



# Digitale Bauleitplanung - **Wie KI Systeme Bebauungspläne verstehen**

11. Juni 2024

# Moin!



## Michael Schwarz (He/Him)

**Informatik M.Sc. (TH Augsburg)  
Vertiefung Data Science**

Software-Entwickler <i>IoT, Cross-Plattform</i>	Interaktive Medien B.A. <i>Human Computer Interaction</i>
Feinwerkmechaniker <i>CNC-Programming</i>	Nachhilfelehrer <i>Mathematics, Computer Science</i>



Digitale Visitenkarte: <https://zeeg.me/schwamic>

# Master Thesis

Ziel meiner Masterarbeit ist es zu analysieren, inwieweit Large Language Models (=LLMs) in der Lage sind Bebauungspläne zu verstehen.

Die Untersuchungen für den Entwurf und die Evaluierung eines KI-Systems beziehen sich explizit auf das **Textverständnis**.

Formaler Start war am 15. März



# Agenda

Domänenwissen  
Bauleitplanung



Multimodale  
Sprachmodelle



Experimente &  
Evaluation



# **DOMÄNENWISSEN BAULEITPLANUNG**

# Bebauungsplan = Verbindliche Planung

Der Bebauungsplan legt die Einzelheiten der Flächennutzung und der Genehmigung von städtebaulichen Maßnahmen fest, d.h. er regelt, ob und wie ein Grundstück bebaut werden darf.

Art der baulichen Nutzung	Zahl der Vollgeschosse
Grundflächenzahl (GRZ)	Geschossflächenzahl (GFZ)
Bauweise	Dachform/Dachneigung

Abbildung 1

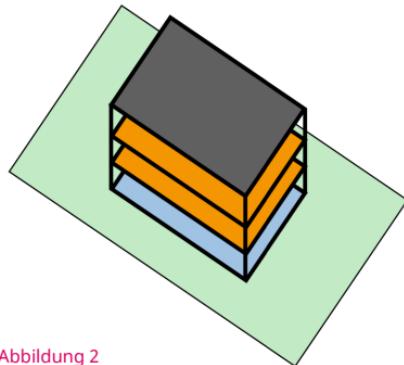


Abbildung 2

Die GRZ gibt an, wie viel qm (Gebäude-) Grundfläche (GR) je qm Grundstücksfläche überbaut werden kann.

$$\text{GRZ} = \frac{\text{Grundfläche}}{\text{Grundstücksfläche}}$$

$$\text{GFZ} = \frac{\text{Geschossfläche}}{\text{Grundstücksfläche}}$$

## Beispiel:

Gebäude mit drei Vollgeschossen\*

Grundstücksfläche = 1.200 m<sup>2</sup>

Grundfläche = 300 m<sup>2</sup>

Geschossfläche = 900 m<sup>2</sup>

$$\text{GRZ} = 0,25 \quad \text{GFZ} = 0,75$$

Die GFZ gibt an, wie viel qm Geschossfläche (GF) je qm Grundstücksfläche zulässig ist.

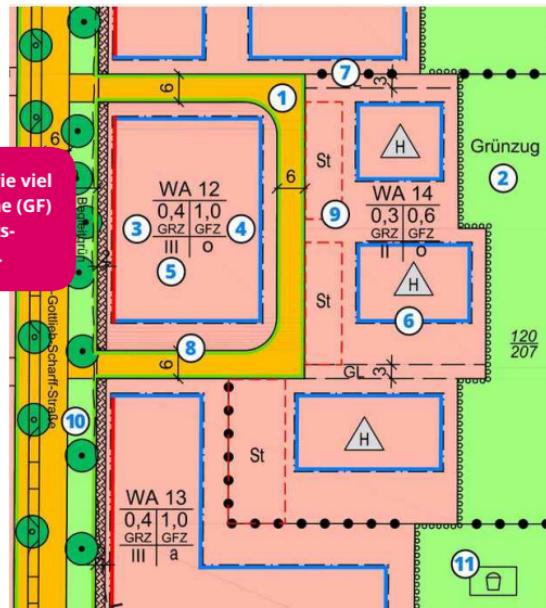


Abbildung 3

# Bebauungsplan-Unterlagen

Plan-  
zeichnung

Zeichen-  
erklärung

Text  
Teil

Geo-  
Referen-  
zierung

PDF, Image

PDF, Image

PDF, Image

TIF, TFW

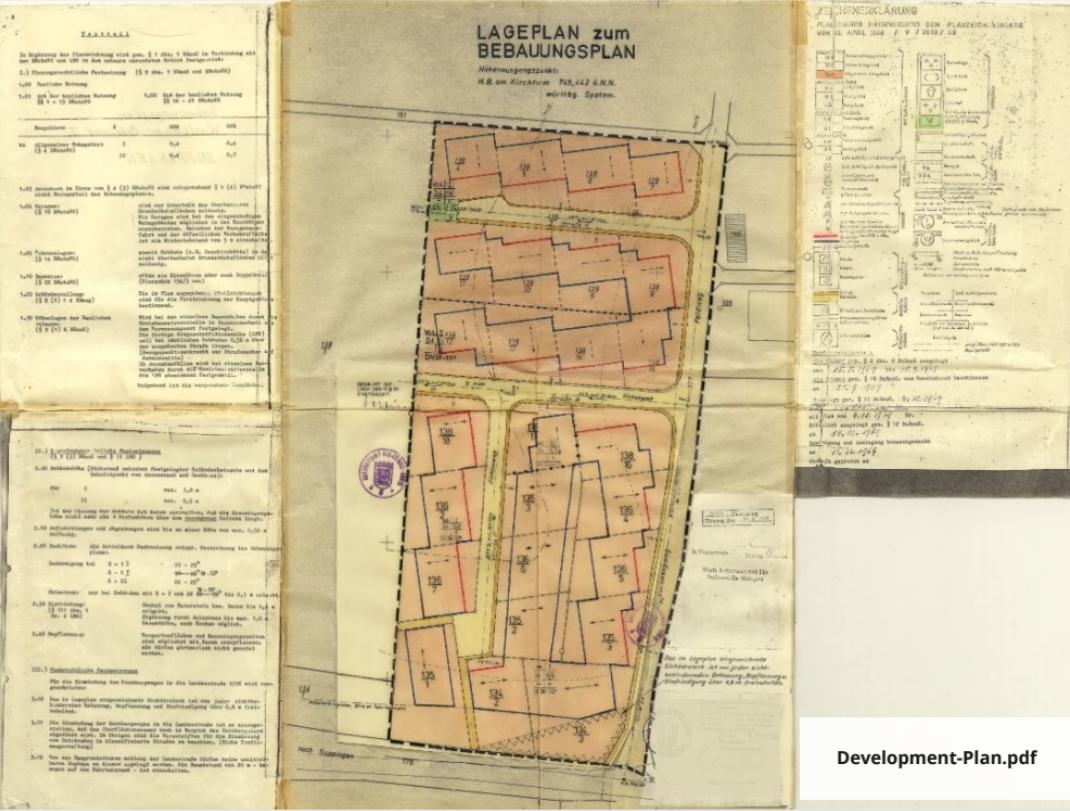
DWG, DXF, XPlanGML

Docx, XPlanGML

Docx, XPlanGML (partly)

Daten-  
typen

# Bebauungsplan 1969



Development-Plan.pdf

## Abbildung 4

# Bebauungsplan 2024



Stadt Augsburg

Aufstellung

## Bebauungsplan Nr. 872 A

„Zwischen Waldstraße und Döllgaststraße“

mit integriertem Grünordnungsplan



Stadt Augsburg

Aufstellung

## Bebauungsplan Nr. 872 A

„Zwischen Waldstraße und Döllgaststraße“

mit integriertem Grünordnungsplan

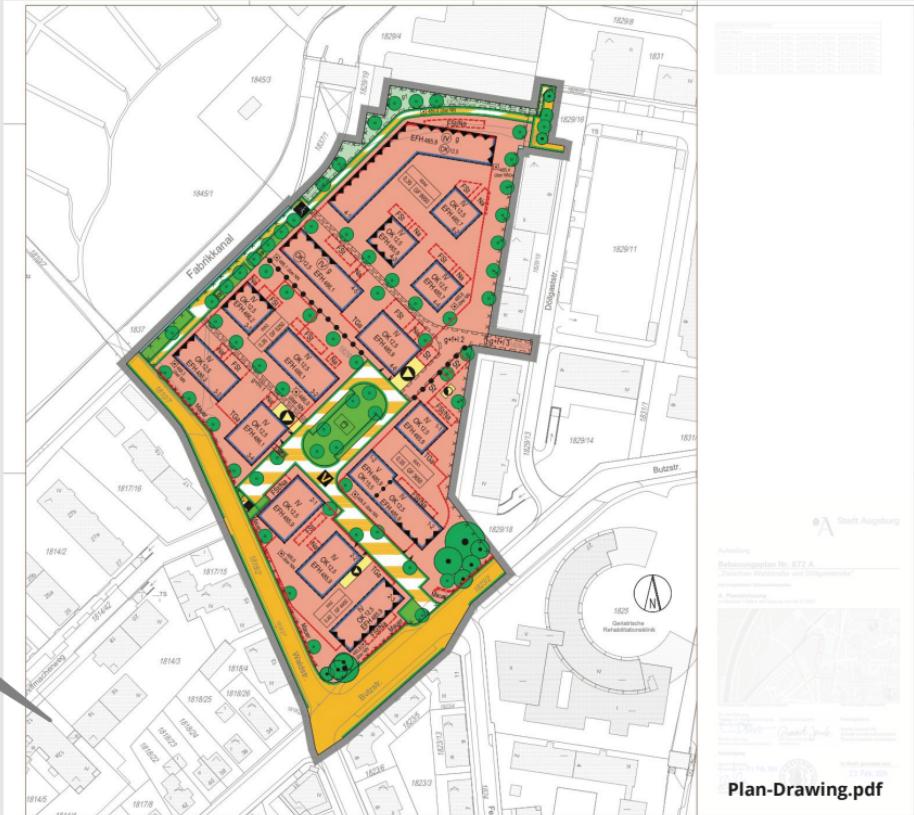
Text\_Part.pdf

Explanation\_Symbols.pdf

Geo-Referencing.tifw

Development-Plan.gml

Geo-Referencing.tif



Plan-Drawing.pdf

## KI-B-Plan Use Cases

Schneller Zugriff auf Informationen und klare Regeln



Bauausschuss



Bauverwaltung



Architekturbüro

Digitale Transformation & Nachhaltige Stadtentwicklung



Gemeinderat

Produkte weiterentwickeln



Bestand mit B-Plan vergleichen

Input von Bürgern klassifizieren (z.B. Stimmung, Thema, etc.) und zusammenfassen

Qualität des B-Plans einschätzen

Nachhaltige Indikatoren aus B-Plänen extrahieren

Ähnlichkeiten zwischen B-Plänen erkennen

Deltas zwischen B-Plänen erkennen

Mehrere Dokumente gleichzeitig durchsuchen

Schnellzugriff auf öffentliche relevante Daten

Schnellzugriff auf verlinkten Quellen

Entscheidungshilfe (z.B. bei Ausnahmen, Befreiungen, etc.)

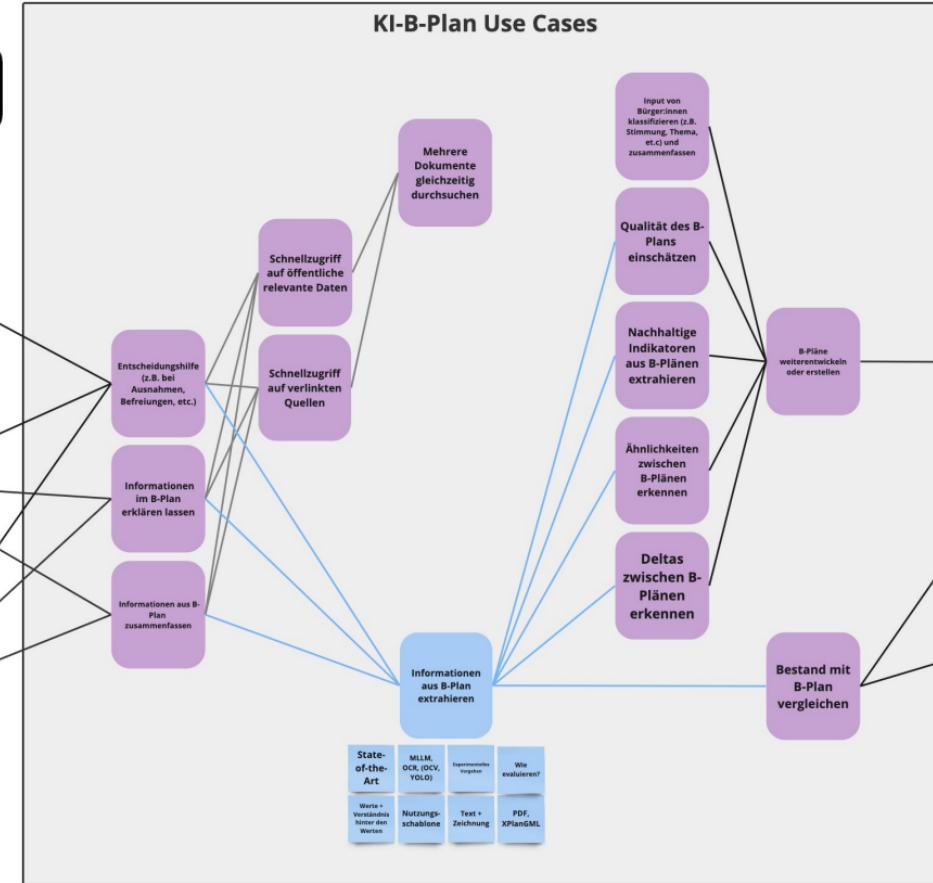
Informationen im B-Plan erklären lassen

Informationen aus B-Plan zusammenfassen

State-of-the-Art	MILM OCN (OCV, YOLO)	Experimentelles Vorgehen	Wie evaluieren?
Werte + Verständnis hinter den Werten	Nutzungsschablonen	Text + Zeichnung	PDF, XPlan&ML

Informationen aus B-Plan extrahieren

B-Pläne weiterentwickeln oder erstellen

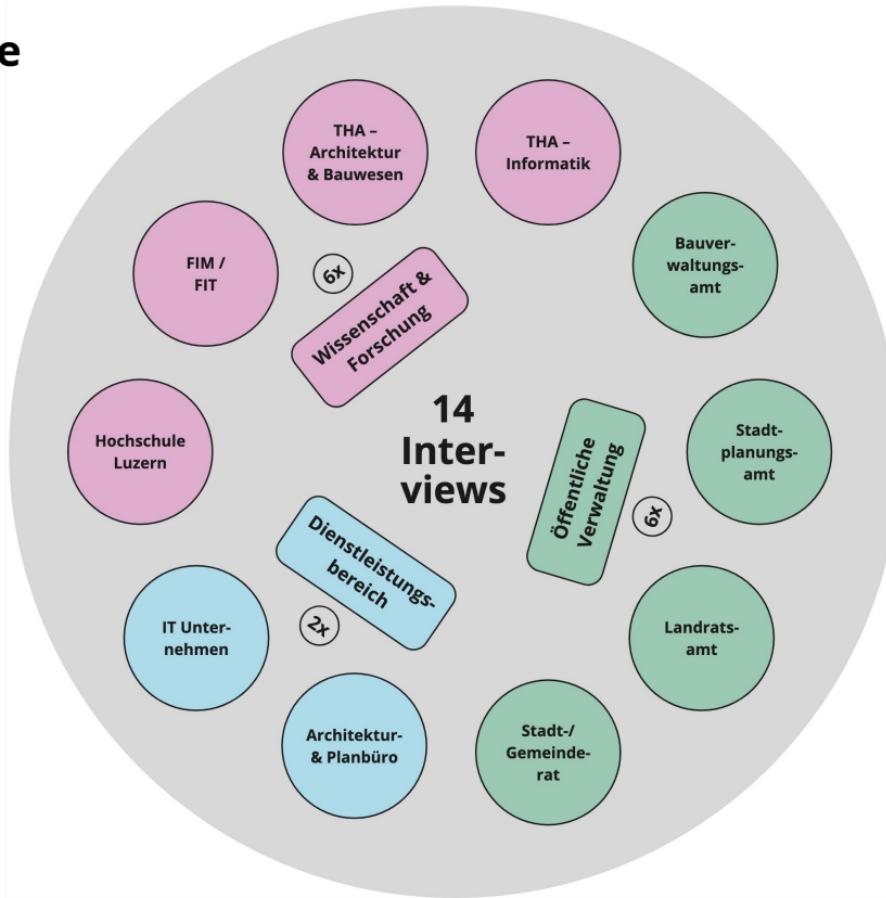


Finaler Use-Case

Use-Case

Bedürfnis

# Datengrundlage



# MULTIMODALE SPRACHMODELLE

# Neuronale Sprachmodelle

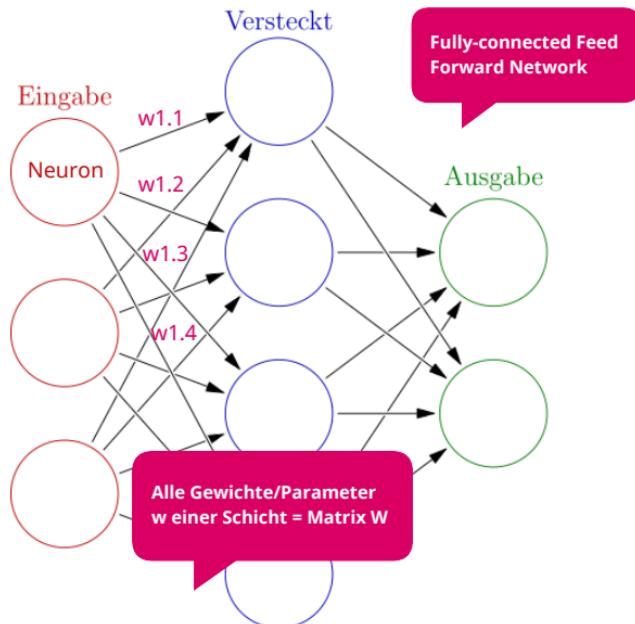


Abbildung 6

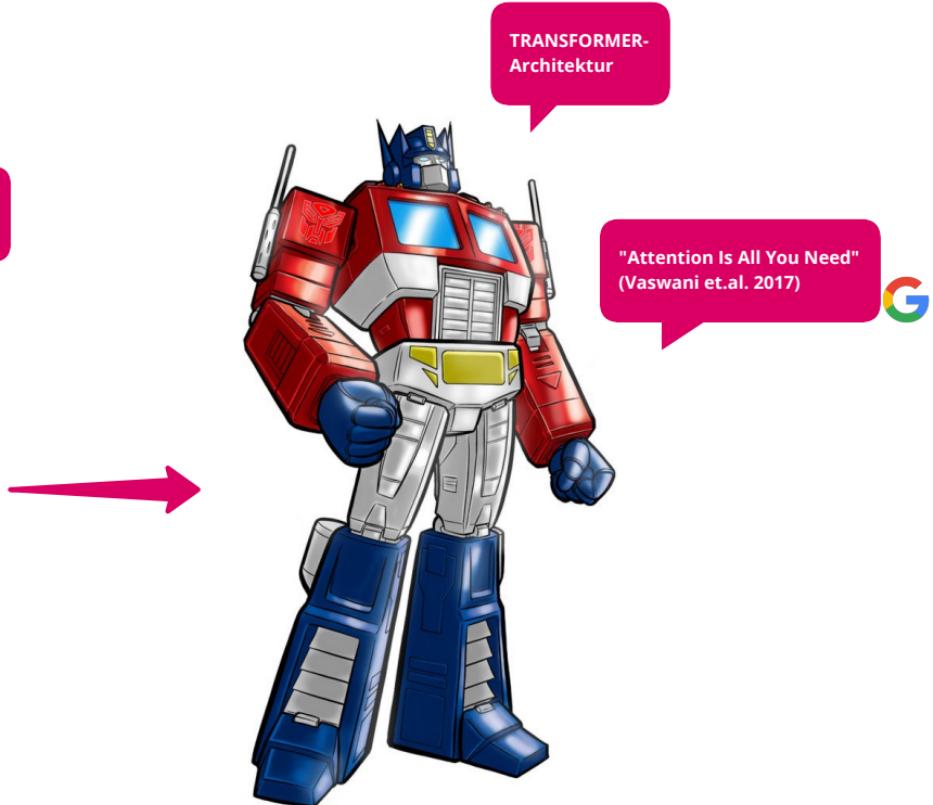


Abbildung 7

# Maschinelle Verarbeitung von Sprache

King + Woman - Man  $\approx$  Queen (Analogie bzw. Beziehung) 🤖

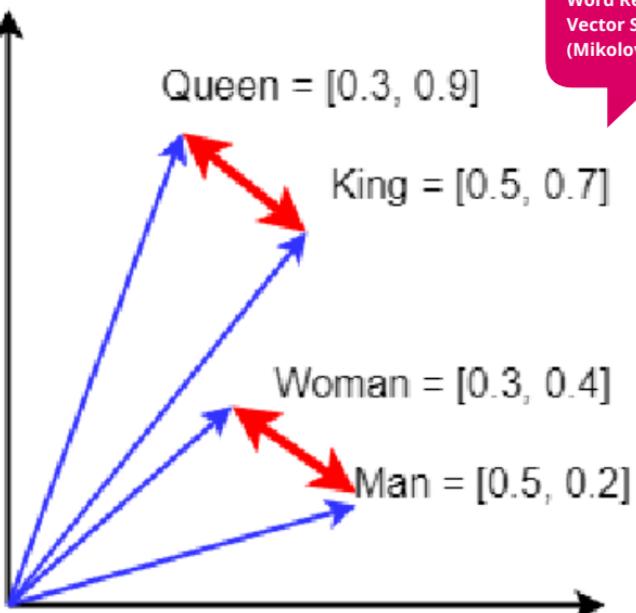
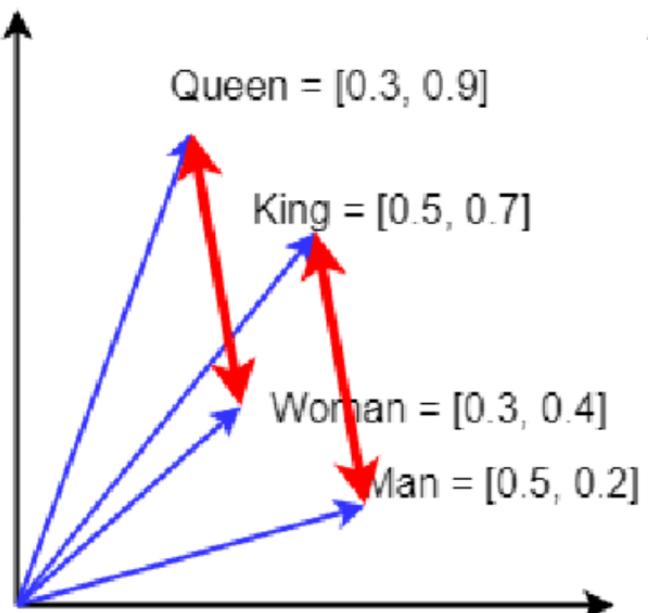


Abbildung 8

# Maschinelle Verarbeitung von Sprache



Abbildung 10

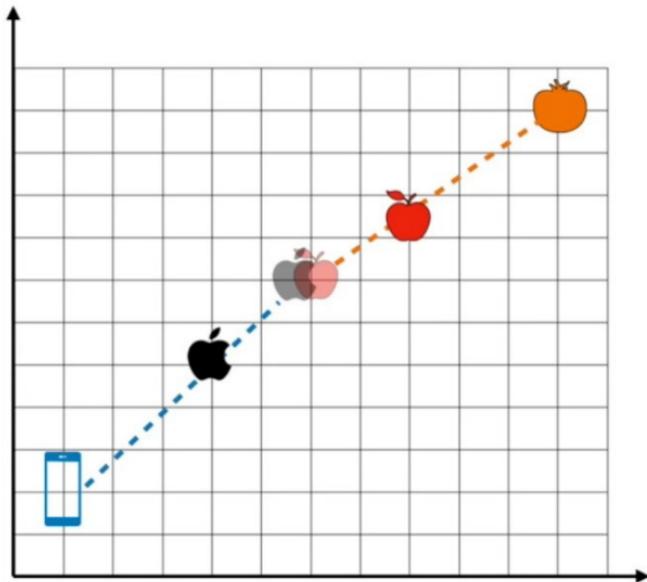
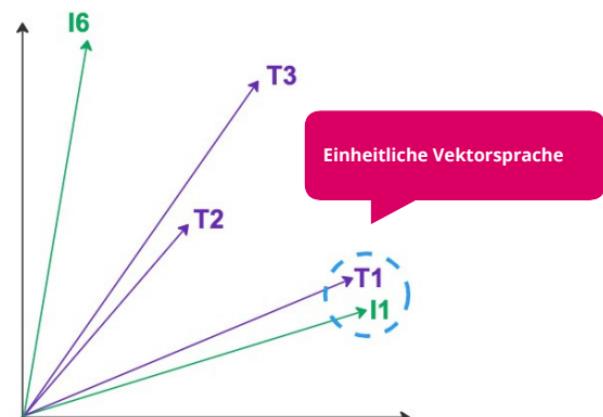
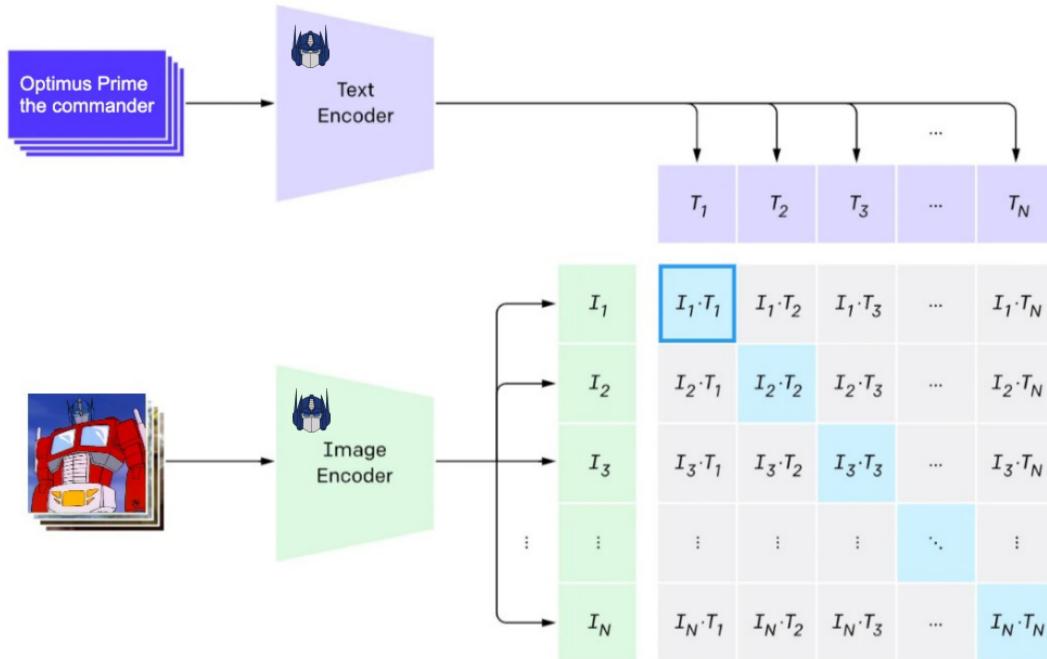


Abbildung 9

please buy an **apple** and an **orange**

**apple** unveiled the new **phone**

# Maschinelle Verarbeitung von Sprache & Bild - CLIP

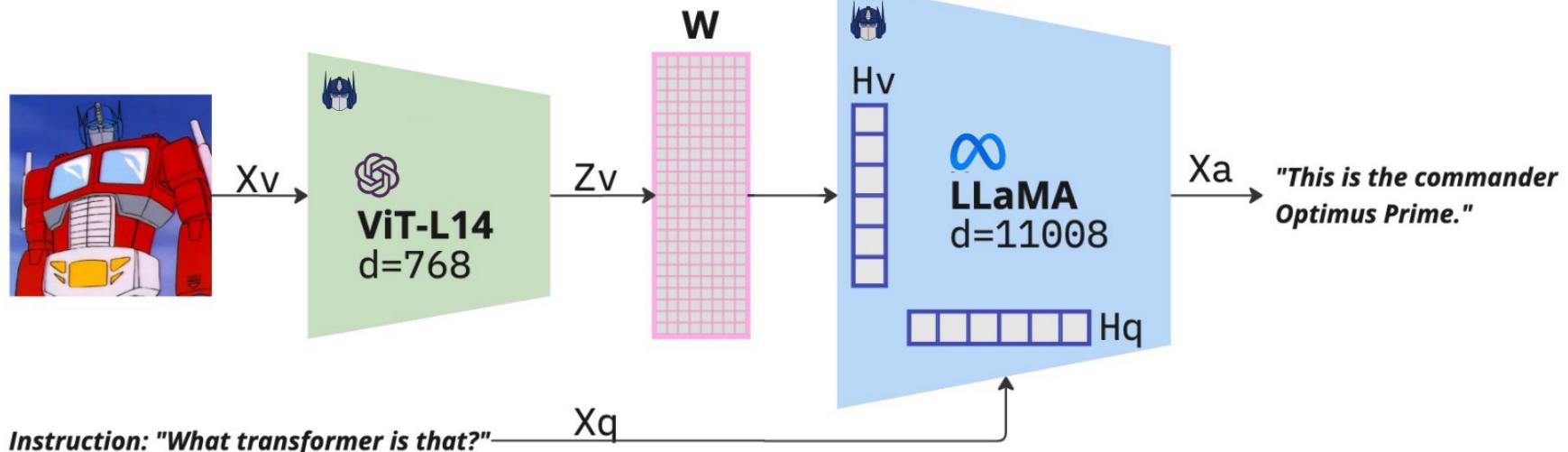


# Multimodales Sprachmodell - LLaVA



"Visual Instruction Tuning"  
(Liu et.al. 2023)

Generative Sprachmodelle (Decoder)  
**Vicuna Claude GPT-4  
Mistral PaLM ...**



# **EXPERIMENTE & EVALUATION**

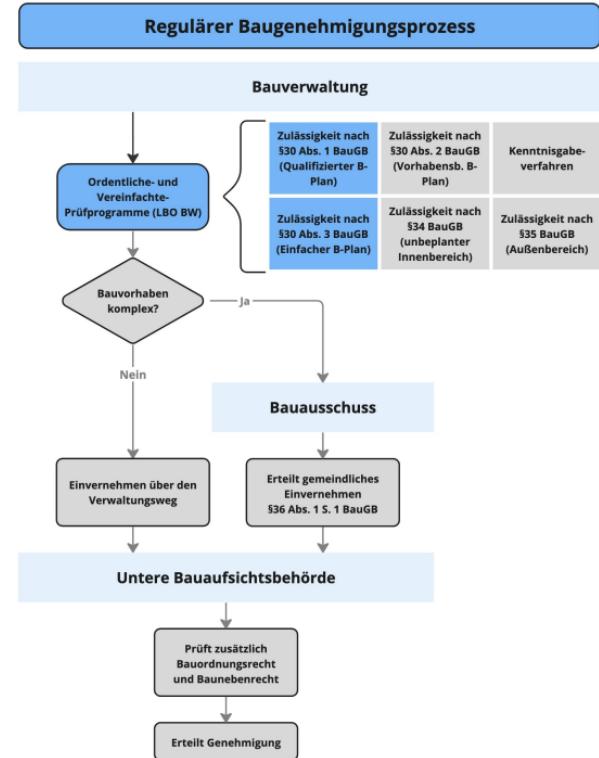
# Beispiel-Prüfschema eines Bauvorhabens – §30 BaugB

Übersicht einzelne Prüfungsschritte zur Frage, ob das Vorhaben „Vor Eichhalde 3“ dem Bebauungsplan „Grübler“ widerspricht oder entspricht

Vergleich Bauantrag und Bauzeichnungen mit den Festsetzungen des Bebauungsplans

Bauantrag/Bau- zeichnungen	Festsetzung Bebauungsplan	widerspricht (-) entspricht (+)	Ausnahme	Befreiung	erteilt
<b>Art der baulichen Nutzung</b>					
Bauantrag und Bau- zeichnungen	Nr. 1.1.1 i.V.m. § 1 Abs. 3 BauNVO Allgemeines Wohngebiet (WA) im zeichnerischen Teil des B-Plan				
Wohnhaus	§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BauNVO Wohngebäude allgemein zulässig	+			
<b>Maß der baulichen Nutzung</b>					
Lageplan (zeichnerischer und schriftlicher Teil)  GRZ 0,17 GFZ 0,35	Nr. 1.1.1 i.v.m. § 1 Abs. 3 BauNVO  GRZ 0,4 GFZ 0,8				
		+			
Zahl der Vollgeschosse II	Nr. 1.1.3 i.v.m. zeichnerischem Teil  I			Befreiung §§ 36, 31 Abs. 2 BauGB  Entscheidung LRA 18.05.2011	-

Abbildung 11

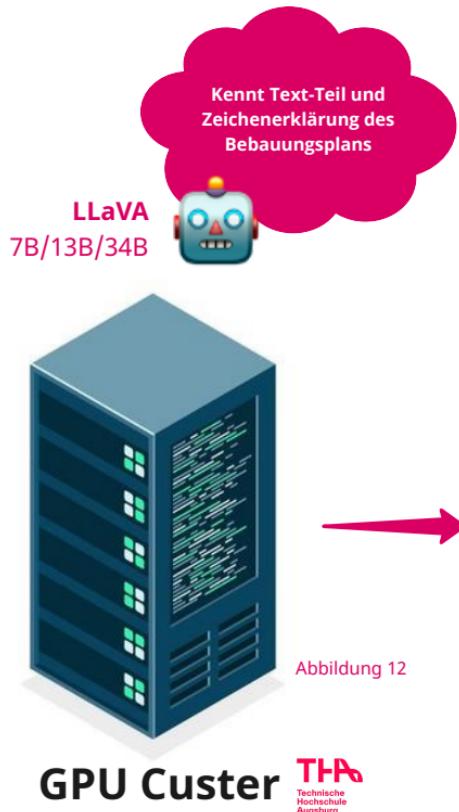


# Rundown

## Testdaten-Set

-  Aufgabe1 Lösung1
-  Aufgabe2 Lösung2
-  Aufgabe3 Lösung3
-  Aufgabe4 Lösung4

usw.



## Evaluation der Ergebnisse

- \* Metrik (Accuracy)
  - \* Expert:innen-Analyse

# Maschinelle Problemlösung via Beispiel-Pipeline

Alles in einem Rutsch lösen

Extraktion aller relevanten Informtaionen.

Hohe Komplexität.

Größe der Planzeichnung.

Problem zerlegen

Pipeline

Objekte aus Zeichnung extrahieren

Text aus Text-Teil extrahieren

Aufgabe bearbeiten



LLaVA



DINO (OD)  
(ViT-based CV)



Nougat (OCR)  
(MLLM)



LLaVA (Instruction)  
(MLLM)



- [Huggingface \(Transformer\)](#)
- [LangChain](#)
- [LLamaIndex \(Beispiel\)](#)
- [Ollama \(+ Docs\)](#)
- Computer einrichten: [michaelkipp.de/deeplearning](#)
- Kleines Sprachmodell (nur Text), z.B. [Phi 3B](#)
- Kleine Multimodale Sprachmodelle (Text+Bild) sind eher im 7B Bereich, wie z.B. [LLaVA-7B](#)

# LINKS ZUM EINTAUCHEN

Abbildung 1 und 2: THA Prof. Fina, Skript Umfeldplanung 2023

Abbildung 3: <https://www.musterhaus.net/ratgeber/bebauungsplan-lesen-und-verstehen>

Abbildung 4: Bebauungsplan der Stadt Laichingen

Abbildung 5: Bebauungsplan der Stadt Augsburg

Abbildung 6: [https://wikimedia.org/wikipedia/neural\\_network\\_de.svg.png](https://wikimedia.org/wikipedia/neural_network_de.svg.png)

Abbildung 7: [http://img3.wikia.nocookie.net/\\_cb20140629204205](http://img3.wikia.nocookie.net/_cb20140629204205)

Abbildung 8: <https://www.researchgate.net/figure/The-classical-king-woman-man-queen-example>

Abbildung 9: [https://www.youtube.com/watch?v=UPtG\\_38Oq8o](https://www.youtube.com/watch?v=UPtG_38Oq8o)

Abbildung 10: <https://images-wixmp-ed30a86b8c4ca887773594c2.wixmp.com>

Abbildung 11: Beispiel eines Prüfschemas von der Stadt Laichingen

Abbildung 12: <https://static.vecteezy.com/3d-illustration-cloud-server.jpg>

# QUELLEN