

KI in der industriellen Praxis



KI AUF DEM WEG VON
POC ZU PRODUKTION

Tobias Sommerfeld
Szabi Koppany



raiqon **SCHAEFFLER**

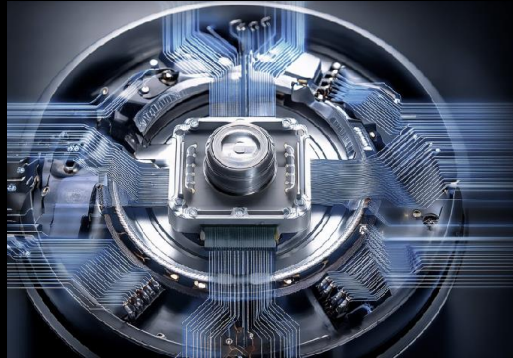
Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Akute Herausforderungen der Automobilindustrie



Komplexität beherrschen

- Neue Entwicklungen (SDV, Elektrifizierung, over the air updates, etc.) erhöhen massiv die Komplexität über den Produktlebenszyklus
- Compliance-Anforderungen steigen immer weiter



Entwicklungszyklen beschleunigen

- Die internationale Konkurrenz hat die Entwicklungszyklen drastisch verkürzt (China Speed)
- Software und Hardware Lebenszyklen werden entkoppelt



Ressourcenknappheit

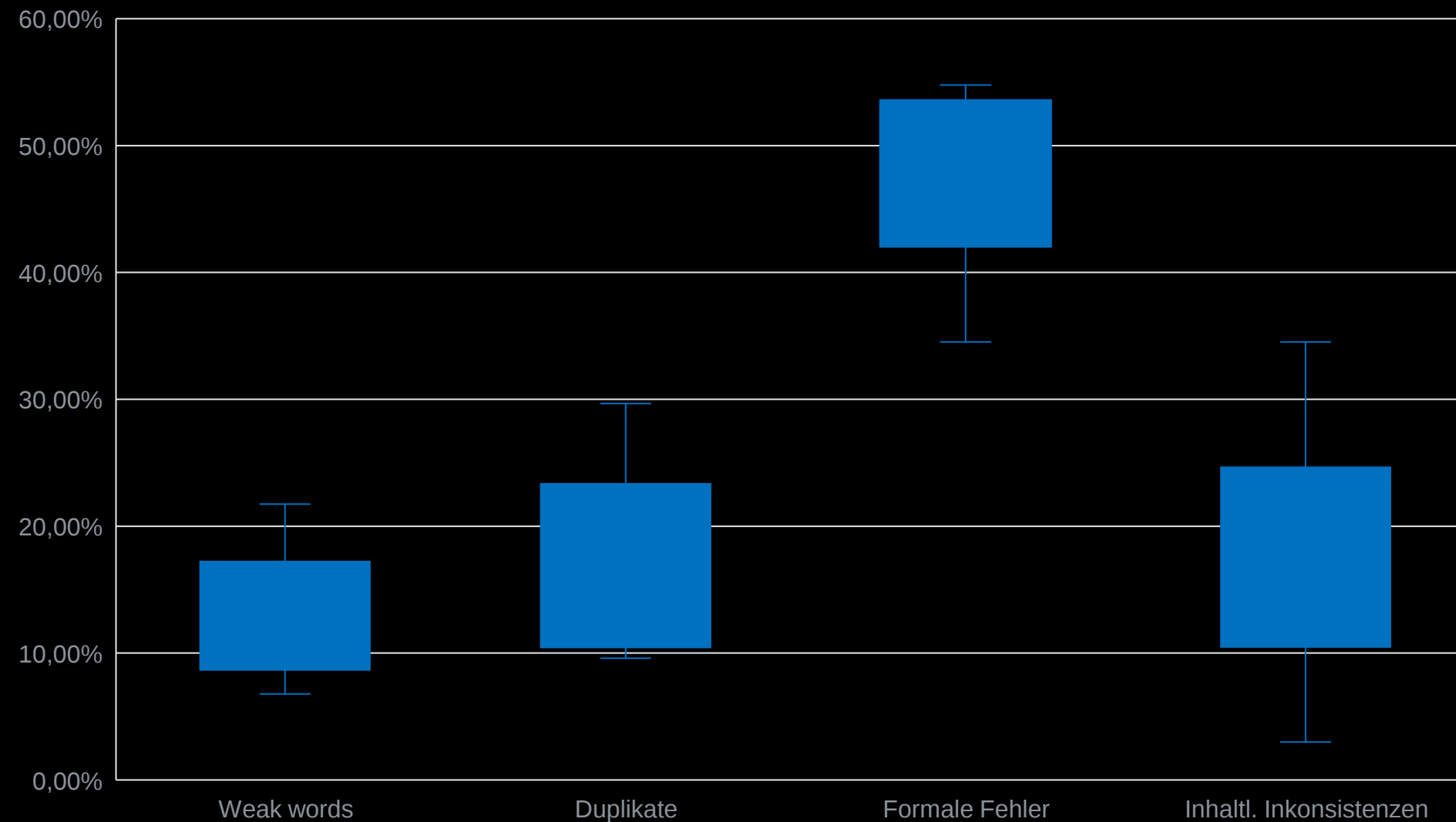
- Großer Teil der Experten scheidet in den nächsten Jahren aus
- Personalkosten entwickeln sich nach wie vor dynamisch
- Trend zu work-life-balance
- Hoher internationaler Margendruck

KANN KI EINE INDUSTRIELLE LÖSUNG BIETEN?

Die Anforderungsqualität wird bestenfalls als „ausbaufähig“ bezeichnet



Anteil problembehafteter Anforderungen



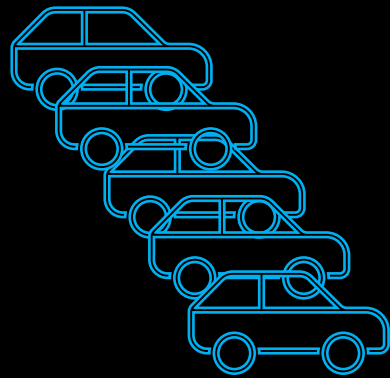
Ergebnis

- Sogut wie alle Unternehmen sehen die Notwendigkeit, ihre Anforderungsqualität zu verbessern
- Insbesondere Duplikate und inhaltliche Inkonsistenzen können gravierende und teure Folgen nach sich ziehen

...und dabei können Anforderungsfehler sehr teuer werden



Betroffen



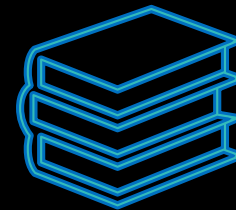
>500.000 Fahrzeuge
eines deutschen
OEM

Problem



Geringe Festigkeit
des Isofix-
Rückhaltesystems

Ursache



Inkonsistente
Anforderungen

Konsequenz



Rückrufkosten
> 100 Mio. €

Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Künstliche Intelligenz für System- Model-Bildung und Anforderungs- Management



PROJECT DATA

DURATION 09.2024 TO 08.2027

PROJECT BUDGET € 22 MILLION

COORDINATION DR.-ING. DIRK FLEISCHER - BMW GROUP

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

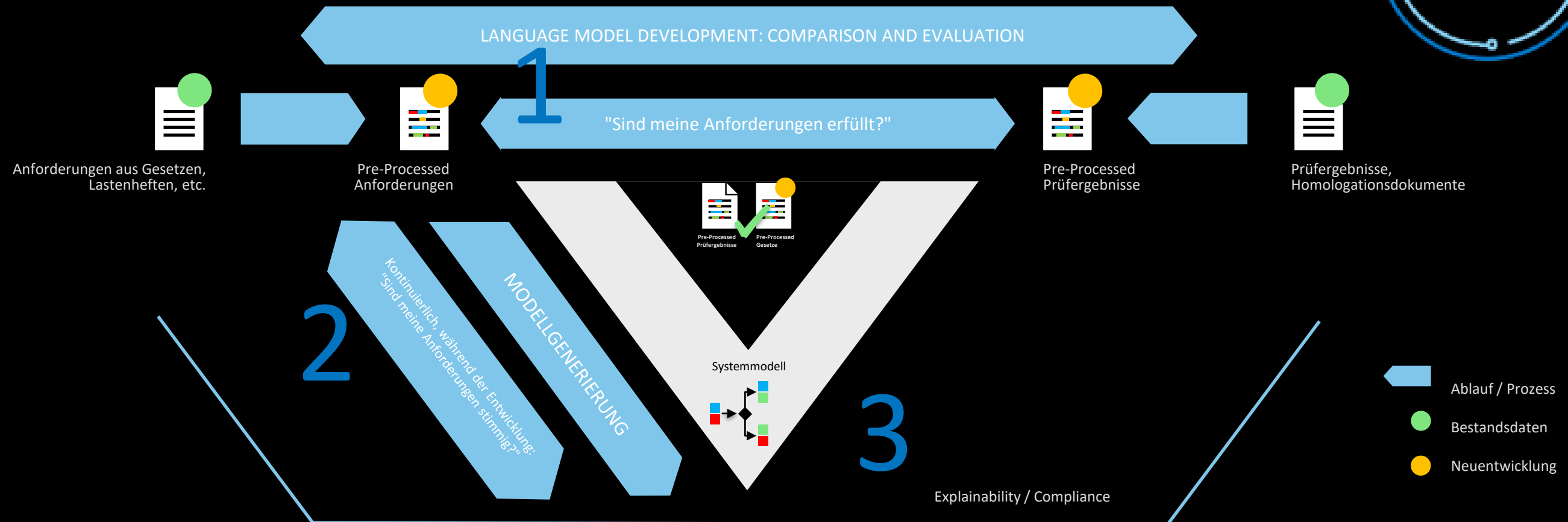
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KIMBA Konsortium



 Wissenschaftlicher Know-How-Träger Kompetenz: Domänenspezifische Sprachen, Konsistenzanalyse von Anforderungen	 Wissenschaftlicher Know-How -Träger Kompetenz: Preprocessing (Datenaufbereitung und Extraktion), (Sprachmodelle)	 Rolle: Product Owner (PO) Kompetenz: PO für Use-Cases, PO Lead
 Wissenschaftlicher Know-How-Träger Kompetenz: Systems- & Requirements Engineering, Wirkkettenmodellierung	 Rolle: IT-Tool Engineering Kompetenz: AI for Model Based Systems Engineering (, Implementierung Prototyp TRL-7)	 Rolle: Automobilhersteller (OEM) Kompetenz: Use Cases, Anforderungen, Anwender Prototyp, Validierung (UC, Prototyp)
 Wissenschaftlicher Know-How-Träger Kompetenz: Wissensrepräsentation, Semantische Netze, Komplexitätsmanagement	 Rolle: Sprachmodellentwickler Kompetenz: Sprachmodell entwickeln & Framework, Beratung (, Preprocessing)	 Rolle: Tier1 Kompetenz: Use Cases, Validierung Anforderungen, Architektur-Standards, Wissensrepräsentation
 Wissenschaftlicher Know-How-Träger & Organisation Kompetenz: Systemmodellbildung, Durchgängigkeit Forschung, öffentlichkeitswirksame Verbreitung	 Rolle: IT-Tool-Entwickler Kompetenz: „Co-Pilot“ Anforderungs-management-Tool (z.B. Codebeamer®)	 Experte Anforderungen & IT-Deployment Kompetenz: PO für Use-Cases, Anforderungs-Management-Tool-Lead, Implementierung OEM/Tier1

Drei Hauptpfade von KIMBA



STREAM 1

DOCUMENT INTERPRETATION AND COMPARISON

Parse, interpret and compare complex document contents based on their context-based meanings and across versions

STREAM 2

MBS(S)E MODEL GENERATION AND VALIDATION

Generate consistent and directly usable (software) system models based on textual requirements

STREAM 3

EXPLAINABILITY & COMPLIANCE

Ensure reliability and explainability of AI-generated results according to legal requirements

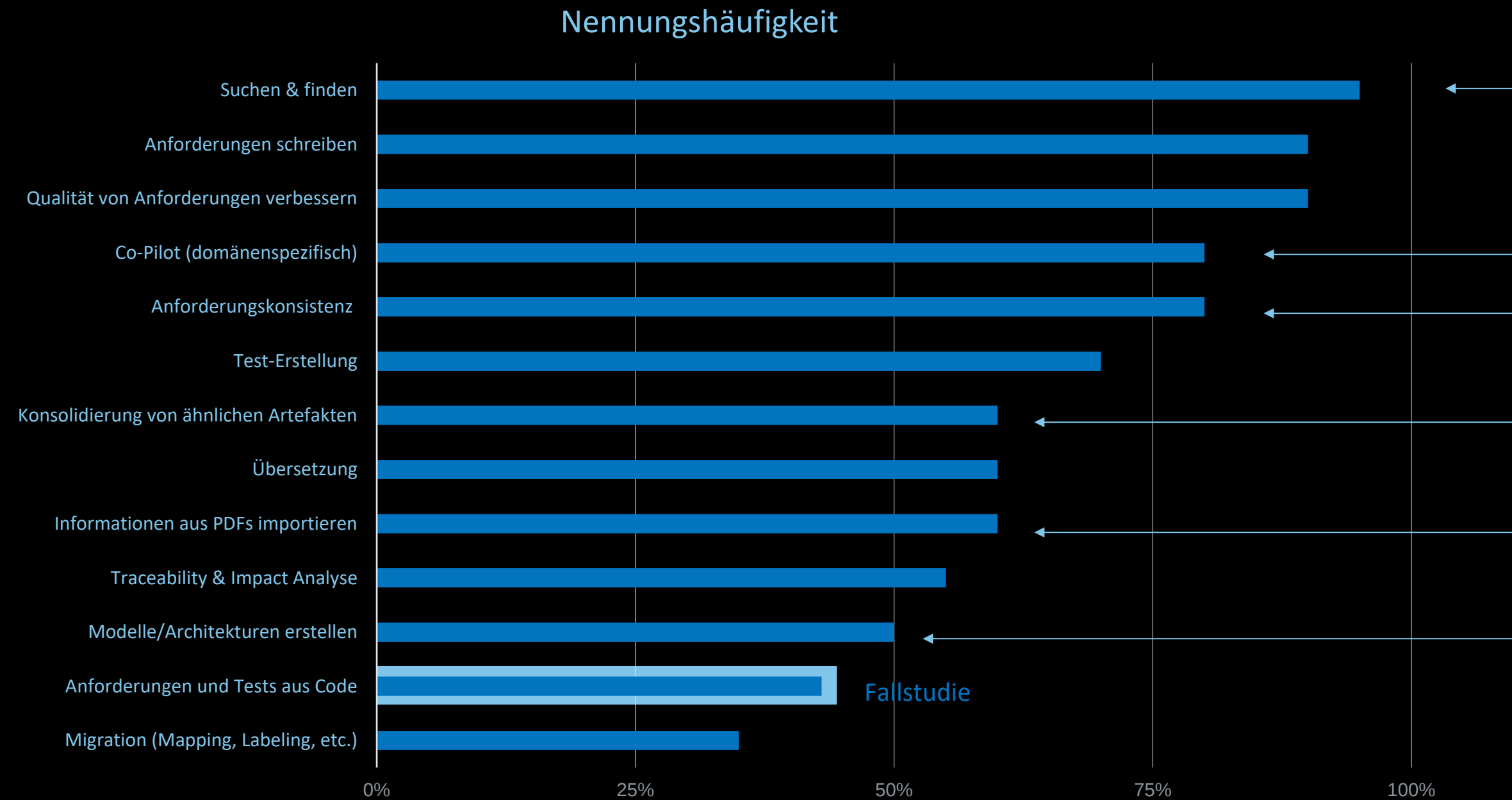
Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Weitesten verbreitete Use-cases



Quelle Befragung von OEMs und TIER1s durch Raiqon GmbH

■ Funktionsumfang Raiqon

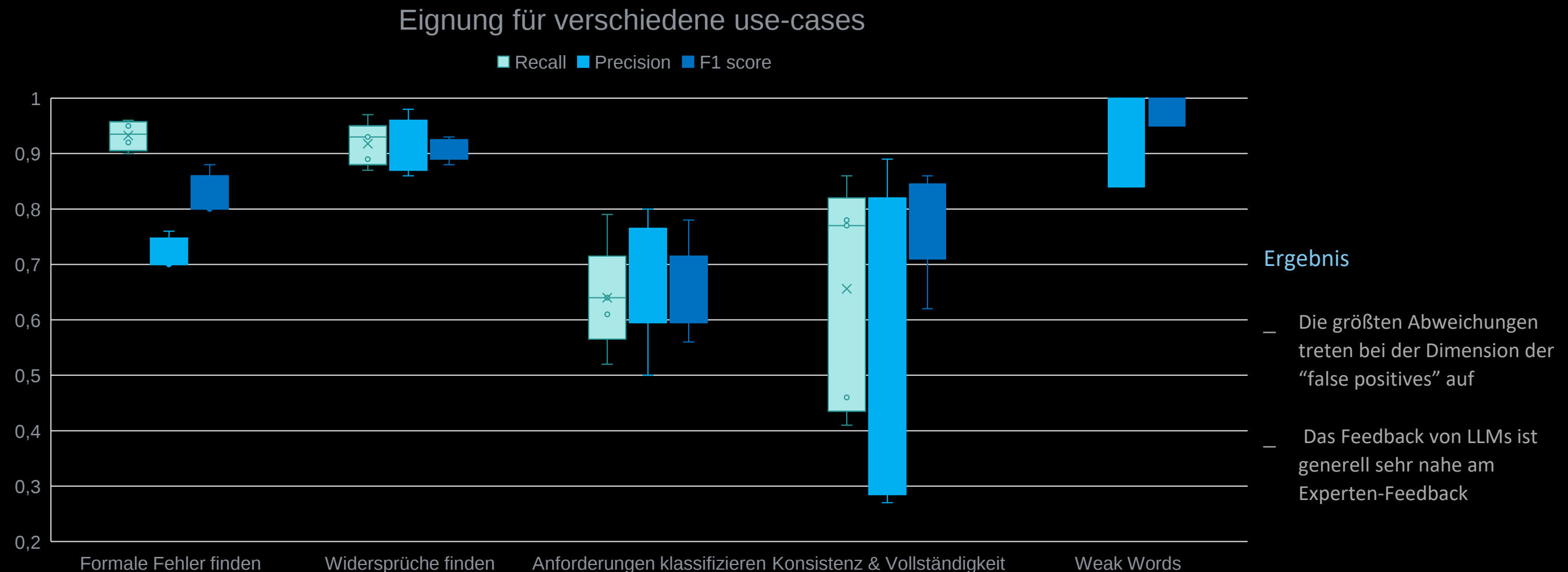
Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



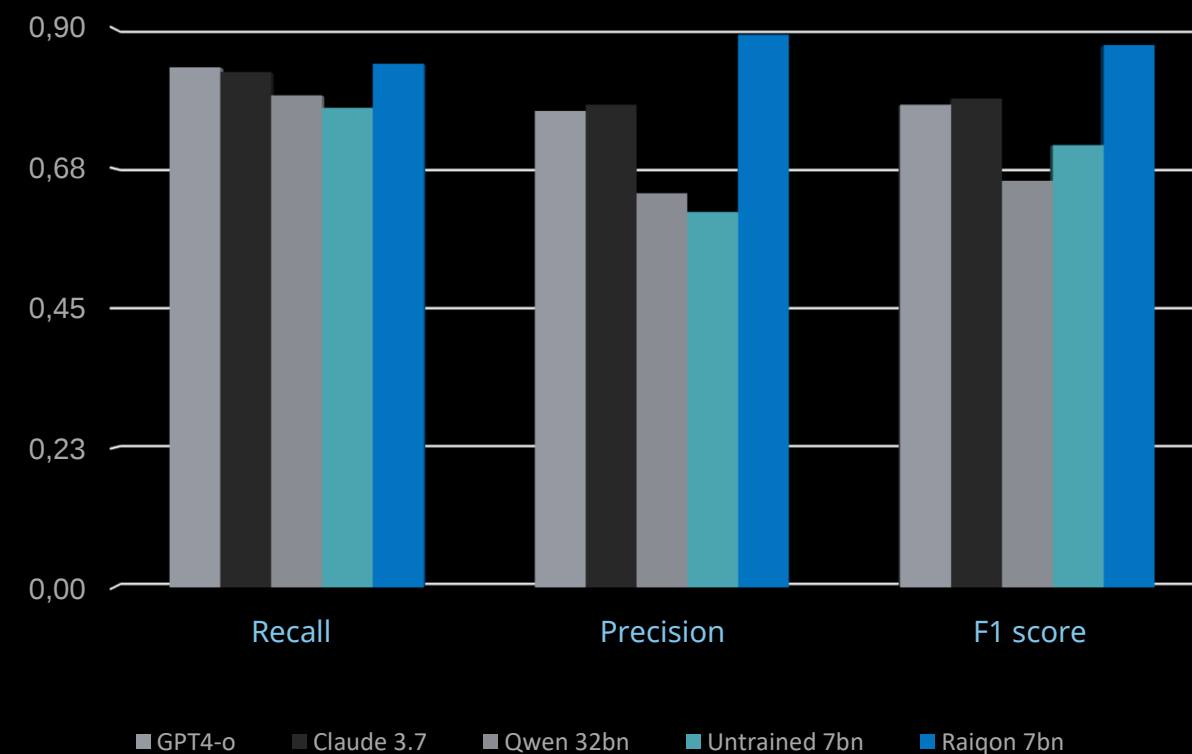
Unterschiedliche use-cases eignen sich unterschiedlich für LLMs



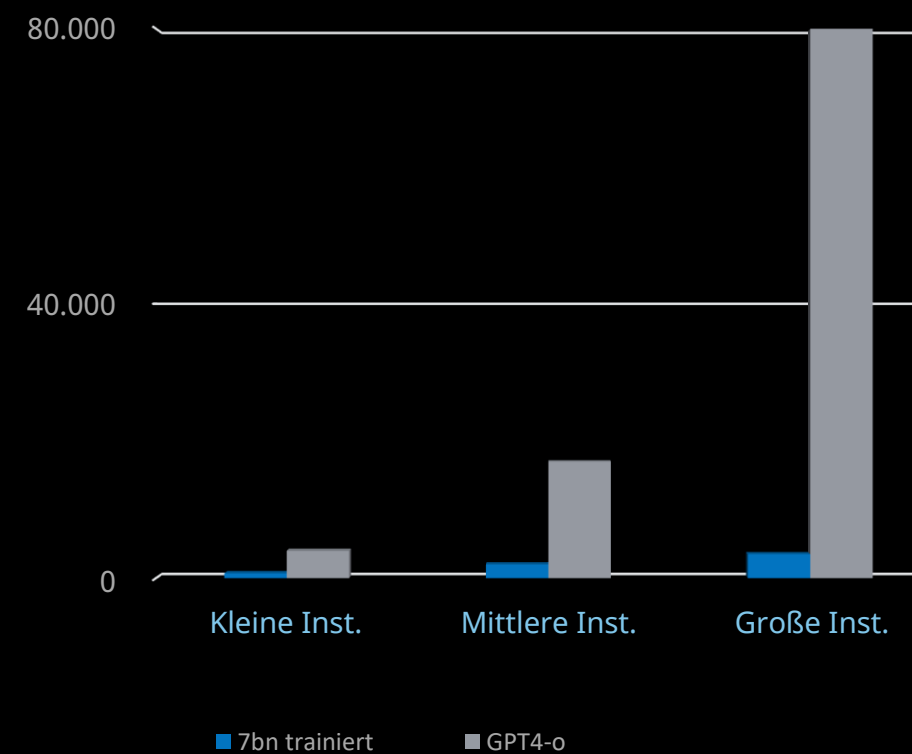
Trainierte kleine Modell sind qualitativ besser bei niedrigeren Betriebskosten



Qualitätsvergleich



Betriebskostenvergleich (p.M.)



Ergebnis

- Kleine Modelle können mit dem richtigen Training wesentlich größere generische Modelle outperformen
- Die Betriebskosten von großen Modellen sollten nicht unterschätzt werden, kleinere Modelle sind wesentlich (ca. 10x-50x) günstiger im Betrieb

Kleine Installation (20 Nutzer/10.000 Anforderungen); Mittlere Inst. (100 Nutzer/100.000 Anforderungen); Große Inst. (1.000 Nutzer/1.000.000 Anforderungen)

Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Warum POCs es nicht in die Produktion schaffen

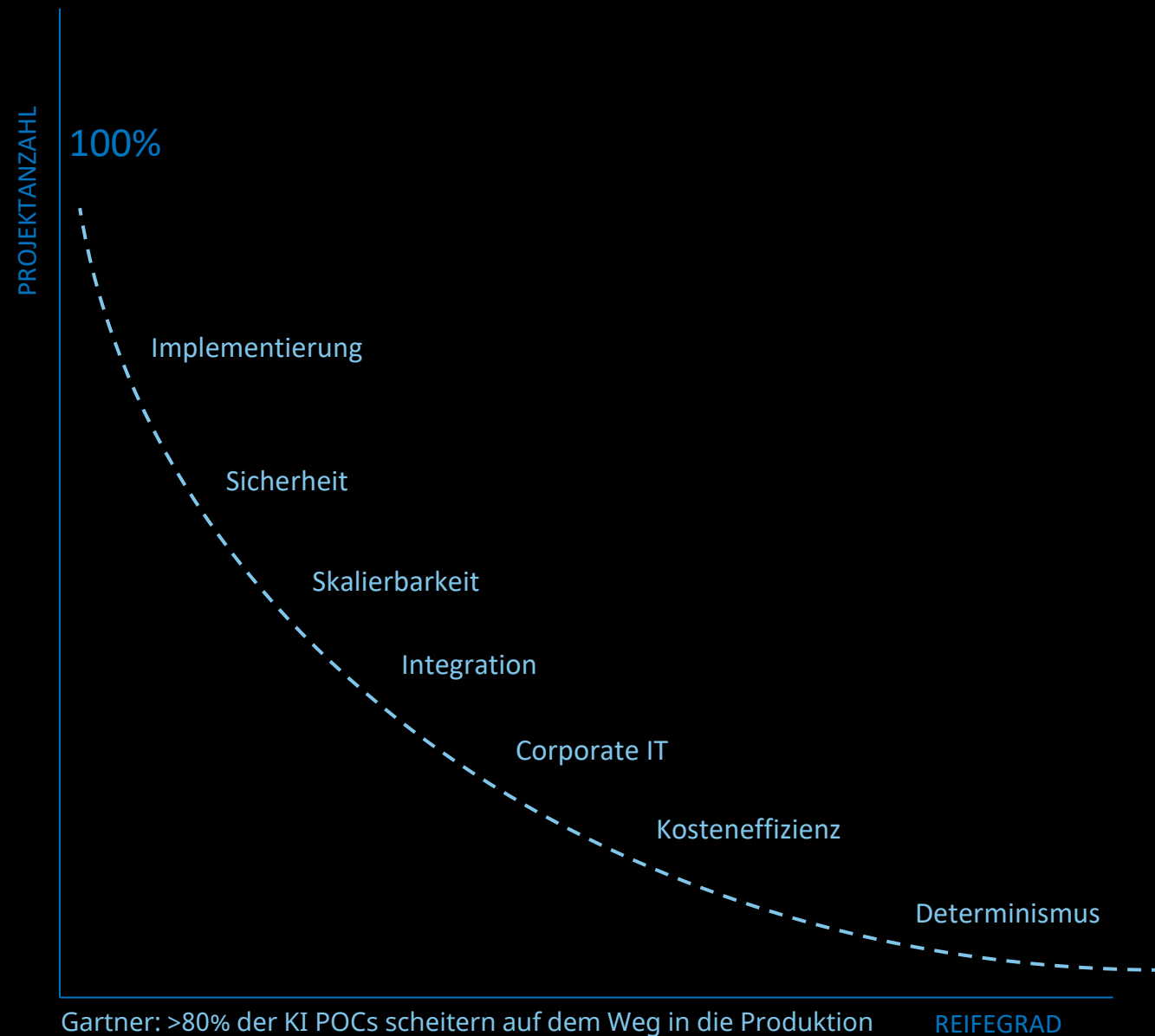
MVP ist
fertig...



Sicher,
Skalierbar,
Effizient,
...?



Warum POCs/MVPs es selten in die Produktion schaffen



Sicherheit & Skalierbarkeit

- _ Private Cloud Subscription
- _ On-premise
- _ Daten in Deutschland



Workflow Integration

- _ Kein neues Tool lernen müssen
- _ Kein copy-paste zwischen Anwendungen
- _ Kompatibilität mit bestehender IT-Landschaft



Kosteneffizienz

- _ Optimized architecture for large data sets
- _ Easy installation
- _ No training necessary
- _ Niedrige



Determinismus

- _ Erklärbarkeit der Ergebnisse
- _ Gleicher Input muss zum gleichen Output führen - **IMMER**

Agenda



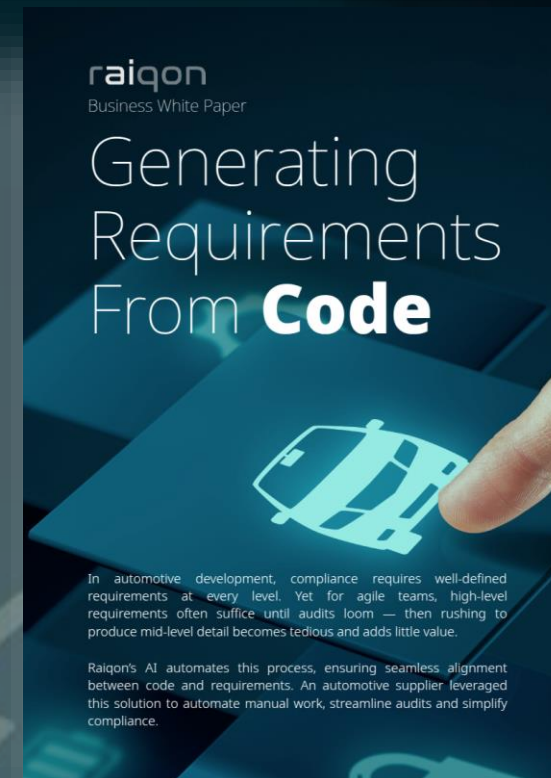
1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Case Study



Requirements aus Code generieren



Whitepaper bei
raiqon.com herunterladen

Ausgangssituation



Problem

- Innovative Produktneuentwicklung in enger Abstimmung mit dem Kunden
- Kaum formale Anforderungen zu Beginn
- Feature-getriebene Entwicklung inkl. risikobasierter Absicherung
- Reuse von diversen existierenden Lösungen
- Komplexität in der Projektdokumentation durch Transformationsprozess während Projektlaufzeit
- Formale „korrekte“ Dokumentation und Tests erforderlich für Freigabe und Nachweis der technischen Compliance (ASPICE,..)



Lösungsalternativen

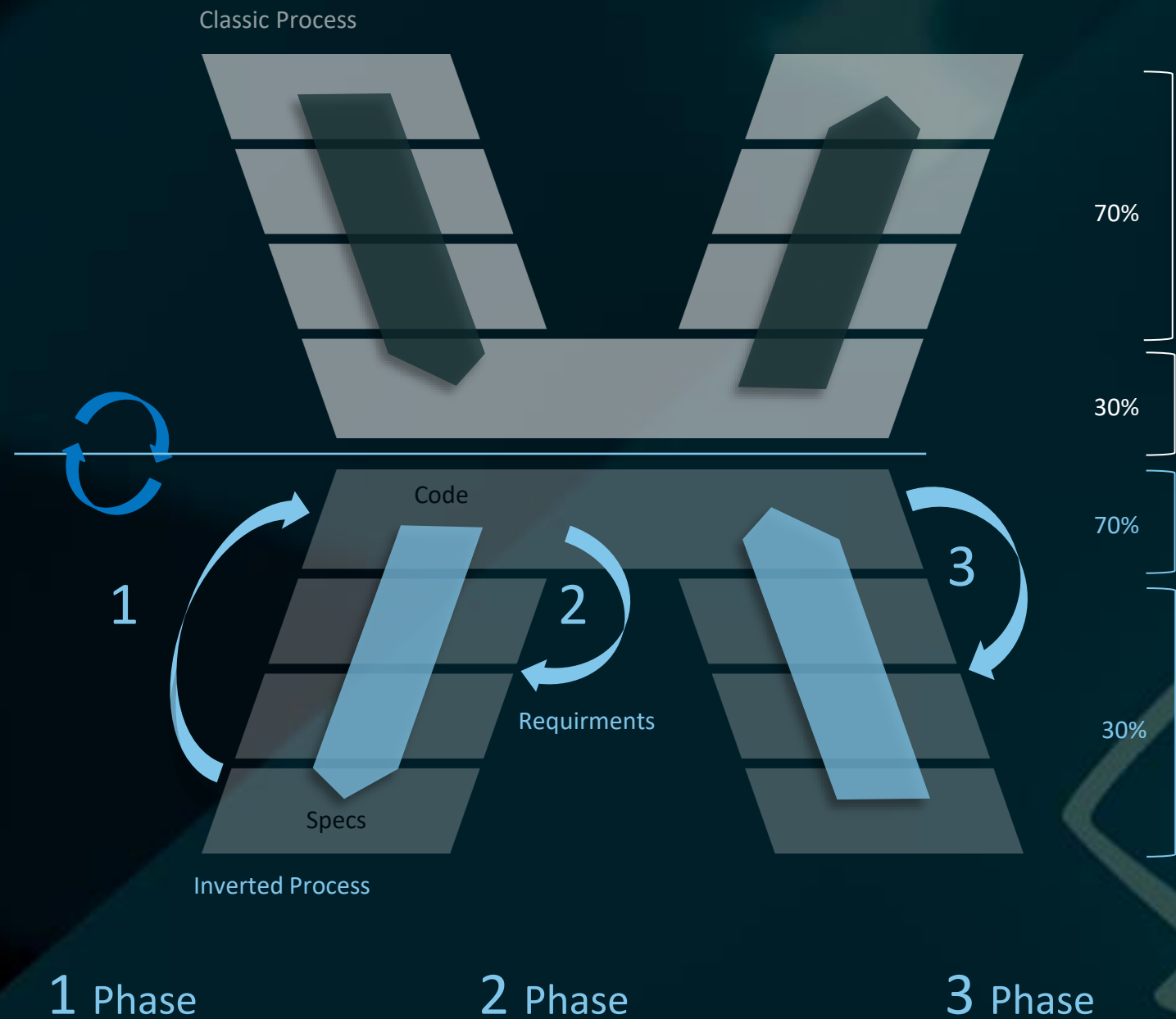
- Involvierung von externen Ressourcen (teuer, onboarding, Qualität?)
- Überstunden und Umwidmung von externen Ressourcen
- Vertragspönalen wegen Verspätung
- Mal was Neues probieren
- **Erfahrung aus Forschungsprojekten nutzen**

Lösungsansatz - KI-gestützte Anforderungs- und Testerstellung



1. **TRANSFORMATION** Ableitung von Anforderungen aus Code in Git-repository mit lokaler KI (IP-sicherheit!)
2. **FEINJUSTIERUNG** Anpassung von Stil und Granularität der Anforderungen an Projektanforderungen
3. **BEREINIGUNG** Identifizierung und Konsolidierung doppelter Anforderungen
4. **DETAILPRÜFUNG** Formale und inhaltliche Stichprobenprüfung
5. **EXPORT** Gibt die finalen Anforderungen als Word- oder Excel-Datei aus – bereit für ALM-Systeme oder Reviews

Ergebnis



- ZEITERSPARNIS 800 Anforderungen in 3 Stunden erstellt, insgesamt >80% Zeit- und Kostenersparnis
- UMSETZUNGSFOKUS Experten können sich auf die Entwicklungsarbeit fokussieren
- AGILITÄT Erkenntnisgewinne können bis in den fortgeschrittenen Projektverlauf implementiert werden (geringere Anpassungskosten, höhere Kundenzufriedenheit)
- „AUDIT-READY“ Volle Konsistenz und Dokumentation (inkl. Traceability)

Zukunftspläne



- _ Erstellung von Äquivalanzklassen und Tests
- _ Prüfung des Source Code auf „unerlaubte“ Artefakte (Homologationsanforderung)

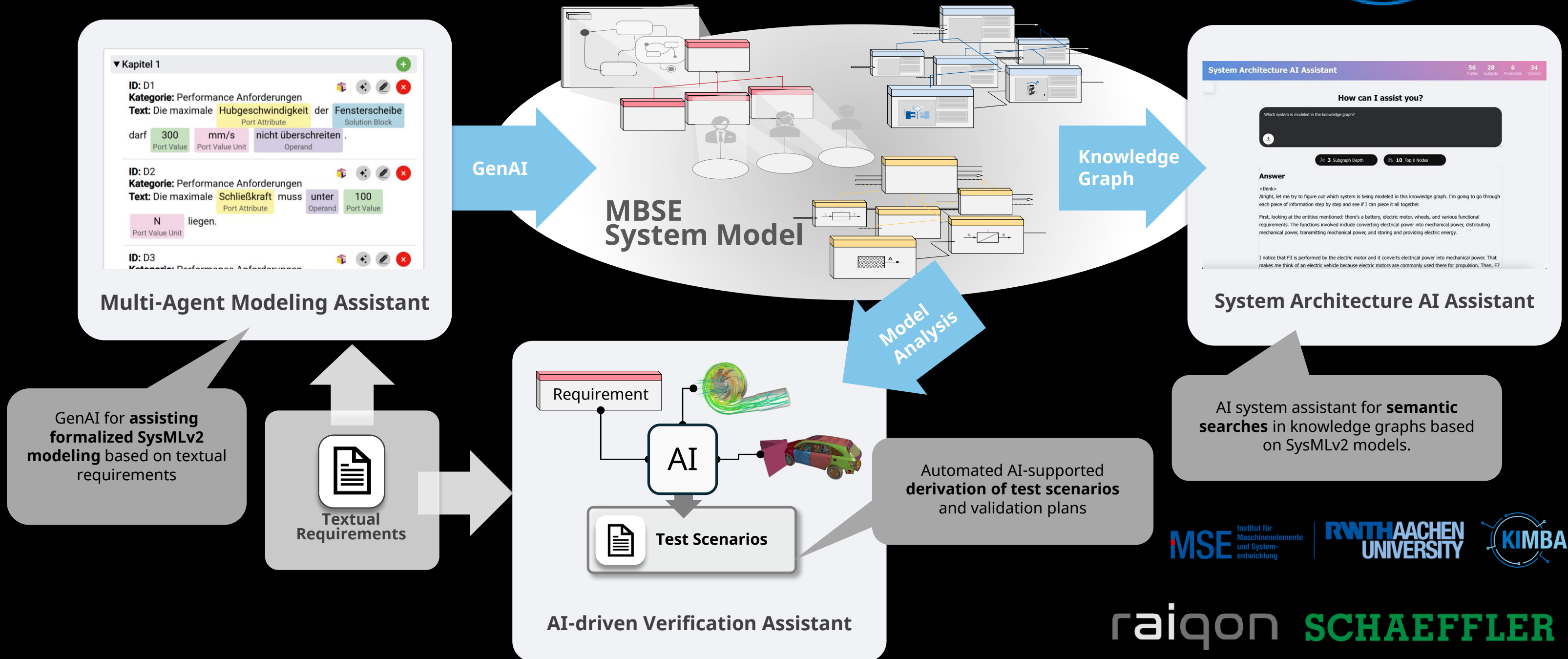
Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



KIMBA Ausblick: MBSE



Agenda



1. Vorstellung
2. Problem Statement
3. Vorstellung KIMBA
4. Überblick KI-use cases im Automobilbereich
5. Evaluation von LLMs für Praxiseinsatz
6. Von POC zum Produktiveinsatz
7. Fallstudie: Von Source Code zu Anforderungen und Tests
8. KIMBA-Ausblick
9. Zusammenfassung, Diskussion & Fragen



Zusammenfassung



- KI bietet inzwischen gute Lösungen für einige der aktuellen Herausforderungen im Automobilbereich
- Nicht alle use cases eignen sich gleich gut für KI
- Der Weg von POC in die Produktion ist steinig aber **machbar** (Weg führt nicht über die low-hanging-fruits sondern über die dringenden und wertvollen Probleme)
- Zusammenspiel von Industrie, Dienstleistern und Staat bietet wichtige Impulse (Daten + Know-how + Geld)

Diskussion



- _ Was sollte die KI unterstützen (Lösung (Code), Doku, Tests,...)?
- _ Wohin entwickelt sich der Entwicklungsprozess in Zukunft? Evolution: Prozessschritte automatisieren vs. Disruption: Neuer Entwicklungsablauf?
- _ Welche Automatisierungen / KI-Lösungen werden für Compliance Nachweise und Freigaben akzeptiert?



Q&A



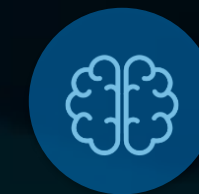
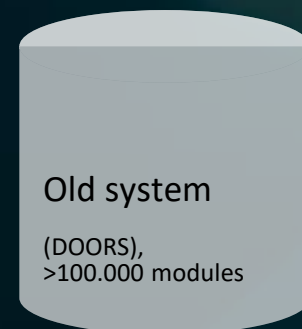
raiqon **SCHAEFFLER**

KI-unterstützte Migration



Manual

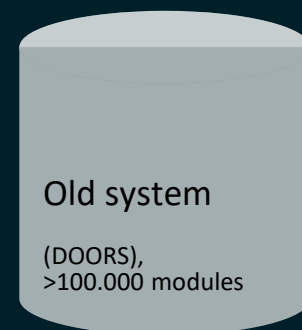
- 1 Module per day, ~3000 modules per 18 months
- Ca. 700€/module
- 50 man-years to migrate



New System
(Codebeamer,
Polarion)

AI supported

- 1000s of modules per day, >100.000 modules in 12 months
- Ca. 20€/module
- 5 man-years to migrate

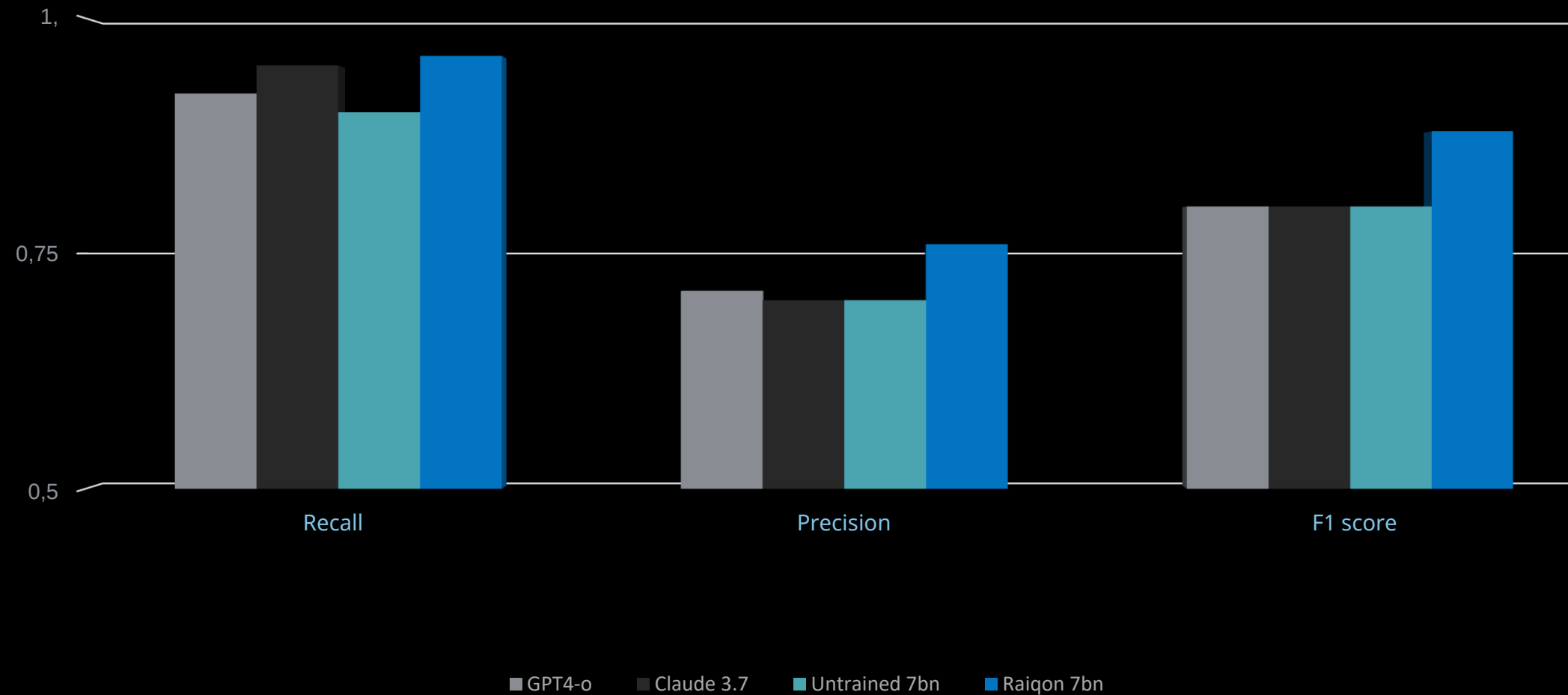


New System
(Codebeamer,
Polarion)

Qualitätsvergleich große Modelle vs. kleine LMs



Requirement Review (formale Fehler)



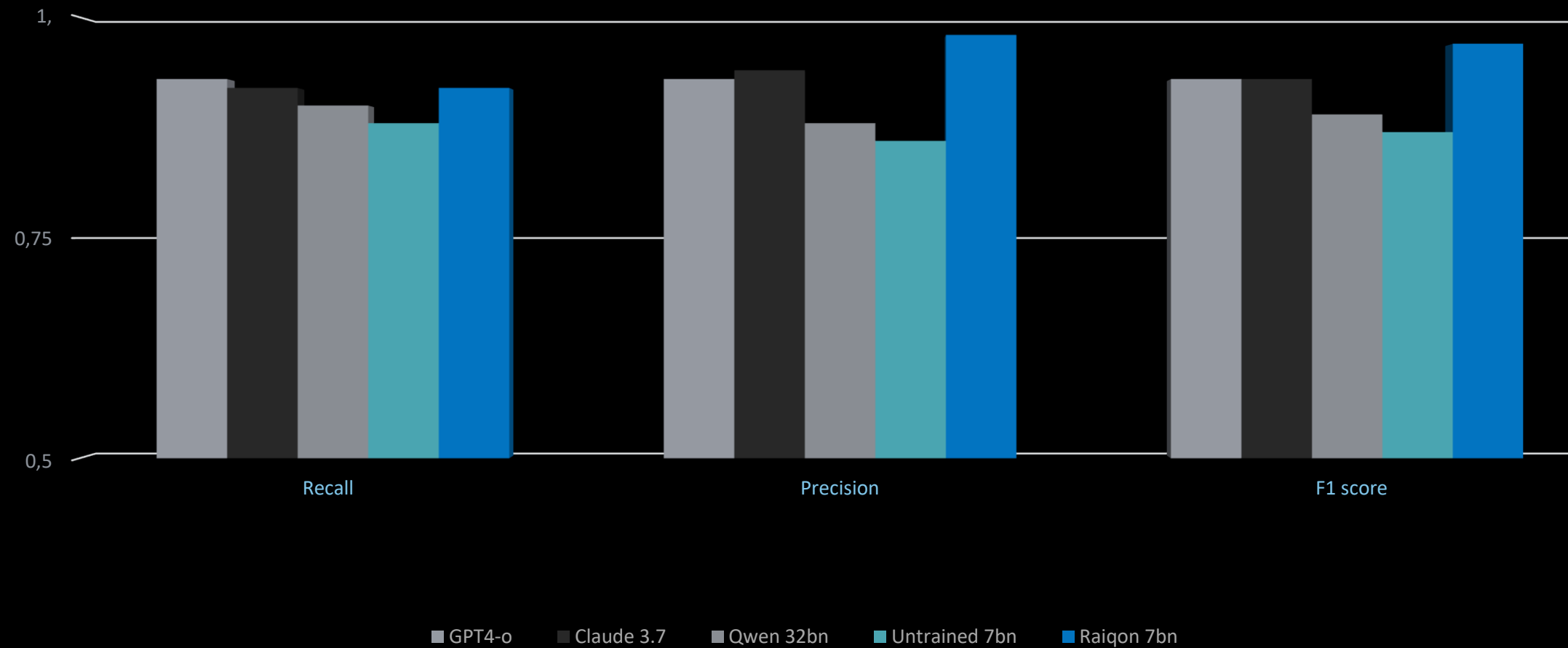
Ergebnis

- LLMs bieten eine insgesamt gute Qualität beim formalen Review (EARS, INCOSE, etc.) von Anforderungen
- Kleine LMs können durch Training auf ein höheres Qualitätsniveau gebracht werden, was insbesondere bei precision (also der Vermeidung von „false positives“) sehr wichtig für die Akzeptanz ist

Qualitätsvergleich große Modelle vs. kleine LMs



Widerspruchsanalyse (inhaltlicher Review)



Ergebnis

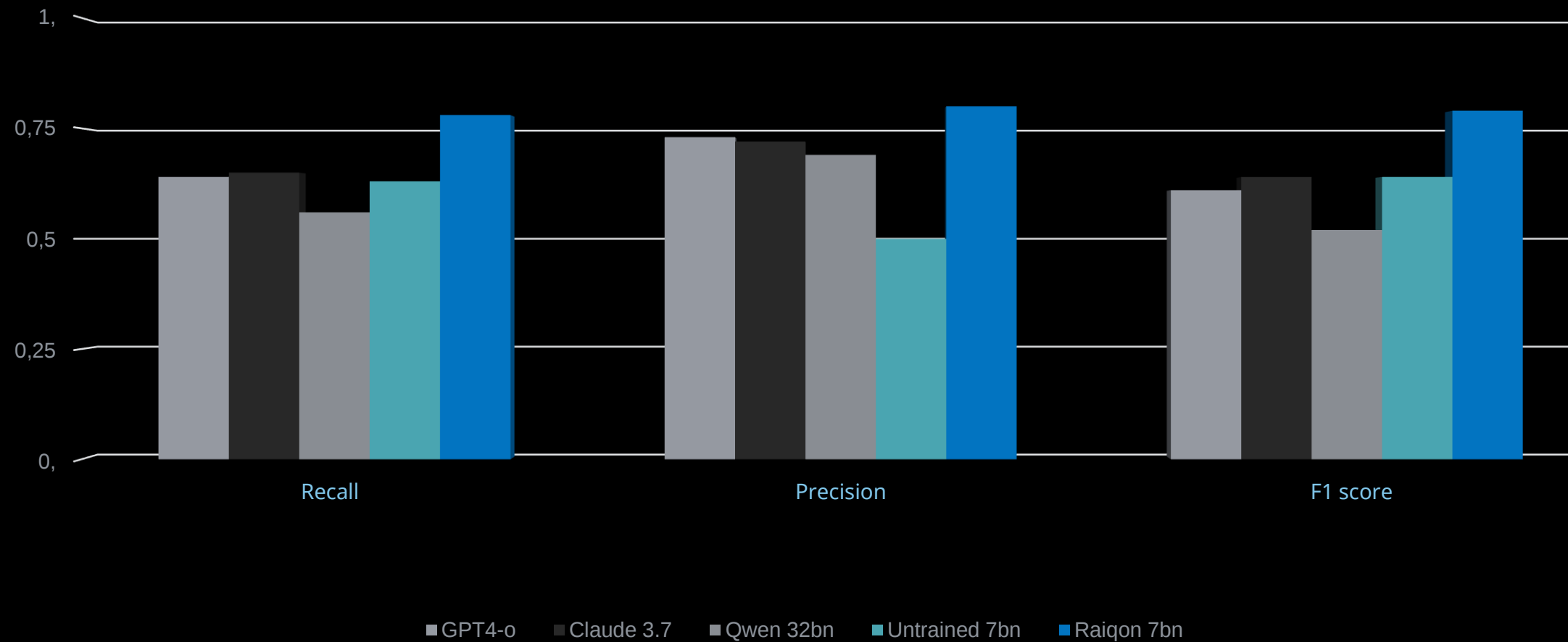
- Die meisten LLMs können Widersprüche sehr gut identifizieren
- Trainierte kleine LMs haben signifikante Vorteile bei “false positives”

F1=

Qualitätsvergleich große Modelle vs. kleine LMs



Anforderungsklassifizierung



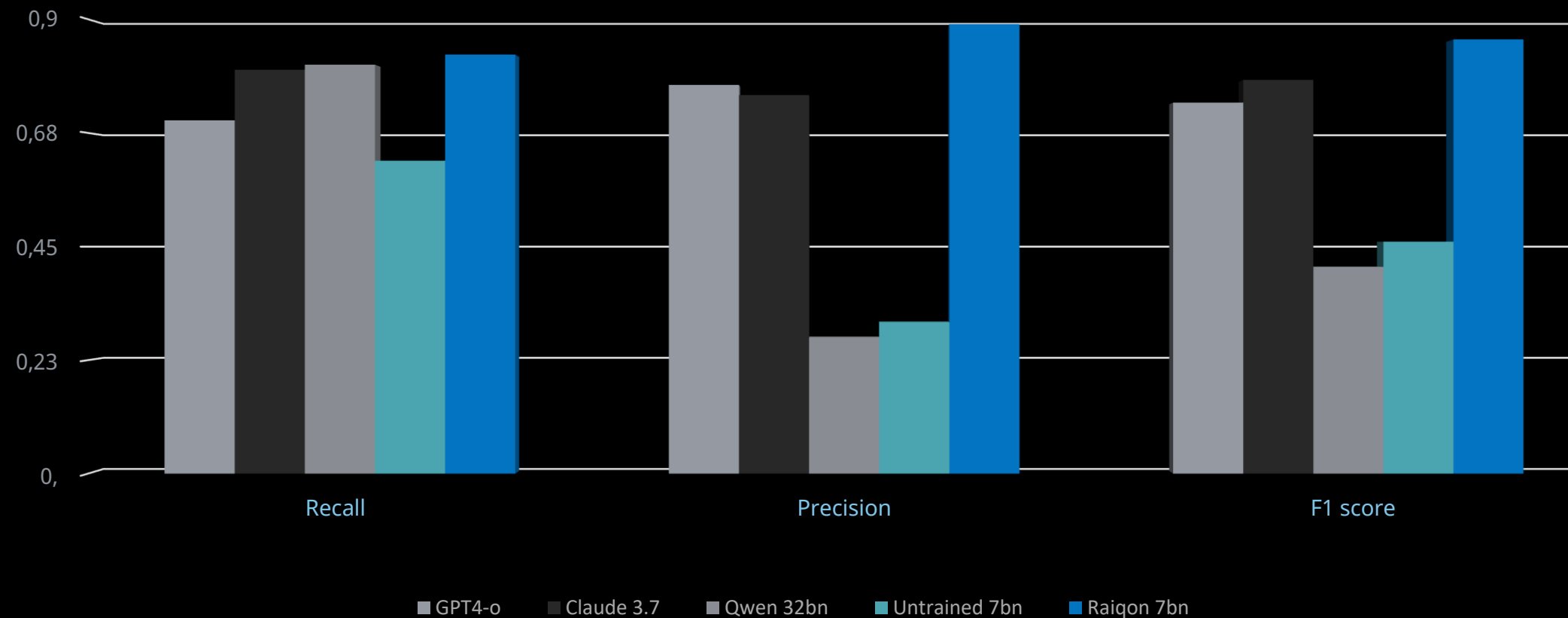
Ergebnis

- Die meisten LLMs sind weniger gut im Bezug auf die Klassifizierung von Anforderungen
- Das Training hat bei diesem use case einen sehr großen Einfluss auf die Qualität

Qualitätsvergleich LLMs vs. kleine LMs



Konsistenz & Vollständigkeit



Ergebnis

Die Resultate sind recht heterogen, insbesondere bei den falschen Rückmeldungen

F1=