

***Hochschule Aalen***

HOCHSCHULE AALEN

FAKULTÄT MECHATRONIK

# **Autonomes Fahren**

*Marco B.*  
*Miguel S.*  
*Matthias L.*  
*Felix W.*

supervised by  
Mr. Superhero BAUER

7. März 2021

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst zu haben. Sowohl inhaltlich als auch wörtlich entnommene Inhalte wurden als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in dieser oder vergleichbarer Form noch keinem anderem Prüfungsgremium vorgelegen.

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

## Danksagungen

Weit hinten, hinter den Wortbergen, fern der Länder Vokalien und Konsonantien leben die Blindtexte. Abgeschieden wohnen Sie in Buchstabhausen an der Küste des Semantik, eines großen Sprachozeans. Ein kleines Bächlein namens Duden fließt durch ihren Ort und versorgt sie mit den nötigen Regelialien. Es ist ein paradiesmatisches Land, in dem einem gebratene Satzteile in den Mund fliegen. Nicht einmal von der allmächtigen Interpunktion werden die Blindtexte beherrscht – ein geradezu unorthographisches Leben. Eines Tages aber beschloß eine kleine Zeile Blindtext, ihr Name war Lorem Ipsum, hinaus zu gehen in die weite Grammatik. Der große Oxmox riet ihr davon ab, da.

# **Zusammenfassung / Abstract**

**Abstract**

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung . . . . .	I
Danksagungen . . . . .	II
Zusammenfassung / Abstract . . . . .	III
Abkürzungsverzeichnis . . . . .	VII
<b>I. Status Quo</b>	<b>1</b>
0.1. Aktueller Stand . . . . .	2
0.2. Vorbereitung . . . . .	3
<b>II. Live Objekterkennung</b>	<b>4</b>
1. Einführung Künstliche Intelligenz	5
<b>III. End Matter</b>	<b>11</b>

# Abbildungsverzeichnis

1.1. Menschliches Neuron; [?]	7
1.2. Modellierung eines einzelnen Neurons – Kuenstliches Neuron; [?]	7
1.3. Forward Looking Networks	8
1.4. Eine nicht vollstaendige grobe Uebersicht ueber Topologien / Architekturen von Kuentlich Neuronalen Netzwerken	8
1.5. Jedes Neuron ist mit einer Faltungsoperation (Filter) mit dem darueber liegenden Neuron verbunden. Vorteil eines Convolutional Neural Networks (CNNs) ist: gelernte Objekte muessen nur einmal gelernt werden, egal wo im Bild zu sehen (ob oben oder unten, links oder rechts). Das gilt nicht fuer <i>Fully Connected Networks</i> . Dort muss ein und das selbe Objekt mehrmals gelernt werden, wenn im Bild wo anders liegt.	9
1.6. Links (hellblau) der Eingang (der Situation angepasst), in der Mitte (dunkelblau) das pretrained CNN Network, rechts (braun) das YOLO-Layer (auf Beduerfnisse angepasst)	10

# Tabellenverzeichnis

## Abkürzungsverzeichnis

<b>KI</b>	Künstliche Intelligenz
<b>AI</b>	Artificial Intelligence
<b>KNN</b>	Künstlich Neuronale Netze
<b>CNN</b>	Convolutional Neural Network

# **Teil I.**

## **Status Quo**

---

## 0.1. Aktueller Stand

Wie ist der aktuelle Stand des Projekts?

- Was leistet das System bisher

Was ist das Ziel des Projektes? Was möchte erreicht werden?

- Erkennt Hindernisse in Echtzeit
- Interne Kommunikation via CAN
- Schwenkbare Kamera (bessere Objekterkennung?)

---

## 0.2. Vorbereitung

Zu Beginn als Vorbedingungen waren einige Punkte zur Überarbeitung des Projektes angesetzt. Aufgrund dessen mussten Vorarbeiten/Recherchearbeiten geleistet werden. Offene Fragen waren: Integration von zusätzlicher Hardware zur Beschleunigung der Echtzeitobjekterkennung, konkrete Umsetzung des Platinen-Redesignes, Abänderung der Kamera zur Objekterkennung. Hierfür wurde eine zweiwöchige Recherche durchgeführt. Kriterien waren:

- Kosten
- Verfügbarkeit
- Integration ins bestehende System
- Leistung nach Integration
- Vergleich der Maßnahmen
- Aufwands-Nutzen-Schätzung

**Teil II.**

**Live Objekterkennung**

# 1. Einführung Künstliche Intelligenz

Damit ein Fahrzeug autonom, d. h. ohne menschliches Zutun, im Strassenverkehr reagieren kann, muss es Faehig sein, die verschiedenen Verkehrsteilnehmer zu identifizieren. Hierbei wird sich einem Teilgebiet der angewandten Informatik bedient - der Künstliche Intelligenz (KI), auch Artificial Intelligence (AI) genannt.

## Overview

Hier werden folgende Fragen beantwortet:

- Was ist Artificial Intelligence
- Modellbildung Neuronaler Netze
- Technische Umsetzung
- Uebersicht: Convolutional Neural Networks
- Training eines Neuronalen Netzes
- Der YOLO Algorithmus
- Bisheriger Stand im Projekt - Status Quo

## Was ist Künstliche Intelligenz

*Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.*<sup>1</sup>

KI ist eine Teildisziplin der angewandten Informatik, in der es um automatisierte Problemlösungen geht. Die Ursprünge lagen im Ansatz, allein Logik zu verwenden. Nachteil dabei: hohe Komplexität fuer Abdeckung aller Fälle. Es wurde als neuer Ansatz das menschliche Gehirn als Grundlage verwendet. Menschen reagieren auf eine sich verändernde Umwelt. Wir lernen aus Beispielen. Es erfolgt keine Abarbeitung von Schlussregeln wie “WENN . . . , DANN . . .”. Man stelle sich das Halten des Gleichgewichts beim Fahrradfahren oder das Schreiben auf einem Blatt Papier vor. Die Reaktionszeiten fuer eine sequenzielle Abarbeitung waere viel zu hoch. Beim Fahrradbeispiel waere man schon laengst vor der Abarbeitung aller Regeln umgefliegen. Das selbe gilt analog fuer den Fall des Schreibens. Es wuerde einfach viel zu lange dauern und die Regeln waeren viel zu komplex.

---

<sup>1</sup>[?]

Unser Gehirn funktioniert anders. Es passt sich den Situationen an und greift dabei auf Erfahrungen von schon erlebten Situationen zurück. Das wollte man auch für Maschinen – dynamische Anpassung auf sich ändernde Randbedingungen. Das ist auch der Grund, warum künstliche Netze antrainiert werden müssen. Sie sollen auf Situationen reagieren und dabei auf ‘Erfahrung von schon erlebten’ zurückgreifen. Das ‘Schon Erlebte’ stellt dabei das Trainingsmaterial dar, mit dem das Netzwerk antrainiert wird. Dennoch, im Allgemeinen ist zu entscheiden:

- Existiert ein Algorithmus, dann ist dieser vorzuziehen.
- Ist Erfahrung vorhanden, ein Problem anhand von Regeln zu beschreiben, ist dies vorzuziehen.
- Wenn die ersten beiden Ansätze nicht zum Erfolg führen oder nicht führten, dann kann der Einsatz von KI zielführend sein, wenn genügend Daten vorhanden sind, aus denen gelernt werden kann.

Im Straßenverkehr ändern sich zu jedem Zeitpunkt die Randbedingungen. Autos biegen ab, bremsen, überholen. Es gibt Verkehrsschilder, Ampelanlagen, Fußgänger- und Fahrradwege und mehr. Menschen greifen im Straßenverkehr auf ihre Erfahrung zurück. Möchte man als Ziel ansetzen, dass Fahrzeuge in der Lage sein sollen, im Verkehr ohne menschliches Zutun sich zu bewegen, ist eines ersichtlich. Die KI ist prädestiniert für den Einsatz im Bereich *autonomes Fahren*.

## Künstlich Neuronale Netze (KNN)

KNNs versuchen das menschliche Gehirn nachzubilden. Wie unsere Nervenzellen trainierbar sind und Steuerungsaufgaben übernehmen, so möchte man auch, dass Computerprogramme ähnlich befähigt sein sollen, in analoger Weise auf neue Situationen aus schon erlebten Beispielen zu reagieren. Man bedient sich hierbei dem Gehirn als biologischen Bauplan [Abb. 1.1](#).

Die Dendriten nehmen das Signal auf, leiten es an den Zellkörper weiter. Dort findet eine Gewichtung der Informationen statt. Die gewichtete Gesamtinformation geht über das Axon weiter und verteilt sich auf die Synapsen, welche jeweils mit weiteren Dendriten anderer Neuronen verbunden sind. Ein einzelnes Neuron wird in Form eines Softwarebausteins nachgebildet. Ein Neuron  $j$  besteht aus:

- $k$  gewichteten Eingängen  $W_{kj}$
- aus der Summe  $net_j$  der jeweils einzelnen Produkten der Gewichte  $W_{kj}$  und dem Wert des Eingangs  $O_k$ .  $net_j$  stellt damit die Information zusammen, die aus dem Netz in das Neuron eingehen.
- der Aktivität des Neurons, d. h. wie stark der potenzielle Einfluss von  $net_j$  auf andere Neuronen sein kann.  $\Theta_j$  ist ein *Hyper Parameter*.
- der Ausgabe – Verbindung zu anderen Neuronen

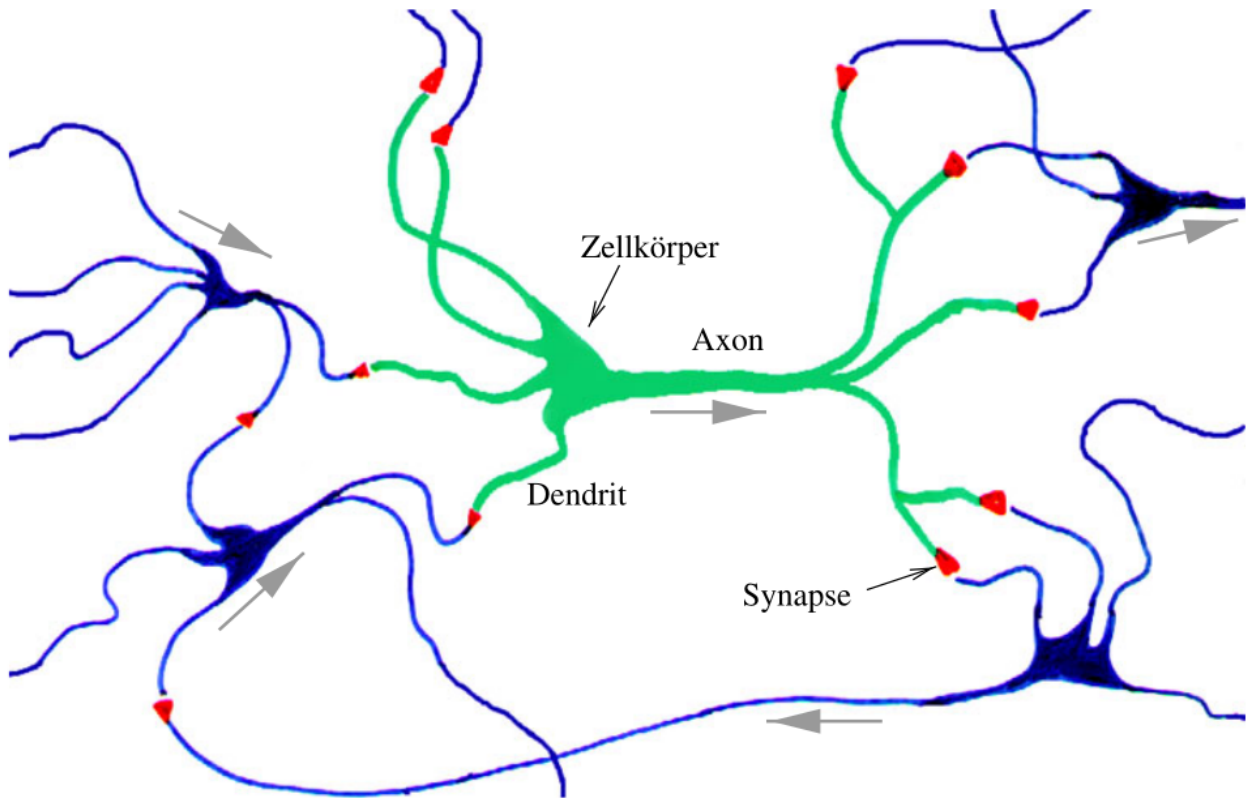


Abbildung 1.1.: Menschliches Neuron; [?]

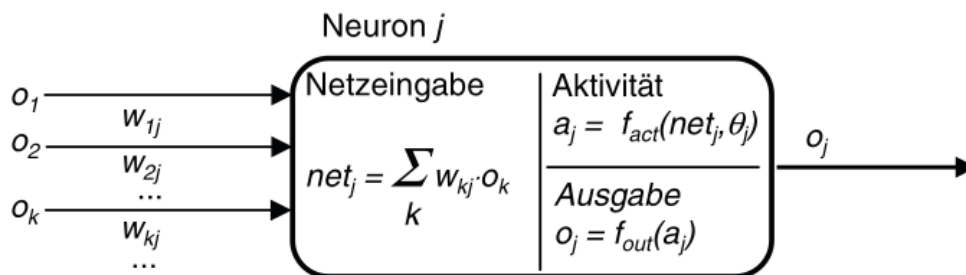


Abbildung 1.2.: Modellierung eines einzelnen Neurons – Künstliches Neuron; [?]

Abb. 1.2 entspricht der Beschreibung.

Viele Neuronen sind so miteinander verbunden und bilden zusammen ein *Neuronales Netzwerk*. Als technische Modellierung existieren verschiedene Varianten, von denen aber hier nur die *forwaets gerichtete* Variante interessiert.

Abb. 1.3 zeigt verschiedene Ausfuehrungen eines *Feed Forward Neural Networks* oder auch *Fully Connected Neural Network*. Das entspricht der klassischen Vorstellung eines [KNNs](#). Jedes Neuron ist mit jedem vorherigen und jedem nachfolgenden Neuron verbunden.

Die erste Schicht bildet den Eingang. Dort treffen Signale ein, z. B. in Form eines Bildes. Es geht weiter in die zweite Schicht. Tiefer liegende Schichten werden auch als *hidden layer*

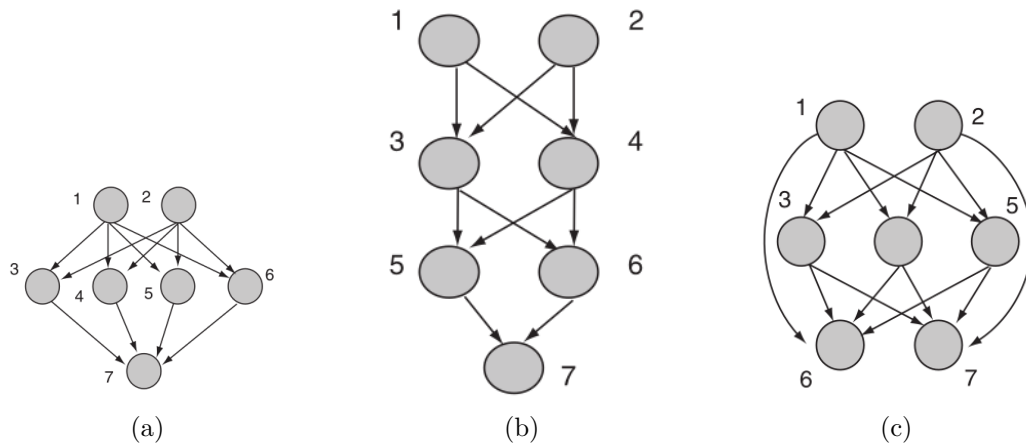


Abbildung 1.3.: Forward Looking Networks

bezeichnet, da sie von aussen, d. h. von den Schnittstellen, nicht zu sehen sind. Die letzte Schicht ist die Schnittstelle nach Aussen. Jedes Neuron gibt eine Wahrscheinlichkeit ueber den representierenden *Classifier* aus. Zum Beispiel als Anwendungsfall in der Objekterkennung, ob Objekt von der Klasse ‘Afrikanischer Elefant’ ist. Existieren mehrere Neuronen in der letzten Schicht, kann das Netz Aussagen ueber mehrere Classifier machen.

Es gibt noch wesentlich mehr Architekturen/Topologien, wie ein [KNN](#) aufgebaut sein kann. Jede hat ihre Vor- und Nachteile und somit eigene Anwendungsgebiete. In der Objekterkennung, Bildverarbeitung wird eine andere Variante als die fully connected Variante eingesetzt - das [CNN](#). Eine nicht vollstaendige Liste ueber verschiedene Topologien / Architekturen von Kuenstliche Neuronale Netzen ist in [Abb. 1.4](#) zu sehen.

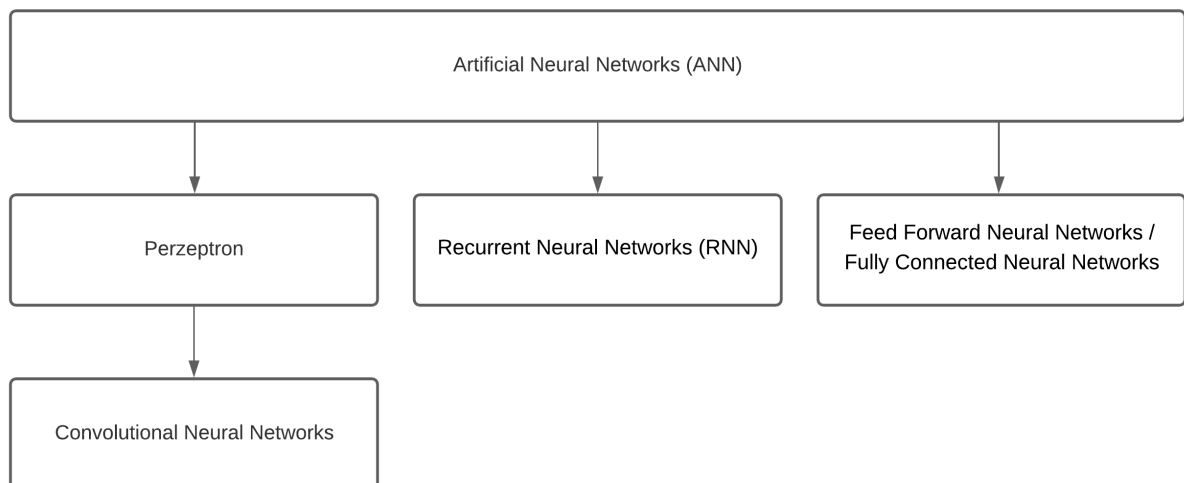


Abbildung 1.4.: Eine nicht vollstaendige grobe Uebersicht ueber Topologien / Architekturen von Kuentlich Neuronale Netzen

## Uebersicht CNN

Im Gegensatz zum *Fully Connected Network* sind die Neuronen des CNNs nicht mit jedem Neuron der uebergeordneten Schicht verbunden. Die Verbindung entsteht als Faltungsoperation mit einem Filter bestimmter Groesse (Kernel-Size). Der Filter ‘wandert’ ueber das Bild und verknuepft so jeden Bildbereich mit dem darueber liegenden Neuronen. Jedes Neuron ist somit mit einem Filter verknuepft. Die Ergebnisse der Faltung entsprechen den Gewichten, mit denen das Neuron mit der darunter liegende Schicht verbunden ist. Allgemein gibt es mehrere Filter pro Schicht; dementsprechend besteht jede Schicht aus mehreren Neuronen. In Abb. 1.5 ist das Vorgehen aufskizziert.

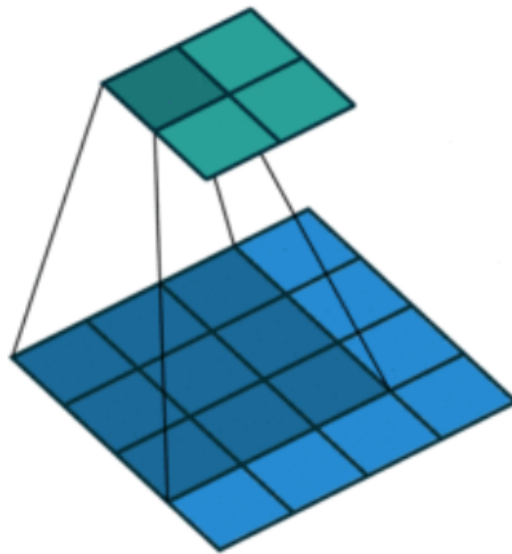


Abbildung 1.5.: Jedes Neuron ist mit einer Faltungsoperation (Filter) mit dem darueber liegenden Neuron verbunden. Vorteil eines CNNs ist: gelernte Objekte muessen nur einmal gelernt werden, egal wo im Bild zu sehen (ob oben oder unten, links oder rechts). Das gilt nicht fuer *Fully Connected Networks*. Dort muss ein und das selbe Objekt mehrmals gelernt werden, wenn im Bild wo anders liegt.

Die Parameter der Filter haben anfangs zufaellige Werte. Die Werte werden im Trainingsprozess ‘gelernt’ oder ‘antrainiert’. Die Faltung, d. h. der Filter, wird nicht nur auf den Input (das Bild) , sondern auch zur Reduktion *Feature Extraction* der inneren Schichten *Hidden Layers* angewandt. Man kann fuer die inneren Schichten ein schon vortrainiertes, voellig beliebiges CNNs verwenden. Vorteil ist, es muss weniger Zeit fuer das Lernen seines Anwendungsgebietes aufgewendet werden und die *Feature Extraction* ist schon aufgebaut. Es gibt hierbei zwei wesentliche Punkte zu beachten:

- Es muss ‘nur’ der Eingang auf die korrekte Groesse des Bildes angepasst werden.
- Die letzte Schicht muss ein *YOLO-Layer* sein mit den gewuenschten Ausgangsneuronen fuer jede Klasse an zu detektierenden Objekten.

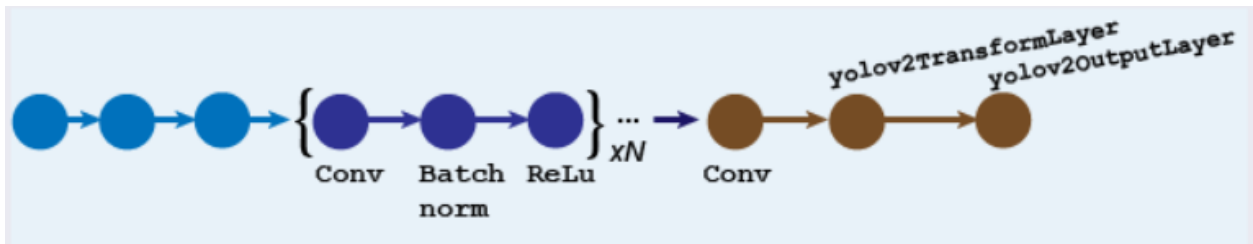


Abbildung 1.6.: Links (hellblau) der Eingang (der Situation angepasst), in der Mitte (dunkelblau) das pretrained CNN Network, rechts (braun) das YOLO-Layer (auf Beduerfnisse angepasst)

In [Abb. 1.6](#) ist die Struktur des YOLO-Netzwerks aufskizziert. Es gibt noch sehr viel mehr zu beachten und Parameter einzustellen.

## Training eines Kuenstlich Neuronalen Netzes

### YOLO Algorithmus

**Teil III.**

**End Matter**