen. Denn der Mensch funktioniert auch nicht fehlerfrei.