



# Fertigungsprozess-Boost durch automatisiertes KI-Empfehlungssystem

Dr. Thomas Link | LEXI Experts | 21.11.2024

# über uns | LEXI Experts

- KI- und Automationspraxis für KMU
- Produkt- und herstellerunabhängige Dienstleistungen mit Schwerpunkten
- vom kleinen KI-Projekt zum ganzheitlichen KI-Change Management

## ...Kontakt

Dr. Thomas Link

info@experts-intelligence.com

www.experts-intelligence.com

www.ki-ready.com

Tel.: +49 160 9119 5421



Machen Sie Ihr Unternehmen  
**KI-ready.com**

*„Wir befähigen Unternehmen,  
aktuelle KI-Potenziale praktisch  
umzusetzen.“*

*KI-Potentialanalyse  
KI-Projektierung  
KI-Schulung*

**Konferenz KI-READY 2025 (STUTTGART)**

unter [konferenz.ki-ready.com](https://www.konferenz.ki-ready.com)

# KI-Empfehlungssystem für die Angebotserstellung

...Use-Case: **Produzierendes KMU** (Metallbearbeitung)

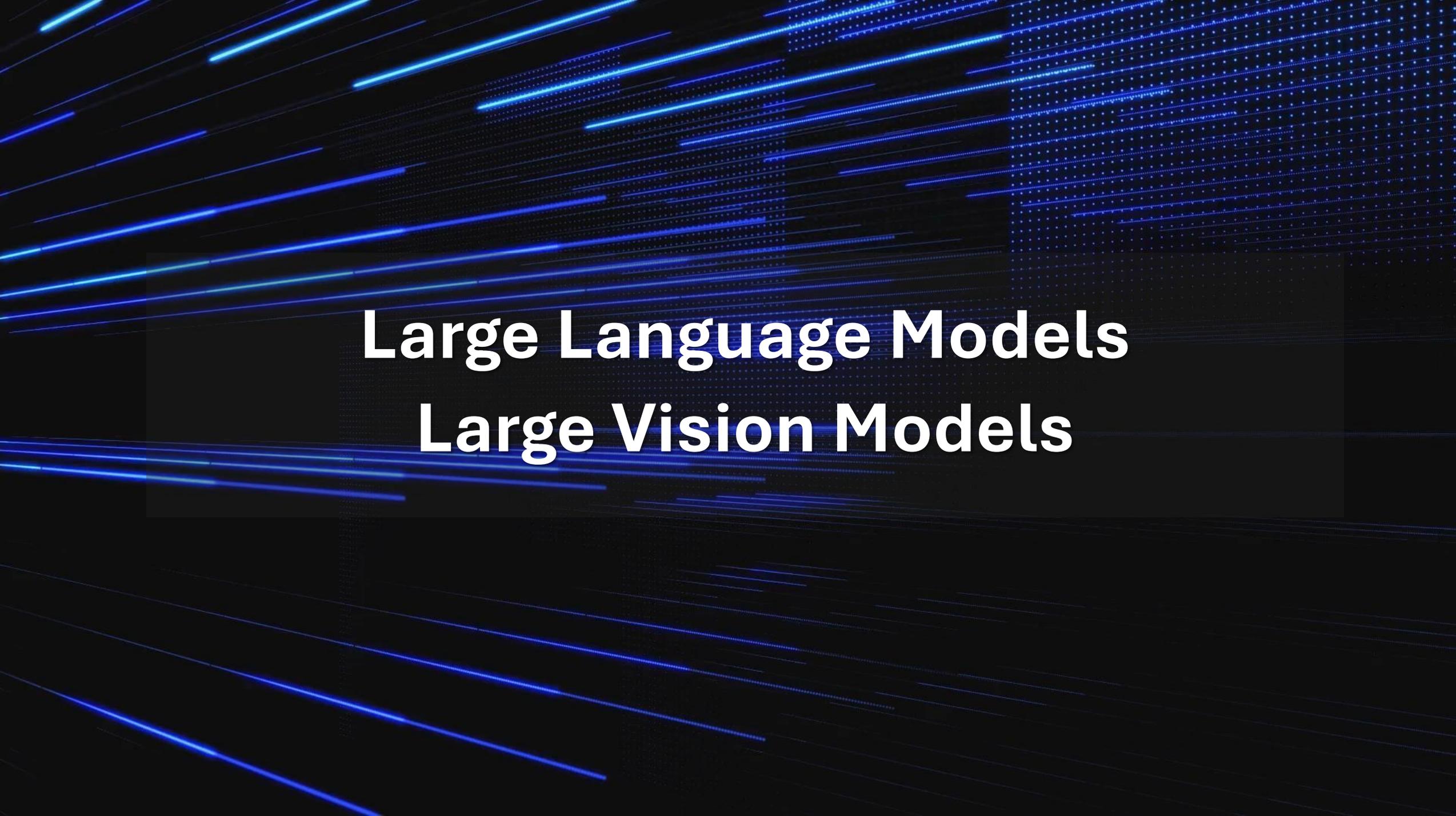
...Fokus: **Angebots- und Fertigungsplanung**

...Anforderung: **einfach** und **effizient**  
(Nutzer, UI, lokaler PC)

...Einsatz von großen, vortrainierten Modelle für:

1. Merkmalsextraktion
2. Bestandsdatenaufbereitung
3. Empfehlungssystem

...Wie gut lässt sich das mit heutigen KI-Modellen umsetzen?

The background features a dark blue field with numerous bright blue, diagonal streaks of varying lengths and thicknesses, creating a sense of motion and depth. A faint, grid-like pattern of small white dots is visible, particularly on the right side, suggesting a digital or data-oriented environment.

# **Large Language Models**

# **Large Vision Models**



Analysiere das Bild des Straßenschilds und beantworte die Frage: Wann ist das Parken an einem Donnerstag erlaubt? Stelle deine Antwort in einer klaren, strukturierten Tabelle dar und erkläre kurz, welche Regeln aus den sichtbaren Informationen gelten. Achte auf sinnvolle, logische Zeitangaben.

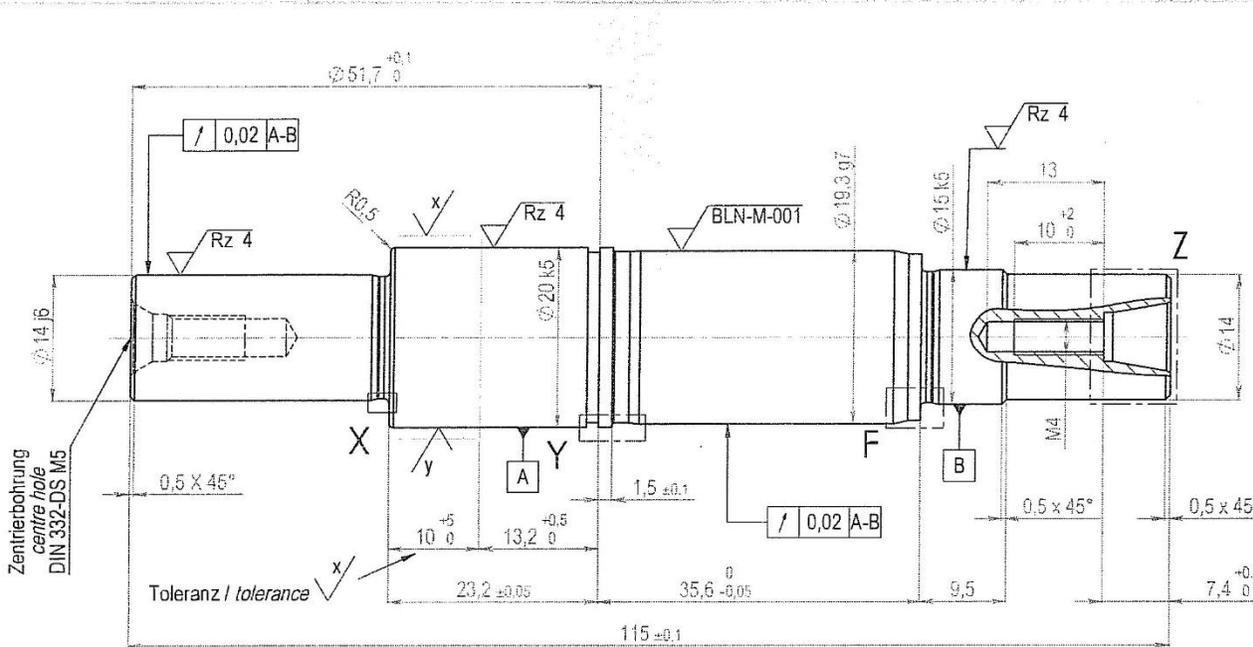
Regel	Zeit	Erlaubt/Verboten
Street Cleaning (No Parking)	11:00 AM - 1:00 PM	Verboten
No Stopping (School Days)	7:30 AM - 4:00 PM	Verboten (an Schultagen)
School Business Exception (15 Min)	7:30 AM - 8:00 AM	Erlaubt für Schulzwecke (max. 15 Minuten)
1 Hour Parking (School Days)	4:00 PM - 6:00 PM	Erlaubt (max. 1 Stunde, nur 1x pro Tag)
All other times	außerhalb der genannten Zeiten	Erlaubt

# 1

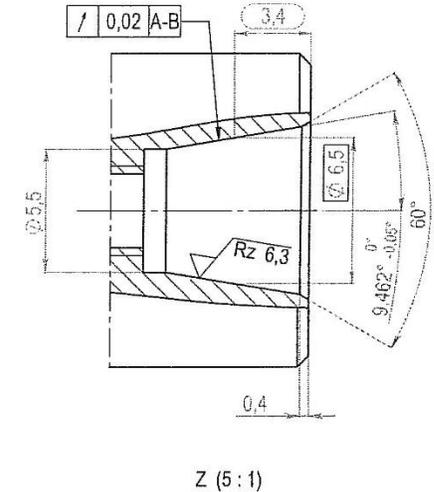
## **KI-unterstützte Merkmalsextraktion aus technischen Zeichnungen**

Wie liegen die Daten vor?  
Welche Informationen sind relevant?

This drawing should not be duplicated or made accessible to third parties without our approval and should not be otherwise misused by the recipient or a third person

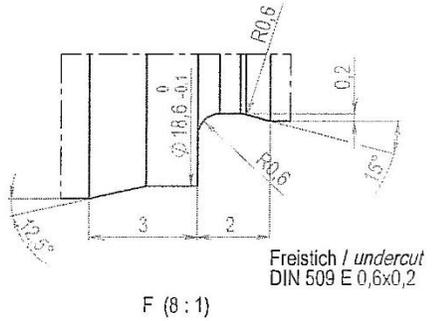
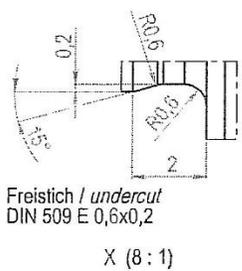
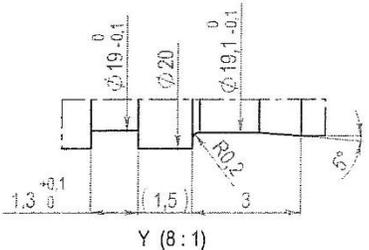


Passung	Abmaße	Passung	Abmaße
14 j6	+0,008 -0,003	19,3 g7	-0,007 -0,028
15 k5	+0,009 +0,001	20 k5	+0,011 +0,002



Diese Zeichnung darf ohne unsere Zustimmung weder vervielfältigt, noch Dritten zugänglich gemacht werden. Sie darf auch nicht durch den Empfänger oder Dritte in anderer Weise mitbräuchlich verwendet werden.

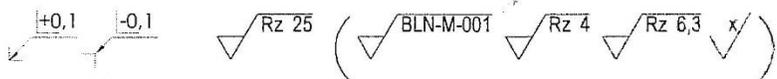
Erste Tests - DEMO



Achtung: Liefervorschrift GM-0515-LV  
Attention: Specification GM-0515-LV

Drallfrei geschliffen / free of twists  
Rz 4  
y =

x/ = Oberfläche 45 bis 60 HRC, 0,3 mm +1mm tief  
= surface area 45 to 60 HRC, 0,3 mm +1mm deep



GM057-11	02	D	Kopierfehler: Rundlauf 0,02 A-B entfällt	02.06.2011	GENGP
Änd.-Nr. / Rev.-No.	Vers.-No. / Revision	Änderungsbeschreibung / Change description		Datum / Date	Name
Allgemeintoleranzen / General tolerances		Status	Maßstab / Scale	Format	Ausgangsstil / Parent part
ISO 2768 M-K		FR	2:1	A3	Projektion / Projection
Sonst. Toleranzen / Other tolerances		Datum / Date	Name	Werkstoff / Material	C 45 Pd
Werkstückkanten / Workpiece edges		Gezeichnet / Drawn	12.06.2007	AKBAH	1.0504
DIN ISO 13715		Benennung / Description		Gewicht / Weight	
Oberflächen / Surfaces		Welle / shaft		SER 397	
DIN ISO 1302		Geprüft / Checked		Zeichnungsnummer / Drawing number	
Oberflächenbehandlung / Surface treatment				881-10-01-07-000	
				Abwechselnummer / Material number	
				0000018496822	
		Erstellt für / Replace for		CAD System	
		881-10-01-07		SOLID	

# Übersicht Mechanismen zur Merkmalsextraktion

- 1. Texterkennung (OCR):** Extraktion von Textinformationen. (z. B. *"1715 ±0,1"*)
- 2. Geometrische Feature-Erkennung:** Erkennung von Linien, Kreisen, Bögen. (z. B. *"Φ 14 f8"*)
- 3. Symbol- und Objekterkennung:** Identifikation technischer Symbole. (z. B. *"Ra max 0,25"*)
- 4. Verarbeitung von Maßangaben:** Verknüpfung von Zahlen mit Objekten. (z. B. *Durchmesser "16 ±0,1"*)
- 5. Layout-Analyse:** Segmentierung in Zeichnung und Textbereiche. (z. B. *Materialfeld vs. Zeichnungsbereich*)
- 6. Semantische Verarbeitung:** Interpretation von Spezifikationen. (z. B. *"AISI 316 L" als Edelstahl*)
- 7. 3D-Rekonstruktion:** Ableitung von 3D-Objekten aus 2D-Daten. (z. B. *Zylinder aus "Φ 14 f8, 1715 ±0,1"*)



**Demo zur KI-unterstützte  
Merkmalsextraktion aus  
technischen Zeichnungen**

- 1. Klare Prompts:**  
Präzise Beschreibung der Aufgabe und Bereitstellung von genügend Kontext für das Modell. Vermeiden von mehrdeutigen Formulierungen.
- 2. Leserichtung beachten:**  
Sicherstellen, dass Informationen in technischen Zeichnungen oder Dokumenten in der richtigen Reihenfolge (von links nach rechts) ausgewertet werden.
- 3. Strukturierte Ausgaben verwenden:**  
Speichern der Ergebnisse in einem strukturierten Format wie JSON, um die Weiterverarbeitung und Integration in andere Systeme zu vereinfachen.
- 4. API-Limits beachten:**  
Einhalten der maximal zulässigen Bildgröße (z. B. 1568 Pixel Kantenlänge) und Dateigröße (z. B. 1,15 Megapixel) des jeweiligen Modells.

**5. Bildqualität / Bildgröße:**

Verwendung scharfer, hochauflösender Bilder in unterstützten Formaten (JPEG, PNG, GIF). Sicherstellen, dass Text im Bild klar lesbar ist. Skalieren der Bilder auf  $\leq 1,15$  Megapixel, idealerweise auf 1000x1000 Pixel, um Verarbeitungszeit und -kosten zu minimieren.

**6. Multibildverarbeitung nutzen:**

Verarbeitung von bis zu 100 Bildern (API Claude) pro Anfrage, um Aufgaben wie Variantenanalyse oder Vergleiche effizient zu bearbeiten.

**7. Bilder segmentieren:**

Wenn möglich, Ausschneiden relevanter Bildausschnitte, um die Verarbeitung zu beschleunigen und die Genauigkeit zu erhöhen.

**8. Bildrotation:** Drehen der Bilder gegebenenfalls, um eine optimale Erkennung zu gewährleisten, insbesondere bei Zeichnungen, die nicht korrekt ausgerichtet sind.

# Merkmalsextraktion

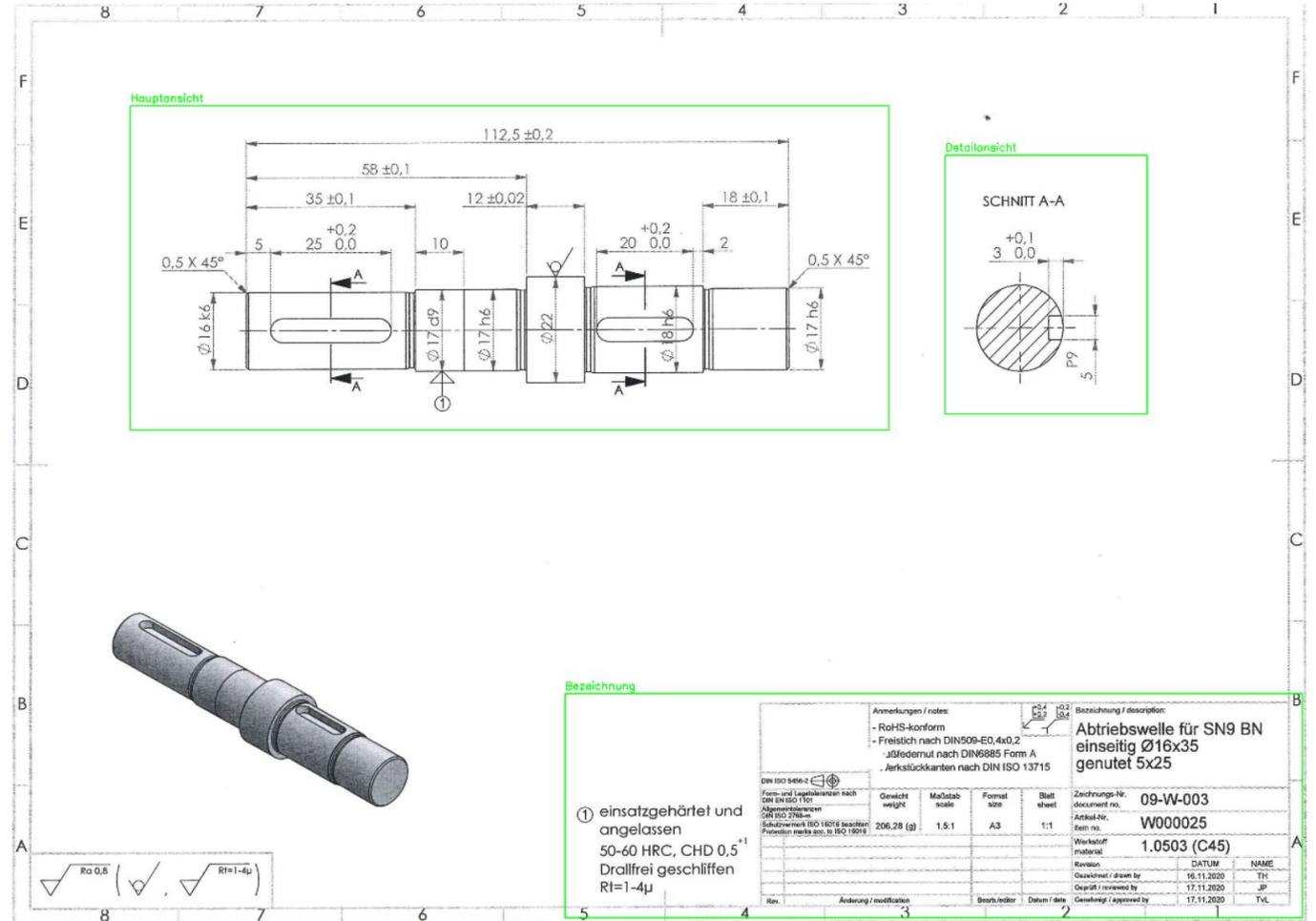
1. **Bildsegmentierung (KI-unterstützte Skripterstellung, einfache Handhabung war auch für Kunden relevant) → DEMO**

2. **Merkmalsextraktion → DEMO**

... Ergebnisse und Erfahrungswerte

... Kosten ?

... für 10 Bilder: **0,04€ !**



# 2

## **KI-unterstützte Bestandsdatenaufbereitung**

# Auszug Bestandsdaten (aus ERP)

... insgesamt 30.000 Komponenten der letzten 10 Jahre

... Rudimentäre Dokumentation, unsystematisch und individuelle Formulierung

... Zielsetzung: die besten ähnlichen Projektdaten identifizieren (Empfehlungssystem)

... Weitere Erkenntnis:

- unterschiedlich gelebte Vorgehensweise, welche Strategie führt zum Ziel?

Zeichnungsnr.	Basisbeschreibung	Kurzbeschreibung	Kennung 2	Kennung 3
00009224020+01-0	BOLZEN MIT BUND	Bolzen mit Bund $\varnothing 25,00 \times 53,0$ aus Werkstoff S355J2C+C incl.Oberfläche Fe/ZnNi12	0000 9224 020	1170857
00009240900+01-0	VERRIEGELUNGSBOLZEN	Verriegelungsbolzen $\varnothing 19,80 \times 87,0$ aus Werkstoff S355J2C+N	0000 9240 900	1170857
00009241621+01-D	BUNDBOLZEN	Bundbolzen für Befestigungsplatte $\varnothing 30,0 \times 93,5$ aus Werkstoff S355J2+N	0000 92410621	1170857
00009241622+01-D	BUNDBOLZEN FÜR SCHWENKARM	Bundbolzen am Schwenkarm $\varnothing 30,0 \times 53,0$ aus Werkstoff S355J2+N	0000 9241 622	1170857
00009241634+01-0	AUFLAGEBOLZEN	Auflagebolzen SW24,00 X 29,0 aus Werkstoff S235J2R incl.Oberfläche Fe/ZnNi12	0000 924 1634	1170857
00009244242+01-0	BUCHSE FEDERAUFNAHME	Buchse Federaufnahme $\varnothing 30,00 \times 27,50$ aus Werkstoff S355J2+N incl.Oberfläche Fe/ZnNi12	0000 9244 242	1170857
00009249506+01-A	RUNDSTAHL	Rundstahl $\varnothing 16,00 \times 410,0$ aus Werkstoff S355J2C+C	0000 9249 506	1170857
00009511719	LAGERBUCHSE	Lagerbuchse $\varnothing 51,00 \times 42,50$ ===== entgegen der Zeichnung aus Werkstoff S355 J2C+C ===== ohne Oberfläche ===== wie groß darf der Innenradius am Übergang von $\varnothing 49,00$ zu $\varnothing 51,00$ beidseitig sein? (Schneidenradius R0,4) =====	0000951171 9	1053203
00009511719+01-0	LAGERBUCHSE	Lagerbuchse $\varnothing 51,0 \times 42,5$ aus Werkstoff S355J2+N	0000 9511 719	1170857



**Demo zur KI-unterstützte  
Bestandsdatenaufbereitung  
& Ergebnisse**

# Aufbereitung der Bestandsdaten

... Zwei Optionen: Bildanalyse vs. rudimentäre Bestandsdaten im System

... Ziel: Datenbestand soll später für den Ähnlichkeitssuche herangezogen werden können

... DEMO

... Vorgehen: Prompting mit strukturierter Ausgabe (z.B. Tabellenformat, JSON)

... weitere Gruppierung (Dictionary) für Komponente, Werkstoff)

... Kosten? (gpt-4o-mini)

... 30.000 Datensätze: **2,40 € !**

Zeichnung	Komponente	Kategorie	Ø	Länge	Werkstoff
0.010-776-4	VENTILSITZAUFNAHME	Ventile	22,00	21,20	9 S Mn Pb 36 K
0.28-010.00.99-04	QUETSCHRING	Ringe	11,00	2,00	9 S Mn Pb 36 K
0000 9224 020	BOLZEN	Bolzen und Stifte	25,00	53,00	9 S Mn Pb 36 K
0000 9241 620	LAGERBOLZEN	Bolzen und Stifte	43,00	105,50	9 S Mn Pb 36 K
000-324	STELLSCHRAUBE	Befestigungs- und Verbindungselemente	M28	24,00	9 S Mn Pb 28 K
00-15-021-6	ROTORWELLE	Diverses			9 S Mn Pb 28
00-229326-001	STANGE	Kolben und Kolbenstangen	7,00	597,00	42CrMoS4V
00-296627-5	STANGE	Kolben und Kolbenstangen	9,50	597,00	42CrMoS4V
00-296627-6	STANGE	Kolben und Kolbenstangen	9,50	950,00	42CrMoS4
0-0546-00013-11	AL-HUELSE	Hülsen und Buchsen	8,00	50,00	9SMnPb28K
00-696008-6	TRANSPORTBANDSTANGE	Kolben und Kolbenstangen	9,50	749,40	42CrMoS4
00-774644-001	BANDSTANGE	Kolben und Kolbenstangen	8,00	597,00	42CrMoS4
00-774644-004	BANDSTANGE	Kolben und Kolbenstangen	8,00	745,00	42CrMoS4
00-775933-000	DICHTRING	Ringe	46,20	3,00	42CrMoS4
00-775933-003	DICHTRING	Ringe	46,20	3,00	42CrMoS4
00-883479-001	ACHSE	Rollen und Achsen		61,00	42CrMoS4
0-513-21-10-001	GEWINDEBUCHSE	Hülsen und Buchsen	20,00	10,00	CuZn39Pb3
2461387-ALU	ADAPTER	Diverses	60,00	57,00	42CrMoS4
246184	VERSTELLSPINDEL	Diverses	85,00	71,00	42CrMoS4
246513	GEWINDEBUCHSE	Hülsen und Buchsen	16,00	23,00	Stahl
2465359	SPANNSCHRAUBE	Befestigungs- und Verbindungselemente	M14	15,00	42CrMo4V
24738	G-FASSUNG	Diverses		60,50	42CrMo4V
24738A-6	G-FASSUNG	Diverses	12,00	60,50	42CrMo4
247688	BLLENDE	Kappen und Abdeckungen	5,04	2,00	9SMnPb28
247786	GEHAEUSE TEMPERATURFU	Temperatur- und Druckkomponenten	27,00	56,00	3.1354T4
2479232	SPOOL EP-3118	Diverses	12,88	25,96	16MnCrS5
248-14	WELLE	Diverses			16MnCrS5
248576	SICHERUNGSRING	Diverses	8,00		16MnCrS5
335	GRIFFEINSATZ	Diverses	16,00	17,00	W97Ni2Fe1
5200/2-2	HOHLSCHRAUBE	Diverses			9S20k
E41240	ADAPTER	Diverses	22,00	18,50	C45R
E41259	DICHTMUTTER	Diverses	32,00	32,00	16MnCrS5

# 3

## KI-unterstütztes Empfehlungssystem

# Empfehlungssystem

- ... Herausforderung: einfache Ähnlichkeitsvergleich zwischen neuen Daten und Bestandsdaten
- ... Unterschiedliche Bewertungsstrategien
- ... Excelbasierter Prototyp für erste, schnelle Umsetzung.

... DEMO

Bewertung	Fokus Werkstoff	Komponentenbez.	Kategorie	Max. Durchmesser [mm]	Länge [mm]	Werkstoff	
<b>Eingangsdaten</b>			<b>Befestigungs- und Verbind</b>	<b>5</b>	<b>15,4</b>	<b>9SMnPb28</b>	
Gewichtung				2%	16%	2%	80%
Bestandsdaten	Zeichnung	Komponente	Kategorie	Ø	Länge	Werkstoff	Sore
	247688	BLLENDE	Kappen und Abdeckungen	5,04	2,00	9SMnPb28	956,3
	E6N-F29-201-14-3MOD	BOLZEN	Bolzen und Stifte	6,10	16,00	9SMnPb28	860,7
	EKA-AUFBOHRER-D5,95	SONDERWERKZEUG	Werkzeuge und Sonderanfertigungen	5,95	156,00	9SMnPb28	858,7
	E62000	GEWINDESTIFT	Diverses	6,00	15,00	9SMnPb28	853,3
	EO99E9014	PIN	Diverses	6,00	6,20	9SMnPb28	853,3
	E7-F298-320-14-2	BUCHSE	Hülsen und Buchsen	12,00	15,85	9SMnPb28	818,5
	E6N-F29-201-14-3	BOLZEN	Bolzen und Stifte	9,00	16,00	9SMnPb28	818,1
	EL3-13	ROHLING	Werkzeuge und Sonderanfertigungen	14,00	16,45	9SMnPb28	816,6
	ES01-8.655/4	VORDERTEIL	Diverses	11,60	28,00	9SMnPb28	800,0
	ES01-8.655/5	DREHKAPPE	Diverses	14,70	64,50	9SMnPb28	800,0
	ES01-8.655/6	SCHAFT	Diverses	14,70	64,50	9SMnPb28	800,0
	EPP2-08	ABTRIEBSWELLE	Diverses	5,50	35,00	AlCuMgPb	106,7
	000-324	STELLSCHRAUBE	Befestigungs- und Verbindungselemente	M28	24,00	9 S Mn Pb 28 K	20,0
	2465359	SPANNSCHRAUBE	Befestigungs- und Verbindungselemente	M14	15,00	42CrMo4V	20,0
	E4714-52-1-3	VERSTELLSCHRAUBE	Befestigungs- und Verbindungselemente	8,90	24,00	11SMnPb30 oder ST Rohr	20,0



**Demo zur  
Empfehlungssystem & Ergebnisse**

# Fazit und Ausblick

# Fazit und Ausblick

- ... Einsatz von LLM und **LVM** für die KI-Unterstützte Angebotserstellung
- ... Fokus auf **Einfachheit und schnelle Umsetzung**
  - **Merkmalsextraktion** basierend auf LVM und LLM
  - **Bestandsanalyse**: Datenaufbereitung und –cleaning mit LLM
  - **Empfehlungssystem**: einfache, nachvollziehbare Bewertungsvorschrift (erstmal ohne KI)
- ... **Ergebnis**: Konkrete Zeitersparnis, schnellere und fundiertere Angebote
- ... **Einstiegsprojekt** (bei Kunde): Erfahrungswerte und Vorstellung zum Einsatz von KI für weitere Themen im eigenen Unternehmen



# über uns | LEXI Experts

- KI- und Automationspraxis für KMU
- Produkt- und herstellerunabhängige Dienstleistungen mit Schwerpunkten
- vom kleinen KI-Projekt zum ganzheitlichen KI-Change Management

## ...Kontakt

Dr. Thomas Link

info@experts-intelligence.com

www.experts-intelligence.com

www.ki-ready.com

Tel.: +49 160 9119 5421



Machen Sie Ihr Unternehmen  
**KI-ready.com**

*„Wir befähigen Unternehmen,  
aktuelle KI-Potenziale praktisch  
umzusetzen.“*

*KI-Potentialanalyse  
KI-Projektierung  
KI-Schulung*

**Konferenz KI-READY 2025 (STUTTGART)**

unter [konferenz.ki-ready.com](https://www.konferenz.ki-ready.com)