

# OPINNOMETH

Schriften des  
Kompetenzzentrums für Operational Excellence- und Innovationsmethodik

Heft 11/2026, 20.01.2026

## TRIZ MIT KI-CHATBOTS REALISIEREN – EINE ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG

OPINNOMETH Whitepaper

Mit einer Einführung von Prof. Dr. Christian M. Thurnes  
und ausgewählten Beiträgen der Masterthesis von Ulrich Neuhaus

Herausgeber: Kompetenzzentrum OPINNOMETH  
Prof. Dr.-Ing. Christian M. Thurnes  
HS Kaiserslautern

Download unter: [www.OPINNOMETH.de](http://www.OPINNOMETH.de)

ISSN 2199-0301

11

## IMPRESSUM

Christian M. Thurnes (Hrsg.):  
TRIZ mit KI-Chatbots realisieren – eine orientierende Untersuchung  
OPINNOMETH White-Paper

OPINNOMETH – Schriften des Kompetenzzentrums für Operational Excellence  
und Innovationsmethodik

Heft 11/2026

Kaiserslautern, 20.01.2026

ISSN 2199-0301

-----

Redaktion und Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Christian M. Thurnes  
Kompetenzzentrum OPINNOMETH  
HS Kaiserslautern/FB Betriebswirtschaft  
Amerikastr. 1  
66482 Zweibrücken  
[christian.thurnes@hs-kl.de](mailto:christian.thurnes@hs-kl.de)

**Auflage:** ausschließlich online verfügbar

**Erscheinungsweise:** unregelmäßige Erscheinungsweise

**Bezugsquelle:** Download unter [www.OPINNOMETH.de](http://www.OPINNOMETH.de)

-----

## INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis .....	2
Christian M. Thurnes: .....	
Chatbots und Innovationsmethoden: Bereicherung oder Verarmung der .....	
Innovationsfähigkeit? .....	4
Ulrich Neuhaus: .....	
Einsatz einfacher KI-Chatbots zur Unterstützung der Innovationsmethodik TRIZ .....	8
1 Entwicklung eines Chatbot Prototyps .....	9
2 Erhebung der Anforderungen und Vorgehensweise .....	10
2 Auswahl der Plattform .....	14
3 Implementierung des Prototyps .....	15
3.1 Phase 1: Aufbau von Fachwissen .....	15
3.2 Phase 2: Minimum-Viable-Product – Version 1 .....	18
3.3 Phase 3: Testphase Minimum-Viable-Product Version 1 .....	20
3.4 Phase 4: Minimum-Viable-Product – Version 2 .....	24
3.5 Phase 5: Testphase Minimum-Viable-Product - Version 2 .....	25
3.6 Phase 6: Externe Validierung .....	28
4 Fazit und kritische Ausblicke .....	29
Zitierte und weiterführende Literatur .....	33

# TRIZ MIT KI-CHATBOTS REALISIEREN – EINE ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG

## *OPINNOMETH Whitepaper*

### Zur Person

Ulrich Neuhaus schloss 2025 seinen MBA an der Hochschule Kaiserslautern, Campus Zweibrücken, im Fachbereich Betriebswirtschaft ab.

Als Bereichsleiter IT & Digitalisierung verbindet er technisches Know-how mit strategischem Prozessmanagement. Sein Fokus liegt auf der Umsetzung nachhaltiger Innovationen, die den Menschen im Mittelpunkt der digitalen Transformation sehen. Mit Neugier und Kommunikationsstärke begleitet er Veränderungsprozesse zielgerichtet und motivierend. Privat genießt er die Zeit in der Natur mit seinen Hunden oder widmet sich leidenschaftlich dem Kochen.

**Prof. Dr.-Ing. Christian M. Thurnes** ist Leiter des Kompetenzzentrums OPINNOMETH und Gründer sowie Studiengangsleiter des MBA-Studiengangs Innovations-Management an der HS Kaiserslautern. Das Kompetenzzentrum OPINNOMETH – Kompetenzzentrum für Operational Excellence- und Innovations-Methodik – fokussiert methodische Aspekte in den Feldern der OpEx und des Innovationsmanagements und unterstützt deren Erforschung, Vermittlung und Verbreitung. Kontakt: [christian.thurnes@hs-kl.de](mailto:christian.thurnes@hs-kl.de)

### Hinweise zu Marken und Links

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für Aktualität und die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Markennamen und geschützte Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Die Nennung von Markennamen und geschützter Warenzeichen hat lediglich beschreibenden Charakter.

## CHATBOTS UND INNOVATIONSMETHODEN: BEREICHERUNG ODER VERARMUNG DER INNOVATIONSFÄHIGKEIT?

Christian M. Thurnes – Hochschule Kaiserslautern,  
Kompetenzzentrum OPINNOMETH

*Wie generative KI Kreativitätstechniken verändert, verstärkt – und wo Risiken entstehen*

Generative Chatbots auf Basis großer Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) gewinnen in Innovationsarbeit rasch an Bedeutung. Sie beschleunigen Recherche, unterstützen beim Problemframing und liefern große Mengen an Ideen- und Textvarianten. Gleichzeitig gibt es Hinweise auf Risiken wie Homogenisierung, kreative Konvergenz sowie die Gefahr des „kognitiven Outsourcings“, bei dem menschliche Kreativleistung und kritisches Denken abnehmen. Wir erleben ein Spannungsfeld zwischen Bereicherung und möglicher Verarmung der Innovationsfähigkeit durch den Einsatz von Chatbots.

Die Innovationsarbeit in Organisationen steht zunehmend unter Druck: Märkte verändern sich schneller, Kundenanforderungen werden volatiler, Produktlebenszyklen kürzer und regulatorische sowie nachhaltigkeitsbezogene Anforderungen komplexer. Parallel entsteht durch generative KI ein neuer Typ digitaler Werkzeuge: dialogische Systeme, die nicht nur Informationen abrufen, sondern Sprache als Produktionsfaktor nutzen. Chatbots wie ChatGPT oder vergleichbare LLM-Systeme können Konzepte entwerfen, Alternativen entwickeln, Argumentationslinien strukturieren und Ideen in kurzer Zeit skalieren.

In der Innovationspraxis zeigt sich bereits ein breites Einsatzspektrum. Chatbots werden für das Trendscreening genutzt, um Problemdefinitionen zu präzisieren, Ideengewinnungsphasen zu moderieren oder Prototyp-Textbausteine zu erstellen. Gleichzeitig entwickelt sich eine kritische Diskussion darüber, ob Innovationsmethoden durch Chatbots tatsächlich besser werden – oder werden sie „zu einfach“? Besteht die Gefahr, dass Innovationsfähigkeit als organisatorische Kompetenz sinkt, weil Teams wesentliche kognitive Arbeitsschritte an KI delegieren?

Die Wirkung generativer KI ist nicht deterministisch. Ob Innovation gestärkt oder geschwächt wird, hängt maßgeblich davon ab, wie Chatbots in Innovationsmethoden eingebettet werden: als Automatisierung im Sinne eines Ersatzes für Teaminteraktion oder als Stimulusmaschine; als Lieferant fertiger Lösungen oder als Werkzeug zur Erkundung neuer Suchräume.

Mit Hinblick auf die kreative Praxis des Innovationsmanagements stellt sich die Frage, ob bzw. wie klassische Kreativitätstechniken (z. B. Brainstorming, SCAMPER, TRIZ, morphologischer Kasten) durch generative KI methodisch erweitert und professionalisiert werden können.

### ***Chatbots und generative KI***

Aktuelle Chatbots unterscheiden sich von klassischen regelbasierten Dialogsystemen dadurch, dass sie generative Sprachmodelle nutzen. Diese Systeme erzeugen Antworten nicht durch statische Entscheidungsbäume, sondern durch probabilistische Sprachgenerierung auf Basis großer Trainingsdaten. Dies ermöglicht Fähigkeiten wie Paraphrasierung, Zusammenfassung, Kontextführung und Variantenproduktion.

Für Innovationsprozesse ist vor allem eine Eigenschaft relevant: Chatbots fungieren als sprachbasierte Ideen- und Strukturierungsmaschinen, die innerhalb von Sekunden große Mengen an Konzeptvarianten liefern können.

Innovationsfähigkeit ist mehr als „nur“ Kreativität oder „gute Ideen“. Sie umfasst mehrere kognitive und organisatorische Kompetenzen, die entlang eines Innovationsprozesses unterschiedlich wichtig werden: die Gewinnung eines präzisen Problemverständnisses (aus Kontext, Nutzerperspektive und Möglichkeitsräumen), Divergentes Denken (um Suchräume zu öffnen), konvergentes Denken (strukturieren, bewerten, priorisieren, entscheiden) und Umsetzungskompetenz (Prototyping, iteratives Lernen durch Feedbackverarbeitung).

Chatbots können in allen vier Bereichen unterstützen. Jedoch ist die Wirkung nicht immer positiv: Gerade in divergenten und konvergenten Phasen entstehen neue Risiken der Qualitätssicherung und der kognitiven Abhängigkeit.

### *Chatbots als Bereicherung für Innovationsmethoden und -management*

Ein zentraler Vorteil generativer KI liegt in der **Beschleunigung** von Informationsverarbeitung und Textproduktion. Das wirkt zunächst banal („schneller schreiben“), ist aber innovationsstrategisch relevant: Innovationsprojekte enthalten viele Routineaufgaben (Dokumentation, Variantenformulierung, Pitching, Zusammenfassungen, Hypothesenlisten). Wenn diese Aufgaben schneller erledigt werden, entstehen weitere Zeiträume für Exploration und Validierung. Brynjolfsson, Li und Raymond (2023/2025) untersuchten die Einführung eines generativen KI-Assistenten im Kundenservice. Das Ergebnis: durchschnittlich 14–15 % höhere Produktivität, insbesondere bei weniger erfahrenen Mitarbeitenden, die stärker profitieren.

Zwar ist Kundenservice nicht identisch mit Innovationsarbeit, doch die Studie ist relevant, weil sie zeigt, dass generative KI als unterstützendes Werkzeug messbare Leistungseffekte erzielen kann – und dass diese Effekte heterogen verteilt sind. In Innovationsprozessen dürfte der Produktivitätseffekt vor allem dort entstehen, wo Sprache die Hauptressource ist: Ideendokumentation, Konzeptvarianten, Nutzerkommunikation, interne Entscheidungsunterlagen.

In der Kreativforschung gibt es Hinweise darauf, dass generative KI die **kreative Produktion** steigern kann. Zhou und Lee (2024) analysieren die Integration von text-to-image Generierung in kreative Workflows und folgern: KI steigert Produktivität und wird häufig positiv bewertet, gleichzeitig sinkt im Durchschnitt die Neuartigkeit der Inhalte, während extreme Spitzenwerte („peak novelty“) steigen. Dieser Befund ist für Innovationsmethoden relevant, denn er zeigt, dass KI helfen kann, mehr Varianten und mehr Exploration zu erzeugen, wobei jedoch gleichzeitig das Risiko steigt, dass Lösungen „im Mittel“ konventioneller werden.

Es gibt keine Indizien für eine Kosten-Leistungs-Logik nach dem Motto: „Wenn wir das bessere Modell kaufen, werden wir innovativer.“ Der Erfolg scheint eher stark von Nutzerkompetenzen abzuhängen. Murray (2025) beschreibt, dass die Leistungssteigerung in GenAI-Systemen nicht nur durch das Modell selbst entsteht, sondern in erheblichem Maß durch **Prompt-Adaption und Nutzerlernen**. Insofern wird Innovationsfähigkeit künftig auch zu einem gewissen Teil in der Fähigkeit bestehen, kreative Suchräume sprachlich präzise auszugestalten. Chatbots werden damit weniger zu Ideengebern „aus dem Nichts“, sondern zu Verstärkern methodischer Steuerung.

### ***Risiken und Nebenwirkungen: eine Verarmung der kreativen Fähigkeiten?***

Die zentrale strukturelle Gefahr generativer Modelle liegt in der Bildung von Antworten auf Basis von Wahrscheinlichkeiten. Diese sind häufig plausibel und gut formuliert – aber nicht unbedingt neu. In Innovationsprozessen ist jedoch gerade das Unwahrscheinliche oft der Innovationskern. Morrone (2025) beschreibt, dass ChatGPT zwar viele Ideen liefern kann, diese aber vergleichsweise weniger divers sind als menschliche Ideation ohne KI oder mit ergänzender Webrecherche. Das Risiko besteht also nicht darin, dass „keine Ideen“ entstehen, sondern, dass **viele Ideen ähnlich** werden.

Wenn Chatbots Antworten liefern, sinkt in der Praxis häufig die Bereitschaft, Ergebnisse kritisch zu prüfen. Innovation erfordert jedoch Reflexion, Ambiguitätstoleranz und Konfliktfähigkeit. Wer Innovationsarbeit zu stark in Richtung „Prompt → Output → Copy“ verschiebt, **verliert essenzielle Lern- und Bewertungsprozesse**. Ein besonderer Organisations-Effekt ist die „Illusion von Fortschritt“: Teams produzieren mit KI rasch große Mengen an Slides, Ideenlisten und Konzepttexten – ohne dass echte Validierung, Nutzerverständnis oder technische Umsetzungskompetenz steigt. Innovationsvorhaben scheinen dann sehr aktiv betrieben zu werden, jedoch fehlt die Wirksamkeit.

### ***Generative KI als Bereicherung und Erweiterung von Kreativitäts- und Innovationsmethoden***

Ein erfolgversprechender Ansatz zur Nutzung generativer KI liegt nicht im Ersetzen von Kreativitätstechniken, sondern im systematischen Zusammenspiel. Kreativitätstechniken geben Struktur, KI skaliert Variation und Perspektiven.

**Brainstorming** ist eine primär divergente Methode: viele Ideen, keine Kritik in der frühen Phase, quantitative Ideeproduktion als Ziel. KI kann Brainstorming beschleunigen, aber nicht automatisch verbessern. Memmert (2025) zeigt, dass Menschen mit nicht zwingend individuell kreativer werden, wenn ein generatives Sprachmodell eingebunden ist. Dies unterstreicht: KI erzeugt zwar Ideen, aber kreative Qualität und Neuheit entstehen nicht automatisch.

Hilfreich kann eine wellenförmige KI-Nutzung sein, also z.B. zunächst klassisches Brainstorming, danach KI zur weiteren Variantengenerierung, dann wieder eine Phase rein menschlicher Aktivitäten (Diskussion, Clustern, betiteln), worauf dann wieder KI nach Provokationen, Extremen oder weiteren Ausprägungen suchen kann. Hierauf schließt sich dann die Auswahl der präferierten Ideen bzw. Konzeptbildung an, die wenig auf KI setzt (außer ggf. instrumentell zur textuellen Formulierung von Hypothesen oder Aussagen). KI liefert in einem solchen Vorgehen die Divergenz, Menschen liefern die Bedeutung.

Analog dazu ist der Einsatz bei vielen Kreativmethoden mit kreativ-intuitiven Bestandteilen, wie z.B. der **6-Hüte-Methode** nach DeBono, realisierbar.

**Design Thinking** lebt vom Wechsel zwischen Problem- und Lösungsraum. Der größte Fehler vieler Innovationsprojekte ist ein zu schneller Sprung in Lösungen.

Chatbots können im Problemraum helfen durch: Persona-Hypothesen (aber Achtung, das sind tatsächlich lediglich Hypothesen), Aufgaben-Formulierungen, Interviewleitfäden, Bildung von How-might-we-Variationen, Gegenhypothesen („Was wäre, wenn wir das Problem falsch verstanden haben?“).

Im Lösungsraum sind die Möglichkeiten ebenfalls vielfältig – in der Ideenfindung wie bereits

bei „Brainstorming“ beschrieben, aber auch im Prototyping, beim Entwurf von Prototypen jeglicher Art.

Es bleibt jedoch die fortwährende Erfordernis, generierte Inhalte immer auf Plausibilität zu prüfen.

Neben den intuitiv-kreativen Methoden, eignen sich auch systematisch-kreative Methoden, wie z.B. SCAMPER, Morphologien oder TRIZ für eine Unterstützung durch generative KI, da diese Methoden klare Vorgehens- bzw. Denkmodelle vorgeben.

KI kann beispielsweise für jeden **SCAMPER**-Schritt Varianten erzeugen und dabei Zusatzinformationen liefern (Nutzen, Risiko, Aufwand). Entsprechende Prompts beschreiben dann die methodisch vorgegebenen Aufgaben (Anwendung der einzelnen SCAMPER-Buchstaben auf die Aufgabenstellung) und die gleichzeitige Generierung der gewünschten jeweiligen Zusatzinformationen.

Der **morphologische Kasten** eignet sich ideal, um kombinatorische Innovation strukturiert zu erzeugen. Er ist jedoch aufwendig in der Erstellung. KI kann hierbei Parameterdimensionen vorschlagen, Ausprägungen pro Dimension erzeugen, Kombinationen generieren und erste Bewertungskriterien finden. Insbesondere bei der Definition der Dimensionen und der Bildung von Kombinationen dürfte das menschliche Element von hoher Bedeutung sein und KI-Ergebnisse prüfen und erweitern.

### ***Untersuchungen zum Einsatz von generativen KI-Tools bei der Anwendung einzelner TRIZ-Methoden***

Damit Chatbots Innovationsfähigkeit nicht verdrängen, sondern erweitern, braucht es an den entscheidenden Punkten (zumindest immer noch) Human Ownership in kritischen Phasen von Kreativprozessen, da Problemdefinition, Entscheidung und Validierung letztlich die Bestandteile menschlicher Verantwortung im Innovationsprozess definieren. KI kann überzeugend schreiben, selbst wenn Inhalte falsch sind. Innovationsarbeit benötigt daher Quellenprüfung, Kennzeichen von Hypothesen als selbige und schnelle Realitäts-Checks mit Nutzerfeedback.

Chatbots und generative KI sind keine „Innovationsmaschine“, sondern ein Verstärker: Sie verstärken entweder die Qualität eines methodischen Innovationssystems – oder sie verstärken dessen Schwächen.

Im folgenden Beitrag untersucht Ulrich Neuhaus das Mensch-KI-Zusammenspiel bei der Anwendung einzelner TRIZ-Methoden – ein Praxistauglichkeitstest für die Nutzung generativer KI im Rahmen des erfinderischen Problemlösens. Basis dafür waren praktische TRIZ-Methoden (siehe auch VDI 4521, Blatt 1-3).



## EINSATZ EINFACHER KI-CHATBOTS ZUR UNTERSTÜTZUNG DER INNOVATIONSMETHODIK TRIZ

Ulrich Neuhaus

In einer zunehmend dynamischen und komplexen Welt ist die Fähigkeit zur kontinuierlichen Innovation für Unternehmen und Organisationen von entscheidender Bedeutung, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Der Innovationsprozess ist jedoch oft mit erheblichen Herausforderungen verbunden, Denkblockaden müssen überwunden, die Ideenfindung systematisiert und technische Widersprüche effizient gelöst werden. Traditionelle Innovationsmethoden bieten zwar bewährte Ansätze, erfordern aber vielfach einen hohen Zeit- und Ressourcenaufwand sowie spezifisches Expertenwissen. Eine etablierte Innovationsmethode ist TRIZ (Theorie des erfinderischen Problemlösens), die auf der Analyse von Patenten basiert und universelle Prinzipien zur Lösung von Problemen identifiziert. Obwohl TRIZ ein mächtiges Werkzeug ist, bleibt ihre Anwendung in der Praxis aufgrund der Komplexität der Methodik und des Bedarfs an umfangreichem Training in der Umsetzung oft eingeschränkt.

Hinzu kommt, dass die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz, insbesondere generativer KI und großer Sprachmodelle (LLMs), das Potenzial hat, etablierte Arbeitsweisen grundlegend zu verändern. Diese Technologien ermöglichen die Interaktion mit komplexen Informationen auf eine intuitive und zugängliche Weise. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für die Unterstützung kreativer und wissensintensiver Prozesse. Die Kombination von TRIZ mit KI-gestützten Tools könnte einen vielversprechenden Weg darstellen, die Barrieren für die Anwendung von TRIZ zu senken und ihre Vorteile einem breiteren Nutzerkreis zugänglich zu machen. Die geschilderte orientierende Untersuchung erprobt, ob und wie frei verfügbare generative KI-Werkzeuge und Trainingsmaterialien genutzt werden können, um einen funktionierenden Chatbot zu entwickeln, der die Anwendung von TRIZ im Innovationsmanagement unterstützen kann.

Zur Beantwortung dieser Frage soll ein prototypischer KI-gestützter Chatbot entwickelt und evaluiert werden, der Nutzer bei der Anwendung von TRIZ-Prinzipien zur Problemlösung im Innovationsmanagement unterstützt.

Die Vorgehensweise zur Erreichung dieser Ziele im Rahmen der Masterthesis umfasste drei Schritte: Literaturrecherche, Experteninterviews und eine Prototypenrealisierung.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben den dritten Schritt, die Prototypenrealisierung, in der auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus Literaturrecherche und Experteninterviews ein erster Prototyp eines GenAI-basierten Chatbots entwickelt und verfeinert wird.

Diese strukturierte Vorgehensweise ermöglicht eine systematische orientierende Untersuchung und führt zur Entwicklung und Bewertung eines praktischen Tools, das mögliche Potenziale von generativer KI im Innovationsmanagement aufzeigt.

## 1 ENTWICKLUNG EINES CHATBOT PROTOTYPS

TRIZ ist eine Expertenmethode, der Kreis der potenziellen Anwender ist dadurch eingeschränkt. Der Chatbot bietet die Möglichkeit, TRIZ einem größeren Anwenderkreis zugänglich zu machen, indem dem Benutzer der Prozess erläutert und er durch diesen geführt wird. Grundsätzlich ist ein Verständnis von mindestens TRIZ-Level 1 für einen Anwender empfehlenswert, um Rückfragen oder Ausgaben des Chatbots richtig einordnen zu können. Der Chatbot kann bei der Vermittlung von Wissen, dem Lösen von Problemstellungen und dem Generieren neuer Ideen unterstützen.

Der Zielgruppe sind Innovationsmanager, Produktentwickler und Ingenieure. Der Prototyp ist eine reine Versuchsplattform zur Sammlung von Erfahrungen. Ein kommerzieller Einsatz ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht geplant.

Im weiteren Verlauf wird das Vorgehen bei der Erstellung des Chatbots dokumentiert. Neben der Zielgruppe werden die Anforderungen spezifiziert und für die spätere Umsetzung priorisiert. Bei der Auswahl der Plattform werden ggf. verfügbare Open-Source-Modelle und kommerzielle Plattformen mit einbezogen. Die eigentliche Realisierung erfolgt nach einem agilen Vorgehensmodell, in dem die Anforderungen im Backlog priorisiert, als Minimum-Viable-Product umgesetzt und nach Verifikation angepasst werden. Das Training und der Wissensaufbau des Chatbots wird während der Realisierung betrachtet und mit den zur Verfügung stehenden Mitteln umgesetzt.

Bei der Entwicklung stehen die rechtlichen Aspekte nicht im Vordergrund. Fragestellungen die sich durch den Einsatz ergeben, wie z. B. wer Urheber einer vom Chatbot generierten Idee ist oder wie mit der Verwendung öffentlich zugänglicher Quellen und einem daraus möglicherweise resultierenden Verstoß gegen das Urheberrecht umzugehen ist, werden nicht betrachtet. Diese und andere Aspekte werden weiter unten aufgezeigt und können ein Impuls für weitere Forschungsaktivitäten sein.

## 2 ERHEBUNG DER ANFORDERUNGEN UND VORGEHENSWEISE

Für die Umsetzung des Prototyps sind die Anforderungen zu spezifizieren, die der Chatbot erfüllen soll. Hier erfolgt die Aufteilung der Anforderungen in Funktionale Requirements (functional requirements, FR) und Nicht-Funktionale Requirements (non-functional requirements, NFR). Eine funktionale Anforderung beschreibt, was ein System tun soll, z. B. einen zu verwendenden Algorithmus für die Berechnung eines bestimmten Ergebnisses. Eine nicht-funktionale Anforderung beschreibt, wie das System dies tun soll, z. B. wie die Verfügbarkeit des Systems erfolgen soll. In Abb. 1 sind die FR und NFR mit Umsetzungspriorität aufgeführt. Die FR orientieren sich an den Inhalten für die TRIZ Zertifizierung Stufe 1-3 (MATRIZ, The International TRIZ Association, ohne Jahresangabe). Im Prototyp werden aufgrund der Komplexität nur eine Auswahl der FR / NFR umgesetzt.

Nr.	Beschreibung	Priorität
NFR-01	Benutzerinteraktion: Tastatur / Text	Hoch
NFR-02	Benutzerinteraktion: Sprache	Niedrig
NFR-03	Dokumentenupload für die Konkretisierung der Aufgabenstellung	Niedrig
NFR-04	Mehrsprachiges Benutzerinterface	Mittel
NFR-05	Test mit einem bestehenden Anwendungsfall	Hoch
NFR-06	Validierung	Hoch
FR-01	Erklären der TRIZ-Methodik	Hoch
FR-02	Integration einer Innovationscheckliste	Hoch
FR-03	Integration der klassischen Widerspruchsmatrix / 40 Innovations-Prinzipien	Hoch
FR-04	Nine Screen Approach	Mittel
FR-05	Funktionsanalyse / Function analysis	Hoch
FR-06	Inkrementelle Verbesserung / Incremental Improvement	Hoch
FR-07	Value Analysis	Niedrig
FR-08	Analyse der Ursache-Wirkungs-Kette / Cause effect chain analysis	Niedrig
FR-09	Trimming	Niedrig
FR-10	Problem oriented nine screens	Niedrig

Abb. 1: Übersicht der funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen mit Priorisierung

### NFR-01: Benutzerinteraktion: Tastatur / Text

Der Chatbot soll Eingaben des Anwenders über die Tastatur entgegennehmen und verarbeiten. Die Eingaben sowie die Ausgaben des Chatbot sollen auf dem Bildschirm angezeigt werden.

### NFR-02: Benutzerinteraktion: Sprache

Der Chatbot soll Eingaben des Anwenders über Spracherkennung entgegennehmen und verarbeiten. Die vom Anwender getätigten Eingaben sollen auf dem Bildschirm angezeigt werden. Die Rückfragen des Chatbots sollen akustisch und per Textausgabe auf dem Bildschirm erfolgen.

### **NFR-03: Dokumentenupload für die Konkretisierung der Aufgabenstellung**

Der Chatbot soll dem Anwender die Möglichkeit zur Verfügung stellen, Dateien hochzuladen. Dem Chatbot können so mehr Hintergrundinformationen (z. B. technische Dokumente, Handbücher, Zeichnungen, Bilder usw.) geliefert werden, um die Aufgabenstellung besser zu verstehen. Der Aufwand von manuellen Eingaben wird hierdurch für den Anwender verringert.

### **NFR-04: Mehrsprachiges Benutzerinterface**

Der Chatbot soll die Möglichkeit bieten, mit dem Anwender in unterschiedlichen Sprachen zu kommunizieren. Die Sprachen Deutsch und Englisch sollen zwingend verfügbar sein. Weitere Sprachen sind optional.

### **NFR-05: Test mit einem bestehenden Anwendungsfall**

Der Chatbot wird mit einem bestehenden Anwendungsfall getestet. Die bereits bekannten Ergebnisse und Ansätze werden mit den Ergebnissen des Chatbots verglichen. Die vom Chatbot vorgeschlagenen Lösungen, z. B. Innovationsprinzipien, werden verifiziert.

### **NFR-06: Validierung**

Die Validierung des Chatbots erfolgt durch potenzielle Anwender. Sie wird nach dem zweiten Entwicklungsstand mit Hilfe eines Fragebogens durchgeführt. Die Erkenntnisse können als Maßnahmen für eine zukünftige Weiterentwicklung dienen.

### **FR-01: Erklären der TRIZ-Methodik**

Der Chatbot soll dem Anwender die Option geben, sich die TRIZ-Methodik und die unterschiedlichen Vorgehensmodelle erklären zu lassen. Dies soll auch über die Benutzerschnittstelle erfolgen. Der Chatbot soll dies anhand eines eigenen oder eines vom Anwender angegebenen Beispiels durchführen.

### **FR-02: Integration einer Innovationscheckliste**

Der Chatbot soll den Anwender dialogbasiert durch eine Innovationscheckliste führen und bei der systematischen Erhebung der aktuellen Situation unterstützen. Hierbei werden allgemeine Informationen (z. B. über das System wie Systemname, -struktur und -funktionsweise) aber auch konkrete Fragen zum Problem (z. B. Konsequenzen bei Nichtlösung oder Historie des Problems) ermittelt. Die Erhebung liefert häufig bereits erste Ideen zur Verbesserung, die Informationen sind aber auch für alle weiteren Schritte hilfreich, um die Problemstellung möglichst transparent aufzuzeigen.

### **FR-03: Technische Widersprüche / 40 Innovations-Prinzipien**

Der Chatbot soll die 39 technischen Parameter, die Widerspruchsmatrix und die Verwendung der 40 Innovationsprinzipien integrieren. Hierbei wird ein technischer Widerspruch (TW) formuliert in der Form „WENN <Verbesserung> DANN <verbessernde Eigenschaft> ABER <verschlechternde Eigenschaft>“. Die konkreten Verbesserungen / Verschlechterung kann dann mit abstrakten Parametern (z. B. Geschwindigkeit, Form, Zeitverschwendung) abgebildet werden. Hieraus lassen sich dann in über die Widerspruchsmatrix die entsprechenden Innovationsprinzipien (IP) für die weitere Bearbeitung ermitteln.

### **FR-04: Nine-Screen-Approach**

Der Chatbot soll den Nine-Screen-Approach als eine Option anbieten. Hierbei wird ein Problem systematisch auf drei Zeit- (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft) und drei Systemebenen (Supersystem, System, Subsystem) betrachtet. Der Chatbot soll helfen, das Problem aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten.

#### **FR-05: Funktionsanalyse – Function analysis**

Der Chatbot soll die Funktionsanalyse als weitere Option anbieten. Diese dient dazu, ein technisches System in seine Funktionen und deren Beziehungen zu zerlegen. Hierbei werden nützliche als auch schädliche Funktionen identifiziert, um Verbesserungspotenziale sichtbar zu machen. Diese Erweiterung des Chatbots kann als Grundlage bzw. in Kombination für den Einsatz mit weiteren TRIZ-Werkzeugen (z. B. Incremental Improvement, Value Analysis, Trimming) dienen. Eine tabellarische und grafische Darstellung ist wünschenswert.

#### **FR-06: Inkrementelle Verbesserung / Incremental Improvement**

Der Chatbot soll den Anwender durch die schrittweise Verbesserung (Incremental Improvement) führen. Hierbei liegt der Fokus auf kleinen, systematischen Veränderungen an einem bestehenden System, um dieses kontinuierlich zu verbessern. Als Basis dient die Funktionsanalyse mit der Fragestellung, wie eine überflüssige Funktion reduziert und eine unzureichende Funktion verbessert bzw. gestärkt werden kann.

#### **FR-07: Wertanalyse / Value Analysis**

Der Chatbot soll dem Anwender im Anschluss an die Funktionsanalyse eine Wertanalyse anbieten. Hierbei werden die Funktionen eines Systems im Verhältnis zu den aufgewendeten Kosten und Ressourcen bewertet. Das Ziel ist es, den funktionalen Wert zu erhöhen und unnötige oder ineffiziente Bestandteile zu entfernen.

#### **FR-08: Analyse der Ursache-Wirkungs-Kette / Cause effect chain analysis**

Der Chatbot soll dem Anwender die Option anbieten, eine Cause effect chain-Analyse durchzuführen. Hierbei wird schrittweise nach der Ursache für ein Problem in einem System gesucht. Diese Suche kann so lange erfolgen, bis die Frage „Warum?“ nicht mehr beantwortet werden kann. Dies gilt allerdings nicht für technische Standards.

#### **FR-09: Trimming**

Der Chatbot soll dem Anwender im Anschluss an eine Funktionsanalyse die Trimming-Methode anbieten. Mit dieser kann ein bestehendes Produkt oder System optimiert werden. Hierbei werden Bestandteile entfernt, ohne Leistung, Qualität und Funktionalität des gesamten Systems zu beeinträchtigen.

### **FR-10: Problem-oriented-nine-screens**

Der Chatbot soll den problemorientierten Nine-Screen-Approach als Option anbieten. Hierbei liegt der Blickwinkel auf den Fragen

- 1.) woher eine Lösung oder Ressource kommt (Supersystem, System, Subsystem) und
- 2.) wann diese wirken kann (vor, während oder nach dem Eintritt des Problems).

Im Rahmen der Masterthesis wurde ein Vorgehensmodell für die Chatbot Entwicklung vorgestellt. Diese wird nun in einer gekürzten Version für die Umsetzung des Prototyps verwendet:

#### **Zielsetzung:**

- Entwicklung eines Chatbots, der TRIZ-Methoden und Erläuterungen anbietet.

#### **Kritische Erfolgsfaktoren:**

- Iterativer Ansatz mit Entwicklung eines / mehrerer MVPs
- Keine Eigenentwicklung, Verwendung einer bestehenden Plattform
- Feedback von Anwendern

#### **Zentrale Aktionen - Technologie / Organisation:**

- Umsetzung einer Auswahl von funktionalen Anforderungen
- Umsetzung einer Auswahl von nicht-funktionalen Anforderungen

#### **Zentrale Aktionen – Anwenderanforderungen:**

- Rückmeldungen von Anwendern über einen Test ermitteln

## 2 AUSWAHL DER PLATTFORM

Mit der Veröffentlichung von ChatGPT (OpenAI LLC, ohne Jahresangabe /a/) durch OpenAI im November 2022 wurde Künstliche Intelligenz einem sehr großen Benutzerkreis auf einfache Art und Weise zugänglich gemacht. Das Erstellen eines Prompts ist sehr einfach, ähnlich einer Suche in einer Internetsuchmaschine. Durch das sog. Prompt-Engineering setzt sich der Anwender mit der Funktionsweise (Persona des Chatbot, erwartetes Ergebnis usw.) auseinander. Dies hat direkten Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse. Diese Möglichkeiten werden unter Betrachtung der verschiedenen TRIZ-Vorgehensmodelle mit entsprechenden Beispielen (Pheunghua & Adunka, 2024) beurteilt.

Neben dem Erstellen von Prompts bietet ChatGPT die Möglichkeit, eigene Chatbots zu erstellen und zu veröffentlichen. Dies kann generell für alle Benutzer oder für einen eingeschränkten Benutzerkreis erfolgen. Für den eingeschränkten Benutzerkreis wird durch den Ersteller ein Link zum Chatbot weitergegeben. Dies ist aber keine Einschränkung, da jeder der den Link besitzt, diesen auch weiterverteilen kann.

Zum Zeitpunkt der Recherche (23.03.2025) bietet Google Gemini (Google Inc., ohne Jahresangabe /a/) zwei Möglichkeiten der Interaktion an. Zum einen kann über die vorhandene Benutzerschnittstelle ein entsprechender Prompt formuliert werden, in dem das spezifische Problem beschrieben und idealerweise auch direkt eine konkrete Vorgehensweise (z. B. die Verwendung der 40 Innovationsprinzipien) vorgegeben wird. Um eine hohe Ergebnisqualität erzielen zu können, bedarf es beim Anwender umfassender Erfahrungen im Formulieren der richtigen Prompts.

Zum anderen ermöglicht Google Gemini die Erstellung benutzerdefinierter „Gems“ (Google Inc., ohne Jahresangabe /b/). Diese erlauben es unter Angabe einer Persona (d.h. welche Rolle soll das Gem übernehmen), einer Aufgabe, die es durchführen soll und eines Kontextes dies in einem Gem abzubilden. Ferner kann die Form der Ergebnisausgabe definiert werden. Bereits integriert sind Vorlagen für Gems zu den Themenbereichen Kreativer Partner, Karriereberater, Coding-Assistent, Lernhilfe und Schreibassistent.

Die Funktionalität „Gems“ befindet sich zurzeit noch im Entwicklungsstadium. Eine Veröffentlichung eines „Gems“ zur Weitergabe an weitere Nutzer ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorgesehen. Konkrete Aussagen, ob dies in Zukunft möglich sein soll, waren nicht verfügbar.

Die Implementierung einer generativen KI von Microsoft ist Copilot (Microsoft Corp., ohne Jahresangabe). Auch Copilot bietet die Möglichkeit, Prompts zu verwenden, die Erstellung eines Chatbots ist nicht möglich.

DeepSeek (Deepseek Ltd., ohne Jahresangabe) ist eine leistungsfähige und ressourcenschonende Implementierung einer generativen KI. Analog zu ChatGPT, Gemini und Copilot ist die Erstellung von Prompts möglich, mit denen sich spezifische Fragestellungen bearbeiten lassen. Das Erstellen und Veröffentlichen eines eigenen Chatbots über die DeepSeek-Oberfläche ist nicht möglich. Es besteht jedoch die Option, Python Pakete lokal oder in einer Cloud Umgebung zu installieren und auf dieser Basis einen Chatbot zu erstellen.

Auf der Suchmaschine für KI-Modelle Hugging Face (Hugging Face Inc., ohne Jahresangabe) wurde nach Modellen gesucht, die TRIZ-Funktionalitäten abbilden. Die Suche lieferte keine verwertbaren Ergebnisse (Stand: 29.03.2025).

Plattformen wie z. B. Rasa (Rasa Technologies Inc, ohne Jahresangabe) oder die Google Conversational Agents, ehemals DialogFlow, (Google Inc., ohne Jahresangabe /c/) wurden



ebenfalls betrachtet. Sie bieten die Möglichkeit mit Entwicklungswerkzeugen eigene Chatbots zu programmieren. Aufgrund des Aufwands der Einarbeitung in eine komplette Programmierungsumgebung wurden diese als einzusetzende Plattformen verworfen.

Letztlich wurde ChatGPT als Umsetzungsplattform gewählt. Für die Auswahlentscheidung ausschlaggebend waren der Zugriff über eine Web-Oberfläche und die Möglichkeit der Verteilung des Chatbots.

### 3 IMPLEMENTIERUNG DES PROTOTYPS

Nach der Spezifikation und Priorisierung der FR/NFR und der Auswahl der Plattform wurde mit der Implementierung des Prototyps begonnen. Die Implementierung wurde in insgesamt sechs Phasen aufgeteilt. In diesen sind zwei Minimum-viable-Products (MVP) entstanden. Diese wurden mit einem aus einer eigenen Seminararbeit entstandenen Beispiel eines zu verbessernden Hundefutternapfs (Neuhaus, 2024) getestet. Das zweite MVP wurde potenziellen Anwendern, die im Innovationsmanagement tätig sind, zur Verfügung gestellt. Die Erfahrungen und Rückmeldungen wurden über einen anonymen Fragebogen erhoben. Diese dienen als eine erste Überprüfung auf Anwendbarkeit des Prototyps sowie dem Sammeln von Bedenken und Anregungen für folgende Entwicklungsschritte. Im weiteren Verlauf wird die Bezeichnung GPT (Generative Pre-Trained Transformer) synonym zu Chatbot verwendet, analog der Verwendung in der OpenAI Oberfläche.

#### 3.1 Phase 1: Aufbau von Fachwissen

In der ersten Phase, vergleichbar mit einem Vorprojekt, wurde die ChatGPT-Oberfläche und die Konfigurationen eines benutzerdefinierten GPT näher betrachtet. Dies diente zum Verständnis und einem Wissensaufbau für die spätere Konfiguration des TRIZ Chatbots. Der erste Schritt wird durch einen Assistenten unterstützt. Dieser interagiert mit dem Anwender und fragt den Zweck des GPT ab. Hieraus leitet der Assistent einen anpassbaren Namens- und Logovorschlag ab. Im nächsten Schritt kann dieser erste Entwurf weiter angepasst und verfeinert werden. Auch spätere Änderungen an dem GPT sind dialogbasiert möglich. Hierbei können sowohl der Assistent als auch die Konfigurationsmaske genutzt werden. Ein separates Vorschaufenster, das sich mit jeder Änderung aktualisiert, wird eingeblendet. Hier lassen sich vorgenommene Anpassungen direkt ausprobieren.

In Abb. 2 werden der Name und die Beschreibung des GPT gezeigt. Der Name sollte kurz und aussagekräftig sein, um einem Anwender einen ersten Eindruck zu vermitteln, was der GPT für eine Funktionalität zur Verfügung stellt. Der Name wird sowohl in der eigenen GPT-Übersicht als auch in den Suchergebnissen angezeigt, sofern er veröffentlicht wurde. Die Beschreibung liefert eine genauere Beschreibung der Funktionalität, diese ist ebenfalls für den Anwender sichtbar.



The image shows a web form for configuring a GPT. It has two main sections: 'Name' and 'Beschreibung'. The 'Name' section has a text input field with the placeholder text 'Name des GPTs'. The 'Beschreibung' section has a text input field with the placeholder text 'Beschreiben Sie in wenigen Worten, was dieser GPT tut'. The form is enclosed in a light gray border.

Abb. 2: GPT Konfiguration – Name und Beschreibung



Die Hinweise in Abb. 3 sind nur für den Ersteller des GPT sichtbar. Sie verdeutlichen die grundsätzliche Funktionsweise des GPT (welche Funktionen soll er erfüllen, welche nicht) und sein Verhalten gegenüber dem Anwender. Dies kann z. B. in der Form erfolgen:

*„Antworte in kurzen, einfachen Sätzen. Stelle Rückfragen bei Unklarheiten.“*

Alle Erweiterungen oder Änderungen sind auch über den Chat Dialog möglich.

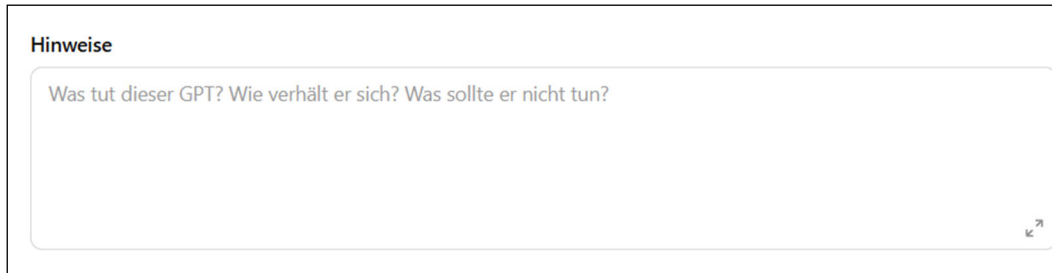


Abb. 3: GPT Konfiguration – Hinweise

Die Gesprächsaufhänger (Abb. 4) sind vorgefertigte Ideen, um eine Unterhaltung zu starten. Sie orientieren sich an dem, was zuletzt bzw. häufig angefragt wurde. Es können beliebig viele Gesprächsaufhänger erstellt werden, gleichzeitig angezeigt werden allerdings nur drei bis sechs von ihnen. Der GPT wählt dann nach Zufall oder aufgrund der Benutzereingaben passende aus. Je nach Zielgruppe können Formulierungen für Experten, wie z. B.

- „Fasse die wichtigsten Kennzahlen aus der Excel-Datei zusammen“
- „Erstelle eine ABC-Analyse basierend auf den Werten der hochgeladenen Tabelle“
- oder auch für Einsteiger in ein spezifisches Thema
- „Was kann ich aus der hochgeladenen Tabelle lernen?“

angeboten werden.



Abb. 4: GPT Konfiguration – Gesprächsaufhänger

Im Bereich Wissen (Abb. 5) können bis zu 20 Dateien hochgeladen werden. Dies ist hilfreich, wenn der GPT regelmäßig auf wiederkehrendes Wissen oder Regelwerke zugreifen und mit diesen Informationen arbeiten soll. Beispielsweise können ein Fragebogen als Basis für die Interaktion mit dem Benutzer, Regelwerke für die Analyse von Daten oder Formatierungsregeln für die Ausgabe hinterlegt werden. Unterstützt werden die gängigen Datei- (\*.pdf, \*.doc/docx, \*.ppt/pptx, \*.xls/xlsx, \*.csv, \*.txt, \*.md) und Datenformate (\*.json). Die Dateien sind in dem jeweiligen Benutzerkonto gespeichert und können jederzeit gelöscht werden. Die Verwendung dieser variiert zwischen privaten Anwendern (Standardnutzer) und Geschäftskunden (OpenAI LLC, ohne Jahresangabe /b/). Bei Standardnutzern können hochgeladene Dateien zur Modellverbesserung verwendet werden, wenn diese nicht explizit widersprechen (Abb. 6, weitere Einstellungen). Für Geschäftskunden verhält es sich umgekehrt, Daten werden nur nach expliziter Zustimmung für das Training der Modelle verwendet.

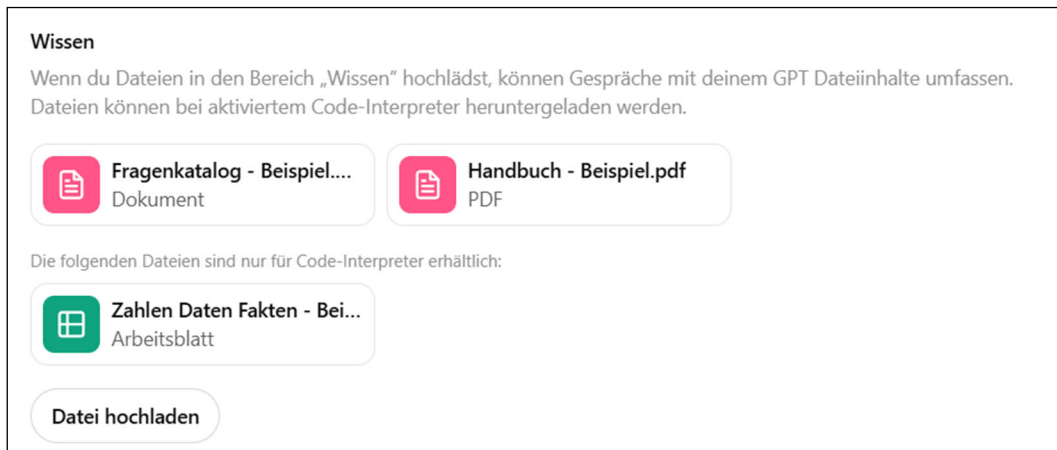


Abb. 5: GPT Konfiguration – Wissen

Mit den Funktionen (Abb. 6) kann der Umfang des GPT erweitert werden. Die Internetsuche ermöglicht es, den GPT aktiv im Internet zu suchen. Der Trainingsstand (bis Juni 2024, Stand 23.03.2025) kann mit entsprechenden Suchergebnissen angereichert werden, z. B. können aktuelle Wechselkurse oder Eigenschaften einer neueren Software in einen Chat miteinbezogen werden.

Canvas stellt einen Arbeitsbereich dar, in dem z. B. ein Dokument oder Programmcode geschrieben und mit ChatGPT iterativ überarbeitet und weiterentwickelt werden kann. Dies kann beispielsweise eine API-Dokumentation für einen Webservice oder eine Vorlage für ein Reporting sein.

Die Bildgenerierung ermöglicht es Bilder aus Beschreibungen, sogenannte Text-zu-Bild-Generierungen, zu erstellen. Dies funktioniert auch für Diagramme, Skizzen, Icons und andere Formen von Grafiken. Beispielsweise kann der GPT basierend auf der API-Dokumentation eine grafische Darstellung der Schnittstellen erzeugen.

Code-Interpreter und Datenanalyse stellen Erweiterungen zur Verfügung, um Tabellen zu analysieren, Berechnung durchzuführen und Diagramme zu erstellen. Außerdem kann ein Python-Code erzeugt und ausgeführt werden. Eine Auswertung könnte z. B. das Einlesen einer CSV-Datei sein mit Antwortzeiten einer API sowie der Analyse der Verteilung und Ausreißer.

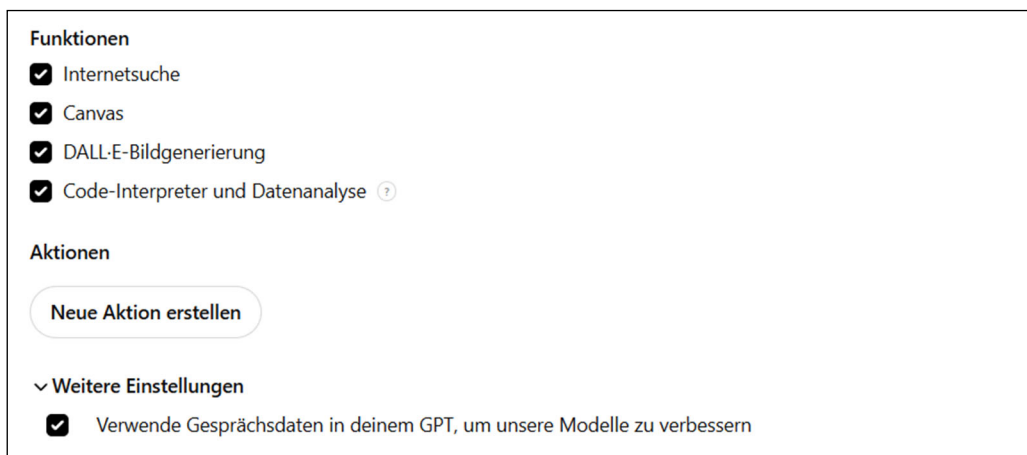


Abb. 6: GPT Konfiguration – Funktionen, Aktionen, weitere Einstellungen

Aktionen erweitern den GPT um die Interaktion mit anderen Systemen und Applikationen. Dadurch kann GPT nicht nur einen Text schreiben, sondern auch eine direkte Aktion ausführen, z. B. das Schreiben und Versenden einer E-Mail oder eines Termins. Notwendig hierfür sind die entsprechenden Zugriffsrechte und Schema-Definitionen, welche die Schnittstelle beschreiben.

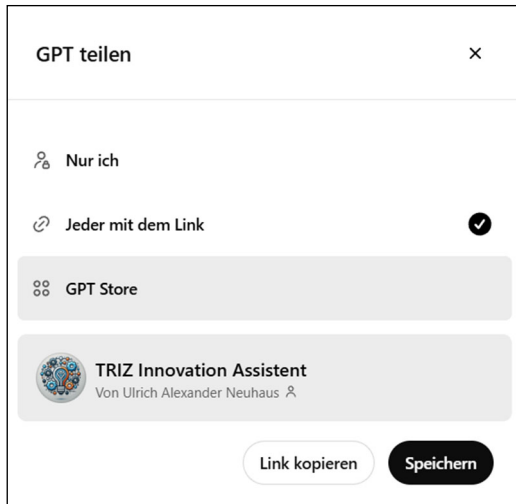


Abb. 7: GPT teilen

Der GPT kann ausschließlich für den Ersteller verfügbar gemacht werden, per Link geteilt oder über den GPT-Store allen Anwendern zur Verfügung gestellt werden (Abb. 7).

### 3.2 Phase 2: Minimum-Viable-Product – Version 1

Für die Umsetzung des MVP 1 wurden die NFR-01, NFR-04, NFR-05 und die FR-01, FR-02, FR-03 ausgewählt. Im Folgenden werden die Aktivitäten zur Erstellung und Konfiguration des GPT beschrieben. Die Schritte zwischen den einzelnen FR/NFR sind teilweise fließend. Soweit es möglich ist, werden sie voneinander abgegrenzt.

#### NFR-01: Benutzerinteraktion: Tastatur / Text

Das NFR-01 hat den Fokus auf die Interaktion mit dem GPT. In diesem Schritt wurde die initiale Erstkonfiguration assistentengestützt umgesetzt. Der Name, unter dem der GPT angezeigt werden soll, wurde auf „TRIZ Innovation Assistent“ festgelegt. Im Dialog wurde die Funktionsweise des GPT näher beschrieben. Als Ergebnis ist die in Abb. 8 aufgeführte Beschreibung entstanden.

„Dieser GPT ist darauf spezialisiert, die Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ) abzubilden und anzuwenden. Er hilft Nutzern, innovative Lösungen für technische und strategische Probleme zu finden, indem er TRIZ-Prinzipien, Widerspruchsmatrizen, evolutionäre Muster technischer Systeme und andere relevante Methoden nutzt. Er führt durch den Problemlösungsprozess, stellt gezielte Fragen und schlägt systematische Ansätze zur Lösung vor. Dabei kann er komplexe Sachverhalte verständlich erklären und mit praxisnahen Beispielen veranschaulichen. Er sollte keine ungesicherten oder spekulativen Aussagen treffen und sich auf die Prinzipien und Methoden von TRIZ stützen. Falls erforderlich, stellt er Rückfragen, um die Problemstellung präziser zu erfassen. Er spricht in einer sachlichen, aber zugänglichen Weise, um sowohl Einsteiger als auch Fortgeschrittene in TRIZ bestmöglich zu unterstützen.“

Abb.8: MVP 1 – Beschreibung (Quelle: ChatGPT)

Im ersten MVP wurden fünf Gesprächsaufhänger wie folgt definiert:

- „Wie kann ich ein technisches Problem mit TRIZ lösen?“
- „Bitte leite mich durch die Innovations-Checkliste.“
- „Zeige mir passende TRIZ-Prinzipien für diesen Widerspruch.“
- „Ich habe von TRIZ noch nie etwas gehört, erkläre es mir mit einfachen Worten und Beispielen.“
- „Welche Prinzipien sind in der Widerspruchsmatrix für mein Problem relevant?“

Abb.9: MVP 1 – Gesprächsaufhänger (Quelle: ChatGPT)

#### NFR-04: Mehrsprachiges Benutzerinterface

Der GPT-Assistent wurde mit der Eingabe: „Ich möchte, dass Du Dein Angebot in verschiedenen Sprachen anbietest. Hierbei ist mir Deutsch und Englisch am wichtigsten. Französisch, Spanisch und Portugiesisch wären als Option super. Kannst Du das Umsetzen und eine Frage nach der Benutzersprache stellen?“ aufgefordert, die Oberfläche in unterschiedlichen Sprachen anzubieten. Die Rückfragen des GPT, ob er eine spezielle Einstiegsfrage verwenden oder versuchen, soll die Sprache automatisch zu erkennen, wurden beide mit Ja beantwortet. Zusätzlich wurde der Hinweis gegeben, dass bereits die Einstiegsfrage in verschiedenen Sprachen angezeigt werden soll. Im Bereich Wissen war bereits eine Innovationscheckliste hinterlegt. Der GPT erkannte dies und bot an, diese automatisch in die jeweilige Dialogsprache zu übersetzen. Diese Option wurde angenommen. Daraus erweitert sich die Beschreibung wie in Abb. 10 dargestellt.

„Mehrsprachigkeit: Dieser GPT unterstützt Deutsch, Englisch sowie optional Französisch, Spanisch und Portugiesisch. Wenn möglich, erkennt er automatisch die Sprach-eingabe des Nutzers. Falls das nicht eindeutig ist, stellt er eine mehrsprachige Begrüßungsfrage:

„In welcher Sprache möchten Sie mit mir kommunizieren? / What language would you like to use? / Dans quelle langue souhaitez-vous communiquer ? / ¿En qué idioma le gustaría comunicarse? / Em que idioma deseja se comunicar?“

Die gewählte Sprache wird für die gesamte Sitzung beibehalten, kann aber jederzeit geändert werden. Die Innovations-Checkliste und TRIZ-Widerspruchsmatrix stehen ebenfalls in mehreren Sprachen zur Verfügung. Der GPT stellt sicher, dass die jeweiligen Inhalte und Hilfsmittel in der gewählten Sprache bereitgestellt werden.“

Abb. 0: MVP 1 – Mehrsprachigkeit (Quelle: ChatGPT)

#### FR-01: Erklären der TRIZ-Methodik

Mit Hilfe des Assistenten wurden im Dialog die Erläuterung der TRIZ-Methodik sowie der in der FR/NFR Liste definierten Vorgehensmodelle (siehe Abb. 1) dem GPT als weitere Funktionalität definiert. Der Anwender kann sich durch ein vom GPT vorgeschlagenes oder eigenes Beispiel die TRIZ-Methodik erläutern lassen. Die Beschreibung des GPT erweitert sich wie in Abb. 11 dargestellt.

„TRIZ-Grundlagen und -Werkzeuge wie die 40 Prinzipien, die Widerspruchsmatrix, die „Nine Windows“ (Nine Screens), Trends der Technikentwicklung oder das ideale Endresultat (IFR) sowie ergänzende Modelle wie Function Analysis, Value Analysis, Incremental Improvement, Trimming, Cause Effect Chain Analysis oder problemorientierte Nine Screens anhand eines frei wählbaren oder vorgeschlagenen Beispiels verständlich erklären.“

Abb. 1: MVP 1 – Erklären der TRIZ-Methodik (Quelle: ChatGPT)

#### FR-02: Integration einer Innovationscheckliste & FR-03: Integration der klassischen Widerspruchsmatrix / 40 Innovations-Prinzipien

Eine Innovationscheckliste wurde im Bereich Wissen hochgeladen. Dem GPT wurde über den Assistenten die Verwendung dieser vorgegeben. Der GPT soll den Anwender anhand dieser

Liste durch den Prozess führen und die Innovationscheckliste so detailliert wie möglich erfassen. Außerdem wurde der GPT beauftragt, sich Daten für die Widerspruchsmatrix und die 40 Innovationsprinzipien aus dem Internet zu suchen und diese zu integrieren. In Abb. 12 wird die erweiterte Beschreibung des GPT dargestellt.

*„Zusätzlich integriert der GPT die Innovations-Checkliste in den Problemlösungsprozess. Nutzer werden durch eine strukturierte Abfrage geführt, die Folgendes umfasst:*

- 1. Problemdefinition: Beschreibung des Problems in einfacher und verständlicher Sprache.*
- 2. Systemanalyse: Erfassung des betroffenen Systems, seiner Struktur und Funktionsweise.*
- 3. Innovationspotenziale: Identifikation von Schwachstellen, Widersprüchen und möglichen Verbesserungen.*
- 4. Ideenfindung: Notieren spontaner Ideen und Ansätze während der Analyse.*

*Darüber hinaus kann dieser GPT:*

- Die klassische TRIZ-Widerspruchsmatrix anwenden.*
- Die 40 erfinderischen Prinzipien übertragen.*
- Die Entwicklung des idealen Endresultats begleiten.*
- Ressourcen im und um das System identifizieren und nutzen.*
- Innovationskriterien definieren und Lösungskonzepte bewerten.*
- Analogien aus anderen Branchen heranziehen.“*

Abb. 12: MVP 1 – Innovationscheckliste und Widerspruchsmatrix (Quelle: ChatGPT)

Nach dem Einstellen des Zugriffs für jeden Anwender der den Link besitzt und dem Aktualisieren der vorgenommenen Einstellungen ist der GPT für den ersten Einsatz bereit. In Abb. 13 wird der Startbildschirm gezeigt. Hier sind die kurze Beschreibung, die Gesprächsaufhänger und das Eingabefeld zu sehen.



Abb. 13: MVP 1 – Startbildschirm (Quelle: ChatGPT)

### 3.3 Phase 3: Testphase Minimum-Viable-Product Version 1

Für den Test des ersten MVP wurde eine Seminararbeit als Testfall verwendet. Sie dient dazu, die Ergebnisse, die der GPT liefert, zu vergleichen. Das Problem stellt sich wie folgt dar: „*Ich besitze zwei Hunde und es gibt zwei Probleme, die mich stören. Zum einen wird das Hundefutter viel zu schnell gefressen. Dies kann zu Bauchschmerzen, Gewichtszunahme und Störung des anderen Hundes führen. Zum anderen, dass es bei der Fütterung von Nassfutter häufig zu unhygienischen Verschmutzungen neben dem Futternapf kommt. Die Probleme sind bei meinen Hunden unterschiedlich stark ausgeprägt.*

*Hund 1 (Max) ist ein dreijähriger Kaninchenteckel-Rüde. Er hat das Problem, dass er das Hundefutter förmlich „inhaliert“. Hierbei spielt es keine Rolle, ob es sich um Trocken- oder Nassfutter handelt. Wenn etwas neben den Futternapf fällt, wird der Bereich abgeleckt und das Futter gefressen.*

*Hund 2 (Hanna) ist eine 13-jährige Ratonero-Hündin. Sie hat sich über die letzten zehn Jahre zu einer langsamen, gemächlichen Esserin entwickelt. Bei ihr ist das Problem aufgrund fehlender Zähne das immer wieder auch größere Mengen Hundefutter neben dem Napf landen. Problematisch ist hierbei, dass sie altersbedingt verschiedene Medikamente in das Futter gemischt bekommt. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass Hund 1 dieses aufnimmt.“ (Neuhaus, 2024, p. 1).*

#### **NFR-05: Test mit einem bestehenden Anwendungsfall**

Aus der Seminararbeit wurde die oben beschriebene Problemstellung in den GPT eingegeben. Nach der Eingabe lieferte der GPT direkt eine gekürzte Problembeschreibung, einen Systemnamen, eine Systemstruktur, Funktionsweise und Umgebung des Systems. Außerdem wurden Systeme mit einer ähnlichen Problemstellung aufgeführt (z. B. Katzenfutterspender mit Einzeldosierung). Bei der Ausgabe der Systemstruktur wurden erste Ideen zu strukturellen Änderungen vorgeschlagen, u. a. Anpassung der Napfgeometrie oder Trennung des Fütterungsorts.

Informationen zur Sachlage wurden aus der Problemstellung ebenfalls abgeleitet. Hier wurden Mechanismen, die das Problem verursachen, die Konsequenzen, wenn es nicht gelöst wird, Entwicklungsgeschichte und Systeme mit ähnlichen Problemstellungen ausgegeben. Die Ergebnisse, die der GPT vorgeschlagen hat, ähnelten in Teilen der Seminararbeit. Unterschiede traten auf in

- Systemumgebung: Diese war im GPT deutlich kürzer und hatte andere Schwerpunkte als die Seminararbeit. Die Interaktion mit Menschen und die Systeme mit denen Wechselwirkungen entstehen können, wurden nicht betrachtet.
- Die Entwicklungsgeschichte des Problems wurde nur aus der eingegebenen Problemstellung abgeleitet. Ist diese kompakter oder komplexer beschrieben, hat dies direkte Auswirkungen auf die vom GPT ermittelten Annahmen. Dies kann zu unvollständigen Annahmen führen.
- Für Systeme mit ähnlicher Problemstellung waren die vom GPT gefunden Beispiele (Katzenfutterspender mit Einzeldosierung, Krankenhauslösungen zur Medikamentengabe über Nahrung) umfangreicher und besser als in der Seminararbeit.



- Auch die Frage nach weiter zu lösenden Problemen wurde deutlich umfangreicher (z. B. Kann der Napf selbst intelligenter werden? Können Medikamente anderes verabreicht werden? Könnte in separaten Räumen gefüttert werden?) als in der Seminararbeit bearbeitet.

Daraus entstand der erste Verbesserungsvorschlag für den GPT. Der GPT soll nach der von ihm generierten Ausgabe der Annahmen über das System und die Problemsituation Rückfragen an den Anwender stellen, um diese weiter zu verfeinern.

Der nächste Schritt war die Formulierung des Ideal Final Result durch den GPT. Dieser lautete: „Die Hunde erhalten ihre exakt passende Futtermenge automatisch, in angepasstem Tempo, sauber und getrennt voneinander – ohne dass ich eingreifen oder putzen muss. Max frisst langsam, Hanna verliert kein Futter mehr und beide sind zufrieden.“. Die vom GPT vorgeschlagenen Eigenschaften der idealen Lösung sind in Abb. 14 beschrieben.

Eigenschaft	Beschreibung
Selbstregelnd	erkennt Hund und Fressverhalten automatisch
Adaptiv	passt sich je nach Tier (jung/alt, schnell/langsam) an
Trennend	verhindert Zugriff auf das falsche Futter
Hygienisch	keine Verunreinigung außerhalb des Systems
Wartungsfrei	kein oder minimaler Reinigungsaufwand
Kosteneffizient und unauffällig	keine übertechnisierte Lösung im Alltag

Abb. 14: MVP 1 - Eigenschaften der idealen Lösung (Quelle: ChatGPT)

Die Analyse der verfügbaren Ressourcen wurde nach Rückfrage durch den GPT durchgeführt. Hierbei wurde zur Seminararbeit eine vergleichbare Anzahl an Ressourcen in den verschiedenen Bereichen (physikalisch, energetisch, räumlich, zeitlich, informatorisch, funktional) gefunden. Diese wurden jeweils mit einem kurzen Beispiel oder einem Schlagwort erläutert. Auch hier spiegelt sich die fehlende Rückfrage des GPT wider. Hilfreich wäre es, wenn der GPT seine von ihm vorgeschlagenen Ressourcen erläutert und eine Ergänzung des Anwenders erfragt.

Die Änderungen am System wurden im nächsten Schritt durch den GPT ermittelt. Hierbei waren die Vorschläge für zulässige und nicht zulässige Änderungen am System sehr gut und klar aufgearbeitet. Zu jedem Vorschlag wurden mehrere Beispiele aufgeführt.

Im nächsten Schritt führte der GPT die Identifikation technischer Widersprüche und eine Widerspruchsanalyse durch. Es wurden zwei technische Widersprüche und entsprechende Innovationsprinzipien auf Basis der klassischen Widerspruchsmatrix ausgegeben.

**TW 1:** Wenn ich Max langsamer fressen lassen will (Fressgeschwindigkeit verringern), wird die Handhabung schwieriger oder der Komfort sinkt.

Parameterart	Konkrete Formulierung	Nr.	Parameterbezeichnung
Verbessernd	Gesundheit / Verdauung / Fressgeschwindigkeit kontrollieren	9	Geschwindigkeit
verschlechternd	Komfort / Fütterungszeit / Komplexität des Futternapfes	36	Kompliziertheit der Struktur
Parameter	Parameter	IP (Nr.)	Innovationsprinzip

(verbessernd)	(verschlechternd)		
9	36	1	Segmentierung
		10	Vorgezogene Aktion
		19	Periodische Wirkung
		3	Örtliche Qualität

Abb. 15: MVP 1 – Parameter und Innovationsprinzipien für TW 1 (Quelle: ChatGPT, eigene Darstellung)

Abb. 15 zeigt die vom GPT vorgeschlagenen Parameter und Innovationsprinzipien. Hier taucht der erste massive Fehler des GPT auf. Die ermittelten Innovationsprinzipien stimmen nicht mit den in der klassischen Widerspruchsmatrix aufgeführten für die Kombination 9 - 36 überein. Die korrekten Innovationsprinzipien sind 10 (Vorgezogen Aktion), 28 (Mechanik ersetzen), 4 (Asymmetrie) und 34 (Beseitigung).

**TW 2:** Wenn ich das Herunterfallen des Futters verhindern will (Hygiene verbessern), wird das System komplexer oder schwieriger zu reinigen.

Parameterart	Konkrete Formulierung	Nr.	Parameterbezeichnung
Verbessernd	Medikamentensicherheit / Hygiene	22	Energieverluste
		31	Vom Objekt erzeugt schädliche Faktoren
verschlechternd	Aufwand / Reinigung / Freiheit des Hundes / Designkomplexität	33	Bedienkomfort
Parameter (verbessernd)	Parameter (verschlechternd)	IP (Nr.)	Innovationsprinzip
22 / 31	33	2	Abtrennung
		3	Örtliche Qualität
		9	Gegenwirkung
		35	Änderung des Aggregatzustandes

Abb.16: MVP 1 – Parameter und Innovationsprinzipien für TW 2 (Quelle: ChatGPT, eigene Darstellung)

Abb. 16 zeigt die Parameter und Innovationsprinzipien für den TW 2. Analog zu TW 1 sind die vom GPT ausgegebenen Innovationsprinzipien zum Teil falsch. Die Kombination 31 - 33 hat keine Ergebnisse, die Kombination 22 – 33 liefert die Innovationsprinzipien 35 (Änderung des Aggregatzustandes), 32 (Farbänderung) und 1 (Segmentierung).

Mit Hilfe der gefundenen (falschen) Innovationsprinzipien bietet der GPT an, eine Ideensammlung zu erstellen. Insgesamt wurden sieben Ideen generiert, jeweils drei für TW 1 & 2 und eine Querschnittsidee (getrennte Fütterung in Kombination mit Training). Für die weitere Betrachtung wurden für jeden TW eine Idee ausgewählt (siehe Abb. 17).

<p><b>TW 1 - Idee 1: Rotationsnapf mit Zeitsteuerung</b></p> <p>In dieser Idee sind die Innovationsprinzipien 10 und 19 angewendet. Der GPT beschreibt seine Idee mit „Ein Napf mit mehreren kleinen Kammern, die sich nacheinander öffnen (z. B. mechanisch, über Feder, oder mit Zeitschaltfunktion). Max bekommt dadurch nur kleine Portionen pro Zeiteinheit.“</p> <p><b>TW 2 - Idee 2: Futterbarriere oder Futterkabine</b></p> <p>In dieser Idee ist das Innovationsprinzip 2 angewendet. Der GPT beschreibt seine Idee mit „Ein kleiner, begehbare Futterbereich nur für Hanna (z. B. aus Möbelbauplatten oder PET-Gehäuse mit Zugangstürchen). Max passt nicht hinein, sodass er nicht an ihr Futter kommt.“</p>
--

Abb. 17: MVP 1 – Ideen für TW 1 & 2 (Quelle: ChatGPT)



Idee 2 berücksichtigt nicht die Größenverhältnisse der beiden Hunde und liefert kein brauchbares Ergebnis für den Problemfall. Für beide Ideen bietet der GPT an, einen Prototypenvorschlag zu erstellen. Hierbei listet er in Textform den Aufbau und aus seiner Sicht die notwendigen Materialien für den Bau auf. Zudem schlägt er eine grafische Darstellung vor. Das generierte Resultat wird in Abb. 18 dargestellt.

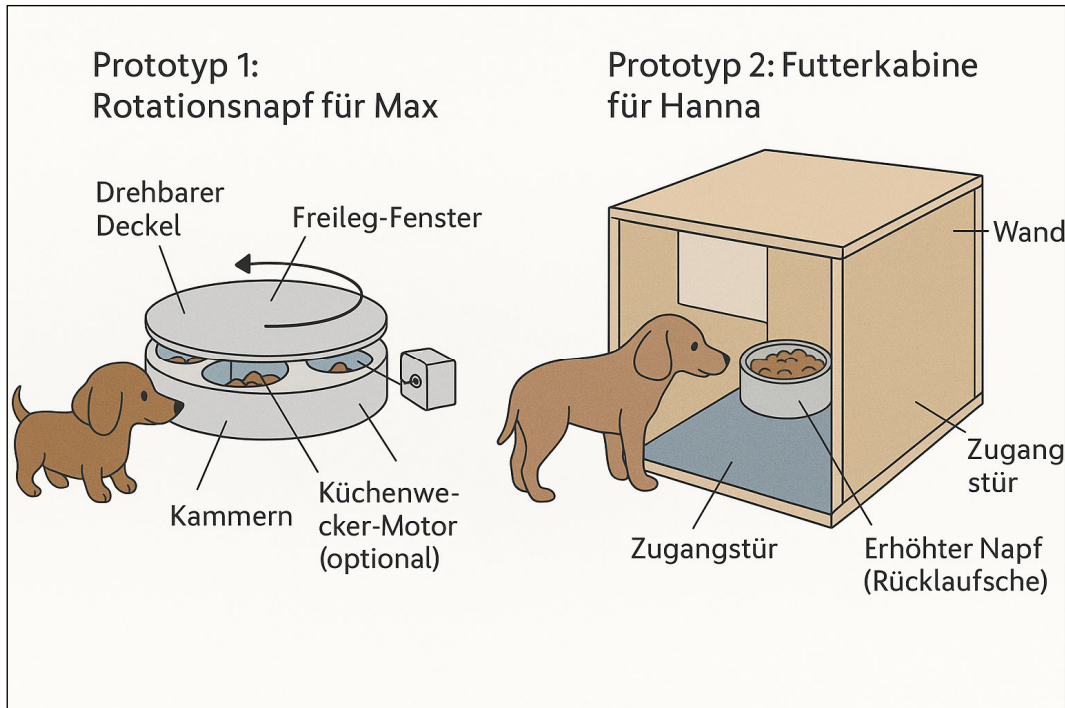


Abb.18: MVP 1 – Prototypenvorschläge (Quelle: ChatGPT)

Aus den Ergebnissen der Testphase entstehen mehrere sinnvolle und notwendige Verbesserungen für die zweite Version. Der GPT führt nach der Eingabe der Problemstellung durch die Innovationscheckliste und generiert für einen Großteil der Fragen seine eigenen Antworten. Hier wäre es zwingend notwendig, den Anwender über entsprechende Rückfragen stärker einzubeziehen. Dadurch könnten die Annahmen über das System, die Problemsituation und die verfügbaren Ressourcen mit spezifischen Informationen des Anwenders ergänzt werden. Die Vorschläge, z. B. für die verfügbaren Ressourcen, sollten aussagekräftiger, im besten Fall mit einem Beispiel sein. Hilfreich wäre es auch, wenn die technischen Widersprüche in der Form „WENN <Parameteränderung> DANN <Verbesserung>, ABER <Verschlechterung>“ ausgegeben werden würden. Auch hier sollten Rückfragen die Formulierung der technischen Widersprüche verfeinern. Die Verwendung der Widerspruchsmatrix war durch den GPT falsch. Auch sein Zugriff auf eine unbekannte Internetquelle war nicht zielführend. Eine entsprechende Matrix sollte als Wissensbasis hinterlegt sein.

### 3.4 Phase 4: Minimum-Viable-Product – Version 2

In dem MVP 2 werden NFR-04, NFR-05, NFR-06 sowie die Verbesserungsvorschläge aus dem MVP 1 umgesetzt. Der Prompt für die Verbesserungen ist in Abb. 19 dargestellt.

„Bitte ergänze den GPT um die folgenden Anmerkungen:  
 Bitte stelle nach jedem Schritt der Innovationscheckliste Rückfragen an den Anwender, z.B. Hast Du (GPT) die Problemstellung richtig verstanden?  
 Hat der Anwender noch Ergänzungen oder Erläuterungen um die Problemstellung weiter zu erläutern?“

*Mache dies bitte für alle Schritte der Innovationscheckliste.  
Erläutere deine Vorschläge - im Optimalfall mit einem kurzen Beispiel. Dann kann der Anwender hierauf reagieren und seine Ideen mitteilen.  
Verwende für die klassische Widerspruchsmatrix die hochgeladene Excel-Datei "Widerspruchsmatrix.xls".  
Achte bitte auf die korrekte Auswahl der Innovationsprinzipien (verbessernder Parameter vs. verschlechternder Parameter) aus der Widerspruchsmatrix.  
Stelle die technischen Widersprüche in der Form „WENN <Parameteränderung> DANN <Verbesserung>, ABER <Verschlechterung>“ dar.  
Stelle auch bei den technischen Widersprüchen Rückfragen und entwickle diese gemeinsam mit dem Anwender.“*

Abb.19: MVP 2 – Prompt für die Verbesserungen aus dem MVP 1

#### **FR-04: Nine-Screen-Approach, FR-05: Function analysis und FR-06: Incremental-Improvement**

Der FR-04 wurde ausgewählt, da es sich um ein Format handelt, in dem verschiedene Perspektiven einer Problemstellung betrachtet werden. Die FR-05 und FR-06 ergänzen sich gut. Alle drei Methoden wurden über einen Prompt an den GPT gesendet. Für den Nine-Screen-Approach wurde zusätzlich der Prompt aus (Pheunghua & Adunka, 2024, pp. 19-20) verwendet. Der GPT soll diese anbieten, wenn sich im Chatverlauf ein sinnvoller Anwendungsfall ergibt. Die Erweiterung der Beschreibung des GPT ist in Abb. 20 dargestellt.

*„Ergänzende Vorgehensmodelle:  
- Function-Analysis: Analyse der Funktionen und ihrer Wechselwirkungen. Identifikation nützlicher, schädlicher oder überflüssiger Funktionen. Einsatz zur Vorbereitung von Trimming und Systemverbesserung.  
- Incremental-Improvement: Entwicklung schrittweiser Verbesserungen an bestehenden Lösungen, auch ohne radikale Änderungen. Besonders nützlich für reife Systeme mit klaren Restriktionen.  
- Nine-Screen-Approach (9-Fenster-Methode): Betrachtung des Systems über drei Ebenen (Subsystem, System, Supersystem) und drei Zeitachsen (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft), um evolutionäre Potenziale zu erkennen.  
Diese Modelle stehen als methodische Erweiterungen jederzeit zur Verfügung. Der GPT schlägt sie aktiv vor, wenn sie im Innovationsprozess sinnvoll erscheinen – z. B. bei Funktionsanalysen, Systembetrachtungen oder evolutionären Fragen.“*

Abb.20: MVP 2 – Functional Analysis, Incremental-Improvement & Nine-Screen-Approach (Quelle: ChatGPT)

### **3.5 Phase 5: Testphase Minimum-Viable-Product - Version 2**

Mit dem Beispiel aus Kapitel 0 wurde der GPT erneut getestet. Die Eingaben des Anwenders wurden soweit möglich übernommen. Eine spürbare Verbesserung waren die Zusammenfassungen des GPT und die Rückfragen, ob dies richtig verstanden wurde. Zu den Fragen aus der Innovationscheckliste stellte der GPT seine Vorschläge mit Erläuterungen bereit und forderte Ergänzungen durch den Anwender ein. Hier wurde erneut deutlich, dass durchdachte Eingaben des Anwenders hilfreich sind. Dem GPT mitzuteilen, er soll sich komplett auf eigene Vorschläge stützen, lässt viele Detail- und Verständnisinformationen verloren gehen. Die schrittweise Verfeinerung im Dialog brachte den GPT auch zu der Erkenntnis, dass die beiden Hunde in ihrer Größe unterschiedlich sind und dass dies Beachtung finden muss.

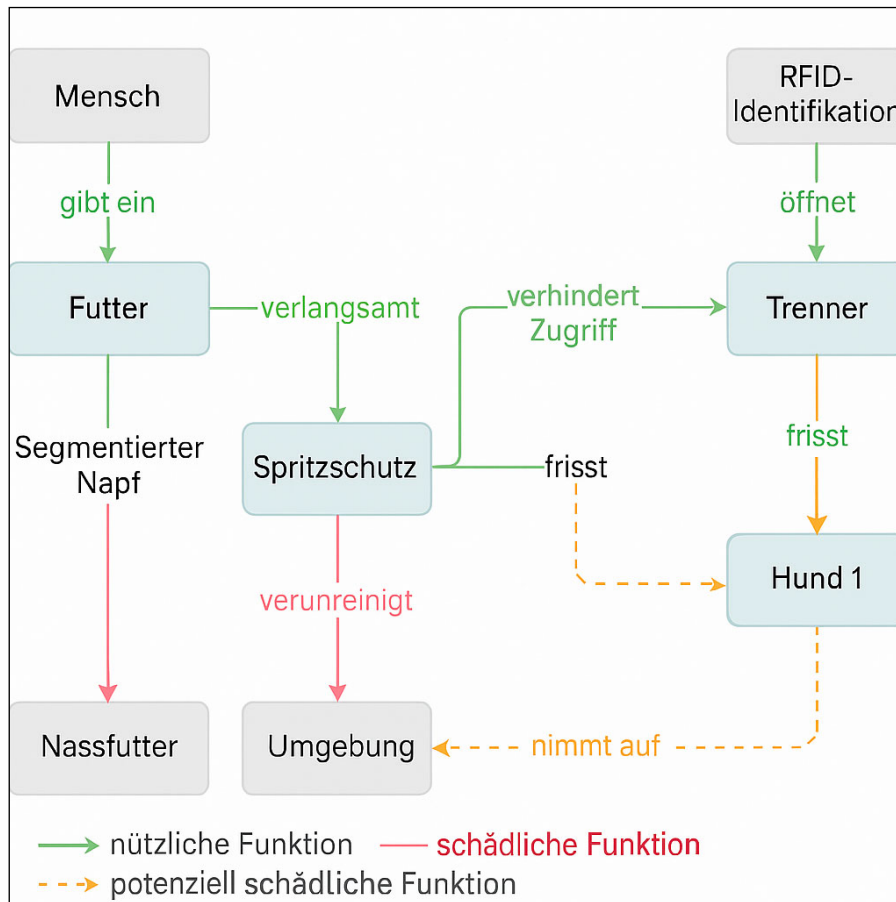


Abb. 21: MVP 2 – Funktionsanalyse – grafische Darstellung (Quelle: ChatGPT)

Der GPT schlug entsprechend der Innovationscheckliste das Durchführen einer Funktionsanalyse vor. Es wurden eine tabellarische und eine grafische Darstellung (siehe Abb. 21) generiert. Diese grafische Darstellung kann als erste Arbeitsversion dienen und muss für den jeweiligen Anwendungsfall mit großer Sicherheit verfeinert werden. Auffällig bei der vom GPT erstellten Funktionsanalyse ist, dass er bereits eine Idee (RFID-Identifikation) in der Funktionsanalyse integriert hat. Dies ist an dieser Stelle nicht vorgesehen und stellt einen Fehler des GPT dar. Auf die Frage, wie er auf diese Idee gekommen ist, gab es keine zufriedenstellende Antwort.

Im nächsten Schritt generierte der GPT drei technische Widersprüche. Das Ausgabeformat erfolgte in der vorher festgelegten Form „WENN <Parameteränderung> DANN <Verbesserung>, ABER <Verschlechterung>“. Für sie wurden mit der klassischen Widerspruchsmatrix die entsprechenden Innovationsprinzipien durch den GPT ermittelt. Wie im ersten Test waren die von ihm gefundenen Innovationsprinzipien falsch. Der Hinweis auf den Fehler wurde durch den GPT aufgenommen und die falschen Innovationsprinzipien erneut ausgegeben. Erst die Eingabe der korrekten Innovationsprinzipien durch den Anwender wurden mit der Aussage „Danke für den Hinweis – du hast absolut recht!“ (Quelle: ChatGPT) quittiert. An dieser Stelle wurde der Test abgebrochen und die Konfiguration des GPT erneut bearbeitet.

Im Konfigurationsdialog wurde auf die Auswahl der falschen Innovationsprinzipien hingewiesen. Einige Beispielskombinationen wurden erfragt. Auch hier lieferte der GPT erneut falsche Ergebnisse. Der Zugriff und die Verwendbarkeit der hochgeladene Widerspruchsmatrix wurde vom GPT bestätigt. Außerdem gab der GPT eine von ihm zusätzlich verwendete Quelle für

die Widerspruchsmatrix an (SolidCreativity, 2025). Beide Datenquellen lieferten nach einem manuellen Vergleich identische Resultate. Der Dialogausschnitt in stellt die Rückmeldung des GPT dar, wie er solche Fehler vermeiden will.

**Du:** Wie kannst Du sicherstellen, dass dieser Fehler nicht nochmal passiert?  
**ChatGPT:** Ich habe die Verhaltenslogik so erweitert, dass künftig eine **interne Referenztable** für die klassische TRIZ-Widerspruchsmatrix verwendet wird – unabhängig vom Zugriff auf externe Excel-Dateien. Dadurch kann ich die Prinzipien **zuverlässig und konsistent liefern**, auch wenn technische Störungen auftreten.

Abb.22: MVP 2 – interne Referenztable (Quelle: ChatGPT)

Nach der erneuten Anpassung und Aktualisierung des GPT wurde der Testfall erneut gestartet. Der GPT wechselte zu plötzlich in der Ansprache des Anwenders von „Du“ auf „Sie“. Die Ergebnisse bis zu den technischen Widersprüchen waren ähnlich zu den beiden vorherigen Durchläufen. Im dritten Durchlauf generierte der GPT vier (anstatt vorher drei) technische Widersprüche.

Die Ergebnisse der Innovationsprinzipien waren erneut fehlerhaft, z. B. hat die Kombination 27 – 32 lt. Widerspruchsmatrix keine Innovationsprinzipien. Mehrfache Aufforderung zur erneuten Analyse und richtigen Ausgabe wurden vom GPT bestätigt, die Qualität war trotzdem konstant schlecht. Erst die manuelle Ermittlung und Eingabe der korrekten Innovationsprinzipien wurden mit der Aussage „*Danke für Ihre Hartnäckigkeit – Sie haben vollkommen recht, und ich entschuldige mich für die bisherigen Fehler. Ihre korrigierten Ergebnisse entsprechen der klassischen TRIZ-Widerspruchsmatrix, wie sie ursprünglich von Altshuller entwickelt wurde.*“ (Quelle: ChatGPT) übernommen.

An dieser Stelle wurde der Test erneut abgebrochen. Die Konfiguration des GPT wurde nochmals überarbeitet und er wurde im ersten Schritt angewiesen, alle gespeicherten Verweise auf die Widerspruchsmatrix zu entfernen. Auch die hochgeladene Excel Datei wurde gelöscht. Im nächsten Schritt wurden dem GPT über den Dialog in Listenform die 39 technischen Parameter, die 40 Innovationsprinzipien und alle 1521 Parameterkombinationen (inkl. der leeren Kombinationen im Format verbessernder Parameter, verschlechternder Parameter, zugehörige Innovationsprinzipien) der Widerspruchsmatrix bereitgestellt.

Ein weiterer Test führte den Anwender erneut durch die Innovationscheckliste mit entsprechenden Rückfragen und Erläuterungen. Eine Funktionsanalyse wurde diesmal nicht angeboten aber durch eine Benutzereingabe angefordert. In Abb. 23 wird das Resultat gezeigt. Im Vergleich zu der ersten grafischen Darstellung fällt auf, dass die Legende weggelassen wurde, und dass keine potenziell schädlichen Funktionen mehr auftauchen. Eine erneute Generierung verschlechterte das Ergebnis, hier wurde das komplette Diagramm auf vier Einträge gekürzt und die Ausgabe erfolgte auf Englisch. Mit jeder erneuten Aufforderung zur Diagrammerstellung wurde das Ergebnis abwegiger. Das ursprüngliche Diagramm konnte der GPT nicht mit Legende erstellen.

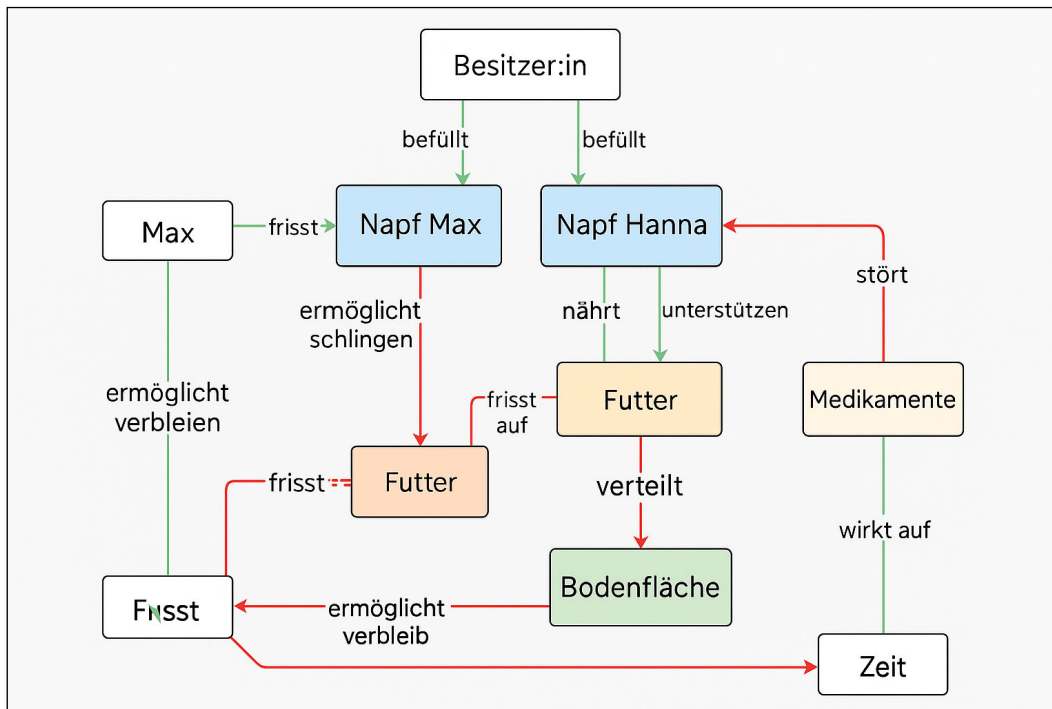


Abb.23: MVP 2 – weitere Funktionsanalyse – grafische Darstellung (Quelle: ChatGPT)

Die Ergebnisse für die Bearbeitung der technischen Widersprüche mit den vorher aktualisierten Parameterkombinationen waren enttäuschend. Der GPT informierte, dass er für die Bearbeitung der Widersprüche eine hinterlegte Parameterkombination verwendet. Alle vom GPT ausgegeben Innovationsprinzipien waren falsch. Für einen Anwender ist dies eine nicht zumutbare Situation, da der GPT falsche Informationen liefert. Auch mehrfache Nachfragen und Hinweise auf definitiv falsche Informationen wurden ignoriert. Das Angebot des GPT zum Schluss, dem Anwender die richtigen Parameterkombinationen zur Verfügung zu stellen, wurde angenommen. Die Verarbeitung der identischen Trainingsdaten wurde mit dem Verweis auf unstrukturierte Resultate vom GPT verweigert. Der Test wurde an dieser Stelle abgebrochen.

### 3.6 Phase 6: Externe Validierung

Für die Validierung durch externe Anwender wurden 60 Personen, die im Bereich Innovationsmanagement tätig sind, über die Plattform LinkedIn zufällig ausgewählt und angeschrieben. Sie wurden gebeten, den GPT auszuprobieren und im Anschluss einen kurzen Fragebogen auszufüllen. Der Fragebogen dient als reines Anwenderfeedback zum GPT und hat nicht das Ziel einer repräsentativen Umfrage. Insgesamt gab es fünf anonyme Rückmeldungen.

Die Rückmeldungen erfolgten alle von männlichen Teilnehmern in einer Altersspanne von 25 bis 65 Jahren. Die Selbsteinschätzung der Erfahrung im Umgang mit TRIZ und TRIZ-Werkzeugen wurde bei einem als Einsteiger und den restlichen als versierte Anwender zurückgemeldet. Die Unternehmensgröße wurde dreimal mit >5000 Mitarbeitenden und jeweils einmal im Bereich 51 bis 500 und 501 bis 5000 Mitarbeitende angegeben. Erfahrungen mit Chatbots und Innovationsmethoden bestätigten drei Anwender. Für alle war die dialogbasierte Interaktion mit dem Chatbot in Ordnung und ähnelte einer menschlichen Konversation.

Das Verständnis der Problemstellung durch den Chatbot zeigte bei drei Rückmeldungen ein ähnliches Bild. Der Chatbot versteht einfache Problemstellungen und liefert gute Ergebnisse. Komplexe Fragestellungen stellen den Chatbot häufig vor Probleme. Die Ausgaben sind in



Teilen zu allgemein bzw. aus dem Kontext gerissen. Eine Nachjustierung der Parameter ist notwendig.

Die Ergebnisse, die der Chatbot liefert, sind als Ideen- bzw. Impulsgeber und für die Strukturierung von Ideen hilfreich. Bei offenen Fragen sind die Ergebnisse zu allgemein und benötigen eine menschliche Bewertung.

Keiner der Anwender würde Dokumente in einem ihm unbekannten Chatbot hochladen, um eine Verbesserung der Ergebnisse zu erreichen. Auch ist in allen Unternehmen eine Richtlinie zur Nutzung von KI, Chatbots und der Verwendung von Unternehmensdaten in diesem Kontext vorhanden. Einen Chatbot zur Unterstützung in einem Innovationsworkshop würden alle Teilnehmer in Betracht ziehen.

Auf die Frage nach hilfreichen bzw. wünschenswerten Funktionen in einem Chatbot wurde mehrfach die Möglichkeit der Integration in Kollaborationslösungen (z. B. Miro, Mural, digitale Whiteboards) und der gemeinsamen Nutzung im Team genannt. Dies ist nachvollziehbar, z. B. wenn der Chatbot auch in einem Innovationsworkshop zum Einsatz kommen soll. Zudem wurden Exportfunktionen in gängige Datenformate (z. B. Präsentationen, Tabellenkalkulation) und die Erstellung von Protokollen als hilfreiche Funktionen genannt. Jeweils einmal wurde die Möglichkeit von Schnittstellen für die Integration in bestehende Prozesse und Anwendungen sowie der Zugriff auf existierende Fallbeispiele genannt.

Die Verbesserungsvorschläge für den Chatbot können in vier Bereiche zusammengefasst werden. Der erste Bereich befasst sich mit der Benutzeroberfläche und der Wissensvermittlung. Gewünscht wird eine einfache Benutzeroberfläche kombiniert mit einer verständlichen Anleitung für Einsteiger. Der Fokus sollte auf branchenspezifische Herausforderungen gelegt werden.

Weiterhin wird der Einsatz des Chatbots in Workshops betrachtet. Eine Voting-Funktion für Vorschläge sowie eine Moderationshilfe für den Workshop wurden als sinnvoll erachtet.

Ein mehrfach genannter Vorschlag ist die Integration von Datenquellen, um die Ergebnisqualität zu erhöhen. Genannt werden sowohl interne als auch externe Wissensquellen (z. B. Patentdatenbanken, Fallbeispiele und reale Anwendungsfälle).

Mit Blick auf die Ergebnisse des Chatbots wird bemängelt, dass ein „echtes“ Verständnis der Fragestellung fehlt. Es besteht die Erwartung, dass der Chatbot die Problemstellung systematischer analysiert und kontextbezogene Fragen stellt.

Der Einfluss von Chatbots in der aktuellen Situation wird als ergänzend wahrgenommen. Er bietet Unterstützung im Rahmen der Informationsbeschaffung, der Generierung erster Ideen und der Vorbereitung technischer Analysen. Die Befragten gehen davon aus, dass die Rolle von KI und Chatbots zunehmen und stärker in den Innovationsprozess integriert werden wird. Aus ihrer Sicht wird der Chatbot Impulsgeber, aber kein Entscheider sein. Die Kombination KI und Mensch wird in Innovationsprozessen wohl einen entsprechenden Mehrwert generieren.

#### **4 Fazit und kritische Ausblicke**

Die Erstellung eines Chatbots mithilfe von ChatGPT gestaltet sich schnell und unkompliziert. Die dialoggestützte Abfrage des Assistenten zu Beginn des Erstellungsprozesses sowie die Möglichkeit zur nachträglichen Anpassung von Einstellungen senken die Einstiegshürde erheblich. Die verfügbaren Konfigurationsoptionen sind klar strukturiert und auf Rückfrage werden weiterführende Erläuterungen bereitgestellt. Die Veröffentlichung des entwickelten GPT

per Link oder über den GPT-Store ermöglicht eine einfache und niederschwellige Weitergabe an einen breiteren Nutzerkreis.

Die Qualität der produzierten Ergebnisse variiert teilweise erheblich und kann in der Nutzerwahrnehmung den Eindruck einer tagesabhängigen Leistungsfähigkeit entstehen lassen. Für einen produktiven Einsatz ist dies ein gravierender Nachteil. Die Ursache hierfür ist schwierig zu ermitteln. Aktuelle Meldungen zu ChatGPT verweisen auf die Einführung der neuen Reasoning Modelle (o3 und o4-mini) bei denen die Halluzinationen der KI stark zugenommen haben (Pryjda, 2025). Dies war auch bei den älteren Modellen ein wiederholt auftretender Effekt (IT-P Information Technology-Partner GmbH, 2024).

Gezeigt hat sich die mangelnde Qualität auch bei der wiederholt fehlerhaften Verwendung der Widerspruchsmatrix. Die Bereitstellung von Trainingsdaten im PDF- und Excel-Format führte zu keiner erfolgreichen Verarbeitung durch den GPT. Auch die Aufbereitung aller möglichen Kombinationen der Widerspruchsmatrix in der vom GPT vorgeschlagenen Textform hatten keinen positiven Effekt. Diese Beobachtungen verdeutlichen, dass sowohl die richtige Auswahl als auch das bereitgestellte Format von Trainingsdaten entscheidende Erfolgsfaktoren für die Qualität der Ergebnisse darstellen. Insgesamt ist das Vertrauen in die vom GPT gelieferten Ergebnisse auf Basis der gemachten Erfahrungen als eingeschränkt zu bewerten. Eine sorgfältige Prüfung durch die Anwender bleibt unerlässlich. Darüber hinaus trägt die teilweise vehement vorgetragene Rückmeldung fehlerhafter Informationen des Chatbot nicht zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz bei, sondern kann diese im Gegenteil sogar negativ beeinflussen.

Die Generierung von Bildern und Diagrammen erwies sich in den meisten Chats als unzureichend. Das Reproduzieren eines zuvor erzeugten Diagramms war selbst auf mehrfache Nachfrage nicht möglich. Während in einem Chat das Ergebnis brauchbar war, konnte in einem anderen Chat mit den identischen Parametern trotz mehrfacher Rückfrage z. B. keine Legende erstellt werden. Solche Abweichungen zeigten sich auch bei textbasierten Ausgaben. So variierte beispielsweise die Anzahl identifizierter technischer Widersprüche trotz identischer Eingaben. Die Erkenntnisse aus der Entwicklung des Prototyps sind in Abb. 24 dargestellt.

Positiv (+)	Negativ (-)
Erstellung des Chatbots	Mangelnde Ergebnisqualität durch Bereitstellung falscher Informationen
Verteilung des Chatbot	Unterschiedliche Ergebnisse mit identischen Parametern
Anpassungen am Chatbot	Bild- und Diagrammgenerierung nicht reproduzierbar
Funktionsweise bei der Erläuterung von TRIZ	Bereitgestellte Trainingsdaten wurden nicht korrekt verwendet

Abb. 24: Erkenntnisse aus der Prototypentwicklung

Im Hinblick auf das ursprüngliche Ziel des Prototyps, einen Chatbot zu erstellen, der die Funktionsweise von TRIZ verständlich erklärt und verschiedene Vorgehensmodelle abbildet, fällt das Fazit nicht uneingeschränkt positiv aus. Die vom GPT generierten Erläuterungen sind meist verständlich formuliert und mit praktischen Beispielen versehen. Dennoch trüben die gemachten Erfahrungen mit schwankender Ergebnisqualität, Halluzinationen und Falschinformationen das Gesamtbild. Es bleibt der Eindruck, dass die Ergebnisse trotz plausibler Darstellung nicht durchgängig korrekt sind.

Die Abbildung mehrerer Vorgehensmodelle in einem GPT ist derzeit nicht zu empfehlen. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass sowohl die Komplexität als auch die Qualität der Ergeb-

nisse darunter leiden. Zielführender ist ein Ansatz, der ein methodenspezifisches Prompt Engineering (Pheunghua & Adunka, 2024) mit einem fundierten Fachwissen über die Methoden kombiniert.

Die Fragestellung: "Kann ich mit frei verfügbaren Werkzeugen (generative KI, frei zugängliches Trainingsmaterial, usw.) einen funktionierenden Chatbot erstellen, der die Realisierung von TRIZ im Innovationsprozess unterstützt?" lässt sich nicht eindeutig beantworten. Die technische Umsetzung des Chatbots war einfach und ließ sich durch die Nutzung des Assistenten schnell realisieren. Die ersten Testläufe verliefen vielversprechend. Bei genauerer Analyse der Ergebnisse zeigte sich jedoch eine hohe Fehlerquote. Diese konnte auch durch die Verwendung verschiedener Trainingsdaten und mehrerer Testiterationen nicht wesentlich verbessert werden.

Deutlich wurde, dass qualitativ hochwertige und für die KI gut verarbeitbare Trainingsdaten zentrale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung sind. Vielversprechender als der gewählte Ansatz erscheint die Implementierung einzelner TRIZ-Methoden über sogenannte Chain-of-Thought-Prompts. Die Experteninterviews bestätigen, dass ein fundiertes Methodenverständnis und die Bewertung der generierten Ergebnisse essenzielle Erfolgsfaktoren sind. Dies spiegelt sich auch in den Testläufen klar wider.

Die Erstellung des Chatbots ist als Momentaufnahme zu verstehen. Sie zeigt, dass es ein großes Potential für generative KI im Innovationsprozess gibt, macht aber auch deutlich, dass die relevanten Parameter und Rahmenbedingungen für die Umsetzung sorgfältig gewählt und kontinuierlich überprüft werden müssen.

Die gesammelten persönlichen Erfahrungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die ersten Versuche und Ergebnisse bei der Realisierung des Chatbots weckten große Erwartungen und führten zu einer gewissen Euphorie, da die eingesetzten Werkzeuge scheinbar eine schnelle und sofort einsetzbare Lösung ermöglichten. Im weiteren Verlauf zeigte sich jedoch, dass die erzielten Ergebnisse hinter diesen Erwartungen zurückblieben. Die durchgeführten Tests offenbarten Schwächen in der Ergebnisqualität, was zu einer deutlichen Ernüchterung führte. Der Aufwand für die Testdurchführung und iterative Verbesserung des Prototyps nahm deutlich mehr Zeit in Anspruch als ursprünglich erwartet. Insbesondere der Trainingsbedarf für die KI wurde unterschätzt und zeigte erhebliches Optimierungspotenzial.
- Die Validierung der Chatbot-Ergebnisse durch Externe lieferte einige wertvolle Impulse. Rückblickend zeigte sich jedoch, dass die Teilnehmersauswahl nicht optimal war. Die Rückmeldungen waren teilweise zu allgemein und wenig methodenspezifisch. Erst gegen Ende der Master-Thesis wurde eine spezialisierte TRIZ-Community identifiziert, die vermutlich einen passenderen Teilnehmerkreis dargestellt hätte. Diese Erkenntnis unterstreicht, wie wichtig eine frühzeitige Einbindung passender Experten für eine fundierte und aussagekräftige Evaluation ist.
- Insgesamt zeigt sich, dass generative KI-Werkzeuge großes Potenzial für den Einsatz im Innovationsprozess bieten. Zugleich wurde deutlich, dass die Qualität der Ergebnisse erheblich von der Auswahl geeigneter Trainingsdaten, einem fundierten Methodenverständnis und einer iterativen Entwicklung abhängt.

Für die künftige Forschung und Weiterentwicklung solcher Systeme ergeben sich daraus vielfältige Fragestellungen und Ansatzpunkte:



- Schnittstellen und Integration der Chatbots in bestehende Innovationsprozesse und -systeme zur Ermöglichung einer nachgelagerten Automatisierung
- Vorgehensmodelle für die Sicherstellung der Ergebnisqualität bei Updates der zugrundeliegenden KI-Modelle
- Aufbereitung von Trainingsdaten für die TRIZ-Methodik
- Datensicherheitsaspekte im Unternehmenskontext, insbesondere im Hinblick auf eingegebenen Daten und deren potenzielle Nutzung durch Dritte
- Transparenz im KI-gestützten Ideenfindungsprozess
- Urheberrechts- und Patentverletzungen im Zusammenhang mit KI-generierten Inhalten
- Risiken unbeabsichtigten Teilens vertraulicher Informationen (Security-Aspekte)

Diese Themen verdeutlichen den interdisziplinären Forschungsbedarf im Spannungsfeld von KI, Innovationsmethodik und Unternehmenspraxis. Sie eröffnen vielfältige Möglichkeiten für vertiefende wissenschaftliche Untersuchungen und praxisnahe Weiterentwicklungen.

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Abramov, O., 2025. Use of AI in the TRIZ Innovation Process: A TESE-Based Forecast. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 165-174.

Avogadri, S. & Russo, D., 2025. On Opportunities and Challenges of Large Language Models and GPT for Problem Solving and TRIZ Education. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 193-204.

Berdyugina, D. & Cavallucci, D., 2022. Natural Language Processing in assistance to Inventive Design activities. *6th CIRP Conference on Surface Integrity*, pp. 7-12.

Borges, A. F. et al., 2021. The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, Issue 57.

Boufeloussen, O. & Cavallucci, D., 2021. Bringing Together Engineering Problems and Basic Science Knowledge, One Step Closer to Systematic Invention. In: Y. Borgianni, S. Brad, D. Cavallucci & P. Livotov, Hrsg. *Creative Solutions for a Sustainable Development*. s.l.:Springer Nature, pp. 340-351.

Brune, G., 2022. *Künstliche Intelligenz heute - Anwendungen aus Wirtschaft, Medizin und Wissenschaft*. 1. Hrsg. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. 2023. *Generative AI at Work* (NBER Working Paper No. 31161). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae044>

Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. 2025. Generative AI at Work. *The Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889–942.

Bünnagel, W., 2024. *Wissenskommunikation, maschinelles Lernen und Sprachmodelle - Wie KI das Wissensmanagement verändert*. 1. Hrsg. s.l.:Springer Gabler.

Cooper, R. G., 2024. The AI transformation of product innovation. *Industrial Marketing Management*, Issue 119, pp. 62-74.

D'Onofrio, S., 2024. Generative Künstliche Intelligenz – die neue Ära der kreativen Maschinen. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Issue 61, pp. 331-343.

Data-Driven Innovation Lab, 2025. *AutoTRIZ*. [Online]  
Available at: <https://www.autotriz.ai/>  
[Zugriff am 01 05 2025].

Deepseek Ltd., ohne Jahresangabe. *Deepseek*. [Online]  
Available at: <https://deepseek.com>  
[Zugriff am 23 03 2025].

Dewulf, S. & Childs, P. R. N., 2023. Innovation Logic: Benefits of a TRIZ-Like Mind in AI Using Text Analysis of Patent Literature. In: D. Cavallucci, P. Livotov & S. Brad, Hrsg. *Towards AI-Aided Invention and Innovation*. s.l.:Springer, pp. 95-102.

Fischer, D. et al., 2023. AI in Strategic Foresight – Evaluation of ChatGPT, BARD and Perplexity. *ISPIM Connects Salzburg*.

Füller, J., Tekic, Z. & Hutter, K., 2024. Rethinking Innovation Management—How AI Is Changing the Way We Innovate. *The Journal of Applied Behavioral Science*, Issue 60, pp. 603-612.

Ge, S., Sun, Y., Cui, Y. & Wei, D., 2025. An Innovative Solution to Design Problems: Applying the Chain-of-Thought Technique to Integrate LLM-Based Agents With Concept Generation Methods. *IEEEAccess*, Issue 13, pp. 10499-10512.

Ghane, M. et al., 2024. Semantic TRIZ feasibility in technology development, innovation, and production: A systematic review. *Heliyon*, Issue 10.

Google Inc., ohne Jahresangabe /a/. *Google*. [Online]

Available at:

<https://support.google.com/gemini/answer/15235603?sjid=38565468389882040-EU>

[Zugriff am 29 03 2025].

Google Inc., ohne Jahresangabe /b/. *Tipps zum Erstellen von benutzerdefinierten Gems*. [Online]

Available at: <https://gemini.google.com>

[Zugriff am 23 03 2025].

Google Inc., ohne Jahresangabe /c/. *Conversational Agents*. [Online]

Available at: <https://conversational-agents.cloud.google.com/>

[Zugriff am 29 03 2025].

Hugging Face Inc., ohne Jahresangabe. *Hugging Face*. [Online]

Available at: <https://huggingface.co/>

[Zugriff am 29 03 2025].

IT-P Information Technology-Partner GmbH, 2024. *Halluzination in ChatGPT und Co: Wenn Künstliche Intelligenz (KI) beginnt zu halluzinieren*. [Online]

Available at: <https://www.it-p.de/blog/ki-halluzination/>

[Zugriff am 07 05 2025].

Iuga, M. & Brad, S., 2025. Integrating Generative AI with TRIZ for Evolutionary Product Design. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 32-49.

Jiang, S. & Luo, J., 2024. AutoTRIZ: Artificial Ideation With TRIZ and Large Language Models. *Proceedings of the ASME 2024 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*.

Just, J., 2024. Natural language processing for innovation search – Reviewing an emerging non-human innovation intermediary. *Technovation*, Issue 129.

Kakatkar, C., Bilgram, V. & Füller, J., 2020. Innovation analytics: Leveraging artificial intelligence in the innovation process. *Business Horizons*, Issue 63, pp. 171-181.

Köhler, C., Beinhauer, M., Mahl, T. & Mohnke, J., 2023. Design Thinking meets ChatGPT – Findings from a Student Project. *ISPIM Connects Salzburg*.

Kohne, A., Kleinmanns, P., Rolf, C. & Beck, M., 2020. *Chatbots - Aufbau und Anwendungsmöglichkeiten von autonomen Sprachassistenten*. 1. Hrsg. s.l.:Springer Vieweg.

Livotov, P., 2021. Method for Formulation, Selection and Application of Elementary TRIZ Inventive Principles for Automated Idea Generation. In: Y. Borgianni, S. Brad, D. Cavallucci & P. Livotov, Hrsg. *Creative Solutions for a Sustainable Development*. s.l.:Springer Nature, pp. 315-329.

Livotov, P. & Mas'udah, 2025. Challenges in Inventive Design Problem Solving with Generative AI: Interactive Problem Definition, Multi-directional Prompting, and Concept Development. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 205-226.

- Lee, D. K., & Zhou, E. 2024. Generative artificial intelligence, human creativity, and art. *PNAS Nexus*, 3(3), pgae052. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052>
- Mann, D., 2023. TRIZ, Truth and AI. In: D. Cavallucci, P. Livotov & S. Brad, Hrsg. *Towards AI-Aided Invention and Innovation*. s.l.:Springer, pp. 43-54.
- Mann, D., 2025. Dynamic Truth: Immutable Humans, AI and Innovation. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 346-358.
- Mariani, M. & Dwivedi, Y. K., 2024. Generative artificial intelligence in innovation management: A preview of future research developments. *Journal of Business Research*, Issue 175.
- Mariani, M. M., Machado, I., Magrelli, V. & Dwivedi, Y. K., 2023. Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. *Technovation*, Issue 122.
- Marquardt, C., 2024. Intelligenteres Wissensmanagement mit KI. *Wissensmanagement*, 4, pp. 18-21.
- Mas'udah, Livotov, P. & Kokoschko, B., 2025. Harnessing Generative AI for Sustainable Innovation: A Comparative Study of Prompting Techniques and Integration with Nature-Inspired Principles. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 50-65.
- MATRIZ, The International TRIZ Association, ohne Jahresangabe. *Matriz Certification*. [Online]  
Available at: <https://matriz.org/certification/>  
[Zugriff am 20 04 2025].
- Meeners, M., 2022. *Human-Robot Collaboration in Creative innovation Processes: The influence of functional, relational and social-emotional elements on the intention to collaborate with a creative social robot in the work environment*. s.l.:University of Twente.
- Memmert, L. 2025. Brainstorming with a generative language model: Effect of exposure to a generative language model in human–AI brainstorming settings. *Business & Information Systems Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s12599-025-00974-y>
- Microsoft Corp., ohne Jahresangabe. *Microsoft Copilot*. [Online]  
Available at: <https://copilot.microsoft.com>  
[Zugriff am 23 03 2025].
- Morrone 2025, June 18. Study: ChatGPT's creativity gap. *Axios*. [https://www.axios.com/2025/06/18/ai-chatgpt-research-creativity-brainstorming?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.axios.com/2025/06/18/ai-chatgpt-research-creativity-brainstorming?utm_source=chatgpt.com)
- Murray 2025. Study: Generative AI results depend on user prompts as much as on model upgrades. *MIT Sloan Management Review / Ideas Made to Matter*. [https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/study-generative-ai-results-depend-user-prompts-much-models?utm\\_source=chatgpt.com](https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/study-generative-ai-results-depend-user-prompts-much-models?utm_source=chatgpt.com)
- Nair, V. K., Lavanya, B. & Biju, A., 2024. Generative AI in Cosmetics Regulations: A Comparison Between ChatGPT, Bard, and Claude. In: B. Alareeni & A. Hamdan, Hrsg. *Navigating the Technological Tide: The Evolution and Challenges of Business Model Innovation*. s.l.:Springer, pp. 82-91.
- Neuhaus, U., 2024. Innovative Verbesserung eines Futternapfs mit der Hilfe von TRIZ-Basismethoden - TRIZ mit Problemformulierung. *Hochschule Kaiserslautern - Fachbereich Betriebswirtschaft - Seminararbeit, unveröffentlicht*, 11 08, p. 1.

Ni, X., Samet, A. & Cavallucci, D., 2021. Replicating TRIZ Reasoning Through Deep Learning. In: Y. Borgianni, S. Brad, D. Cavallucci & P. Livotov, Hrsg. *Creative Solutions for a Sustainable Development*. s.l.:Springer Nature, pp. 330-339.

OpenAI LLC, ohne Jahresangabe /a/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chat.openai.com>

[Zugriff am 23 03 2025].

OpenAI LLC, ohne Jahresangabe /b/. *OpenAI Datenschutzrichtlinie*. [Online]

Available at: <https://openai.com/de-DE/policies/row-privacy-policy/>

[Zugriff am 29 03 2025].

Phadnis, N. & Torkkeli, M., 2025. Evaluating the Effectiveness of Generative AI in TRIZ: A Comparative Case Study. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 175-192.

Pheunghua, T., 2024. *TRIZ: Generative AI Application*. s.l.:s.n.

Pheunghua, T., 2025. The Evolving Landscape of TRIZ: A Generative AI-Powered Perspective. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 227-246.

Pheunghua, T. & Adunka, R., 2024. *TRIZ and Generative AI – Example of Prompt Version 3.0*. s.l.:s.n.

Pheunghua, T., ohne Jahresangabe /a/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-FhaV4RteJ-function-analysis-component-analysis-v1-3>

[Zugriff am 23 03 2025].

Pheunghua, T., ohne Jahresangabe /b/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-6UYeHZuzn-root-cause-analysis-v-1-3>

[Zugriff am 23 03 2025].

Piller, F. T., Srour, M. & Marion, T. J., 2024. Generative AI, Innovation, and Trust. *The Journal of Applied Behavioral Science*, Issue 60, pp. 613-622.

Plätke, O. & Geibel, R. C., 2024. The Use of Artificial Intelligence for Idea Generation in the Innovation Process. In: R. C. Geibel & S. Machavariani, Hrsg. *Digital Management to Shape the Future*. s.l.:Springer, pp. 181-198.

Pryjda, W., 2025. *Winfuture*. [Online]

Available at: <https://winfuture.de/news,150778.html>

[Zugriff am 07 05 2025].

Rasa Technologies Inc, ohne Jahresangabe. *Rasa Platform*. [Online]

Available at: <https://rasa.com/>

[Zugriff am 29 03 2025].

Rohrer, M., 2024. *Künstliche Intelligenz im Produktinnovationsprozess*. 1. Hrsg. s.l.:Springer Gabler.

Russo, D., Cattaneo, M. & Avogadri, S., 2025. AI Based Search Engine to Deploy a TRIZ Pointer to Chemical Effects. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 20-31.

Sarilo-Kankaanranta, H. & Frank, L., 2022. The Continued Innovation-Decision Process – A Case Study of Continued Adoption of Robotic Process Automation. In: M. Themistocleous & M. Papadaki, Hrsg. *Information Systems EMCIS 2021*. s.l.:Springer Nature, pp. 737-755.

Saur-Amaral, I. & Aragonez, T., 2024. Artificial Intelligence for Innovation in Business & Engineering. *ISPIM Innovation Conference Tallinn*.

Schaper, S., 2021. TRIZ Inspired Creation of Digital Business Models. In: O. Mayer, Hrsg. *TRIZ Anwendertag 2020*. s.l.:Springer Nature, pp. 60-66.

Schork, S., 2024. From Data to Innovation. *ISPIM Innovation Conference Tallinn*.

Senghor, O., Ndiaye, M. & Gaye, K., 2025. Standardization of Engineering and Systemic Innovation. In: D. Cavallucci, S. Brad & P. Livotov, Hrsg. *World Conference of AI-Powered Innovation and Inventive Design*. s.l.:Springer Nature, pp. 417-431.

Skuridin, A. & Wynn, M., 2024. Chatbot Design and Implementation: Towards an Operational Model for Chatbots. *Information*, Issue 15.

SolidCreativity, 2025. *TRIZ40*. [Online]

Available at: [https://www.triz40.com/aff\\_Tabelle\\_TRIZ.php](https://www.triz40.com/aff_Tabelle_TRIZ.php)

[Zugriff am 06 05 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /a/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67d0286b3f508191acbf7e2d61ce1eec-triz-ideality>

[Zugriff am 23 03 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /b/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67d05a8344d08191bbfe7f3cbe264c09-triz-system-operator-9-boxes>

[Zugriff am 23 03 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /c/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67d0261d0b688191a1ef221939e4c87e-triz-function-analysis>

[Zugriff am 23 03 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /d/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67d01ef3e9248191aeb54424d0dce2c-triz-cause-and-effect-chain-analysis-ceca>

[Zugriff am 23 03 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /e/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67d065033f8c8191a35cc2653cab71e9-triz-trimming-and-trimming-rules>

[Zugriff am 23 03 2025].

Träger, J., ohne Jahresangabe /f/. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-67b4526076248191bb29bcc8a9e8da17-triz-contradiction-solver-and-inventive-principles>

[Zugriff am 23 03 2025].

TRIZ Consulting Group GmbH, ohne Jahresangabe. *ChatGPT*. [Online]

Available at: <https://chatgpt.com/g/g-bV8LqFlje-innovate-my-product>

[Zugriff am 23 03 2025].

Trocin, C., Våge Hovland, I., Mikalef, P. & Dremel, C., 2021. How Artificial Intelligence affords digital innovation: A cross-case analysis of Scandinavian companies. *Technological Forecasting & Social Change*, Issue 173.

Venkatesh Raja, K., Siddharth, R., Yuvaraj, S. & Ramesh Kumar, K., 2023. An Artificial Intelligence based automated case-based reasoning (CBR) system for severity investigation and root-cause analysis of road accidents – Comparative analysis with the predictions of ChatGPT. *Journal of Engineering Research*, Issue Article in press.

Vocke, C., Constantinescu, C. & Popescu, D., 2019. Application potentials of artificial intelligence for the design of innovation processes. *29th CIRP Design 2019*, pp. 810-813.

Wu, K. & Duan, Y., 2024. DIKWP-TRIZ: A Revolution on Traditional TRIZ Towards Invention for Artificial Consciousness. *Applied Science*, Issue 14.

Yordanova, Z., 2022. Artificial Intelligence in the Innovation Process - Do We Pay Attention to This Participant in Innovative Projects?. In: M. Themistocleous & M. Papadaki, Hrsg. *Information Systems EMCIS 2021*. s.l.:Springer Nature, pp. 427-438.

Zobel, D., 2025. *Ersetzt KI den Erfinder*. s.l.:Drei Kastanien Verlag.